



Македонско астрономско друштво

Астрономски алманах 2015

(број 14)

Скопје, 2015

Редакциски одбор:

д-р Олгица Кузмановска - главен и одговорен уредник

д-р Гордана Апостоловска - член

д-р Наце Стојанов - член

д-р Олга Галбова - член

д-р Драган Јакимовски - член

<http://astronomija.org/>

*

*

*

На *предниот дел од корицата*: Фотографија на ноќното небо над Јужноевропската опсерваторија Ла Сиља во Чиле снимено во јануари 2015 година. На фотографијата се прикажани кометата Lovejoy (со зеленкаста боја), свезденото јато Плејади (горе и десно од кометата), маглината Калифорнија (во форма на црвен лак од гас, десно од кометата), како и светол метеор.

Извор: P. Hrálek/ESO, <https://www.eso.org/public/images/potw1504a/>

На *задниот дел од корицата*: Логото на Интернационалната година на светлината и оптичките технологии 2015 (прогласена од страна на UNESCO) и логото за активноста насловена како Космичка светлина (во рамките на Интернационалната астрономска унија - IAU). На големата фотографија се прикажани примери на оптички појави во природата и користење на оптички технологии.

Извор: <http://www.light2015.org/Home.html>

*

*

*

Компјутерска подготовка:

Киро Мавроски

*

*

*

Печати:

ДБ Системи Скопје

*

*

*

Тираж:

150 примероци

СОДРЖИНА

2015 – Меѓународна година на светлината	5
<i>Сузана Топузоски</i>	
Некои примени на оптичките вортексни снопови во астрономијата	11
<i>Сузана Топузоски</i>	
Невозможната мисија - Розета	21
<i>Марко Шунтов</i>	
Што се случува во близината на црните јами?	35
<i>Јана Богданоска, Весна Манчевска и Александар Ѓурчиновски</i>	
Растојанието до галаксијата M100 мерено со методот на цефеиди	43
<i>Билјана Митреска</i>	
Сателитите во Сончевиот систем – кандидати за настанок на живот	57
<i>Јана Богданоска</i>	
За настанокот на годишните сезони	71
<i>Елена Влахова - Јордановска</i>	
Македонското учество на меѓународните олимпијади по астрономија и астрофизика – МОАА 2014 и МОАА 2015	81
<i>Филип Симески</i>	
Астрономска школа - OPTICON	89
<i>Јана Богданоска</i>	
Информации за Зимска школа по астрономија и за натпреварот по астрономија во 2014 година	95
Астрономски календар за 2014 година	97
<i>Васил Умленски и Гордана Апостоловска</i>	

2015 - МЕЃУНАРОДНА ГОДИНА НА СВЕТЛИНАТА

Сузана Топузоски



Наука-Технологија-Природа-Култура-Развој-Одржливост-Образование-Историја



INTERNATIONAL
YEAR OF LIGHT



Вовед

Меѓународната Година на Светлината (МГС) е меѓудисциплинарен едукативен проект со повеќе од 100 партнери од над 85 земји, придружен со Меѓународната програма за базични науки (International Basic Sciences Programme) на UNESCO (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization).

Со одобрение на Извршниот Одбор на UNESCO, во ноември 2012 година, водечките научници беа поканети да го претстават настанот Меѓународна Година на Светлината на Генералното Собрание на Обединетите Нации во мај 2013 година. Со усвојување на резолуцијата од страна на Генералното Собрание на Обединетите Нации, 2015 година е прогласена за Меѓународна Година на Светлината. Резолуцијата била усвоена од Одборот на 3 декември

2013 година со многу ко-спонзорства и дополнително едногласно усвоена на Генералното Собрание.

МГС ќе придонесе кон постигнување на целите на UNESCO 36 С/5 Главната Програма II за Природните науки, посебно за зајакнување на науката, технологијата и иновациите. Но, целите на оваа програма ќе инволвираат и политики за одржлив развој, искоренување на сиромаштијата и култура на мир и ненасилство, како и мобилизација на науката за одржлива употреба на природните ресурси, обновлива енергија и енергетска ефикасност и за намалување на природните катастрофи. Дополнително, МГС специјално се фокусира на следните области: (i) напредок на науката и технологијата за одржлив развој (ii) промоција на приоритетите на UNESCO за Африка, со фокус на *Образование за сите и полова еднаквост* и (iii) користење на меѓународната соработка во градење на капацитети за наука и технологија.

Науката за светлината е една од најпристапните теми за промовирање на интердисциплинарно образование. Светлината била главниот фактор во еволуцијата на човештвото, и нашата биосфера (преку процесот на фотосинтеза). Светлината ни овозможува да гледаме, претставува поттик-инспирација луѓето да создаваат уметнички, философски и литературни дела. Низ проучувањето на фундаменталните науки, почнувајќи од физика на елементарни честички па сè до космологија, светлината игра улога на прозорец во Вселената. Но истовремено, оптичките технологии кои се едноставни и постојат со децении, се многу значајни за нашето секојдневие. Во таа смисла, корективните оптички леќи за подобрување на видот и очилата за заштита од сончева светлина ни се добро познати, додека, оптичките инструменти како микроскопите, ендоскопите и други, претставуваат основа на модерната медицинска дијагностика. Телескопите, пак, се основните оптички инструменти во астрономијата; додека, светлинските ласерски снопови и оптички кабли ја формираат основата на глобалниот интернет.

Луѓето од целиот свет имаат корист од напредокот на науката за светлината и нејзините апликации, што, пак, помага во постигнувањето и надминувањето на **Целите на Обединетите Нации за развој на милениумот**.

Технологиите базирани на светлината, честопати означени со поимот **фотоника**, опишуваат низа апликации насочени кон подигнување на квалитетот на живот насекаде во светот, со намалување на смртноста на децата, подобрување на здравјето на мајките и борба против болестите. Областа на *зелена фотоника* ги проучува методите на примена на светлинската технологија за создавање енергија и добивање еколошки одржливи извори на

енергија. Технологијата базирана на светлина е главен економски двигател со потенцијал да го револуционизира 21-от век, на сличен начин на кој што електрониката влијаеше на 20-от век.

Прогласувањето на Меѓународна Година на Светлината од страна на Обединетите Нации ќе потврди дека важноста на светлината и нејзините потенцијални примени е ценета од страна на сите луѓе ширум светот.

Мисија

МГС е глобална иницијатива која ќе ја потенцира на граѓаните на светот, важноста на светлината и оптичките технологии во нивниот живот, за нивната иднина, и за развојот на општеството.

МГС е планирана да се состои од координирани активности на национално, регионално и меѓународно ниво. Активностите би биле планирани така што луѓето од сите возрасти и професии, од сите земји, да уживаат и да ја уважат централната улога на светлината во науката и културата, но, и да ја уважат науката на светлината како интердисциплинарна наука која може да го унапреди одржливиот развој.

Цели

Проектот МГС ги координира меѓународните и националните активности за да се постигнат сите цели:

Подобрување на *јавното разбирање* за тоа како светлината и технологиите базирани на светлина влијаат на секојдневните животи на сите, и играат централна улога за идниот развој на глобалното општество.

Изградба на *едукативни капацитети во светот* низ активности кои ќе се фокусираат на науката за млади, решавањето на прашањето за половата рамноправност, а ќе посветат и посебно внимание на земјите во развој и растечките економии.

Зајакнување на *меѓународната соработка* со преземање на улогата на централен извор на информации за активности кои се координирани од научните здруженија, едукативните центри и индустријата.

Фокусирање на поодделни откритија во 19-от и 20-от век, кои ја покажаа *централната улога на светлината во научните истражувања*.

Потенцирање на важноста на истражувањата и во фундаменталната наука за светлината и во науката за нејзините апликации, и *промовирање на научни кариери* во овие области.

Промовирање на важноста на технологиите базирани на светлина за *одржлив развој*, и за подобрување на квалитетот на животот во земјите во развој.

Истакнување и објаснување на *врската помеѓу светлината и уметноста и културата*, со зајакнување на улогата на оптичката технологија за зачувување на културното наследство.

Задржување на овие цели и достигнувања и после МГС.

МГС значително ќе придонесе за исполнување на мисиите на UNESCO за градење мир, намалување на сиромаштијата, одржлив развој и меѓукултурен дијалог низ образованието, науката, културата и комуникациите.

Зошто 2015?

Годината 2015 е природен кандидат за МГС, како јубилејна за многу важни, темелни откритија во историјата на науката за светлина, кои датираат наназад 50, 100, 150, 200 години, па дури и повеќе.

- 1815 година Френел (Augustin Jean Fresnel) ја публикуирал својата прва работа "Premier mémoire sur la diffraction de la lumière" во која светлината се претставува како електромагнетен бран.
- 1865 година Максвел (James Clerk Maxwell) ја опишал „ригорозната“ електромагнетна теорија на светлината. Во својата публикација "A dynamical theory of electromagnetic field", со четирите диференцијални равенки, тој ги обединил електричеството, магнетизмот и оптиката, со што покажал дека светлината е електромагнетен бран, и ги предвидел радио-електромагнетните бранови.
- 1915 година, со општата теорија на релативност на Алберт Ајнштајн (Albert Einstein) се покажа дека светлината ја чини основната структура на просторот и времето. Дејвид Хилберт (David Hilbert) засебно ги публикуирал, неколку дена подоцна од Ајнштајн, диференцијалните равенки кои ја опишуваат општата теорија на релативност.
- 1965 година, Пензиас (Arno Allan Penzias) и Вилсон (Robert Wilson) го откриле позадинското космичко микробраново зрачење, електромагнетното „ехо“ на почетоците на формирањето на Вселената.

Своевремено, овие откритија ја промениле од корен физиката, и продолжиле во огромна мера да влијаат на науката и технологијата. Брановата природа на светлината и законите на електродинамиката

доведоа до откритија како што се ласерите и ДВД-то, мобилните телефони, безжичниот интернет и радио-астрономијата. Законите на општата теорија на релативност и проучувањето на позадинското космичко микробраново зрачење влијаеле на различни научни области, почнувајќи од дизајнот на глобален ГПС сателитски систем, па сè до фундаментални прашања за настанокот на Вселената.

Уште поопшто, 2015 година се одбележуваат 1000 години од врвните достигнувања во областа на оптиката направени од арапскиот научник Ibn Al-Haytham. Познат под псевдонимот Alhazen, тој ја објавил својата книга “Книга по Оптика” (“Book of optics”), каде за прв пат објаснил како функционира камера обскура и ја објаснил структурата на окото и механизмот на гледање.

Оваа година се слават и 400 години од откривањето-создавањето на првата технологија на трансформација на соларна енергија (1615 година) преку откривање на прототипот на мотор на соларен погон.

Славењето на овие јубилеи во текот на МГС 2015 ќе создаде непроценливи едукативни и историски перспективи и ќе даде можност да се прикаже како научниците од најразлични области на светот и културиво различни временски периоди допринеле за развојот на науката на светлината низ вековите.

e-mail: suzana_topuzoski@yahoo.com

Литература

[1] Prospectus IYL 2015, http://www.eps.org/?page=event_iyol

[2] <http://light2015blog.org/>

[3] <http://www.light2015.org/Home.html>

[4] <http://www.light2015.org/Home/About/Latest-News.html>

НЕКОИ ПРИМЕНИ НА ОПТИЧКИТЕ ВОРТЕКСНИ СНОПОВИ ВО АСТРОНОМИЈАТА

Сузана Топузоски

Вовед

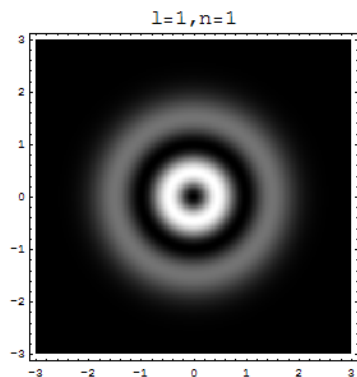
Меѓу многуте природни појави се среќаваат и такви кои пројавуваат сингуларности, како во макроскопски размери-торнадо во воздухот, црни јами во Вселената и вортекси (вители) во океаните, така и во микроскопски размери-квантувани линии на магнетен флуks во суперспроводници и вортексни сингуларности кај светлосни бранови.

Светлосните бранови кои содржат вортексни сингуларности (оптичките вортекси), покрај многуте примени во биофотониката (за манипулирање на многу мали честички и биолошки клетки), во атомската физика (за водење на атоми) и квантните информации, имаат примена и во астрономијата. Најновите истражувања покажуваат дека оптичките вортекси може да се применат за детекција на ротирачки црни јами, екстрасоларни планети и бинарни ѕвезди. Но, тие се применуваат и за подобрување на резолуцијата на дифракционо-ограничени оптички инструменти под дифракциониот лимит, за еден ред големина, за некохерентна светлина.

Вортексот кај светлинскиот бран претставува место на неговиот бранов фронт каде фазата има неопределена вредност, а брановата амплитуда и интензитетот имаат нулти вредности. Спонтано, вакви вортекси се создаваат во ласерска микро-празнина со цилиндрична геометрија; тогаш, создадениот ласерски мод е Лагер-Гаусов (ЛГ) мод. Додека, тие може да се генерираат и со употреба на дифракциони оптички елементи и холограми кои имаат специфична геометрија (холограм чиј фазен профил е во вид на вилушка, спирален фазен слој, итн.). Кога упаден рамен бран или Гаусов ласерски сноп ќе претрпи дифракција од вакви елементи, излезниот бран ќе поседува фазна сингуларност.

Да напоменеме дека димензиите на дифракциониот објект се од редот на големина на брановата должина на светлината. Како резултат на дифракција (свивање, скршнување од праволинискиот правец на простирање), која пак се објаснува со принципот на суперпозиција, интерференција на секундарните бранови, на некои

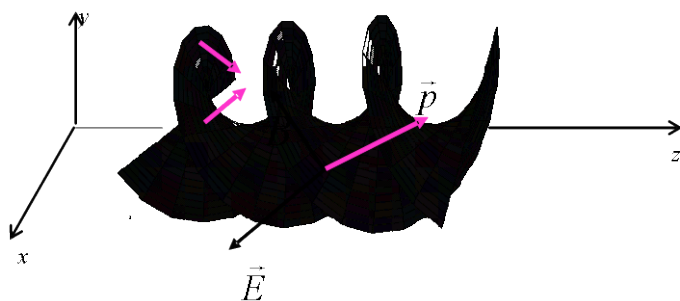
места ќе се набљудуваат минимии, а на некои –максимуми, во зависност од патната разлика на брановите кои интерферираат.



Сл. 1.а. Трансверзален интензитетен профил на Лагер-Гаусов ласерски снап LG_1^1 .

Оптичкиот бран кој поседува вортексна дислокација (сингуларност) е наречен вортексен бран. Интензитетниот профил на вортексен ЛГ-ов снап чиј азимутален модов број е различен од нула, е во вид на наизменични светли и темни прстени кои опкружуваат темно централно петно (тука интензитетот е еднаков на нула, а фазата е неопределена)-Сл.1.а. Всушност, во математичкиот запис на вортексниот бран постои член $\exp(il\varphi)$ кој укажува на промена на фазата со промена на азимуталната координата φ . Во овој фазен член фигурира бројот l , кој се нарекува тополошки полнеж (ТП)-неговиот

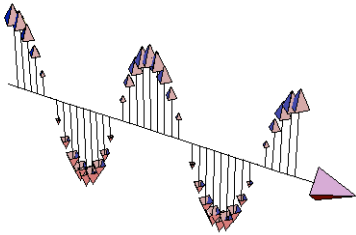
модул ни кажува колку пати фазата се менува од 0 до 2π радијани за едно цело завртување околу оската на сингуларност.



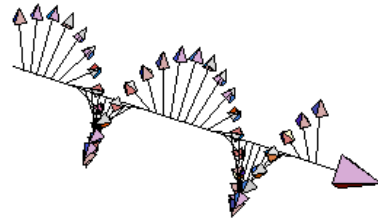
Сл. 1. б. Шематски приказ на хеликоиден бранов фронт на вортексен бран.

Вортексниот светлосен бран е многу специфичен, затоа што неговата еквифазна површина има облик на хеликоида (Сл. 1.б). Вдолж оската на простирање на бранот постои сингуларност. Притоа, знакот на тополошкиот полнеж ја одредува насоката на вртење (во насока на стрелките на часовникот и спротивно од оваа насока) на хеликоидниот бранов фронт, околу сингуларната оска. Токму заради ваквиот облик на брановиот фронт, за разлика од кај рамниот бран, на пример, векторите на електричното поле $\vec{E}$ и на магнетната

индукција $\vec{B}$ кај вортексниот бран имаат компоненти вдоль оската на простирање на бранот, z -оската, односно: $\vec{E}_z, \vec{B}_z \neq 0$. Компонентата на моментот на импулс по z -оската е, исто така, различна од нула: $J_z = rS_\varphi / c$ (каде со r и φ се означени соодветно радијалната и азимуталната координата на поларниот координатен систем, а c е брзина на светлината во вакуум). Додека, пак, во претходната равенка S_φ претставува азимутална компонента на Поинтинговиот вектор $\vec{S} = (\vec{E} \times \vec{B}) / \mu_0$, кој ги одредува големината и насоката на протокот на електромагнетна енергија. Значи, орбиталниот момент на импулс има компонента различна од нула по должина на z -оската, а покажано е дека неговата големина е линеарно пропорционална со вредноста на тополошкиот полнеж l на бранот.



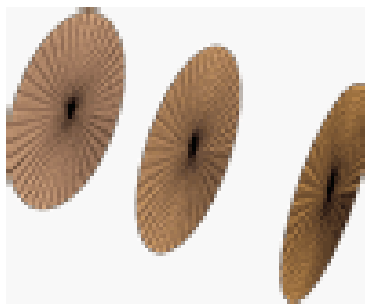
Сл. 2. а. Светлина поларизирана во една рамнина.



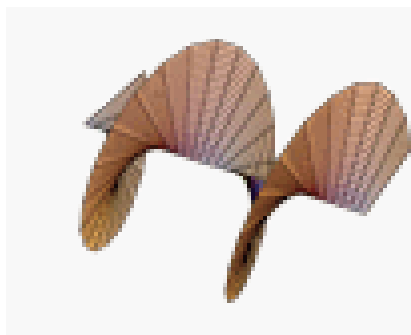
Сл. 2. б. Кружно-поларизирана светлина (го дава спинскиот момент на импулс).

Но, не секое темно петно покажува присуство на вортекс. Затоа докажувањето на присуството на вортексот се прави со интерференција на вортексниот бран со рамен бран (паралелен светлински сноп)-тогаш во интерферограмот ќе се појават линии на дислокации.

Вкупниот момент на импулс J на фотонот е збир од спинскиот момент на импулс (СМИ) S и орбиталниот момент на импулс L (ОМИ), $J = S + L$. Импулсот на светлината е поврзан со радијациониот притисок и сила, додека вкупниот момент на импулс J е поврзан со моментот на сила. Притоа, СМИ S е резултат на хеликоидноста т.е. поларизацијата на светлината (Сл. 2.б), додека, ОМИ L е придружен со фазниот профил, топологијата на фазата на светлината (Сл.3.б). За споредба со Сл.2.б на Сл.2.а е прикажана поларизацијата во една рамнина. Додека, за споредба со Сл.3.б, на Сл.3.а е прикажан рамен бранов фронт.



Сл. 3. а. Рамен бранов фронт.



Сл. 3. б. Хеликоиден бранов фронт-го дава орбиталниот момент на импулс.

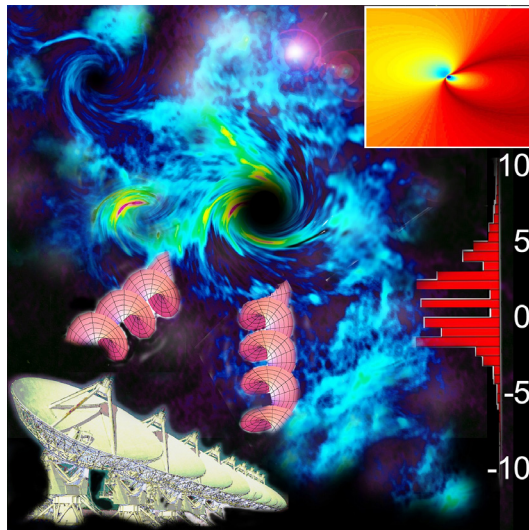
Детекција на ротирачки црни јами со оптички вортекси

Црната јама е област во Вселената каде гравитационата сила е толку многу голема што ништо не може да побегне од неа, вклучувајќи ја и светлината (бидејќи втората космичка брзина потребна за едно тело да ја напушти црната јама е поголема од брзината на светлината во вакуум, а која пак, е гранична вредност на брзина во вселената). Црните јами претставуваат еден вид сингуларности каде имаме бесконечно голема маса, што пак, предизвикува закривување на простор-времето. Во геометријата на закривениот простор-време, светлинските зраци се отклонуваат заради ефектот на гравитациона леќа, а насоката на векторот не се запазува при паралелна транслација од еден настан кон друг. Дополнително, ако изворот на гравитационо поле ротира, тогаш тој го завлекува просторот-времето со себе и предизвикува ротација на оската на поларизација на линеарно-поларизираниот електромагнетен бран. Овој ефект е сличен на Фарадеевата ротација на светлината во магнетна средина, па, затоа се нарекува гравитационен Фарадеев ефект. За потсетување, кога светлина се простира низ магнетна средина, по должина на векторот на магнетното поле, настанува завртување на рамнината на поларизација на светлината [1]. Рамнина на поларизација е рамнина во која осцилира векторот на електричното поле. Начинот на осцилирање на векторот на електричното поле ја одредува поларизацијата на светлината.

Значи, гравитационото поле околу ротирачката црна јама се однесува како оптички активна средина!

Границата на црната јама се нарекува хоризонт на случувања, бидејќи сè што се случува внатре во неа, не може да се види од надвор. Црната јама има три карактеристики: маса (која ја одредува големината на црната јама), електричен полнеж и спин.

Во 2013 година интернационален тим научници предложиле техника за детекција на ротирачки црни јами, а нивната работа е објавена во престижното научно списание Nature [2]. Таа техника е заснована на фактот дека фотоните од изворите на електромагнетно зрачење близу хоризонтот на случувања се однесуваат како мали жироскопи, кои може да го регистрираат овој закривен простор-време. Како резултат на тоа, емитираното електромагнетно зрачење, од радио-бранови до гама-зрачење, носи орбитален момент на импулс, што пак, може да се набљудува со прецизно подесени телескопи (Сл. 4). Телескопите треба да се опремени со соодветни инструменти за детекција на ОМИ. На пример, холографски детектори, бидејќи, како што беше кажано претходно, вортексниот електромагнетен бран кој носи ОМИ се детектира со негова интерференција со рамен бран, при што се формира холограм кој содржи сингуларност.



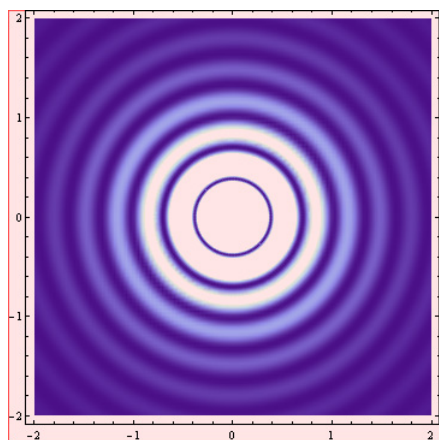
Сл. 4. Црната јама предизвикува трансформација на СМИ во ОМИ (рамен бранов фронт во хеликоиден бранов фронт) [2].

