



PERSEUS

X

Revistă de astronomie

Astroclubul „Perseus” Bârlad



2021



PERSEUS

X

Revistă de astronomie

Astroclubul „Perseus” Bârlad

2021

PERSEUS

Publicație a Muzeului „Vasile Pârvan” Bârlad
Str. Vasile Pârvan nr. 1
731050 Bârlad
Tel: 0235 42 16 91
0335 404 746
Fax: 0235 42 22 11
Email: muzeuvs@muzeuparvan.ro
Adresa web: www.muzeuparvan.ro
AstroBârlad: http://astrobarlad.wordpress.com/

PERSEUS

Publication of Museum „Vasile Pârvan” Bârlad
1 Vasile Pârvan Street
731050 Bârlad
Phone: 0235 42 16 91
0335 404 746
Fax: 0235 42 22 11
Email: muzeuvs@muzeuparvan.ro
Web address: www.muzeuparvan.ro

Colegiul de redacție:

Dr. Mircea MAMALAUCA - Director, Muzeul „Vasile Pârvan” Bârlad

Dumitru Ciprian VÎNTEVARĂ - Șef Serviciu Astronomie/Muzeul „Vasile Pârvan” Bârlad

Ovidiu TERCU - Coordonatorul Secției Planetariu/Observatorul astronomic din cadrul
Complexului Muzeal de Științele Naturii Galați

Andrei POCORA - Asistent universitar, Academia Navală „Mircea cel Bătrân” Constanța

Redactor șef: Muzeograf Dumitru Ciprian VÎNTEVARĂ

ISSN: 2284 – 970X

ISSN – L: 2284 – 970X

REVISTA APARE CU SPRIJINUL FINANCIAR AL CONSILIULUI JUDEȚEAN VASLUI

Revistă fondată de Muzeul „Vasile Pârvan” Bârlad

Apare din anul 2012

© Muzeul „Vasile Pârvan” Bârlad

Coperta: Cometa C/2020 F3 (NEOWISE) - 12.07.2020, ora 3:30
Comuna Tutova, Județul Vaslui. Foto: Ciprian Vîntdevară

Cupola Pulsar 2,2 m și setup-ul de astrofotografie - martie 2021
Credit: Observatorul Astronomic al Muzeului „Vasile Pârvan” Bârlad

Tipărit la: S.C. IRIMPEX S.R.L. Bârlad

CUPRINS / CONTENT

Dumitru Ciprian VÎNTDEVARĂ , <i>Editorial. Revista de astronomie Perseus a ajuns la nr. 10</i> <i>Perseus astronomy magazine reached issue 10</i>	5
Dan RAMF , <i>Vizionar și visător, Hermann Oberth un savant on-line</i> <i>Visionary and dreamy, Hermann Oberth an online scientist</i>	8
Dorin COZAN , <i>Lumi paralele – la un milimetru distanță</i> <i>Parallel worlds. one millimeter away</i>	13
Maria VELEA, Salomeea VELEA , <i>Astronomia în raze X</i> <i>X-ray Astronomy</i>	15
Alexandra CIUCHE , <i>Apă în Sistemul Solar</i> <i>Water on the Solar System</i>	20
Radu M. ANGHEL , <i>Johannes Hevelius – Ultimul mare reprezentant al astronomiei cu ochiul liber. Johannes Hevelius – The last and greatest of the naked-eye star observers</i>	25
Dan-George UZA , <i>Fenomene luminoase la Rotonda din Geoagiu, Jud. Hunedoara</i> <i>Light phenomena at the Rotonda of Geoagiu, Hunedoara County</i>	32
Erika Lucia SUHAY , <i>Vladimir Boico (30 septembrie 1909 - 27 ianuarie 2001) o personalitate de excepție a astronomiei de amatori</i> <i>Vladimir Boico. An exceptional personality of amateur astronomy