Заради ротацијата на централната маса, секој фотон на светлината која се простира по нултата геодезиска линија, ќе претрпи одредена промена на фазата. Како резултат на тоа, светлинскиот зрак ќе биде претставен како суперпозиција на сопствени состојби на

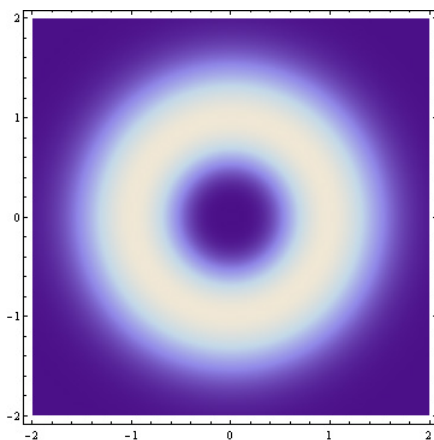
фотоните, од кои секоја се карактеризира со дефинирани вредности на спинскиот и орбиталниот момент на импулс. Па, светлината која се простира близу ротирачката црна јама, пројавува ефекти аналогни на оние при простирање во нехомогена анизотропна средина, каде се јавува трансформација на СМИ во ОМИ (Сл.4).

Детекција на екстрасоларни планети и двојни ѕвезди со оптички вортекси

Секоја планета има екстремно слаб сјај спореден со сјајот на нејзината матична ѕвезда. Заради ова, многу мал број на екстрасоларни планети откриени досега се набљудувани директно, а уште помалку планети се набљудувани раздвоени од нивната матична ѕвезда. Наспроти еден од стандардните начини кој применува прекривачки диск (кој ја затскрива светлината од ѕвездата, а не ја менува светлината што доаѓа од планетата), во трудот [3] авторите предлагаат оптички вортексен коронаграф, кој, понатаму, е испитуван експериментално [4].



Сл. 5. а. Интензитетна распределба на дифрактирана светлина од кружен отвор, со светол Ериев диск.

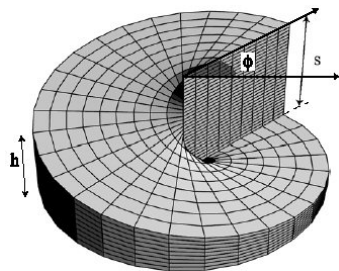


Сл. 5. б. Интензитетна распределба на дифрактирана светлина од спирален фазен слој (со централен темен диск).

Всушност, може да се каже дека ова е и првата примена на оптичките вортекси во астрономијата (откриена во 2005 година). За да се постигне голем контраст треба да се покрие светлиот централен диск, таканаречен Ериев (Airy) диск (Сл.5.а), кој е всушност ликот на матичната ѕвезда, добиен со телескопскиот објектив (ликот е во вид на светол диск, обрабен со наизменични темни и светли прстени,

добиеен како резултат на дифракција на упадната светлина од кружната апертура на објективот). Но, со прекривање на Ериевиот диск со прекривачки (opaque occulting) диск-класичен коронаграф, настанува “свивање” на светлината позади дискот, во областа на геометриската сенка, како резултат на дифракција на светлината од кружниот раб на дискот.

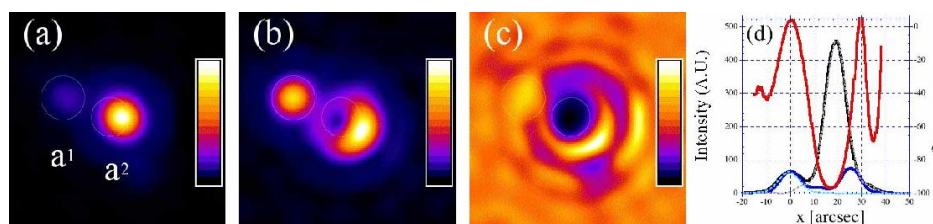
Вортексниот коронаграф употребува спирален фазен слој наместо прекривачки диск. Спиралниот фазен слој е таков оптички елемент чија фаза му се менува во вид на спирала околу неговиот центар (Сл. 6), што се постигнува со промена на неговиот индекс на прекршување или неговата дебелина. Во центарот на слојот фазата е неопределена. Колку пати ќе се промени фазата за вредност од нула до 2π за едно цело завртување околу центарот на фазниот слој, толку ќе изнесува и редот на неговата сингуларност. Кога рамен бран ќе помине низ ваков фазен елемент, трпи дифракција, а дифрактираното браново



Сл. 6. Спирален фазен слој.

поле има интензитетна распределба прикажана на Сл.5.6 -централен темен диск (тука интензитетот на светлината е еднаков на нула), обрабен со светол прстен, чиј интензитет е многу слаб на неговите рабови. Притоа, вредноста на дијаметарот на централниот темен диск може да се нагоди со промена на редот на сингуларноста на фазниот слој (неговиот тополошки полнеж), така што целосно да го покрие Ериевиот светол диск од свездата. Но, за разлика од кај прекривачкиот диск, овде светлината е дифрактирана надвор од темното централно петно, што доведува до зголемување на контрастот. Токму во темното петно може да се бара ликот на екстрасоларна планета. Овој метод покажува супериорни перформанси споредено со стандардните коронаграфи-контраста на сликата на екстрасоларна планета може да достигне дури стопроцентна вредност (како што е пожелно за нивна детекција), употребувајќи дифракциони оптички елементи со антирефлексивен слој и висококвалитетно направена маска - фазен спирален слој. За тестирање на оптички-вортексниот коронаграф кој е придружен на телекоп, авторите од трудот [5] го насочиле телескопот кон бинарниот свезден систем Cor Caroli (α CVn), во cosвездието Canes Venatici. Свездите имаат позната аголна резолуција од 19.3 arcsec (лачни секунди) и разлика во магнитуди во видливата област $\Delta m = 2.7$ (т.е. односот на флуксевите е 12 пати), при што примарната

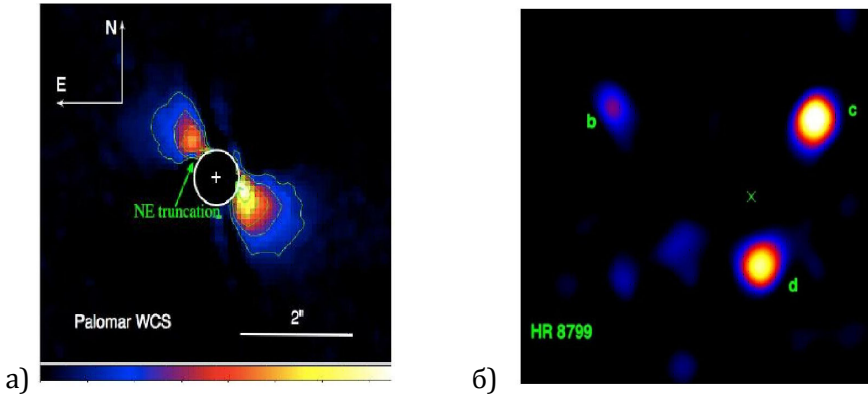
свезда има магнитуда 5.6. Оваа двојна звезда најмногу емитира во инфрацрвената област, и е оддалечена 110 светлосни години од Земјата. Примарната звезда е означена со α^2 (или alpha2) бидејќи е малку поисточно од нејзината придружничка α^1 (или alpha1). Снимени се ликовите на свездите со употреба на спектрален филтер кој пропушта зрачење во интервал на бранови должини $800 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$. На Сл.7.а се прикажани ликовите на свездите без употреба на вортексен коронаграф: силно-интензитетен лик на примарната и слабо-интензитетен лик на секундарна звезда. После израмнување на оската на вортексот со примарната звезда, релативните магнитуди на двете свезди се направени приближно исти, како што се гледа на Сл.7.б.



Сл. 7. Ликот на бинарниот систем на свезди, Cor Caroli без (а) и со (б) вортексен коронаграф (ВК). ц) Релативна разлика. д) Црна линија-интензитетна распределба низ пиковите на примарната и секундарната звезда без ВК. Сина линија-истата распределба со ВК. Црвена линија-процентуална промена која достигнува до 97 % [5].

Како што беше кажано во воведот, со помош на оптички вортекс, создаден од вортексен коронаграф, може да се набљудуваат и екстрасоларни планети. Така, во трудот [6] авторите со употреба на овој метод ги добиле сликите на акрецискиот диск (debris disk) на HD32297 (Сл.8.а), со аголна резолуција $\approx 1.5\lambda/D$, и на HR8799 екстрасоларните планети (Сл.8.б). (При дефинирањето на аголната резолуција, со λ е означена брановата должина на упадната светлина, а со D -дијаметарот на објективот.)

Адаптивната оптика претставува оптичка технологија која игра клучна улога во астрономските набљудувања, бидејќи овозможува корекција на брановиот фронт на светлината која влегува во телескопот, од сите можни дисторзии, отстранување на влијанието на атмосферските турбуленции и добивање контрастен и високо-резулционен лик.



Сл. 8. HD32297 акрецискиот диск (а) и HR8799 екстрасоларни планети (б) [6].

Значи, не само што оптичките елементи и инструменти се основните алатки за развојот на астрономијата, туку, уште повеќе, сите иновации од областа на оптиката и сите технологии поврзани со истражувањата на светлината се применуваат во астрономијата, отворајќи нови хоризонти за откритија, но и нови прашања и предизвици на самиот раб на науката.

suzana_topuzoski@yahoo.com

Литература

- [1] E. Hecht, *Optics* (Adisson Wesley, 2002), page 366.
- [2] F. Tamburini, B. Thidé, G. Molina-Terriza and G. Anzolin, *Twisting of light around rotating black holes*, *Nature Physics* 7 (2011) 195–197, преземено од Arxiv (<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1104/1104.3099.pdf>).
- [3] G. Foo, D. M. Palacios, and G. A. Swartzlander, *Optical vortex coronagraph*, *Optics Letters* 30 (2005) 3308-3310.
- [4] J. H. Lee, G. Foo, E. G. Johnson, and G. A. Swartzlander., *Experimental verification of an optical vortex coronagraph*, *Physical Review Letters* 97 (2006) 053901.
- [5] G. A. Swartzlander, Jr., E. L. Ford, R. S. Abdul-Malik, L. M. Close, M. A. Peters, D. M. Palacios, and D. W. Wilson, *Astronomical demonstration of an optical vortex coronagraph*, *Optics Express* 16 (2008) 10200-10207.
- [6] E. Serabyn, D. Mawet, and R. Burruss, *Detecting exoplanets with high contrast coronagraphy*, *Highlights of Spanish Astrophysics VI, Proceedings of the IX Scientific Meeting of the Spanish Astronomical Society* (September 13- 17, 2010, Madrid, Spain).

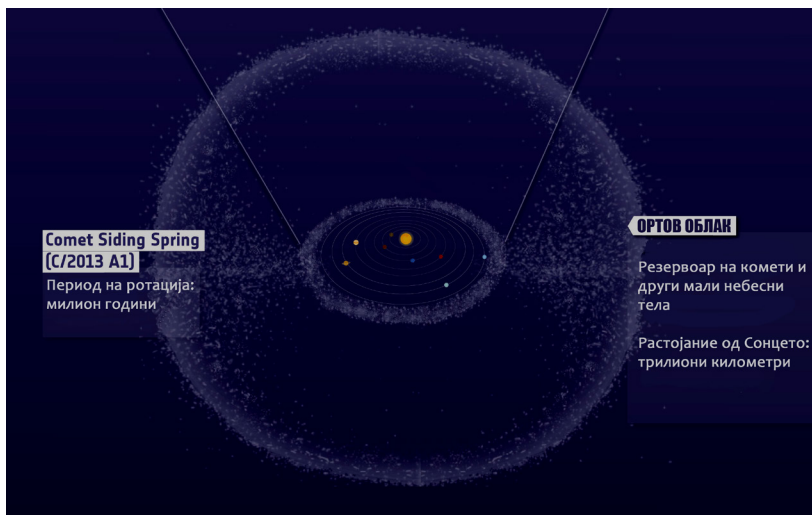
НЕВОЗМОЖНАТА МИСИЈА - РОЗЕТА

Марко Шунтов

Кој е клучот за настанокот на животот на нашата планета? Водата. Иако за одговорот на ова прашање нема потреба да бараме подалеку од самите себеси, сепак, потеклото на водата, а со тоа и животот на нашата планета, останува мистерија каде и да бараме одговор. Водени од најпримитивната човекова особина – љубопитноста, се решивме одговорот на ова длабоко засегачко прашање да го бараме насекаде. Ја пребаравме целата наша планета не добивајќи задоволителни одговори. Така, се свртивме кон најширокото пространство кое што можеме да го набљудуваме од оваа наша грутка земја – Вселената. Сите траги на ова древно посипување со живот на Земјата кои ги најдовме овде на нашата планета ни покажуваа кон широкото пространство на Сончевиот систем. Овие траги нè водеа до едни од најскришните и најмногубројни небесни тела во нашиот Сончев систем – кометите. Трилиони небесни топки од мраз, прав, комплексни молекули, остатоци уште од раѓањето на нашиот Сончев систем; некогаш замислувани како курири на пропаста и уништувањето, сепак толку волшебни... И ние се решивме да фатиме една. Неверојатно амбициозен план. Тоа ќе биде мисијата наречена РОЗЕТА.

Нашето патување заедно со Розета ќе го започнеме во најмрачните делови на нашиот Сончев систем...

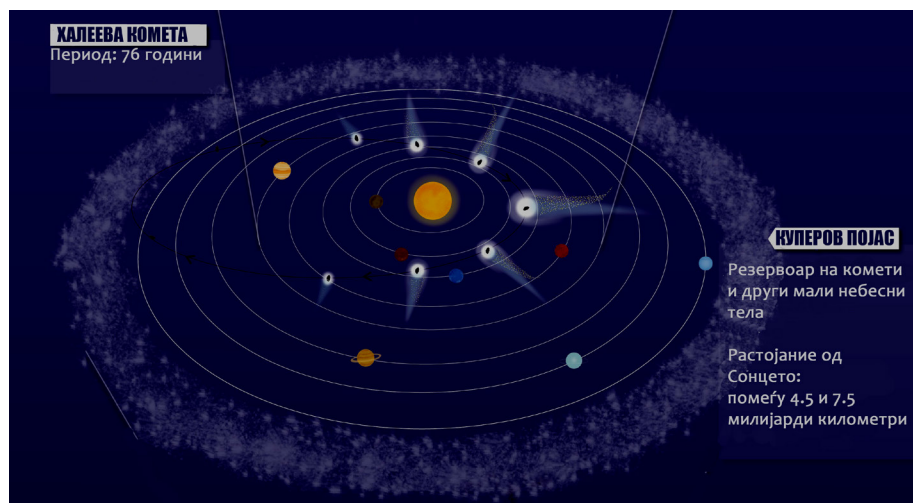
На оддалеченост од една светлосна година од нашето Сонце се наоѓа огромен облак кој го опкружува целиот наш Сончев систем. Овој облак го сочинуваат огромен број на талкачки планини од мраз и прав - *комети*. Наречен е *Ортов облак* според холандскиот астроном кој го предвидел неговото постоење во 1950 година – Јан Орт. Кометите ја менуваат својата структура во зависност од оддалеченоста од Сонцето. Во овие предели од Сончевиот систем валкани топки од мраз го сочинуваат *јадрото* на кометите со димензии од 1-100 km. Лебдејќи во најмрачните и најстудените делови на Сончевиот систем, кометите содржат исклучително зачуван материјал кој датира уште од самите негови зачетоци и содржи информации за условите кои преовладувале при раѓањето на нашата звезда. Трагајќи по зачетоците на животот, јасно е дека одговори треба да бараме во овие мали ледени топки.



Сл 1. Ортов облак

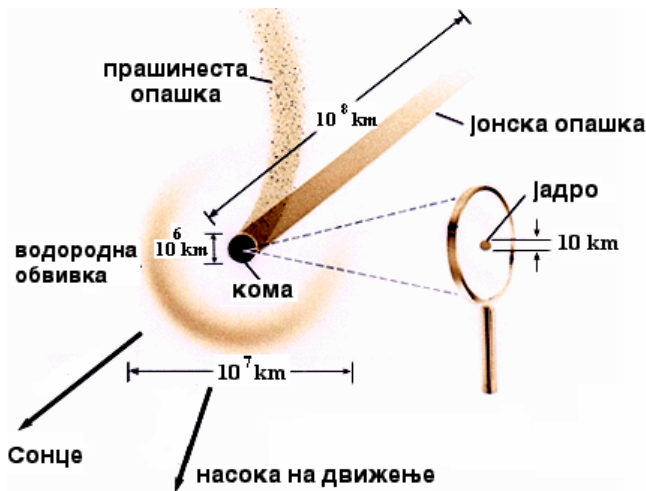
Структурирани на големо растојание од Сонцето, кометите орбитаат околу него по екстремно елиптични патеки и со огромни периоди на револуција. На кометите од Ортовиот облак им е потребно неколку милиони години да направат едно завртување околу Сонцето.

Иако најголемиот дел од овие објекти е на огромно растојание од нас, постои област внатре во нашиот Сончев систем која е населена од комети. Позната ни е како *Куиперов појас*.



Сл 2. Куиперов појас

Вистинскиот спектакл настанува кога кометите ќе се приближат до Сонцето. Станувајќи сè поизложен на сончевото зрачење, материјалот од кој е составена кометата се загрева и мразот почнува да испарува. Како последица, околу јадрото на кометата се формира облак од гасови какви што се водената пареа и CO_2 . Се формира таканаречена *кома* на кометата, која при растојанија од околу 1 AU (астрономска единица) може да достигне дијаметар еднаков на сончевиот! Комата и јадрото ја сочинуваат главата на кометата. Под дејство на сончевиот ветар кометата формира *опашка* од гас и прав. Дел од гасот се јонизира, па така се добива двојна опашка, *прашинеста* и *јонска*. Опашките на кометите секогаш се насочени во насока на дување на Сончевиот ветар односно радијално од Сонцето. Гасната опашка е малку закривена од правецот на радијалната права од Сонцето, додека, пак, јонизираната опашка секогаш е насочена по неа. Така, на небесната сфера кометата ја гледаме со двете опашки од кои гасната има жолтеникава, а јонизираната светло сина боја. Опашката достигнува големини од 1 до 2 AU.



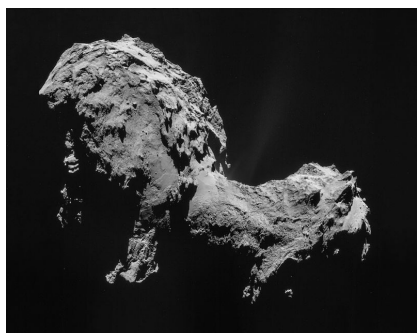
Сл 3. Структура на комета

Поради релативно долгите периоди на орбитирање кометите релативно ретко ги набљудуваме на небесната сфера. Најпозната и најспектакуларна комета е Халеевата комета која ја гледаме еднаш во 76 години.

Но на човештвото не му беше доволно само да ужива во глетката на овие мистериозни ледени топки. Решивме да уловиме една и да ги откриеме нејзините тајни.

Мисијата Розета

Во ноември 1993 година, Европската вселенска агенција (ESA) одобри мисија чија цел беше да слета на комета и да ја проучи. Од тогаш, научници и инженери од цела Европа ги комбинираа своите вештини и таленти за да направат орбитер (за обиколување) и лендер (за слетување) за оваа уникатна експедиција и да ги откријат тајните на овој мистериозен, „мини“ леден свет. По околу десетина години планирање на мисијата и конструирање на леталата, во март 2004 година, авантурата започна со лансирањето на ракетата „Ариане 5“. За време на 10 годишната одисеја на Розета низ Сончевиот систем, таа го помина астероидниот појас и пропатува растојание пет пати поголемо од растојанието Земја-Сонце. Нејзината крајна цел беше кометата позната како 67П/Чирјумов-Герасименко.



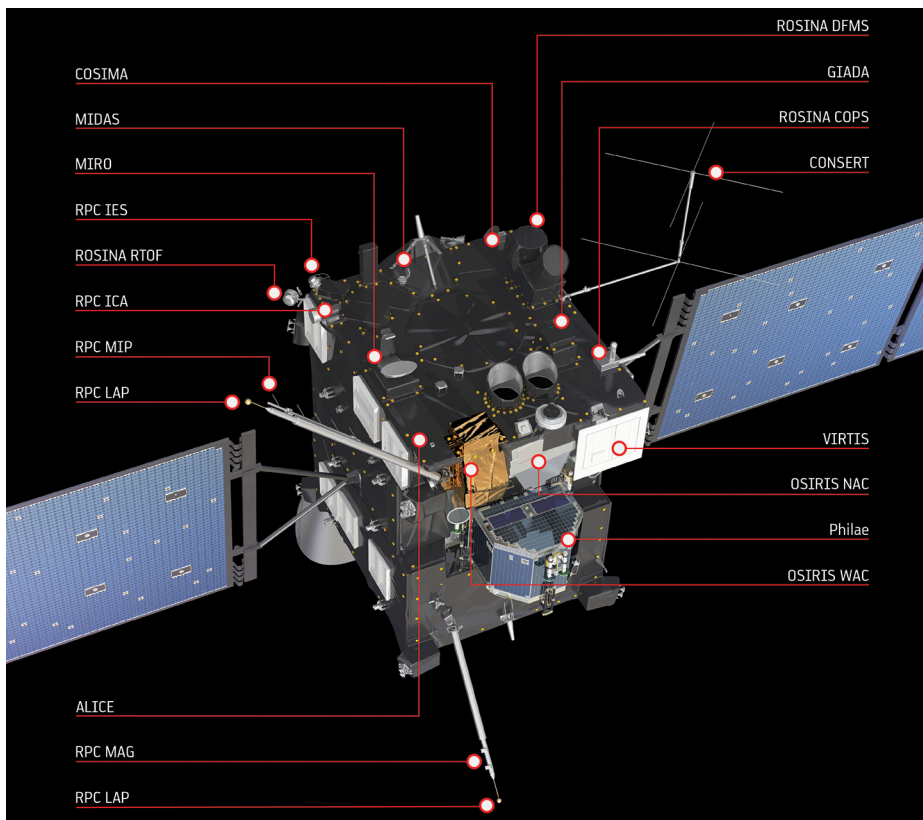
Сл 4. Кометата 67P/Чирјумов-Герасименко

Според планот, орбитерот Розета по рандевуто со кометата Чирјумов-Герасименко треба да остане во близина на леденото јадро како што таа ќе навлегува во потоплите, внатрешни области на Сончевиот систем. Истовремено, мал лендер по име *Филе* беше пуштен да слета на површината на оваа мистериозна, космичка санта мраз. Повеќе од една година ќе поминат до крајот на оваа мисија која се планира да заврши во декември 2015 година. Научниците со нетрпение ги очекуваа резултите од Розета кои ќе ни помогнат да одговориме на прашањето: дали кометите се одговорни за космичкото „сеење“ на живот на Земјата?

Орбитерот Розета

Главното летало кое го изведува патувањето до кометата и „гравитацискиот танц“ со неа е орбитерот. Тој е практично една алуминиумска кутија голема колку фрижидер. Научните инструменти се монтирани на горниот дел од орбитерот со чинија за

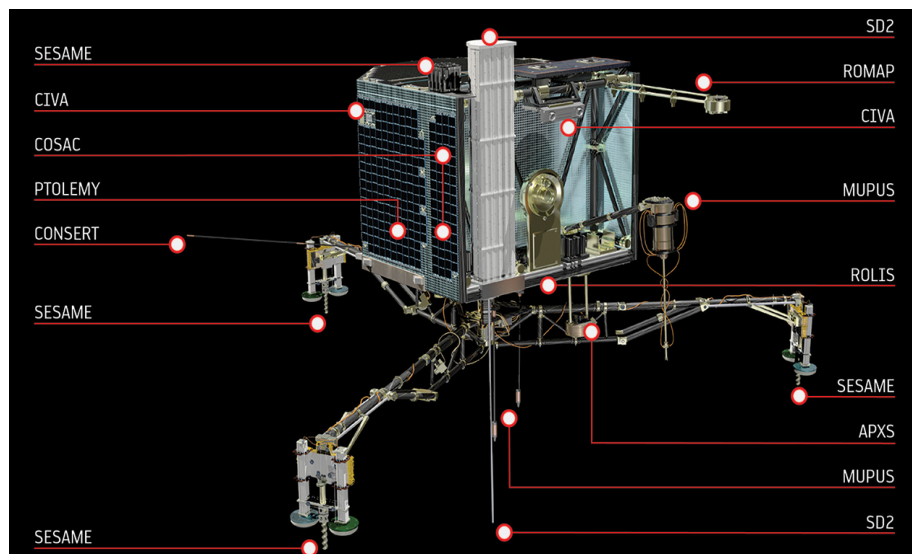
комуникација сместена на страната. На спротивната страна е закачен лендерот. Од двете страни се шират два огромни соларни панели кои можат да ротираат во аголен опсег од 180 степени. Овие крила се со вкупна ширина од 32 m. Научните инструменти секогаш се насочени кон кометата, додека антените и сончевите панели се насочени кон Сонцето и Земјата. Во срцето на орбитерот се наоѓа главниот погонски систем. Околу вертикална цевка низ која се исфрла млазот се монтирани два големи резервоари во кои се наоѓаат горивото и кислородот. Орбитерот е опремен и со 24 други млазници за контролирање на траекторијата. Секој од овие млазници дејствува на леталото со сила од 10 N, приближно еднакво на силата што ја чувствуваме ако во рака држиме една кеса јаболка. Покрај лендерот, научниот товар на орбитерот вклучува 11 инструменти. Овие инструменти се конструирани во научни институции низ Европа и САД. Сите се сместени на страната од леталото која постојано ќе биде свртена кон кометата за време на главната научна фаза на мисијата.



Сл 5. Орбитерот заедно со лендерот Филе и експериментите

Лендерот на Розета – Филе

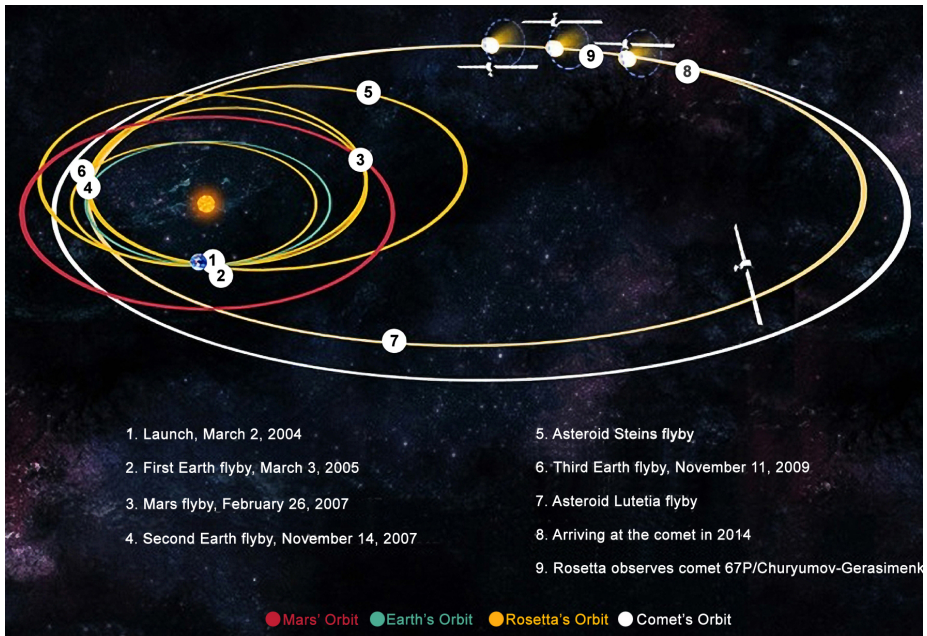
Филе, малата 100-килограмска кутија со висина од еден метар е херојот што за првпат во историјата ќе слета на комета. Филе е закачен на страната на орбитерот се до пристигнувањето до кометата 67P/Чирјумов-Герасименко. Штом орбитерот точно се подреди со кометата, лендерот се исфрла од орбитерот и ги отвора своите три нозе, спремен за нежно слетување при крајот од балистичниот спуст. При слетување, нозете го придушуваат поголемиот дел од кинетичката енергија за да ја намалат можноста за одбивање. Тие, исто така можат и да ротираат, подигаат, накривуваат за да го вратат лендерот во исправена положба. Веднаш по слетувањето, харпун се исфрлува за да го зацврсти лендерот за земјата и да го спречи да ја напушти екстремно слабата гравитација на кометата. Минималната предвидена должина на времетраење на мисијата е една недела, но површинските операции можат да продолжат повеќе месеци. Структурата на лендерот се состои од платформа на која се сместени инструментите и полигонална „сендвич“ - конструкција, изработени од јаглородни влакна. Дел од инструментите се наоѓаат под покривка на која се сместени соларните панели. Преку антена, податоците од лендерот се пренесуваат до Земјата преку орбитерот. Лендерот носи со себе 9 експерименти, со вкупна маса од 21 kg. Исто така, носи и систем за бушење со кој ќе зема примероци од материјалот под површината.



Сл 6. Лендерот Филе

Одисејата

Десетгодишната експедиција на Розета започна во март 2004 година, со лансирањето на ракетата „Ариане 5“. Меѓутоа, ниту една модерна ракета не може да ја однесе Розета директно до одредена комета. Овој проблем е решен на генијален начин. Розета ќе ја искористи гравитацијата на Земјата и Марс за да се исфрли во орбита која ќе ја однесе до кометата. За овој исклучително комплексен маневар се потребни многу прецизни пресметки. Лансирањето треба да е прецизно изведено за да се добие траекторијата на леталото прикажана на слика 7.



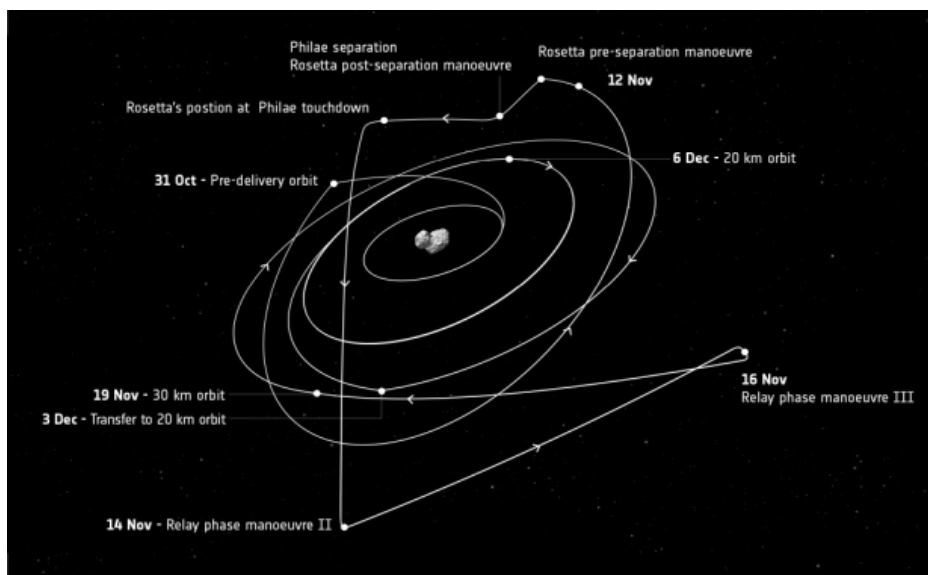
Сл 7. Траекторијата на Розета

По лансирањето Розета прави едно завртување околу Сонцето по што повторно се приближува до Земјата една година по лансирањето, во март 2005. Розета останува активна за време на крстарењето до Земјата. Леталото ја прелетува планетата во опсегот на растојанија помеѓу 300 и 14 000 km. Контролата и корекцијата на орбитата се одржуваат преку комуникација со Земјата. По првото прелетување околу Земјата, Розета се упатува кон Марс каде што повторно ја променува орбитата заради гравитациското взаемнодејство и повторно се враќа кон Земјата во два наврати: во ноември 2007 година и ноември 2009 година. После последната средба со Земјата, Розета се упатува кон својата комета и влегува во

фаза на хибернација. Во текот на ова опасно патување низ Сончевиот систем многу работи можат да тргнат на лошо; одржувањето во живот на леталото е еден од најголемите предизвици на мисијата. Затоа е есенцијална добрата комуникација помеѓу леталото и контролниот центар на Земјата. Сите научни податоци собрани од инструментите во леталото се праќаат до Земјата преку радио врска. Контролниот центар далечински го контролира леталото и неговите инструменти преку истата радио врска.

Рандеву со кометата

Најтешкиот дел од мисијата на Розета е финалната средба со брзата комета. После маневрот со кој леталото изведува кочење во мај 2014 година, главен приоритет на мисијата е приближувањето до јадрото на кометата. Бидејќи ова се случува пред камерите на Розета да можат да ја снимат кометата, прецизните калкулации за орбитата на кометата и траекторијата на леталото се направени на Земјата, без можност да се испраци евентуалната грешка. При приближувањето кон кометата, леталото изведе низа од комплексни маневри со цел успешно да стигне до крајното предвидено растојание и да влезе во орбита околу кометата со помош на нејзината слаба гравитација.



Сл 8. Орбитата на Филе околу кометата

Друг предизвик за тимот беше успешно справување со прашината од кометите и обезбедување на добро осветлување за сончевите панели на леталото. По разбудувањето на леталото од

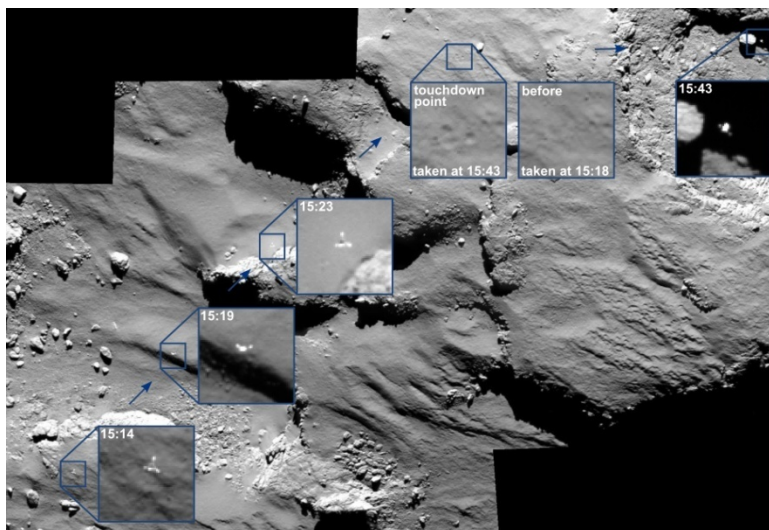
фазата на хибернација, пристигнаа и првите слики од кометата со што се направија попрецизни пресметки за нејзината позиција, орбита, големина, облик и ротација. Релативната брзина на леталото и кометата при самата средба изнесуваше 25 m/s, што по кочењето и соодветните маневри по 90 дена се намали на 2 m/s. Стабилните орбити од кои орбитерот ја набљудуваше кометата се на растојание од околу 20 km. Во оваа фаза орбитерот направи неколку снимки и мапи, а беа избрани и 5 места за слетување за подетално проучување. Орбитерот изведе нова серија на маневри со цел да ја завземе посакуваната позиција за одвојување на лендерот Филе. Одвојувањето од орбитерот се случи на висина од 22 km. По него орбитерот изведе уште серија маневри, по што влезе во стабилна орбита на растојание од 20 km во која ќе остане до крајот на мисијата.

Слетувањето

Во подготовките за „разделбата“ помеѓу Филе и орбитерот, беа направени последни проверки од контролниот центар на Земјата и тимот задолжен за лендерот откри низа дефекти на некои од инструментите за слетување. Но, мисијата веќе беше отидена предалеку, па беше дадено зелено светло за одвојување на Филе од орбитерот. По седумчасовниот спуст на Филе и на огромно исчекување на целиот свет (настан кој во живо се следеше на интернет), пристигна потврдниот сигнал дека Филе успешно слетал! Сигналот беше примен од системите за комуникација на Земјата во 17:00 Централноевропско време (CET). Пратените податоци покажаа дека Филе се одбил двапати од кометата пред конечно успешно да слета на место кое не било однапред предвидено. Првиот контакт на Филе со кометата се случи во 16:34:04 CET. Лендерот се одбил од кометата со брзина од 38 cm/s и се искачил на висина од приближно 1 km. За претстава, ако Филе се одбил со брзина од 44 cm/s, тој ќе одолееше на гравитацијата на кометата и ќе ја напуштеше. По уште едно одбивање кое беше со брзина од 3 cm/s, лендерот конечно слета на површината во 18:31:17 CET.

Филе сега се наоѓа на груб терен, најверојатно во сенка на некоја карпа или кратер и е накосен за агол од околу 30 степени, но за среќа е неоштетен. Неговата конечна локација е одредена со точност од неколку стотина метри со анализа на податоците од еден од инструментите на лендерот CONSERT (Comet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission), кој ја истражува внатрешноста на кометата проучувајќи ги радиобрановите кои се рефлектирани и расеани од јадрото. Контактот со кометата бил понестабилан од очекуваниот затоа што харпуните кои при слетувањето требало да го

зацврстат лендерот уште при првиот контакт не биле исфрлени, па лендерот не успеал да слета уште при првиот обид, туку отскокнувал.



Сл 9. Слетувањето на Филе на површината на кометата

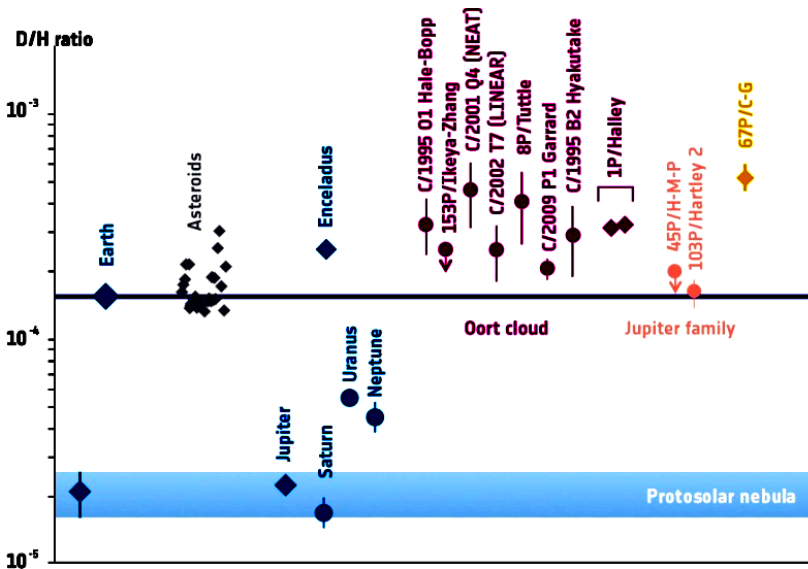
Научните откритија на Розета и Филе

Претходните набљудувања на други комети укажаа дека кометите содржат комплексни органски соединенија. Ова се елементите кои ги градат нуклеинските киселини и аминокиселини – есенцијалните состојки на животот. Се смета дека кометите имаат донесено големи количества на вода на Земјата и дека на Земјата „посеале“ органски молекули. Токму со овој факт е поврзана главната цел на Розета мисијата – да се детектираат овие органски молекули, нуклеински киселини (градбените блокови на ДНК и РНК), аминокиселините (градбените блокови на протеините).

Податоци од SESAME (Surface Electrical Sounding and Acoustic Monitoring Experiments) инструментот, кој содржи три уреди за мерење на својствата на надворешните слоеви на кометата, покажаа дека местото каде што слетал Филе содржи големи количества на воден мраз под слој од прав. Тој покажа и дека механичката цврстина на мразот е голема и дека активноста во тој регион е слаба. Во атмосферата на кометата, со инструментот COSAC (Cometary Sampling and Composition experiment), кој е уред за анализа на гасови со кој се детектираат и идентификуваат комплексни органски молекули, се утврди присуство на органски молекули како што се јаглерод и водород. Меѓутоа, примероци од почвата на кометата сè уште не се

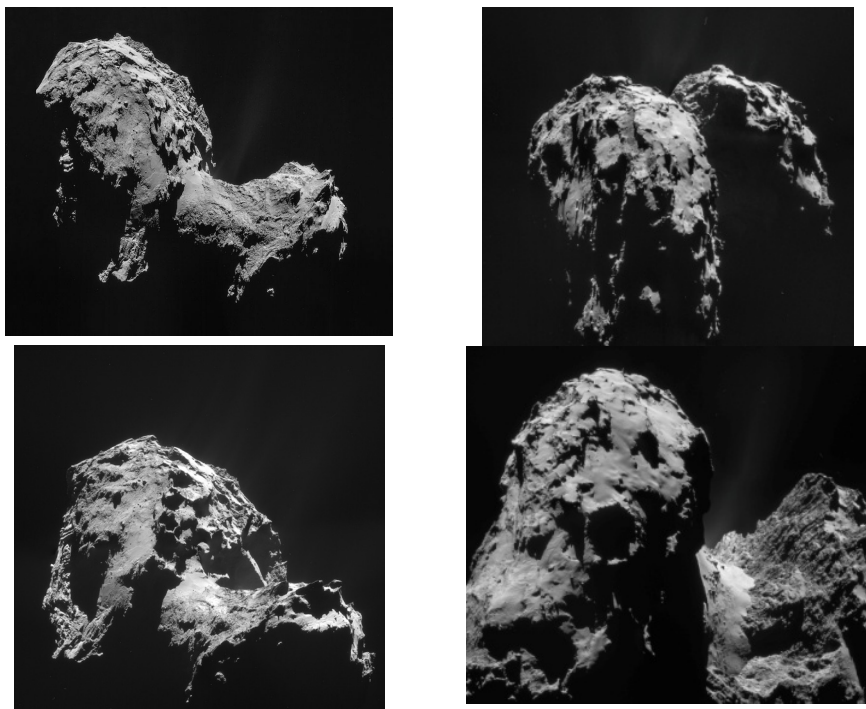
земени затоа што лендерот не успеал да избуши дупка во површината, најверојатно заради цврстиот мраз.

Најочекуваните резултати од испитувањата на Розета беа оние за составот на водената пареа. Резултатите ни покажаа дека составот на водата на кометата 67П/Чирјумов-Герасименко е различен од оној на Земјата. Ова откритие ја подгрева дебатата за потеклото на океаните на нашата планета. Имено, првобитните услови при кои се создавала Земјата не овозможувале опстанок на вода, а сепак, денеска 2/3 од површината на нашата сина планета се покриени со вода. Според некои теории водата дошла од Вселената. Клучот во утврдувањето на потеклото на водата е во нејзиниот „вкус“, односно во уделот на деутериумот – изотопот на водород чие јадро содржи не само протон, како обичниот водород, туку и еден неутрон. Претходните мерења на односот деутериум/водород (D/H) во други комети покажаа широк опсег на вредности. Од 11 комети за кои беа направени мерења, само во кометата 103П/Хартли 2, која е од т.н. Јупитерова фамилија на комети, беше откриено дека составот на водата е идентичен со оној на Земјата (овие набљудувања се направени од мисијата Хершел на ESA во 2011 година). За споредба, и метеоритите кои потекнуваат од астероиди од главниот астероиден појас исто така се совпаѓаат во D/H со оној на Земјата. Иако тие содржат многу помали количества на вода, сепак бројот на овие метеорити е многу голем, па затоа е возможно и тие да имаат придонесено за создавањето на океаните на Земјата.



Сл 10. D/H вредности на Земјата и некои други небесни тела

Резултатите од ROSINA (Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis) инструментот ни покажаа дека D/H односот на кометата 67П/Чирјумов-Герасименко е повеќе од три пати поголем од оној на океаните на Земјата и кометата Хартли 2. Дури, D/H вредноста е поголема и од онаа измерена во кометите од Ортовиот облак.



Сл 11. Фотографии од кометата 67П/Чирјумов-Герасименко направени од Розета

Овие резултати ја разгоруваат дебатата за настанокот на океаните на Земјата како што и ја потврдуваат комплексноста и хаосот при еволуцијата и животот на Сончевиот систем. Како што претходно се сметаше (со резултатите од мисијата Хершел) дека кометите Јупитеровата фамилија содржат вода со состав како онаа на Земјата, сега со овие резултати во тоа и не сме баш сигурни; односно кометите од ова семејство можно е да потекнуваат од различни места од Сончевиот систем, а на различни растојанија од Сонцето, телата содржат различни односи на D/H. Исто така теориите дека астероидите се главните виновници за водата на Земјата добиваат тежина.

Ова се само дел од научните податоци кои се очекуваат од оваа мисија. Моментално, Филе е во хибернација; неговите батерии се

празни и за несреќа неговата моментална местоположба не дозволува сончевите зраци да продрат до него и да му ги наполнат батериите. Но, како што кометата ќе се доближува до Сонцето, се очекува Филе да почне да добива доволно сончеви зраци за да си ги наполни батериите и да продолжи да испраќа податоци назад до Земјата.

Кратка дискусија

Несомнено мисијата Розета е еден од големите подвизи на човештвото. Луѓето кои населуваат една бледа сина точка во огромното пространство на Сончевиот систем, кои пред само стотина години сеуште користеа коњи за патување, успеаа да слетат уред направен од човечка рака на парче мраз со дијаметар од околу 4 000 km на растојание од околу 600 милиони km. Ова е јасен показател за нашата постојана потреба да ги откриеме тајните на Универзумот. Мисијата можеби не даде грандиозни откритија, барем за сега. Но тоа укажува на уште една силна човекова особина од која, после љубопитноста, науката има огромни придобивки – компетитивноста. Во времето на Студената војна, научно-истражувачката битка помеѓу двете завојувани страни во тоа време, СССР и САД, ни ги подари едни од најзначајните научни откритија на човештвото како што се вештачките сателити, телекомуникацијата, глобалната мрежа и други. Како резултат на тоа, се качивме на Месечината. Тој период се нарекува и Ера на Големите вселенски истражувања. Уште на денот на слетувањето на Филе на кометата НАСА објави планирање на мисија со уште повисоки стандардите и нивните летала не само што ќе слетаат на комета, туку и ќе вратат примерок од кометата назад на Земјата. Сигурно дека од вакви научни „војни“, човештвото може само да има придобивки и ова е патот кој што треба да се следи. А ние со нетрпение ги исчекуваме сите следни големи подвизи на науката.

e-mail: markoshuntov@gmail.com

Користена литература

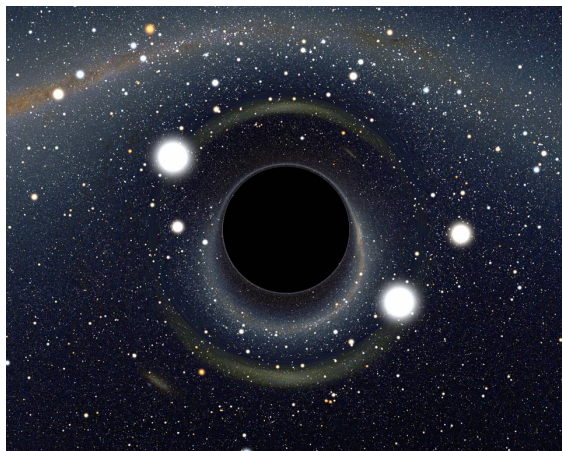
http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta
<http://blogs.esa.int/rosetta/>
http://en.wikipedia.org/wiki/Rosetta_%28spacecraft%29
<http://sci.esa.int/rosetta/>
[http://en.wikipedia.org/wiki/Philae_\(spacecraft\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Philae_(spacecraft))

ШТО СЕ СЛУЧУВА ВО БЛИЗИНАТА НА ЦРНИТЕ ЈАМИ?

Јана Богданоска, Весна Манчевска
и Александар Ѓурчиновски

Ајнштајновата општа теорија на релативност предвидува постоење на егзотични објекти наречени *црни јами*, чијашто маса е толку компактна, односно збиена во мошне мал дел од просторот, што ништо, дури ни светлината, не може да избега од нејзината гравитациона сила. Се смета дека густината на црните јами е бесконечна, т.е. дека целата маса е собрана во т.н. *сингуларна точка*. Околу секоја црна јама постои граница наречена *хоризонт на настани*. На големо растојание гравитацијата на црната јама е иста како и секој друг објект со иста маса, меѓутоа тоа не е така во нејзината близина.

Бидејќи, според дефиниција, црните јами не можат да се видат визуелно (на пример, со оптички телескоп), тие единствено можат да се забележат при нивното взаемнодејство со други тела. На пример, ако црната јама привлекува некоја друга материја којашто се нашла во близина, се создава *акреционен диск* од материја која упаѓа во црната јама, којшто може да се набљудува. Друг индиректен ефект кој може да сугерира постоење на црни јами е преку ефектот на гравитационите леќи. Бидејќи светлината го закривува својот пат во близина на црната јама, ние можеме да видиме тела што се наоѓаат зад неа.



Сл. 1. Црна јама- уметничка претстава

Во модерната астрофизика се смета дека постојат повеќе типови на црни јами, од коишто два типа се доста проучувани. Едните се таканаречените црни јами од свездена маса (Stellar Mass Black Holes), коишто се последниот стадиум при "изумирање" на масивна звезда. Престанокот на термонуклеарните реакции во јадрото резултира со масивна експлозија – супернова и црна јама на местото на јадрото. Супермасивните црни јами (Supermassive Black Holes) се посебен тип на црни јами, со маса која достигнува до неколку милијарди соларни маси (една соларна маса е еднаква на масата на нашето Сонце). Веројатно сите галаксии, вклучувајќи го и Млечниот пат, содржат супермасивни црни јами во нивните центри. Научниците веруваат дека супермасивните црни јами се формираат во текот на милијарди години со постојано збивање на огромни облаци од гасови и друга материја. Се смета дека постојат околку 100 милијарди галаксии во оној дел од Вселената кој ние можеме да го набљудуваме, а секоја галаксија има околу 100 милиони црни јами од свездена маса. Бидејќи повеќето галаксии (а можеби и сите) во својот центар „кријат“ супермасивна црна јама, во видливата Вселена се содржат околку 100 милијарди супермасивни црни јами.

Малку историја

Во 18 век, научниците Џон Мичел (John Mitchell) и Пјер Симон Лаплас (Pierre-Simon Laplace) ја образложиле својата идеја дека доколку некоја звезда е доволно масивна, на пример 500 пати поголема од нашето Сонце, нејзината гравитација ќе биде толку силна што дури ни светлината нема да може да избега од површината на ваквата звезда. Научниците од 19 век го игнорирале ваквото можно сценарио, бидејќи според тогашните размислувања светлината нема маса и затоа не би била под влијание на Њутновиот закон за гравитација. Сепак, во 1915 година, Алберт Ајнштајн ја објавил Општата теорија на релативност, како еден вид на обопштување на постулатите од неговата специјална теорија на релативност за гравитационите взаемнодејства. Оваа Ајнштајнова теорија за гравитација сугерира дека, иако светлината нема маса, нејзината траекторија може да биде искривена од масивни објекти како што се свездите. Во 1919 година, тимот на Артур Едингтон (Sir Arthur Eddington) преку набљудување на затемнувањето на сонцето експериментално докажал дека траекторијата на светлината навистина се закривува од гравитацијата, согласно на Ајнштајновата теорија. Ова е прва нејзина експериментална потврда.

Во 1916 година, Карл Шварцшилд (Karl Schwarzschild) го пронашол првото егзактно решение на равенките на Ајнштајн.

Решението имало едно интересно поведение: тоа станува “сингуларно” во центарот на сферната распределба на масата, што во математиката значи дека еден или повеќе од членовите во равенките на Ајнштајн стануваат бесконечни. Во овој случај, тоа значело дека голема ѕвезда која изумира ќе се збива самата во себе се додека не стане бесконечно масивна и не формира “централна сингуларност”. Физичката смисла на овие математички равенки не била добро разбрана од многу научници во тоа време, вклучувајќи го и Ајнштајн и тие не верувале дека “реално” масивно тело може да “пропадне во себе” во точка со бесконечна густина. Ајнштајн верувал дека “сингуларностите” биле само математичка необичност. Сепак, во 1939 година, Роберт Опенхајмер (Robert Oppenheimer), таткото на атомската бомба, со уште неколку негови соработници, предвидуваат дека големите ѕвезди навистина би пропаднале во сингуларностите и аналитички покажуваат дека ниту еден закон на физиката нема да спречи барем некои од можните типови на ѕвезди да доживеат ваков целосен колапс.

Шеесеттите и седумдесеттите години од минатиот век се сметаат за „златни години на релативноста“, кога Ајнштајновата теорија на гравитација станува доминантен предмет на истражување. Во 1967 година беа откриени пулсарите, а неколку години подоцна, во 1969 година, било откриено дека тие се, всушност, неутронски ѕвезди. Како и црните јами и неутронските ѕвезди се сметале за теориска необичност.

Изразот “црна јама” е измислен од физичарот Џон Арчибалд Вилер (John Archibald Wheeler) за време на едно негово предавање во 1967 година на конференција организирана од НАСА. Помеѓу 1965 и 1970 година, Роџер Пенроуз (Roger Penrose) и Стивен Хокинг (Steven Hawking) аналитички и мошне убедливо покажале дека мора да постои сингуларност со бесконечна густина и бесконечна просторно-временска закривеност во самата црна јама. Во 1969 година, Пенроуз сугерирал дека објекти кои би се приближиле до надворешните граници на ротирачки црни јами, може да избегаат од црната јама со енергија што е поголема од онаа со која влетале во црната јама. Ваквиот процес на екстракција на енергија од црна јама е познат како процес на Пенроуз (Penrose process).

Првиот набљудуван објект којшто ги поседувал сите карактеристики на црна јама е бинарната ѕвезда Cygnus X-1. Cygnus X-1 е околу 6.100 светлосни години далеку од Земјата, и се наоѓа во соѕвездие Cygnus (Лебед). Оваа бинарна ѕвезда е составена од син суперџин кој орбитира околу својот пар - црна јама.

Во 1974 година, Хокинг прави смел обид да ги комбинира Ајнштајновата теорија на релативност и квантната механика за да

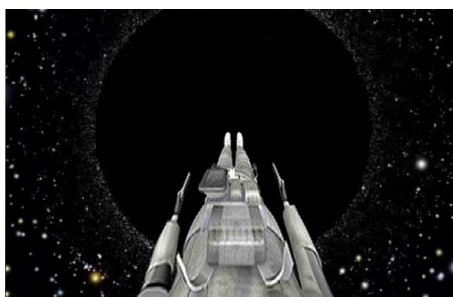
покаже дека црните јами зрачат енергија во форма на радијација (зрачење). Оваа радијација е позната како Хокингова радијација (Hawking radiation), и потекнува од процесот на создавање на честички и античестички во близина на црната јама. Во почетокот Хокинговата теорија беше исмевана од современите, но денес таа е општоприфатена во астрофизиката.

Во близина на црната јама

Во делот што следува ќе се обидеме да дадеме веродостоен одговор на прашањето: "Што се случува кога се приближуваме до црната јама?" За оваа цел го испраќаме нашиот омилен астронаут Ласко на вселенска мисија во која треба да открие што се случува во и околу самата црна јама. Растојанието од црната јама ќе го мериме во Шварцшилдови радиуси. Овој радиус е најмалото радијално растојание сметано од центарот на црната јама (точката на сингуларност) после кое ниту светлината не може да избега. За црна јама со маса еднаква на 30 соларни маси, Шварцшилдовиот радиус изнесува околу 100 km.



Сл. 2. а) Хипотетичко патување на астронаутот Ласко кон црната јама

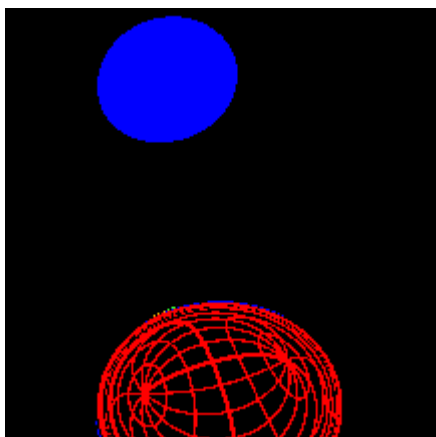


Сл. 2. б) Ласко истенчен под дејство на плимни сили од црната јама

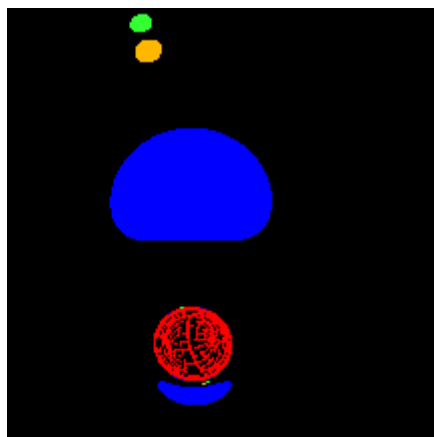
По долго и далечно патување низ вселенските простори, Ласко пристигнува во хипотетичкиот регион каде што постои црна јама, на 100 Шварцшилдови радиуси од црната јама. На ова растојание плимната сила (tidal force) станува забележлива. Тоа значи дека има разлика помеѓу гравитационата сила од црната јама што дејствува на стапалата на Ласко и неговата глава. Ласко почнува да се издолжува, а странично да се стеснува, што му дава истенчен изглед (види слика 2 а и б).

Со текот на времето, Ласко се доближува до црната јама. Претпоставуваме дека е доволно еластичен да го издржи дејството на плимните сили.

Доколку Ласко погледне кон црната јама, тој ќе ја „види“ Шварцшилдовата површина. Секако, нема да ја види вистински бидејќи нема никаква светлина која доаѓа од неа, но тука дејството на гравитацијата овозможува да се гледа од другата страна на црната јама. Значи Ласко ќе може да ги види објектите кои се наоѓаат зад црната јама, поради ефектот на гравитациони леќи.



Сл. 3. а) Поглед кон црната јама-симулација; Црвената мрежа ја претставува Шварцшилдовата површина

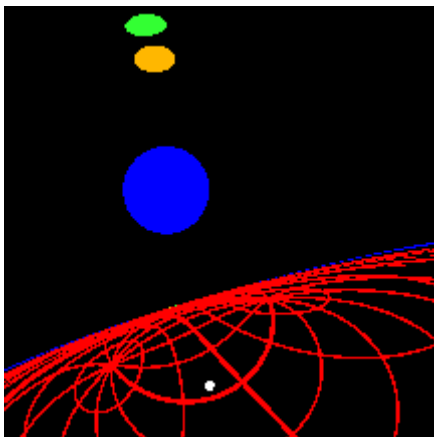


Сл. 3. б) Објекти зад црната јама

На растојание од 3 Шварцшилдови радиуси, Ласко пристигнува до последната стабилна орбита околу црната јама. Мали поместувања при орбитирањето по ваквата стабилна патека нема да предизвикаат Ласко да избега од јамата, ниту да падне во неа. Меѓутоа, Ласко доаѓа од далеку и за да застане во оваа орбита би требало да заочи. Но, тој и понатаму продолжува да се доближува до црната јама.

Ласко се приближува до црната јама на растојание од 1,5 Шварцшилдови радиуси од нејзиниот центар. Ова е последната нестабилна орбита. За да некое тело се движи по оваа кружна орбита, тоа мора да има брзина еднаква на брзината на светлината. Тоа значи дека единствено светлина орбитира на ова растојание, па затоа го добило името *сфера на фотони*.

Кога ќе се доближи на растојание помало од 1,5 Шварцшилдови радиуси, за да остане во стабилна или нестабилна орбита, Ласко ќе мора постојано да додава гас. Бидејќи ова не може да го прави засекогаш, поради ограниченоста на ресурсите на неговиот скафандер, ќе мора на крај да падне во самата црна јама.



Сл. 4. На Шварцшилдовата сфера

Во црната јама

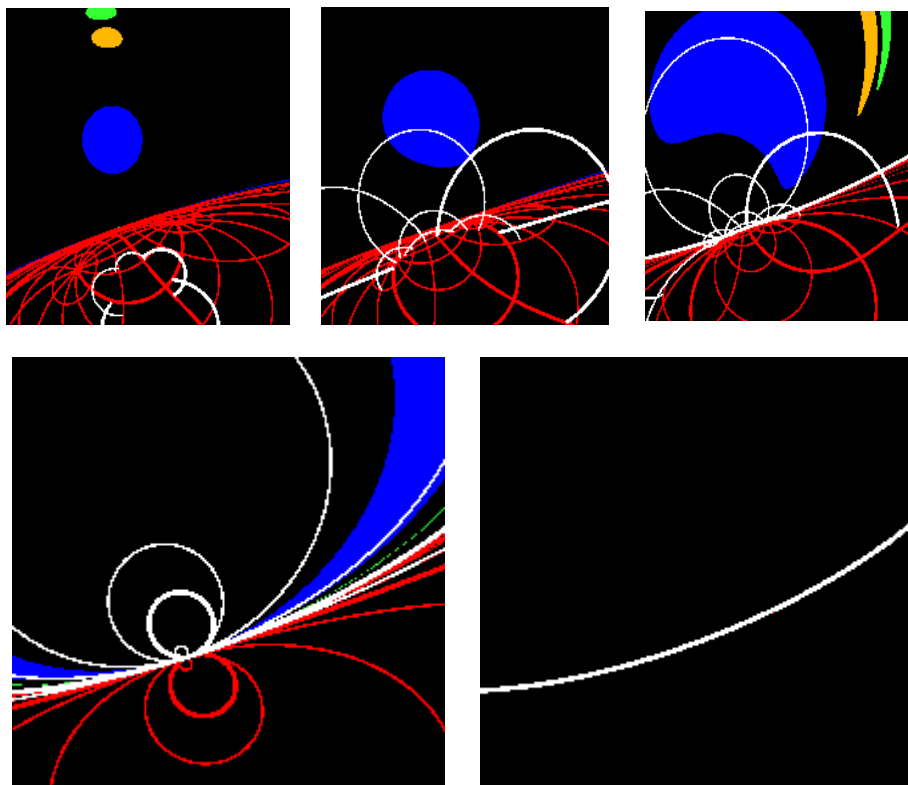
Сега Ласко се наоѓа точно на Шварцшилдовиот радиус. Од оваа точка нема враќање. Доколку некој го набљудува од страна, Ласко ќе личи како бесконечно долго да паѓа во јамата. Но, за самиот Ласко времето ќе тече нормално и после определено (конечно) време, тој ќе ја помине Шварцшилдовата сфера. На слика 4. Ласко е претставен како бела точка. Тој е издолжен и реално изгледа како линија (шпагета), но надворешен набљудувач го гледа како точка.

Ласко се приближува уште повеќе до центарот на црната јама (Слика 5). Сега се наоѓа на растојание од 0,95 Шварцшилдови радиуси. Тука, Шварцшилдовата површина изгледа како да е расцепена на два дела кои формираат меурче околу Ласко. Доколку погледне нанадвор, ќе ја види површината низ која само што поминал. Ако погледне навнатре, повторно ќе ја види истата површина како го „чека“ да помине низ неа. Како што оди кон центарот, така овие површини се зголемуваат.

Тоа што Ласко го гледа во внатрешноста на Шварцшилдовата површина ќе биде изобличено поради неколку ефекти. Прво, поради плимните сили на самата јама, а второ поради тоа што Ласко се движи со огромна брзина, блиска до брзината на светлината. Како што се доближува кон јамата, овие два ефекта му го собираат погледот во нешто што наликува на хоризонт.

На неколку милиметри од црната јама, целиот поглед е концентриран во една линија. Ласко чувствува силни пертурбации кои прераснуваат во плимни сили кои силно осцилираат. На крајот, овие плимни сили стануваат енормно големи, па Ласко ќе се распадне на субатомски честички и ќе падне во црната јама.

Ласко никогаш нема да го види центарот на црната јама. До него никогаш нема да стигне информација за самата сингуларност. Ниту од таму ќе стигне информација до нас. Никој не знае што се случува во самата црна јама.



Сл. 5. Погледот на Ласко при приближување до црната јама. Компјутерските симулации, коишто се прилично комплицирани, се направени од Ендрју Хамилтон.

Што научивме од Ласко?

Прв и најочигледен одговор на ова прашање е дека не би сакале да паднеме во црна јама, затоа што евентуално би биле распарчени, и крајот би бил фатален и за нас и за нашите инструменти. Второ, поради големата концентрација на маса во мал дел од просторот, релативистичките ефекти на гравитацијата врз простор-времето стануваат забележителни во близина на црната јама. Поради тоа, настаните што ги забележува Ласко при паѓањето во црната јама

значително се разликуваат од тоа што го забележува набљудувач кој ја следи патеката на Ласко од доволно големо растојание. При опишувањето на тоа што Ласко доживува на неговиот пат кон центарот на црната јама се служевме со прилично прост мисловен експеримент, којшто е интересен и разбирлив за читателот - лаик. Меѓутоа, имајте предвид дека зад секој факт изнесен во овој опис се кријат комплицирани равенки и формули кои можат да се решат само со длабоко познавање на Ајнштајновата теорија на релативност и диференцијалната геометрија. Доколку сме сериозни астрофизичари, мора да „погледнеме“ низ нив за да добиеме верна слика за Универзумот.

Користени линкови

<http://casa.colorado.edu/~ajsh/schw.shtml>

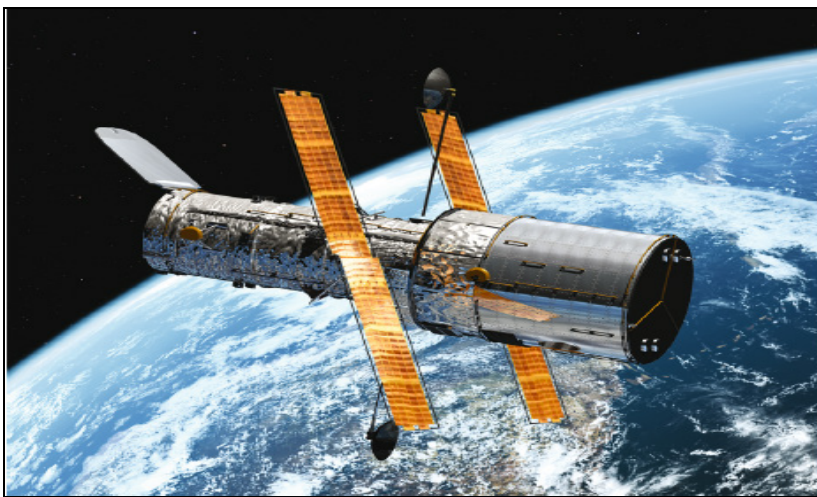
<http://apod.nasa.gov/apod/ap141026.html>

http://hubblesite.org/explore_astronomy/black_holes/modules.html

РАСТОЈАНИЕТО ДО ГАЛАКСИЈАТА М100 МЕРЕНО СО МЕТОДОТ НА НА ЦЕФЕИДИ

Билјана Митреска

Со помош на Хабл (Hubble) телескопот и телескопите на Јужноевропската опсерваторија (European South Observatory - ESO) во Чиле во денешно време е добиен еден поинаков поглед на Вселената кој ни дава се подлабоки сознанија за голем број на вселенски објекти. Овие телескопи имаат одлична резолуција која им овозможува на астрономите да ги откриваат тајните на Вселената. Во текстот ќе биде разгледан методот на определување на растојание до галаксијата М100 со помош на фотографии на променливи ѕвезди – Цефеиди, добиени од Хабловиот телескоп.



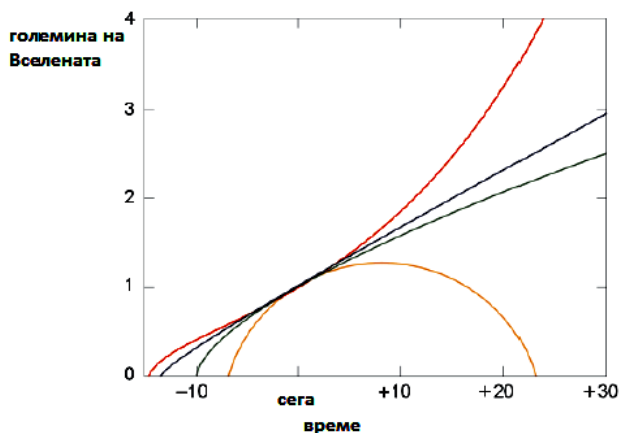
Сл. 1. Телескопот Хабл

Космологија и мерење на растојание

Фундаменталните космолошки прашања се: Колку е стара Вселената? Колку брзо се шири? Дали еден ден ќе почне да се собира?

Уште во дваесеттите години на минатиот век Едвин Хабл (Edwin Hubble) преку мерење на растојанијата на кои се наоѓаат галаксиите, ја открил релацијата која ја поврзува брзината со која се оддалечуваат галаксиите со нивната оддалеченост од нас. Оваа релација денес е позната како Хаблов закон. Таа воедно покажува

дека најголемиот број на галаксии се оддалечуваат, што е доказ за ширењето на вселената.

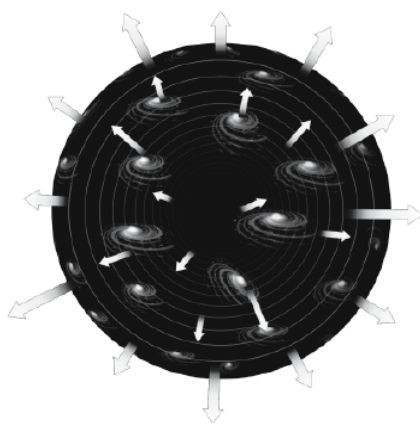


Сл. 2 График на зависноста на големината на Вселената од времето кој укажува на три варијанти на нејзината еволуција: затворена Вселена која ќе се собира со текот на времето (контракција), отворена Вселена која бесконечно долго се шири или рамна Вселена која, исто така ќе се шири, но ширењето ќе забавува и ќе запре по бесконечно долго време

Според Хабловиот закон галаксиите се оддалечуваат една од друга со брзина V која е порпорционална со растојанието d :

$$v = Hd ,$$

каде H е Хаблова константа .



Сл.3 Модел на Вселена која се шири прикажан преку оддалечувањето на галаксиите

Староста на Вселената може да се апроксимира со реципрочната вредност на Хабловата константа:

$$t = \frac{1}{H}.$$

Вредноста на оваа константа е од големо значење, но тука се поставува прашањето како би се определила? За да се добие нумеричка вредност за Хабловата константа треба да се мери брзината и растојанието на голем број на галаксии, а потоа мерењата да се интерпретираат со цел да се добие H . Брзината со која се оддалечуваат галаксиите се мери со помош на црвеното спектрално поместување кое е директна последица на оддалечувањето на објектите од нас. Всушност, тоа претставува Доплерово поместување на светлината од галаксиите кон црвениот дел од спектарот. Галаксии со голема вредност на црвеното поместување имаат големи брзини на оддалечување.



Сл.4. Хаблова фотографија на далечни галаксии (галаксии кои имаат големо црвено поместување)

Методот на цефеиди за определување на растојанија во Вселената

Мерењето на растојанието до некој астрономски објект е голем предизвик за астрономите. Еден од начините со кои се определуваат растојанија до блиски галаксии е со помош на фотометриски набљудувања на посебна класа на променливи ѕвезди - цефеиди.

Цефеидите се ретки и многу сјајни ѕвезди кои имаат многу правилен начин на менување на нивната сјајност. Нивното име потекнува од името на ѕвездата δ Cephei во соѕвездието Цефеј, која бил прв пример за ѕвезда од ваков тип што можела да се набљудува со голо око.

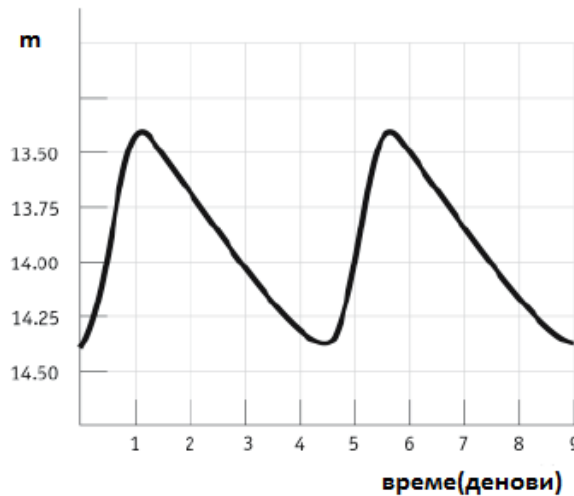


Сл. 5. Хенриета Левит (1868 –1921), американска астрономка која ги набљудувала цефеидите од опсерваторијата на колеџот Харвард. Во 1893 година Хенриета Левит започнала да работи во опсерваторијата на универзитетот Харвард во рамките на т.н. женски човечки компјутер. Во првите години на 20 век на жените не им било дозволено да користат телескоп, така што тие учествувале во мерења на сјајот на ѕвездите од астрономските фотографски плочи и правење на ѕвездените каталози.

Во 1912 година Хенриета Левит набљудувала 20 цефеиди во галаксијата Мал Магеланов облак. Од нејзините набљудувања таа ја определила релацијата сјај-време на овие ѕвезди, со што покажала дека во определен период, сјајот се менува многу правилно. Со набљудување на некоја цефеида може да се определи нејзината сјајност, потоа од таму да се определи растојание на кое таа се наоѓа. На овој начин цефеидите можат да се користат како „стандардни свеќи“, или тие се нарекуваат уште и индикатори на растојанието. Она по што се разликуваат од другите ѕвезди се нивните криви на сјајност.

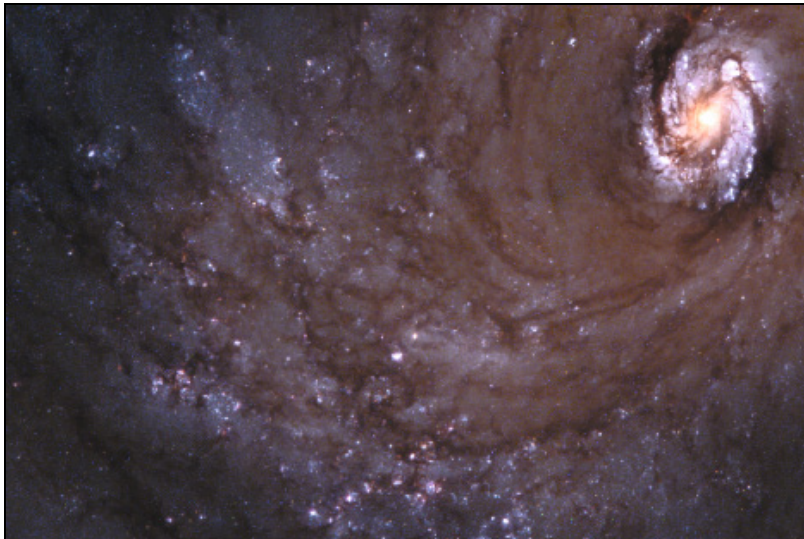
Најточните мерења на брзината и растојанието се најчесто пресметувани за објекти кои се блиску до нашата галаксија (Млечниот Пат). Пред да биде пуштен во употреба Хабловиот телескоп, опсерваториите на Земјата откриле галаксии кои се на оддалеченост од 3,5 Мрс. Од друга страна пак, Хабловиот телескоп добивал податоци од цефеиди кои се наоѓаат на оддалеченост од 20 Мрс. Пред

ваквите податоци се сметало дека Вселената е стара од 10-20 милијарди години. Денеска се знае дека нејзината старост е околу 13,8 милијарди години.



Сл. 6. Типична крива на сјајот на цефеидите

Она што Хабловиот телескоп го истражувал со цел да се определи Хабловата константа како индикатор за староста на Вселената, биле 18 галаксии кои се лоцирани на различни растојанија и во кои биле набљудувани цефеиди. Една таква галаксија е M100 прикажана на сликата 7.



Сл. 7. Спиралната галаксија M100

Големата спирална галаксија M100

Спиралната галаксија M100 е една од најсјајните и најголеми галаксии во Девица јатото (Virgo cluster) кое содржи 2500 галаксии. M100 претставува ротирачки систем од гас, прашина и ѕвезди сличен на нашата галаксија Млечен Пат. Нејзиното име M100 потекнува од тоа дека оваа галаксија е број 100 во големиот каталог на Месие. M100 е една од најоддалечените галаксии за која биле пронајдени цефеиди и токму преку оригиналните фотографии на Хабл ние ќе извршине фотометрија на цефеидите со цел да ја определиме нивната оддалеченост.

Задача

Три цефеиди од галаксијата M100 биле набљудувани 12 пати во период од два месеци. Сјајот на секоја од ѕвездите треба да се мери одделно така што за секоја од 12-те фотографии со кои располагаме треба да се добие кривата од која се гледа како се менува сјајот со времето за избраната цефеида. Овие мерења ќе ги изведеме со помош на софтверот Salsa J кој дава многу едноставен начин за обработка и анализа на астрономски фотографии. SalsaJ е направена од Европскиот проект EUHOU (European Hands-On Universe Project) и е многу погодна за користење во училиштата.

Со софтверот може да се измери интензитетот на светлината кој пристига до нас од фотографираната ѕвезда (во овој случај тоа е цефеидата). Оваа метода е позната како астрономска фотометрија. Од измерениот светлински интензитет со примена на едноставна релација и користење на Salsa J ја определуваме привидната магнитуда m на ѕвездата.

Откако ќе ги определиме привидните магнитуди на секоја од 12-те фотографии, се црта график на зависност од магнитудата од времето од кој лесно може да се определи периодот на цефеидата.

Понатаму, од привидната магнитуда и периодот се определува апсолутната магнитуда M која, пак, ќе овозможи добивање на растојанието.

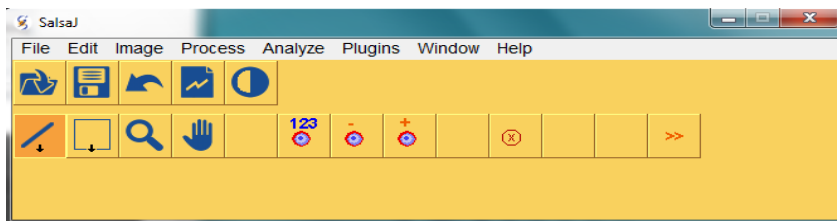
Преку добивањето на вредноста на растојанието и веќе познатата брзина на M100, (измерена претходно од страна на професионални астрономи), експериментално ќе ја определиме Хабловата константа, а со неа и староста на Универзумот.

Хабловиот телескоп во M100 набљудувал 12 пати во текот на два месеци во 1994 година на следниве датуми: 23 април, (4, 9, 12, 16, 20, 26 и 31) мај, (7, 17, 19) јуни. Секое набљудување траело 1800 s (30 min). Затоа располагаме со 36 слики на кои има голем број на ѕвезди, меѓу кои и една цефеида. Трите цефеиди кои се избрани (и покрај тоа

што во M100 биле пронајдени 70 цефеиди) имаат оригинални имиња C22, C25 и C31.

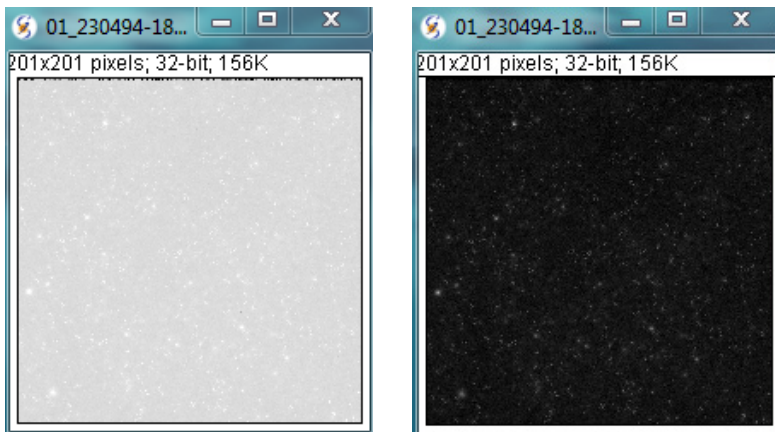
Упатство за работа со програмата и начин на изведување на задачите и обработка на податоците

1. Се стартува софтверот (кој може да се најде на <http://www.euhou.net/>) и се внесуваат сликите од галаксијата M100.

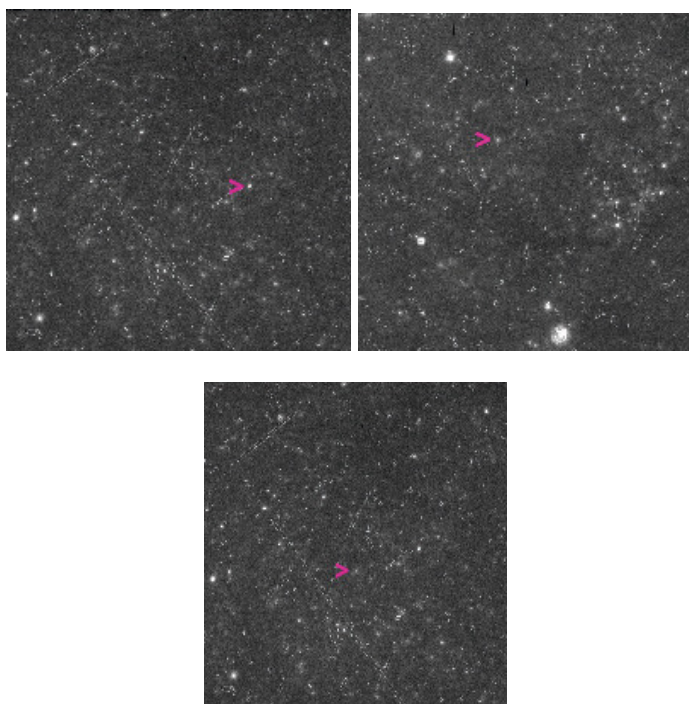


Располагаме со 36 слики кои се оригинални фотографии добиени со инструментот WFPC2 на телескопот Хабл и можат да се најдат на следниов линк <http://www.astroex.org/data/>. Камерата на овој инструмент користи 4 CCD детектори кои можат да детектираат многу слаби интензитети на светлина. Сликите кои се користени се со големина 201x201 пиксели и се, всушност, делови од оригиналната слика.

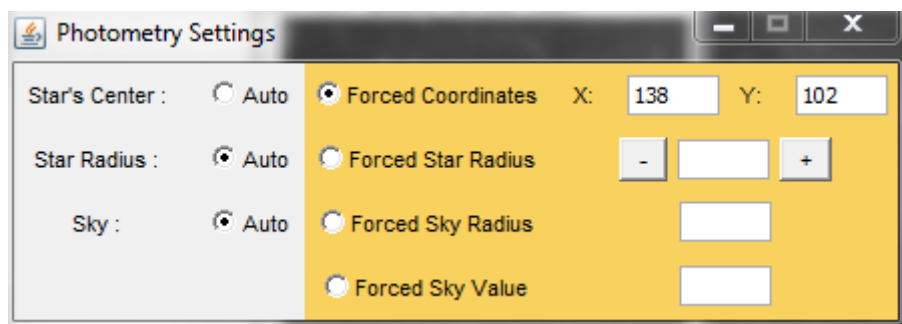
2. Сликите при внесувањето може да бидат многу светли (левата слика), така што е потребно подесување на осветленоста: **Image->Adjust->Brightness/Contrast**.



3. На секоја од отворените слики се лоцираат цефеидите (претставени со стрелка).

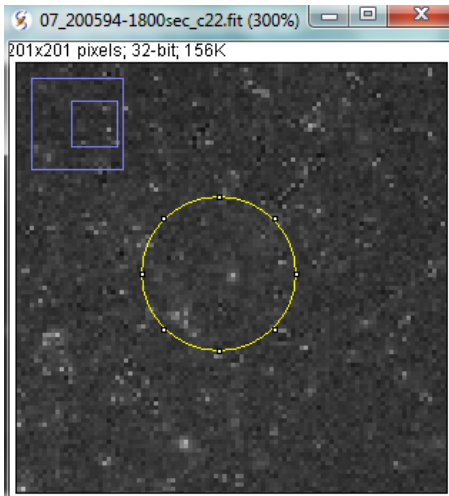


4. Се зумира конкретната цефеида и се стартува следнава команда : **Analyze-> Photometry**. Потоа се појавува нов документ во облик на табела која на почетокот од мерењата е празна. За да започнеме со мерењата најпрво се избира **Analyze-> Photometry settings** при што се појавува нов празен прозорец. На овој прозорец се избира за **Star's Center-> Forced Coordinates**. Понатаму се лоцира покажувачот на цефеидата така што самата програма во долниот дел од главниот прозорец ни дава вредност за x и y координатите на ѕвездата. Овие податоци се внесуваат во табелата **Photometry Settings** која ќе ни послужи за наредните пресметки.



Фотометриското определување на светлинскиот интензитет што доаѓа само од ѕвездата се пресметува така што на измерениот

интензитет на светлинскиот сигнал на пикселите во рамките на апертурата (кружниот отвор) околу ѕвездата (star radius) се одземе измерениот интензитет на светлинскиот сигнал од небесната позадина (sky).



5. Мерењето се почнува така што се кликнува на зумираната цефеида на сликата, при што се појавува кружница околу ѕвездата за која мериме. Истовремено, автоматски се пополнува табелата **Photometry** која ја стартуваме на почетокот од каде може да се добијат информации за: Star Intensity, Star's radius, Sky's intensity, Sky's radius. Истата постапка ја повторуваме за сите 36 слики при што за секоја наредна слика кај цефеидата која ја разгледуваме

може да има промена во координатите за еден до два пиксели.

6. По добивањето на вредноста на интензитетот I од програмата SalsaJ се определува привидната магнитуда m по следнава релација:

$$m = 30,61 - 2.5 \log(I).$$

Откако ќе ги извршиме мерењата на една цефеида на сите 12 слики, добиваме податоци за x и y координатите, интензитетот на светлина како и други величини кои ги нуди софтверот, но во нашава задача ни треба само интензитетот. Ја правиме следнава табела:

Датум	Интензитет (SalsaJ)	m

Во колоната **датум** се внесуваат датумите на кои Хабл ги снимил овие слики. Последната колона се пополнува со зададената формула притоа користејќи ги вредностите за **интензитетот** добиени преку мерењето. Тоа се прави за сите 12 слики и за секоја од трите цефеиди посебно што значи дека треба да се добијат три вакви табели.

7. За определување на периодот на цефеидите:

- се црта график на зависност на магнитудата m од времето (за датумот за кој е мерено) од веќе добиените табели;
- од графикот се определува периодот p на менување на магнитудата.

8. Пресметување на апсолутните магнитуди M со користење на веќе пресметаниот период од добиениот график се прави со следната релација:

$$M = -2,78 \log(p) - 1,35,$$

каде p е период мерен во денови. Оваа релација е определена од набљудувања на голем број цефеиди при што е утврдено дека цефеиди со ист период на кривата на сјај имаат иста апсолутна магнитуда.

9. Определување на растојанието d до цефеидите се прави со релацијата:

$$d = 10^{1 + \frac{m-M}{5}}.$$

10. Магнитудата на ѕвездите се менува така што може да се пресмета и средната привидна магнитуда како полузбир од максималната и минималната магнитуда на секоја од трите цефеиди.

Притоа се изработува нова табела во која се внесуваат вредностите пресметани во точките 6-10.

Период (денови)	Апсолутна магнитуда	Средна привидна магнитуда	Растојание (Мрс)

11. Определување на Хабловата константа со помош брзината на оддалечување на галаксијата како позната величина која е претходно измерена од астрономите за која се зема вредност

$v = 1400 \frac{km}{s}$, па за Хабловата константа имаме:

$$H = \frac{v}{d}.$$

12. Определување на староста на Вселената како реципрочна вредност од Хабловата константа:

$$t = \frac{1}{H}.$$

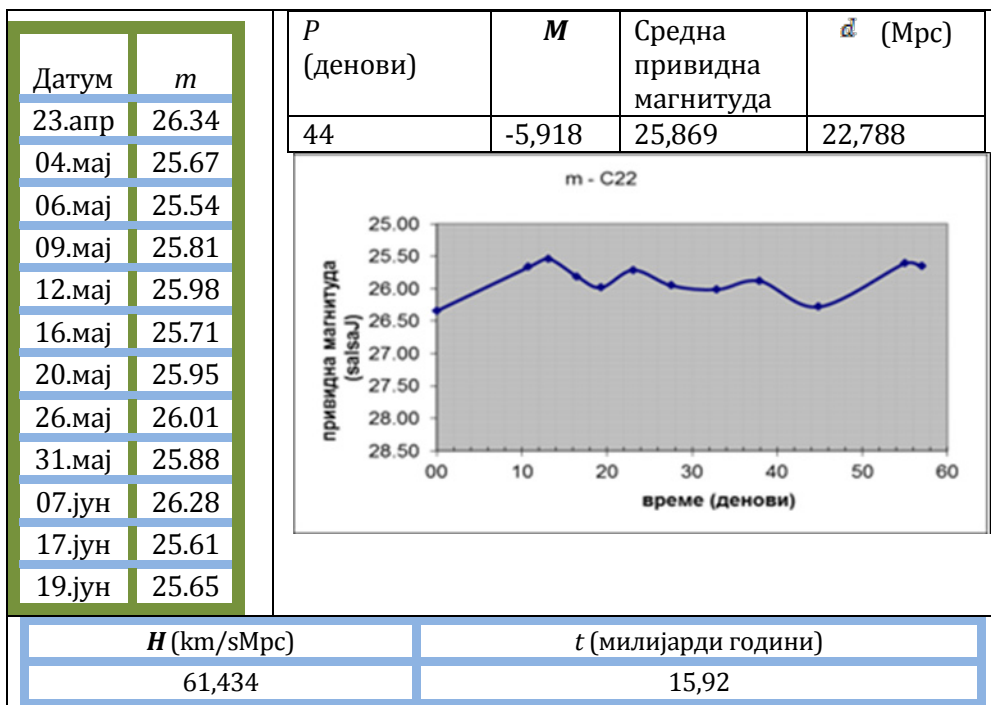
Добиените податоци од точките 11 и 12 се внесуваат во табела:

Хаблова константа (km/sMpc)	Старост на Вселената (милијарди години)

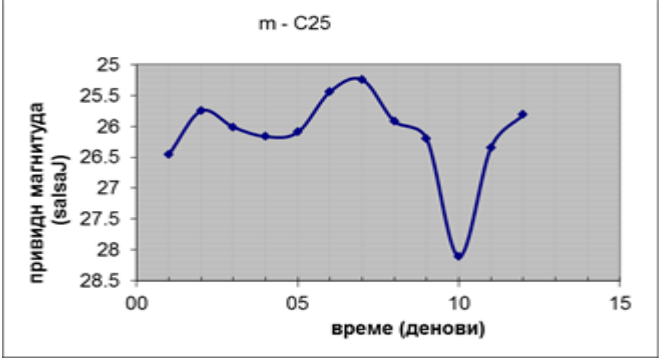
Резултати

За секоја од цефеидите од податоците во табелата се црта график на зависноста на магнитудата од времето. Од графикот се определува периодот и средната привидна магнитуда, од која се пресметува растојанието на која се наоѓа цефеидата и вредноста на Хабловата константа.

Цефеида C22



Цефеида C25

датум	m	P (денови)	M	Средна привидна магнитуда	d (Мpc)
23.апр	26.45	23	-5,135	26,128	18
04.мај	25.74	 m - C25			
06.мај	26.01				
09.мај	26.16				
12.мај	26.09				
16.мај	25.43				
20.мај	25.24				
26.мај	25.92				
31.мај	26.20				
07.јун	28.11				
17.јун	26.34				
19.јун	25.81				
H (km/sMpc)		t (милијарди години)			
78,208		12,51			

Цефеида C31

датум	<i>m</i>	<i>P</i> (ден ови)		Средна привидна магнитуда	<i>d</i> (Мрс)
23.апр	25.26	31		25,759	17,827
04.мај	25.81		5,0		
06.мај	26.36				
09.мај	25.89				
12.мај	25.37				
16.мај	25.44				
20.мај	25.49				
26.мај	25.90				
31.мај	26.22				
07.јун	26.50				
17.јун	25.57				
19.јун	25.41				

m - C31

време (денови)

привидна магнитуда (saisa)

време (денови)	привидна магнитуда (saisa)
00	25.3
01	25.8
02	26.3
03	26.5
04	26.2
05	25.6
06	25.5
07	25.5
08	25.8
09	26.2
10	26.5
11	25.8
12	25.5
13	25.5

<i>H</i> (km/sMpc)	<i>t</i> (милијарди години)
78,529	12,459

Заклучок

Преку оваа вежба определивме голем број на физички величини карактеристични за ѕвездите и другите вселенски објекти. Конкретно ги користевме цефеидите како ѕвезди со периодично променлив сјај. За нив со користење на професионални астрономски фотографии и алатката Salsa J измеривме привидната магнитуда, го определивме периодот и растојанието на кое се наоѓаат. Овие податоци ги искористивме за да ја определиме вредноста на Хабловата константа која ни послужи за определување на староста на Вселената.

Притоа добивме резултати кои не се разликуваат многу од вистински прецизно добиената вредност која изнесува околу 13 милијарди години. На овој начин е илустриран еден доста едноставен метод кој учениците можат да го користат доколку сакаат да навлезат во обработка на астрономски податоци и добивање на конкретни резултати од истите.

Користена литература:

http://www.atnf.csiro.au/outreach/education/senior/astrophysics/variable_ceheids.html

<http://lcogt.net/spacebook/cepheid-variable-stars-supernovae-and-distance-measurement>

<http://sci.esa.int/education/35616-stellar-distances/?fbodylongid=1673>

<http://www.spacetelescope.org/images/opo9919j/>

<http://www.astroex.org/>

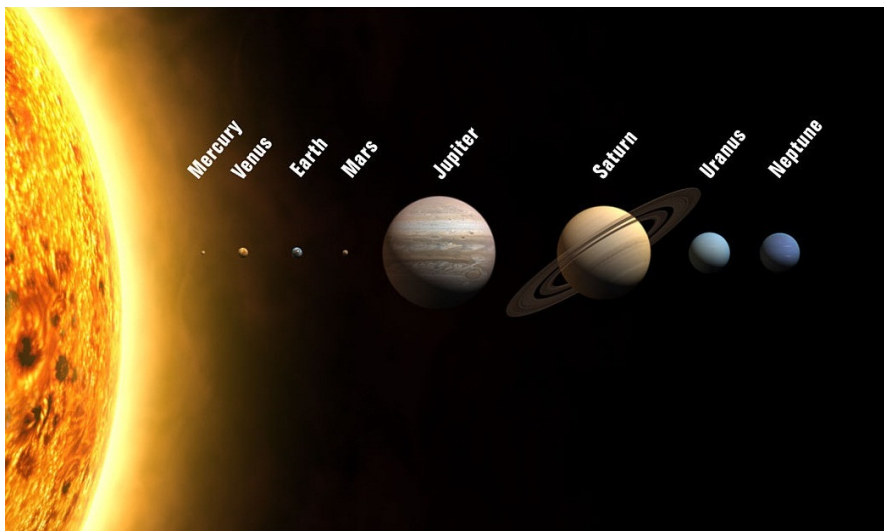
<http://www.astroex.org/english/exercise2/pdf/4-exercise2-high.pdf>

САТЕЛИТИТЕ ВО СОНЧЕВИОТ СИСТЕМ- КАНДИДАТИ ЗА НАСТАНОК НА ЖИВОТ

Јана Богданоска

Дали сме сами во Вселената? Дали има друг интелигентен живот некаде во Универзумот? Дали има воопшто некаков живот надвор од нашава Земја? И ако има, дали некогаш ќе успееме да го пронајдеме? Овие прашања секој си ги поставил барем еднаш во својот живот. Некои тврдат дека на Земјата веќе дошле „малите зелени вонземјани“. Има различни теории, но колку и да се тие вистинити не може да знаеме, бидејќи нема докази (или има, но не се јавно достапни).

Се проценува дека во Млечниот пат има околу 200 милијарди ѕвезди. Понатаму, се проценува дека има најмалку сто милијарди галаксии во Универзумот што можеме да ги набљудуваме. Ако ги помножиме овие два броја, се добива дека во Универзумот има околу 10^{24} ѕвезди. Зарем е возможно да има толку многу ѕвезди, многу од кои слични на нашето Сонце, и околу ниту една од нив да не орбитира планета на која има живот? Тешко. Но, можеби нема потреба да бараме по разни далечни ѕвезди. Постојат и во нашиот Сончев Систем кандидати за настанок на живот- сателитите Европа (Јупитер), Енцелад и Титан (Сатурн), како и астероидот Церес.



Сл. 1. Сончевиот Систем

Кои услови се потребни за живот?

Можеби интуитивно би одговориле: воздух, вода, храна и Сонце. Сепак, за да го одговориме ова прашање мора да се задлабочиме повеќе. Научниците се обидуваат да дадат одговор на ова прашање така што го набљудуваат живиот свет на единственото место каде што знаеме дека го има - на Земјата.

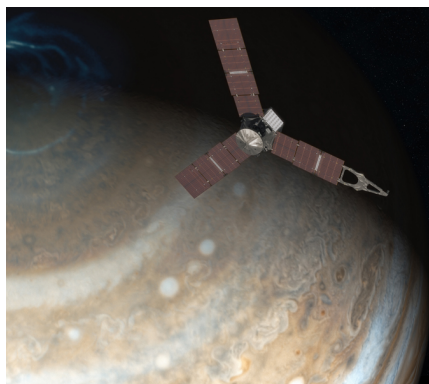
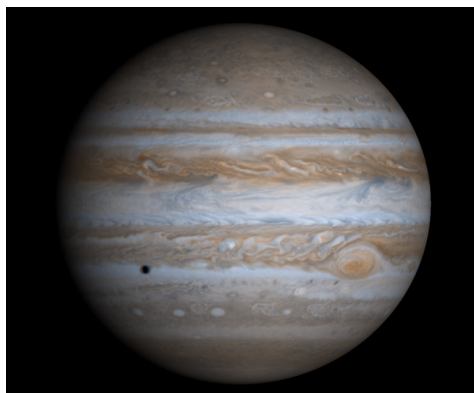
Астробиолозите се заинтересирани за проучување на организми кои се наречени **екстремофили**, кои, како што кажува името, живеат во екстремни услови. Овој вид на организми се важни, бидејќи животните услови во одредени средини на Земјата се сметат за „екстремни“, се сосема нормални на други планети или сателити.

Откриено е дека микробиолошкиот свет преживува на невообичаено високи температури или во неверојатно кисели средини. Вакви средини има на повеќе места во Сончевиот Систем, па затоа е логично да се бара ваков тип на живот на тие места.

Некои од главните услови неопходни за живот се течна вода, стабилна орбита, атмосфера и плимни сили како извор на енергија. Овие услови се забележани на некои од сателитите во Сончевиот Систем, што значи дека се погодно место за барање на живот.

Јупитер

Видлива со голо око, за оваа планета се знаело уште од најстарите времиња. Најголемата и најмасивната планета во Сончевиот Систем - Јупитер е составена претежно од лесни елементи како водород и хелиум. Оваа планета нема цврста површина, туку течна внатрешност, која е обвиеана со гасовита атмосфера со дебелина од 1000 km составена од водород, хелиум и мали примеси од метан и амонијак.



Сл. 2. Јупитер

Токму овој недостаток на цврста површина, како и фактот дека нема речиси воопшто вода, ја исклучува самата планета како кандидат за живот. Постојат неколку идеи за бактерии што летаат низ атмосферата, но сепак за тоа да е реалност би требало тие бактерии да бидат отпорни на атмосферскиот притисок кој на Јупитер е околу 1000 пати посилен отколку на Земјата.

На површината на Јупитер можат да се видат појаси во различни бои. Ова се должи на фактот дека во атмосферата има повеќе различни елементи, кои настануваат поради брзата ротација, како и разликата во температура меѓу атмосферата и внатрешноста на планетата. Ова предизвикува големи бури на Јупитер, а најголема е Големата црвена дамка која трае веќе неколку стотици години, а има големина колку две до три Земји.

Јупитер се наоѓа на 5,2 AU (AU = астрономска единица - растојанието од Земјата до Сонцето). Периодот на ротација, или еден Јупитеров ден, трае околу 10 часа. Една револуција околу Сонцето трае околу 12 Земјини години. Неговата маса изнесува околу 318 Земјини маси, а неговиот дијаметар е 11 пати поголем од оној на Земјата. Има силно магнетно поле. Околу него орбитираат 67 природни сателити (до сега 50 се потврдени, а за 17 се чека потврда за нивно пронаоѓање), од кои најголеми, а воедно и најпознати се така наречените Галилееви сателити: Ганимед, Европа, Ио и Калисто.

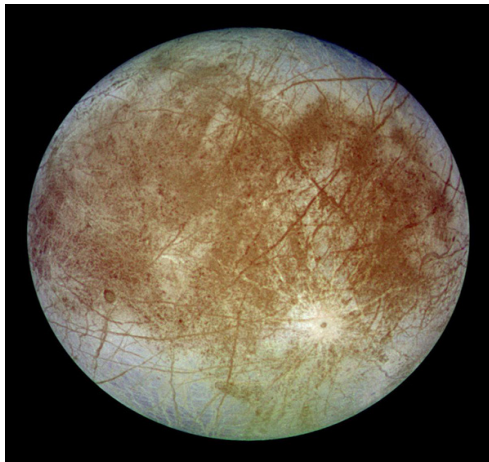
Европа

Европа е шестата според далечина месечина на Јупитер. Од Галилеевите сателити, таа е најмала, но во Сончевиот Систем е шеста по големина. Како и останатите Галилееви сателити, откриена е во јануари 1610 година од страна на Галилео Галилеј. Кога Галилео првпат го насочил својот телескоп кон Јупитер на 7 јануари, забележал три месечини: Ио, Ганимед и Калисто. Ио и Европа се гледале како една точка. Следниот ден повторно погледнал натаму и ја видел и Европа, на 8 јануари, кој е запишан како официјалниот датум на пронаоѓање на оваа месечина.

Своето име овој сателит, исто како и останатите Галилееви сателити, го добил од името на љубовницата Европа на Зевс, кој е грчкиот еквивалент на Јупитер од римската митологија. Овој предлог за имињата се припишува на Јохан Кеплер.

Орбиталниот период на Европа е само три и пол дена, а периодот на ротација е уште пократок. Радиусот на нејзината орбита е околу 670 900 km. Има речиси кружна орбита, со ексцентрицитет 0,009. Рамнината на нејзината орбита е наклонета во однос на екваторијалната рамнина на Јупитер за само 0,47°. Европа е плимно

поврзана со Јупитер, така што едната хемисфера постојано е свртена кон Јупитер.



Сл. 3. Европа

Градбата на Европа се состои главно од силикатни камења и се верува дека има јадро од железо. На површината има воден мраз. Нејзината површина е една од најмазните помеѓу телата на Сончевиот Систем. Ова довело до заклучокот дека под површината постои воден океан, кој би служел како живеалиште на живи организми.

Иако на голема далечина од Сонцето, возможно е океанот да е во течна состојба поради плимните сили кој потекнуваат од Јупитер. Овие сили дејствуваат слично како тектонските движења на Земјата. Друг извор на енергија е ротацијата на Јупитер. Оваа енергија ја искористува Ио преку плимни сили, така што ја подига површината на Јупитер, па оваа енергија се префрла и на Европа и Ганимед со помош на синхроната ротација.

Се проценува дека овој воден океан на Европа има дебелина од околу 100 km. Над него, замрзнатата кора има дебелина од 10-30 km, иако постојат теории дека таа е потенка. Вкупниот волумен на вода е околу е околу два пати поголем од вкупното количество вода во океаните на Земјата. Така, Европа е објект кој содржи најголемо количество вода во Сончевиот Систем. Со испитување на магнетното поле, забележано е дека Европа покажува индуцирано магнетно поле во интеракција со полето на Јупитер. Тоа значи дека под површината има спроводен слој. Најверојатно, тој слој претставува солени течени воден океан.



Сл. 4. Линиите на површината на Европа

Самата површина на Европа, прикажана на слика 4 е покриена со линии кои минуваат низ целиот глобус. Дебелината на овие линии достигнува и до 20 km. Надворешните рабови се дифузно осветлени, додека внатрешноста е посветла. Најверојатна хипотеза за нивното настанување е дека под дејство на плимна сила кората пука, а потоа низ овие пукнатини еруптира „топол мраз“, т.е. вода од океанот. Во контакт со површината, оваа вода повторно замрзнува.

Забележано е дека Европа има и атмосфера. Составена е од молекуларен кислород кој не е од биолошко потекло како кислородот на Земјата. Притисокот на оваа атмосфера е многу помал од притисокот на Земјината атмосфера.

Во декември 2012 година, вселенскиот телескоп Хабл (HST-Hubble Space Telescope) дојде до ново интересно откритие. Набљудувајќи во ултравиолетовата област, Хабл ја детектирал слабата поларна светлина - аурора на јужниот пол на Европа. Оваа поларна светлина се создава кога наелектризирани честици ќе навлезат во магнетното поле. Така, тие достигнуваат огромни брзини, толку големи што молекулите се распаѓаат. Регистрираната светлина со својата карактеристична боја укажува на постоење на јони на кислород и водород. Европа, всушност, испушта водени облаци во вселенскиот простор!

Забележано е дека оваа појава се случува само кога Европа се наоѓа најдалеку од Јупитер. Ова се објаснува со промената на плимните сили со промена на положбата на Европа во однос на Јупитер. Кога е блиску до Јупитер, силите се поголеми, па отворите низ кои оваа вода излегува се стеснуваат, или целосно се затвораат.

Живот на Европа?

Зад ова прашање всушност се кријат две прашања: „Дали има живот на Европа?“ и „Дали Европа би поддржала живот во случај на колонизација?“. Првото прашање е поинтересно од научна, како и од филозофска гледна точка, бидејќи има потенцијал целосно да го смени начинот на кој човекот го гледа своето место во Вселената. Второто прашање, пак, се поставува од практични причини: во случај Земјата да прекине да го поддржува живиот свет, потребно е да се има алтернативно живеалиште.

Потрагата за живот се до 1970-тите од минатиот век изгледала сосема поинаку. Се верувало дека е неопходна енергијата од Сонцето. Растенијата со помош на Сончевата енергија преку процесот фотосинтеза создаваат шеќери од јаглерод диоксид и вода, ослободувајќи кислород. Потоа, преку синџири на исхрана, Сончевата енергија доаѓа до сите живи организми. Тука спаѓал и животот во длабочините на океанот каде што нема Сончева светлина. Се сметало дека овие живи организми се хранат со продукти кои доаѓаат од површината.

Меѓутоа, пронајдени се колонии на црви, ракови и школки кои живеат во близина на подводни вулкански канали на големи длабочини. Кај овие организми кои немаат пристап до сончевата светлина се откриени целосно разделени синџири на исхрана. Тие не се хранат со растенија, туку со некои форми на бактерии. Овие бактерии својата енергија ја добиваат од хемиски соединенија кои излегуваат од вулканските хидротермални канали, кои потекнуваат од внатрешноста на Земјата. Со ова се исклучува потребата за сончева енергија како неопходен услов за живот.

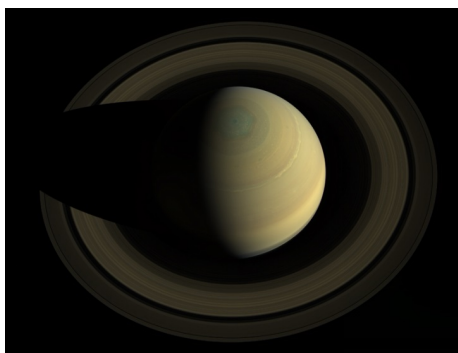
Се верува дека вакви услови има и во океанот на Европа. Затоа овој сателит е прв на листата за кандидати за живот во нашиот Сончев систем. Плимните сили кои даваат доволно енергија, како и огромното количество течна вода, претставуваат идеална лулка за создавање на живи организми.

Но, дали може Европа да се колонизира? Океанот на Европа е главната предност, бидејќи не само што може да се користи за пиење, туку и со електролиза може да се добие кислород. Сепак, постојат многу пречки за населување на Европа. Најочигледно е

зрачењето од Јупитер, поради што луѓето би морале да живеат под површината на Европа за да преживеат. Друг проблем се екстремно ниските температури, кои изнесуваат околу -170°C . Исто така, и помалата гравитација би претставувала проблем. На крајот, доколку веќе има домороден живот на Европа, човештвото би дошло во контакт со некои нови бактерии, кои можат да се покажат како фатални.

Сатурн

Планетата Сатурн, позната по своите гламурозни прстени се наоѓа на растојание 9,5 AU. Еден ден на Сатурн трае 10,7 часа, а една Сатурнова година е еднаква на 29 Земјини години. Поради големата брзина на ротација, како и поради малата густина, екваторскиот радиус му е за 10% поголем од поларниот, т.е. Сатурн е „најсплесканата“ од сите планети. Исто, поради малата густина, доколку би го ставиле во вода, Сатурн би пловел.



Сл. 5. а) Сатурн и неговите прстени; б) Сатурн во када со вода

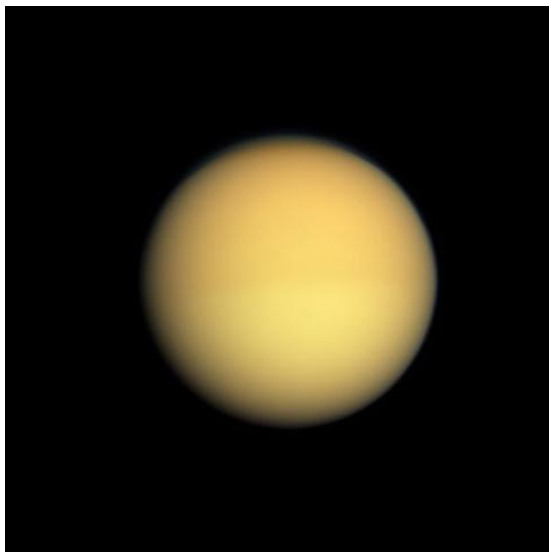
Исто како и Јупитер и Сатурн е гасен џин и нема цврста површина туку атмосфера составена од водород и хелиум. До сега се откриени 53 сателити, а има уште 9 за кои се чека потврда за откривање.

Сатурн е познат по своите прстени, иако не е единствената планета која ги има. Има седум прстени, а меѓу нив има неколку празнини. Прстените имаат дебелина од 2 km, а широчина од 600 000 km. Составени се главно од парчиња мраз, но има и камења обвиткани со мраз. Рамнината на екваторот на Сатурн, во која лежат и прстените, е наклонета во однос на рамнината на орбитата на Сатурн. Затоа, гледани од Земјата под различен агол, даваат различни слики.

Од досегашните податоци за Сатурн, заклучено е дека на оваа планета не е возможно да има живот. Затоа, потрагата ја продолжуваме на неговите сателити Титан и Енцелад.

Титан

Во Сончевиот Систем, Титан е втор по големина сателит, после Јупитеровиот Ганимед, со дијаметар кој е околу 50% поголем од оној на нашата Месечина, а притоа е за 80% помасивен од неа. Откриен е од страна на Кристијан Хајгенс, на 25 март 1655 година. Следејќи го примерот на Галилео, Хајгенс со подобрен телескоп погледнал кон Сатурн, и го забележал Титан, како најголем сателит. Како и другите подоцна откриени сателити на Сатурн, Титан го добил името според митолошките Титани, браќа и сестри на Крон, грчкиот аналог на Сатурн.



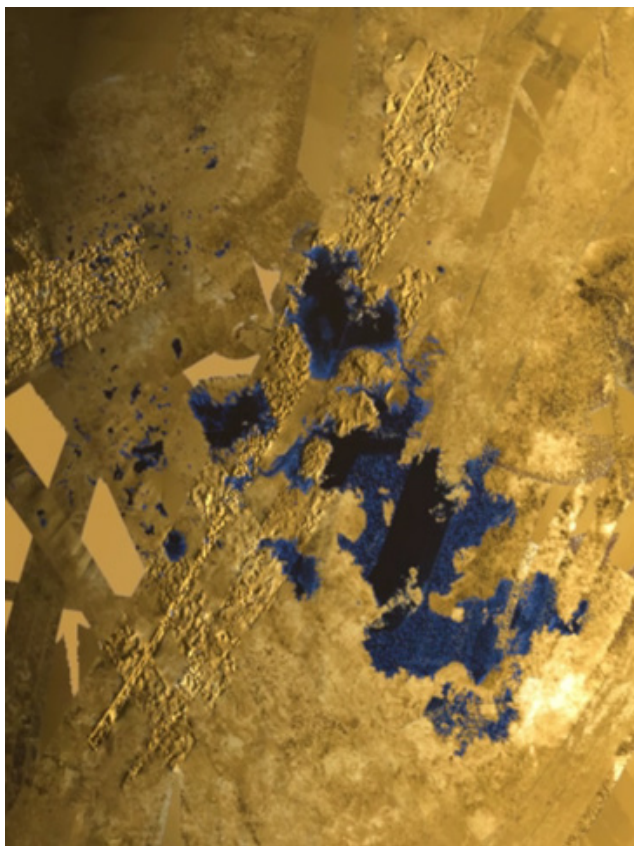
Сл. 6. Титан

Титан го заобиколува Сатурн за 15 дена и 22 часа. Има синхрона ротација, што значи дека периодот на ротација му е исто 15 дена и 22 часа. Тој секогаш ја покажува истата страна на Сатурн, исто како нашата Месечина кон нас.

Прво се верувало дека Титан настанал со коакреција, слично како што настанале планетите во Сончевиот Систем. Но, тоа не го објаснува големиот ексцентрицитет на неговата орбита, па се верува дека ова не е целата приказна за неговото настанување. Според друга теорија, прво биле создадени регуларни месечини околу Сатурн, но

тие биле пореметени под дејство на повеќе судири, со што се формирал Титан.

Титан е единствената месечина за која се знае дека има атмосфера. Оваа атмосфера е претежно составена од азот, но има и примеси од метан. Метанот детектиран во атмосферата би требало со текот на времето да се претвори во посложени јаглехидрати, под дејство на Сончевата енергија. Присуството на метан во атмосферата е знак дека тој се надополнува од некој резервоар на Титан. Освен метан, на Титан се пронајдени големи количества на азот, за кои се верува дека се дојдени од Ортовиот облак. Има и присуство на воден мраз, како и водена пареа поради високите притисоци.



Сл. 7. Езера од метан на Титан

Климата на Титан има слични карактеристики како таа на Земјата, но дождовите на Титан, наместо од вода, се составени од метан. Како што кај нас има процес на кружење на водата, така таму има процес на кружење на метан, па затоа не е чудно што на Титан се наоѓаат мориња и езера со метан. Метанот во атмосферата создава

ефект на стаклена градина, па Титан има повисока температура очекуваната.

Живот на Титан?

Иако има многу ниски температури на Титан ($-179\text{ }^{\circ}\text{C}$) и иако е најдено премногу мало количество течна вода на површината, сепак тој е едно од местата во Сончевиот Систем за кое има најголема веројатност да се најде живот.

Титан нема вода, но затоа има огромно количество на метан и етан во облик на цели езера, мориња, па дури и реки. Затоа не може да се исклучи можноста да има живот, кој не е изграден на база на вода. Постоенето на густа атмосфера исто така оди во прилог на овие претпоставки. Понатаму, има докази дека под површината се крие течна вода, која останува во течна состојба поради постоење на примеси на амонијак.

Постојат докази кои може да го поткрепат постоењето на живот на Титан. Тие се пронајдени при анализа на хемиските податоци вратени од вселенското летало на НАСА Касини (Cassini). Се покажало дека водород „тече“ низ атмосферата на Титан и исчезнува на неговата површина. Постои идеја дека некој жив свет го конзумира овој водород. Исто така на површината на Титан е забележан недостаток на ацетилен, хемиско соединение кое би можело да служи како храна за живот базиран на метан. Сепак, објаснувањето на овие процеси како продукт на биолошки организам е многу оптимистичко. Треба прво да се исклучат сите неболошки објаснувања - кои сигурно ги има, па потоа да се надеваме дека сме нашле живот.

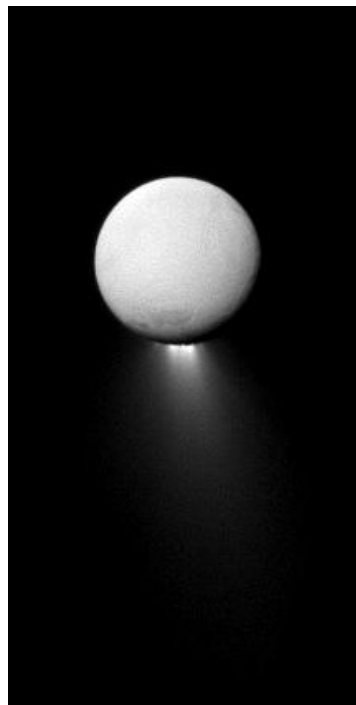
Енцелад

Енцелад е шест по големина сателит на Сатурн. Откриен е во 1789 година од страна на Вилијам Хершел. Своеето име го добил според еден од титаните во грчката митологија. Неговиот дијаметар изнесува 500 km, што е само десетина од дијаметарот на Титан. За споредба, нашата Месечина има дијаметар од 3 475 km.

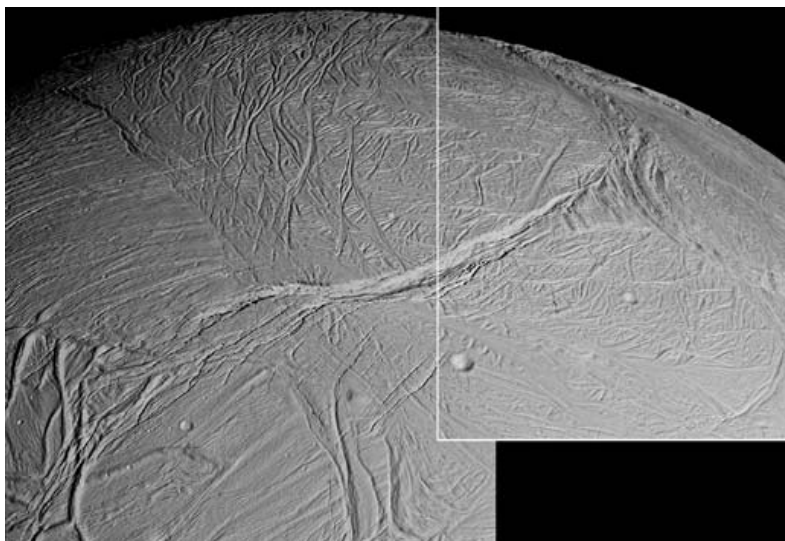
Претставува еден од најсветлите објекти во Сончевиот Систем, бидејќи површината му е бела како снег, па речиси целосно ја рефлектира сончевата светлина. Се наоѓа блиску до Сатурн, во системот од прстени. Неговата средна оддалеченост изнесува 237 948 km. Орбиталниот период му е 1,37 дена, а поради плимните сили, толку му е и периодот на една ротација околу сопствената оска.

Овој малечок сателит кон себе привлекол многу внимание поради спектакуларните млазови од воден мраз кои избиваат од неговиот јужен пол. Постојат, за сега, две можни објаснувања за овој феномен. Првото е дека мразот кој е во близина на површината се загрева под дејство на триење предизвикано од плимните сили. Друго објаснување е дека под површината има океан од течна вода.

Прилог кон првата теорија е фактот дека нема најдено доволно натриум за да поддржува течен океан. Но, се покажало дека плимната сила не е доволно голема за да предизвика загревање од тие размери. Постојат повеќе докази што ја поддржуваат втората. Пронајдено е доволно количество амонијак, органски соединенија и изотопот на водородот - деутериумот, кои имаат улога на антифриз, што би овозможило постоење на течен океан и на многу ниски температури.



Сл. 8. Енцелад со своите величествени млазови

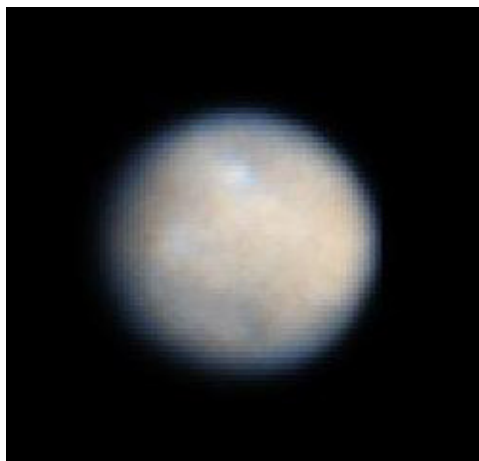


Сл. 9. Површината на Енцелад

Бидејќи плимните сили не се доволни, се верува дека топлинска енергија се носи нагоре од под-површинското море, греејќи ја областа околу млазовите. Тоа значи дека не само што Енцелад има океан од течна вода со извор на енергија, туку и дека материјалот од тој океан го распрскува наоколу во вселенскиот простор, што го прави лесно достапен за истражувања. На Земјата, секаде каде што има вода - има и живот. Дали истото важи и за другите места во Вселената?

Церес

Иако не е сателит, Церес „заслужува“ да се најде на листата на кандидати за постоење на живот. Церес е најголемиот објект во Астероидниот појас кој се наоѓа помеѓу Марс и Јупитер. Според најновите класификации, тој е џуцеста планета, единствената во внатрешниот дел на Сончевиот систем. Тој е класифициран и како астероид и претставува пример за објект со двојна класификација.



Сл. 10. Церес

Откриен е на 1 јануари 1801 година и прво се сметал за планета, иако всушност бил првиот откриен астероид. Тоа не е зачудувачки имајќи во предвид дека е и најголемиот. Неговиот дијаметар изнесува 950 km. Содржи една третина од вкупната маса на Астероидниот појас, која е доволно голема за да може да го „одржува“ Церес во хидростатска рамнотежа со речиси сферна форма.

Јадрот на Церес е камено, а над него има обвивка од мраз со дебелина

100 km. Ова обвивка содржи повеќе вода отколку што има питка вода на Земјата. Возможно е под површината да има океан од течна вода. Има индикации дека Церес има ретка атмосфера, како и траги од мраз, карбонатни минерали и глина на површината. Но, секој воден мраз кој ќе дојде до површината сублимира во водена пареа и „бега“ во Вселената.

На опсерваторијата Хершел е откриена и водена пареа околу Церес со што се промени и начинот на кој објектот се проучува. Иако се потребни уште многу истражувања за да бидеме сигурни,

присуството на вода е еден од главните сигнали за постоење на живот.

Што може да заклучиме од ова?

До сега човештвото на повеќе начини се обидуvalo да најде живот надвор од Земјата. Леталата испратени во Вселената и постоењето на институтот SETI (Search for ExtraTerrestrial Intelligence) се најпознатите примери за ваквата потрага. Сепак, до сега не се најдени доволни докази. Но познато е тврдењето дека отсуството на доказ не е доказ за отсуство. Затоа и потрагата ќе трае се додека постои човештвото.

e-mail: bogdanoska.jana@gmail.com

Извори

<http://www.universetoday.com/102630/how-many-stars-are-there-in-the-universe/>
http://en.wikipedia.org/wiki/Natural_satellite_habitability
<http://www.universetoday.com/15134/is-there-life-on-jupiter/>
<http://solarsystem.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Jupiter>
<http://www.universetoday.com/107144/hubble-discovers-water-plumes-erupting-from-europa/>
[http://en.wikipedia.org/wiki/Europa_\(moon\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Europa_(moon))
http://en.wikipedia.org/wiki/Colonization_of_Europa
<http://solarsystem.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Saturn>
[http://en.wikipedia.org/wiki/Titan_\(moon\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Titan_(moon))
http://en.wikipedia.org/wiki/Life_on_Titan
<http://www.space.com/8547-strange-discovery-titan-leads-speculation-alien-life.html>
<http://www.universetoday.com/48796/enceladus/>
<http://www.universetoday.com/35056/mystery-solved-new-clues-point-to-a-liquid-ocean-on-enceladus/>
[http://en.wikipedia.org/wiki/Ceres_\(dwarf_planet\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Ceres_(dwarf_planet))
<http://www.universetoday.com/108415/herschel-discovers-water-vapor-spewing-from-ceres/>

Сликите се преземени од:

<http://www.jpl.nasa.gov/>
<http://en.wikipedia.org/>
<http://apod.nasa.gov/apod/astropix.html>

ЗА НАСТАНОКОТ НА ГОДИШНИТЕ СЕЗОНИ

Елена Влахова - Јордановска

Сонцето претставува главен извор на енергија за нашата планета и основниот причинител за настанокот на животот на неа. Притоа, атмосферата на Земјата го пропушта видливиот, инфрацрвениот и дел од ултравиолетовиот дел од спектарот на зрачењето на нашата ѕвезда, но не и штетните зрачења: високоенергетското ултравиолетово, рентгенското и гама зрачењето. Со тоа воздупните маси од атмосферата дејствуваат како заштита за живите организми.

Инсолацијата или „озрачувањето“ претставува мерка за Сончевата енергија која пристигнува на дадена површина на Земјата или друга планета од Сончевиот систем. Таа може да се дефинира и како мерка за количество на енергија апсорбирано од дадена површина и регистрирано за одреден временски интервал. Зрачењето кое пристига на површината на Земјата, односно „озрачувањето“, зависи од повеќе фактори, меѓу кои и: оддалеченоста на озрачената површина од Сонцето, наклонот под кој светлинските зраци паѓаат на дадената површина и апсорпцијата на Сончевото зрачење од страна на различни површини на Земјата. Непрекинатите промени на претходно набројаните фактори, а според тоа и степенот на инсолација во зависност на дневните и годишните движења на Земјата ги условуваат метеоролошките и климатски карактеристики на различните делови од нејзината површина.

Соларна константа

Вкупната сончева енергија која паѓа во единица време на единица површина поставена нормално на упадната светлина се вика **соларна константа** k . Луминозността за Сонцето L се определува како енергија што во единица време се зрачи од единица површина:

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4,$$

каде што σ е Штефан Болцмановата константа, R е радиусот на Сонцето, а T е површинската температура на Сонцето. Вредноста за соларната константа k се добива ако добиената вредност за луминозността ја поделиме со вредноста на површината на сфера со

радиус a , каде што a го претставува средното растојание (R_{sz}) помеѓу Земјата и Сонцето:

$$k = \frac{L}{4\pi a^2} = \sigma T^4 \frac{R_s}{R_{sz}} = 1367,7 \text{ W/m}^2.$$

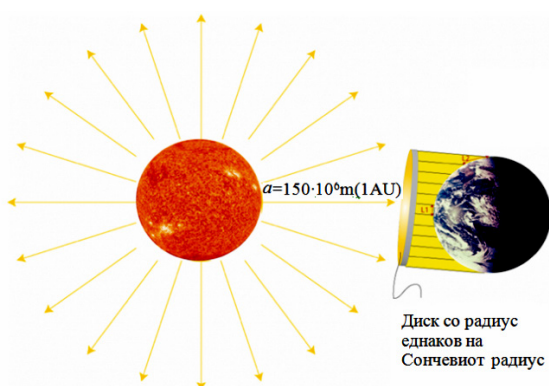
Сончевата енергија која пристига на Земјата е енергијата од Сонцето која Земјата ја прима преку проекцијата на нејзината површина (Сл.1) која е четири пати помала од површината на Земјината сфера. Зрачењето, пак, кое се емитира од Земјата е преку целата нејзина површина. Изразот за пресметување на температурата на Земјата T_z можеме да го добиеме ако Земјата ја разгледуваме како апсолутно црно тело за кое важи:

$$4\pi R_z^2 \sigma T_z^4 = k(1 - A)\pi R_z^2.$$

Ако се замени изразот за k од во последната формула и за албедото на Земјата се земе $A = 0,33$ (албедото е односот на зрачењето кое е рефлектирано од атмосферата и од површината Земјата во однос на упадното Сончево зрачење) се добива:

$$T_z = T_s \left(\frac{R_s^2 (1 - A)}{4R_{sz}^2} \right)^{\frac{1}{4}},$$

при што со замена на бројните вредности за вредноста на температурата на Земјата се добива $T_z = 251\text{K}$ (-22°C).



Сл. 1

Вредноста на соларната константа k (инсолација) е променлива и тоа од неколку различни причини, како што се: Земјината ротација околу својата замислена оска, промената на растојанието помеѓу Земјата и Сонцето во текот на годината, географската широчина на која се наоѓа површината која се разгледува, променливата Сончева активност како што се појавата на петна, протуберанци, ерупции, годишните сезони и албедото.

Годишни сезони

Земјата и планетите во Сончевиот систем се движат околу Сонцето по орбити кои лежат во рамнина која се нарекува еклиптиката. Тоа е годишната патека на привидното движење на сонцето на небесниот свод за набљудувач на Земјата, односно проекцијата на Земјината годишна патека околу Сонцето на небото.

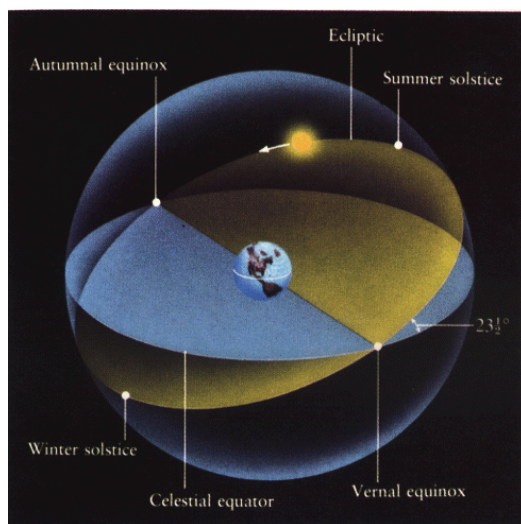
Промената на инсолацијата која предизвикува сезонска промена на времето во текот на годината се должи на наклонот на оската на ротација на Земјата во однос на еклиптиката. Оската на ротација на Земјата е наклонета под агол од $23,5^\circ$ во однос на нормалата на патеката на движење на Земјата околу Сонцето. Северниот крај од замислената оска на ротација на Земјата е насочен кон т.н. ѕвезда Северница, најсјајната ѕвезда од соѕвездието Мала мечка. При движењето на Земјата околу Сонцето во текот на годината, различни региони од површината на Земјата се изложени на различен интензитет на сончевото зрачење. Годишните времиња се менуваат со движењето на Земјата околу Сонцето, но не поради Земјиното приближување или оддалечување од Сонцето, туку поради наклонот од $23,5^\circ$ на оската на ротација.

Годишните времиња (сезони) зависат од изложеноста на тлото на сончевата светлина во деловите на нашата планета со различни географски ширини. Во оние делови каде аголот на упаѓањето на сончевата светлина во однос на хоризонтот на земјината површина е поголем се добива поголемо количество топлина. Кога Сонцето се наоѓа на одредена позиција на еклиптиката, годишните сезони се менуваат. Околу 21 март Сонцето има деклинација $\delta = 0^\circ$ (деклинацијата е аголна висина на небесното тело над небесниот екватор – проекцијата на Земјиниот екватор на небесната сфера) и се наоѓа во пролетната (гама) точка. Овој ден се нарекува пролетна рамнодневница. Сонцето достигнува максимална вредност за деклинацијата кој е $\delta = 23,5^\circ$ околу 22 јуни, на денот на летниот солстициј, кога почнува летото. Околу 21 септември Сонцето има деклинација $\delta = 0^\circ$ и се наоѓа во есенската точка. Тоа е денот на есенската рамнодневница. (Пролетната и есенската точка

претставуваат точки во кои се сечат небесниот екватор и еклиптиката).

Потоа Сонцето се движи по делот од еклиптиката кој припаѓа на јужната небесна хемисфера, и околу 22 декември (ден на зимскиот солстициј) достигнува вредност $\delta = -23,5^\circ$. Поради наклонот од $23,5^\circ$ на места кои се наоѓаат на географска широчина од 45° , аголот на упаѓање на сончевата светлина се менува во текот на годината и се движи од 22° во текот на зимата до 68° во текот на летото.

Движењето на Земјата околу Сонцето не се одвива со рамномерна брзина затоа што нејзината патека нема кружен, туку елиптичен облик. Притоа, во текот на есента и зимата на Земјината северна хемисфера Земјата е најблиску до Сонцето, што значи дека таа се движи со најголема брзина. Затоа есента и зимата траат малку пократко од пролетта и летото. Ова е и причината поради која летото на северната хемисфера е за 4,66 дена подолго од зимата, а пролетта за 2,9 дена подолга од есента.



Сл. 2. Движењето на сонцето по еклиптиката и четирите гранични точки (летен и зимски солстициј; пролетна и есенска рамнодневица –еквинокс) кои ги одредуваат границите на годишните времиња

Промена на наклонот на Земјината оска на ротација во однос на еклиптиката

Наклонот на Земјината оска на ротација се менува во текот на 42 000 години. Тој се движи од $22,1^\circ$ до $24,5^\circ$ во однос на нормалата на рамнината на еклиптиката. Од наклонот на Земјината оска зависи климата во текот на годишните сезони. Во текот на зимата, на

северната хемисфера сончевите зраци паѓаат под тап агол на Земјината површина, а Сонцето поминува пократок пат во текот на денот, со што траењето на денот е пократко. Во текот на летото, пак, Сонцето е високо над хоризонтот, со што се зголемува траењето на денот.

Во денешно време Земјата е најблиска до Сонцето во периодот кога на северната хемисфера е зима, во деновите околу 2 јануари. Од овој факт произлегува дека близината до Сонцето не е пресуден фактор за климата и просечните дневни температури во текот на годината, туку аголот под кој паѓаат сончевите зраци и траењето на денот.

Кога северниот крај на оската е наклонет во правец кон Сонцето, во лето, а Земјата е во позиција на перихел (т.е. најблиску до Сонцето), на северната хемисфера ќе се почувствува поголема разлика помеѓу температурите во текот на летото и зимата, затоа што за период од половина година подоцна, во зима, таа ќе се најде во позиција на афел (ќе биде најдалеку од Сонцето). На јужната хемисфера ќе се почувствува помала разлика во температурите. Во текот на летото на јужната хемисфера Земјата е во перихел, а на северната хемисфера се чувствува помала разлика помеѓу летото и зимата.

Кога, пак, оската на ротација е наклонета така што Земјата минува низ перихел и афел во време на рамнодневниците, северната и јужната хемисфера имаат слична разлика во просечната температура за време на летото и зимата.

Нивото на инсолација при промена на наклонот се менува локално на поедини географски ширини, но се менува и глобалната инсолација. При многу голем наклон, разликата помеѓу температурите измерени во лето на едната хемисфера и оние измерени во зима на другата хемисфера во ист момент на времето, е поголема отколку разликата во температурите кога наклонот е мал.

Задачи и експерименти

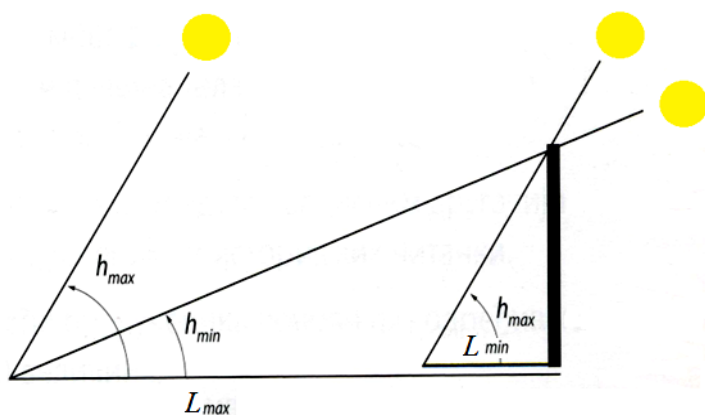
Како дел од наставниот план при изучување на настанокот на годишните сезони, привидното годишно движење на Сонцето и некои од причините кои влијаат врз промената на инсолацијата, ќе разгледаме два примери на задача и експеримент. Целта на овие задачи е подобро разбирање на суштината на претходно опишаните појави, како и донесување заклучоци врз основа на истражувачки експеримент кој учениците би го изведувале со помош на наставникот.

Задача: Определување на географската ширина со мерење на висината на Сонцето по меридијанот

Сончевото време се мери преку привидното движење на Сонцето на небесниот свод. *Локално пладне* се дефинира како сончево време во моментот кога Сонцето е точно на југ, а тоа зависи од географската ширина на која се наоѓа набљудувачот. Временското растојание помеѓу две последователни горни кулминации на Сонцето се нарекува *вистински сончев ден*.

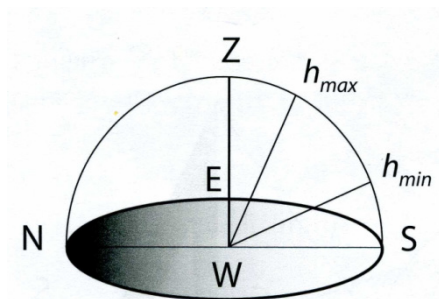
Периодот за кој тоа движење се повторува може да се одреди со мерење на должината на сенката на еден вертикално поставен стап – *гномон*. Положбата на пладневната линија и на меридијанот се одредуваат како продолжение на најкратката сенка што ја фрла гномонот. Висината на гномонот H и должината на сенката L во моментот на набљудувањето t ја одредуваат висината на Сонцето над хоризонтот h , а тоа може да се претстави со следново равенство:

$$\operatorname{tg}(h) = \left(\frac{H}{L}\right) h = \operatorname{arctg}\left(\frac{H}{L}\right)$$



Сл.3

Доколку мерењето се изведува во текот на целата година се забележува дека најкратката сенка периодично ја менува својата должина. Сонцето во текот на годината постигнува различни висини над хоризонтот по меридијанот, како што е прикажано на слика 4. Со мерење било добиено дека најголема алтитуда (висина) се добива околу 21 јуни, а најмала во временскиот период околу 21 декември.



Сл. 4. Најмалата h_{min} и најголемата височина h_{max} која ја достигнува сонцето над хоризонтот за дадена географска ширина.

Постанка: Се забележува положбата на врвот од сенката на гномон за секоја полна минута во временски период од десет до единаесет часа. Најкратката сенка со должина L и висината на гномонот H определуваат триаголник, од кој може да се пресмета максималната височина h_{max} со помош на равенството:

$$tg(h_{max}) = \left(\frac{H}{L}\right), \text{ од каде следи дека } h_{max} = arctg\left(\frac{H}{L}\right). \text{ Ако е познато}$$

дека висината на Сонцето зависи од неговата деклинација и од неговата географска ширина, да се определи географската ширина од равенката:

$$\varphi - \delta + h_{max} = 90^\circ$$

$$\varphi = 90^\circ + \delta - h_{max}$$

Напомена: Вредноста за деклинацијата на Сонцето за соодветниот датум да се земе од астрономски ефемериди.

Истражувачки експеримент: „Зависност на температурата од упадниот агол на светлината“

Учениците се делат во групи и секоја група добива наставен лист, во кој се запишани упатства за изведување на експериментот

Цели на истражувачкиот експеримент:

Во овој експеримент учениците ќе испитуваат каква е зависноста на температурата на дадена површина од аголот под кој паѓа упадната светлина.

Потребни материјали:

- 3 идентични, изолирани метални дискови во црна боја;
- 1 термометар прицврстен директно на секоја од металните плочи;
- извор на топлина (на пример инфрацрвена ламба);
- штоперка.

Задача:

1. Формулирај ја својата претпоставка и внеси ја во наставниот лист. Направи го тоа пред почетокот на експериментот. Размисли за тоа под кој упаден агол на светлината (во однос на површината) температурата на дадената површина ќе биде највисока.

2. Запиши ја твојата претпоставка и пополни во наставниот лист;

- Поделете ги активностите помеѓу учениците од групата;
- Еден ученик е задолжен за мерење на време од 10 минути на штоперката до завршување на експериментот;
- Друг ученик има задача да ги чита вредностите за температурите од термометрите;
- Трет ученик ги запишува резултатите од мерењето.

4. Вклучи ја ламбата и истовремено почни со мерење на времето од 10 минути со штоперката;

5. Измери ја температурата во почетокот на загревање на дисковите под агол од 90° , 60° и 30° и запиши ги резултатите во табелата;

5. Измери ја температурата на крајот од загревањето на дискот и запиши ги резултатите;

4. Нацртај ја графичката зависност на времето од температурата. На x оската нанеси ги вредностите за времето, а на y оската резултатите од мерењето за температурата.

- Со анализа на резултатите подгответе се со својата група за нивно презентирање пред класот.

Формулирање на претпоставката (Какви резултати би очекувале?)

Резултати

Упаден агол	Почетна температура (°C)	Крајна температура (°C)	Промена во температурата (°C)
90°			
60°			
30°			

Анализа

1. Под кој упаден агол на светлината (во однос на површината) дадената површина прима најголем процент од сончевото зрачење ?

2. Под кој упаден агол на светлината (во однос на површината) дадената површина прима најмал процент од сончевото зрачење?

Заклучок

Дали твојата претпоставка беше точна?

Одговори и резултати од експериментот „Зависност на температурата од упадниот агол на светлината“

Претпоставка

Се очекуваат различни одговори, но се смета дека поголемиот дел од учениците ќе одговорат дека побрзо ќе се загрее онаа површина на која светлината паѓа под агол од 90° во однос на површината.

Резултати

Упаден агол	Почетна температура (°C)	Крајна температура (°C)	Промена во температурата (°C)
90°	28,1	43,2	15,1
60°	28,1	40,7	12,6
30°	28,1	34,8	6,7

Анализа

1. Под кој упаден агол дадената површина прима најголем процент од сончевото зрачење ?

- Под агол од 90° дадената површина прима најголемо количество од светлинското зрачење и се предизвикува најголема промена во температурата.

2. Под кој агол на упаѓање (во однос на површината) на светлината дадената површина прима најмало количество од сончевото зрачење?

-Под агол од 30° (во однос на површината) дадената површина прима најмало количество од светлинското зрачење и се предизвикува најмала промена во температурата.

e-mail: elenavlahova.j@gmail.com

Користена литература

1. Н. Андоновска, Вовед во атомската и нуклеарната физика, Унив. Св. Кирил и Методиј, Скопје 2001
2. Г. Апостоловска, Астрономија, интерна скрипта 2010
3. Г. Апостоловска, Физика и заштита на животната средина, интерна скрипта 2010
4. А. С. Томиќ, Сунчев систем - Збирка вежби за самосталан рад ученика, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд 2005
5. Explorations in Physics Lab Manual, PASCO 2002
6. Solar constant-www.wikipedia.org
7. Solar radiation-www.science.gsfc.nasa.gov

МАКЕДОНСКОТО УЧЕСТВО НА МЕЃУНАРОДНИТЕ ОЛИМПИЈАДИ ПО АСТРОНОМИЈА И АСТРОФИЗИКА - МОАА 2014 И МОАА 2015

Филип Симески

Меѓународната олимпијада по астрономија и астрофизика (МОАА) е најпрестижниот натпревар за средношколци во оваа област на светско ниво. Првпат беше одржана во 2007 година во Чианг Маи, Кралството Тајланд, со учество на 21 земја од три континенти.

Оттогаш олимпијадата редовно се организира, а бројот на учесници постојано расте. Наредната олимпијада ќе се одржи во Семаранг, Република Индонезија. На почетокот на месец август оваа година се очекува учество на четириесетина земји со повеќе од двеста учесници.



Сл. 1. Официјалното лого на МОАА



Сл. 2. Дел од учесниците од балканските земји на 7. МОАА

Република Македонија низа години има натпревар по астрономија на национално ниво, организиран од Македонското астрономско друштво (МАД), а во склоп на Зимската школа по астрономија. Пред четири години кај мене, како еден од наградените учесници на државниот натпреварот, се појави желбата за учество на меѓународен натпревар на кој би го споредил своето знаење со своите врсници од целиот свет. Со оглед на тоа дека на меѓународните олимпијади по физика, математика и информатика Македонија веќе долги години праќа свои учесници, преку мало интернет - истражување дознав дека постои и олимпијада за астрономија и астрофизика. Ги исконтактирав тогашните организатори во Бразил, кои беа многу љубезни и прифатија да испратат и покана до нашето Министерство за образование и наука. За жал, поради финансиски потешкотии таа година немавме можност да учествуваме на МОАА. Но, желбата за докажување на моето знаење не престана. Работејќи напорно, следната година повторно бев меѓу наградените учесници на Републичкиот натпревар. Ги исконтактирав и тогашните организатори во Грција и тие исто така нè поканија да учествувавме. Со поддршка од МАД, пет од наградените учесници на државниот натпревар по астрономија отпатуваа за Волос, да ја одбранат честа на младите македонски астрономи.



Сл. 3. Македонскиот тим на 7. МОАА во Волос, Грција. Од лево: Станиша Вељковиќ, Марија Стумпу, Дејан Максимовски, Фросина Панчева, Андреј Симески, Филип Симески, Глигор Дучев.

Првиот македонски тим на МОАА се состоеше од Филип Симески (Јахја Кемал – Бутел), Дејан Максимовски (Јахја Кемал – Бутел), Андреј Симески (Јахја Кемал – Автокоманда), Глигор Дучев (Јахја Кемал – Струмица) и Фросина Панчева (Јахја Кемал – Струмица) како учесници и Станиша Вељковиќ, професор по физика од приватното средно училиште Јахја Кемал, како лидер. На олимпијадата во Грција, седма по ред, учествуваа 39 тима од 35 земји. Освен Македонија, за првпат учествуваа и Ерменија, Канада, Кипар, Малезија, Нов Зеланд, САД и Словенија. Домаќините се погрижија, во време кога во нивната земја владе(ш)е голема економска и финансиска криза да организираат одличен натпревар со ретки пропусти. Учесниците беа сместени во хотел на планината Пелион, а лидерите во олимпиското село на периферијата на Волос. Натпреварот се одржа на Тесалискиот универзитет и се состоеше од теоретски и практичен дел. Теоретскиот дел содржеше петнаесет кратки и три долги задачи, додека практичниот имаше четири задачи за обработка на податоци и дел каде требаше да се монтира телескоп.

Олимпијадата во Грција траеше 10 дена од кои повеќето беа наменети за дружење меѓу учесниците и нивно запознавање со локалната култура и историја претставени од водичи-студенти. Водичот на нашиот тим беше Марија Стумпу. Беа организирани прошетки низ градот Волос, по планината Пелион, до локалниот археолошки музеј, плажите, крстарење низ Пагасатскиот залив... Имаше и натпревари во фудбал, одбојка, шах, часови по фолклорни танци и секако, многу забави. Секоја вечер учесниците имаа можност да уживаат во прекрасните глетки кои им ги понуди чистото ноќно небо над Егејското море. Натпреварите, иако напорни, беа прекрасно искуство за сите нас. Научивме многу, го споредивме знаењето со нашите врсници и најважно, формиравме значајни пријателства со луѓе со слични интереси од целиот свет – без никакви предрасуди или поделби. Токму овие пријателства имаат потенцијал да прераснат во значајни меѓународни соработки на научни проекти кои би придонеле за развој на целото човештво и подобро разбирање на нашите опкружувања.

Конечно, на последниот ден од олимпијадата во свечената сала на Светата митрополија на Деметриос и Алмирос се одржа церемонијата на доделување на награди на која, во присуство на бројни амбасадори, академски, политички и воени претставници беа доделени признанија на најдобрите. Првото место го освои Денис Турку од романскиот тим. Филип Симески од македонскиот тим освои пофалница со што се впиша како прв ученик од Македонија награден на овој натпревар. Другите членови исто така постигнаа

солидни резултати, имајќи ги предвид краткорочните подготовки и малиот капацитет на астрономска литература на македонски јазик.



Сл. 4. Македонскиот тим на 8. МОАА во Сучава, Романија. Од лево: Филип Симески, Фросина Панчева, Дејан Максимовски, Андреј Симески, Томе Кириази, Дијана Софија Граур, Станиша Вељковиќ.

Првото учество на една меѓународна олимпијада отвора можност, по инерција, а и постојана желба, тоа да прерасне во редовен настан. По пријава на проф. Вељковиќ на почетокот на 2014 година Македонија повторно беше учесник на следната МОАА, која лани се одржи во Сучава, Република Романија. Овојпат МАД ми ја понуди функцијата лидер на тимот кој повторно беше избран на крајот на месец март на натпреварот по астрономија при Зимската астрономска школа. Во него се пласираа Дејан Максимовски (Јахја Кемал – Бутел), Андреј Симески (Јахја Кемал – Автокоманда), Томе Кириази (Ѓорѓи Наумов – Битола), Ангела Митровска (Јахја Кемал – Автокоманда) и Фросина Панчева (Јахја Кемал – Струмица).

Во текот на наредните неколку месеци проф. Станиша Вељковиќ, одржа повеќе предавања, а во средината на месец јули се одржа и камп во планинарскиот дом „Смрека“ на Попова Шапка. На кампот двајцата лидери ги подготвуваа македонските претставници преку решавање теоретски задачи преку ден и вршење набљудувања со аматерски телескоп навечер. Кампот, исто така претставуваше и

можност за подобро меѓусебно запознавање на македонскиот тим, а беше исполнет и со многу прошетки по падините на Шара.

Патувањето кон Сучава се одвиваше во два дела: првиот со автобус до Софија, Република Бугарија, а вториот, заедно со бугарскиот тим со воз преку Букурешт, до финалната дестинација на северот на Романија. По долгото и исцрпувачко патување тимот беше пречекан од македонското знаме во рацете нивниот водич за следните десетина дена, Дијана Софија Граур, студент на универзитетот-домаќин. По краткиот одмор, имавме можност за прошетка и запознавање на градот и дружење со другите учесници. Лидерите престојуваа во блиското гратче Гура Хуморулуи, со цел да не може да бидат во контакт со своите натпреварувачи во текот на натпреварите.

На осмата по ред МОАА, имаше вкупно 42 тима од 37 земји. За прв пат имаше учесници од Мексико, Молдавија, Непал, Пакистан и Црна Гора. Институција-домаќин на олимпијадата овојпат беше Универзитетот „Стефан Велики,“ основан пред 50 години за да овозможи високо образование на младите луѓе од Молдавија.



Сл. 5. Телескопите подготвени за набљудувањето (покрај манастирот Драгомирна)

Натпреварот, повторно беше поделен на теоретски и практичен дел, но овој пат содржеше многу помали тестови. Така, учесниците требаше да решат тест во планетариум, тест на свездена мапа, теоретски задачи, задачи каде обработуваа податоци и конечно набљудување под отворено небо. За жал, поради временските услови набљудувањето беше откажано во последен момент.

Останатите денови од олимпијадата беа наменети за одмор, дружење и запознавање со локалните традиции и историја. Имаше можност да се посетат прекрасните молдавски манастири заштитени

од страна на УНЕСКО, селскиот музеј, Сучавската тврдина, бачилата, локалниот ски-центар, рудниците за сол, а слободното време беше наменето во дружење и запознавање со врсници од целиот свет. За учесниците не постоеа никакви предрасуди во однос на бојата на кожата, националноста, религиската или сексуална определба – сите брзо стануваа пријатели, споделуваа искуства и планови за продолжување на студиите активностите во полето на астрономијата пред формално да добијат образование во оваа област.



Сл. 6. Филип Симески (лево) и Дејан Максимовски (десно) досегашните македонски ученици кои биле наградени.

На последниот ден на олимпијадата во многу убава атмосфера исполнета со музика и танци од сите етнички групи присутни на територијата на Република Романија, беа доделени наградите на најдобрите учесници. Оваа церемонија се одржа на платото пред планетариумот при Универзитетот „Стефан Велики“. Првото место повторно отиде во рацете на Денис Турку од Романија, со што тој стана првиот учесник во историјата на оваа олимпијада кој две години по ред бил апсолутен победник на натпреварот. Нашиот тим повторно се избори да освои една пофалница од страна на Дејан Максимовски.

Успесите на Филип и Дејан треба да претставуваат поттик и мотивација за сите млади луѓе кои сакаат да се занимаваат со наука во Македонија. понапорно да работат и никогаш да не се откажуваат. Промоцијата на науката и научното описменување на младите е една од најблагородните вредности и поради тоа, ги повикувам властите и бизнис секторот во Република Македонија да вложуваат повеќе во оваа дејност преку организирање и поддршка на различни школи, семинари, натпревари и мостри за научни и технолошки истражувања. А, за овие настани да бидат успешни – учениците треба да се интересираат, распрашуваат, истражуваат и да се пријават да учествуваат. Комуникацијата со успешните и дружењето со луѓе со слични интереси води кон идни соработки, научни трудови и можни големи идеи и откритија.

Се надевам дека сите кои ќе учествуваат на утрешниот натпревар ќе покажете солидно знаење и уште еднаш Македонија ќе има успешно претставување на МОАА, овојпат во Индонезија. Среќно!

Повеќе информации за олимпијадите може да најдете на следните веб-страници:

<http://ioaa.info/>

<http://ioaa2015.org/>

<https://www.facebook.com/ioaa2014>

<http://www.ioaa2013.gr/>

e-mail: filip.simeski@gmail.com

Авторот на текстот е студент по аеронаутичко инженерство во втора година при Универзитетот Браун во Провиденс, Род Ајленд, САД. Како средношколец се има натпреварувало на бројни натпревари од областа на астрономијата, физиката, математиката и хемијата на национално и меѓународно ниво. Неговите интереси вклучуваат вселенски истражувања, технологија, јазици, патувања и меѓународна соработка од секаков вид. Од 2014 година е еден од лидерите на македонскиот тим на МОАА.

АСТРОНОМСКА ШКОЛА – OPTICON

Јана Богданоска

Како дел од поголем проект наречен OPTICON (Optical Infrared Coordination Network) FP7 (2013-2016), кој има цел да ја ги зближи сите национални и интернационални институции за оптичка и инфрацрвена астрономија, беше организирана астрономска школа, со цел на воведување на младите астрономи во светот на набљудувачка астрономија како нивна идна кариера.

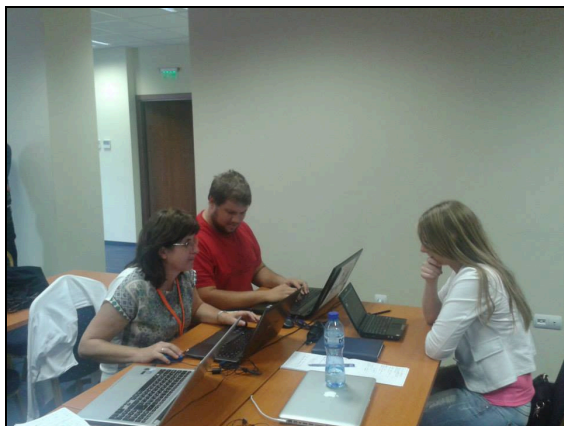
Школата траеше во периодот од 17 септември до 1 октомври 2014 година и се одржа во Бугарија и тоа прво на Астрономската опсерваторија Рожен, а потоа во Софија, каде што имаше конференција наречена Awareness conference. Во делот од школата посветен на набљудувања во Рожен беа вклучени 20 учесници од Бугарија, Турција, Грција, Македонија, Босна, Италија, Франција, Велика Британија, Унгарија, Полска и Ерменија. Претставник од Македонија беше Јана Богданоска, студент на астрономија, т.е. авторот на текстот.



Сл. 1. Групата на авторот Јана Богданоска (лево) со нивниот тутор Вања Статева (средица, напред) и организаторот на школата Мишел Денефелд (средица, позади)

Набљудувањата во Рожен се одвиваа во текот на првата недела, од 17 до 23 септември. Учесниците беа поделени во 5 групи. Секоја од групите имаше тутор и тема на којашто работи. Секоја група требаше

да помине барем една ноќ на некој од трите телескопи, што, за жал, не беше изводливо поради временските услови. Освен првата ноќ, кога беше возможно да се набљудува, но со слаби резултати, првите неколку ноќи беа облачни. За среќа при крајот на неделата небото се разбистри, па сите групи добија барем малку време за набљудување со телескоп.



Сл.2. Напорна работа - обработка на податоци



Сл. 3. Двометарскиот телескоп во НАО Рожен

На почетокот од Школата имаше предавања кои имаа цел да ги запознаат учесниците со техничкиот дел на телескопите, како и со основите на астрономската спектроскопија, фотометрија и полариметрија. Откако се запознаа со програмскиот пакет IRAF учесниците го користеа за да од добиените астрономските податоци добијат конкретни резултати.

По неколку напорни денови поминати во обработка на податоци и неколку непреспани ноќи, групата се врати во Софија за да присуствува на конференцијата на која се одржаа серија предавања од страна на професори од повеќе држави, а со цел учесниците да се запознаат најактуелните теми во астрономијата.

Освен предавањата и задачата да продолжат со обработката на податоците, учесниците добија задача да напишат предлог за добивање на време на телескоп (набљудување со телескоп).

На крајот на школата имаше презентации за работа и резултатите постигнати во текот на нејзиното одвивање.

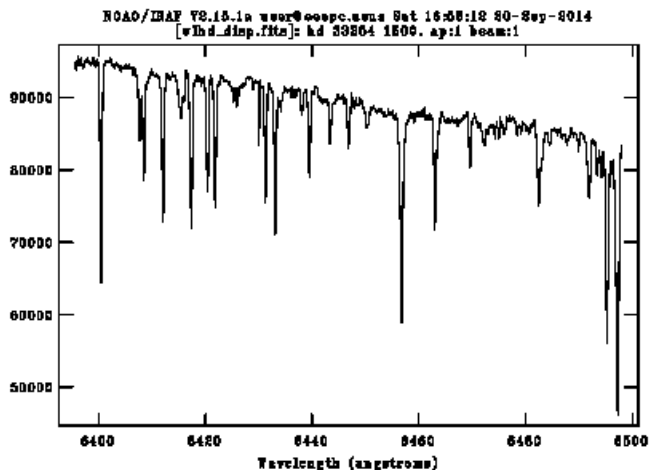
Истражувања

Првата група спектроскопски ја истражуваше пекуларната звезда Iota Delphini за да го определи нејзиниот хемиски состав. Откако беа отстранети телуричните линии, со помош на набљудувања на други споредбени ѕвезди, меѓу кои беше и Вега, беа потврдени резултатите кои се објавени во научната литература - дека Iota Delphini навистина има необичен состав на железо и калциум: $[Fe/H] = +0,267$ и $[Ca/H] = -0,5$. Беше предвидено да се набљудуваат и други слични ѕвезди, но поради лошото време тоа не беше можно, а според распоредот на телескопското време требаше да се премине од Коде спектроскопија во режим на Касегренов фокус за другите групи.

Втората група примени спектро-полариметрија за да го определи типот на различни астероиди. Иако имаше мал број на набљудувања, со помош на промената на поларизацијата во зависност од фазниот агол на астероидот можеше да се заклучи дека 12 Victoria е тип L, а 80 Sapho е S тип.

Третата група набљудуваше стари ѕвезди во ѕвездени јата од халото на нашата галаксија за да види дали има разлики во составот за ѕвездите кои би требало да имаат иста старост. Првите две јата NGC411 и M36 беа избрани поради нивната добра видливост. Првата значајна задача беше да се изберат поединечни ѕвезди за кои ќе се утврди дали припаѓаат на кластерот со помош на прецизни мерења на радијалната брзина. Потоа беа определени количествата на

магнезиум и железо, но немаше разлики во рамките на измерената точност.



Сл. 4. Спектар добиен од првата група

Четвртата група проучуваше доцни типови на ѕвезди кои се дом на егзопланети, а се откриени во мисијата Кеплер. Целта беше да се определат нивните фотометриски и спектроскопски карактеристики. Иако времето не одеше во полза, сепак групата успеа да направи одлична UBVRI фотометрија за сите кандидати. Спектроскопски мерења беа направени само на еден кандидат KIC10063343, за кој во споредба со серија од референтни ѕвездени спектри беше определен дека е ѕвезда од типот K7V.

Последната група сними спектри на две неодамна откриени нови: Nova Del 2013 и Nova Cygni 2014 за да ги определи нивните еволутивни стадиуми и да ги спореди со спектри од пораните епохи. Беше откриено дека Nova Del 2013 е веќе во фаза на маглина, што не е зачудувачки поради тоа што е брза нова. Спектарот на Nova Cygni 2014 покажа брза промена, иако претходно бил класифициран како бавна нова од тип FeII. Нејзините линиски профили се асиметрични и веќе пројавуваат линии карактеристични за стадиум на маглина. И тука, поради времето имаше ограничување на понатамошно набљудување на оваа промена. Групата успеа да ја пресмета екстинкцијата и оддалеченоста на објектот ($4,7\text{кpc} \pm 0,6\text{ кpc}$) со помош на апсорпционите линии на K и Na.

Секој учесник пред останатите презентираше дел од работата на неговата група. Сите презентации беа успешни. На крајот, на учесниците им се доделија дипломи за учество.

Целото искуство беше неверојатно. Беше одлична прилика да се запознаат луѓе од други земји. Иако најголемиот дел од времето беше поминат во работа, сепак остана малку време за дружење. Школата не остави со чувство дека има место за нас во светот на астрономијата и надеж за нејзин развој во иднина.

e-mail: bogdanoska.jana@gmail.com



Сл.5. Сите учесници на школата, заедно со таторите и организаторите

http://www.iap.fr/opticon/neon_schools/2014/Report2014.html

ИНФОРМАЦИИ ЗА XVI ЗИМСКА ШКОЛА ПО АСТРОНОМИЈА И ЗА НАТПРЕВАРОТ ПО АСТРОНОМИЈА ВО 2014 ГОДИНА

На 28 и 29 март 2014 година на Институтот за физика при Природно-математичкиот факултет се одржа „XVI-та Зимска школа по астрономија“. Пријавувањето на учесниците беше по електронски пат. На Школата присуствуваа 90 ученици од средни училишта од повеќе градови од државата.

ПРОГРАМА за XVI Зимска школа по астрономија

28.03.2013 (петок)

09:30 Регистрација на учесниците
09:50 Отворање на Школата
09:55 „Темна енергија“ - Наце Стојанов
10:40 „Експериментот ICE CUBE – неутринска опсерваторија на Антарк тикот“ - Александар Ѓурчиновски и Јана Богданоска
11:10 - Пауза
11:40 „Тајните на Месечината“, Јана Богданоска
12:15 „Живот – како настанал и како да се пронајде“, Владимир Оханесјан
13:00 Регистрација на учесниците на натпреварот

29.03.2013 (сабота)

09:30 „За настанокот на годишните сезони...“, Елена Влахова
Јордановска
10:00 „За астрономската опсерваторија Рожен“, Елена Вчкова -
Бебековска
10:30 Пауза
10:45 „Бестежинска состојба и експерименти направени во Интернационалната вселенска станица“, Павлинка Ѓоргиева
11:25 „Каталог на рекорди за вселенски објекти“, Марија
Николиќ-Стојмановска
12:00 Натпревар по астрономија: „XVI Зимска астрономска
школа“

На 29 март во рамките на школата се одржа натпревар по астрономија. На него учествуваа 41 натпреварувач при што најуспешните добија дипломи од страна на Македонското астрономско друштво. Во техничката организација на натпреварот активно беа вклучени членовите на Скопското астрономско друштво.

Во прилог е табелата со нагадените и пофалените натпреварувачи.

1	Дејан Максимовски	ПСУ „Јахја Кемал“, Скопје	I место
2	Андреј Симески	ПСУ „Јахја Кемал“, Скопје	II место
3	Томе Кириази	СОТУ „Ѓорѓи Наумов“, Битола	III место
4	Фросина Панчева	ПСУ „Јахја Кемал“, Струмица	пофалница
5	Ангела Митровска	ПСУ „Јахја Кемал“, Скопје	
6		СУГС Раде Јовчевски Корчагин, Скопје	

Гордана Апостоловска
Претседател на МАД

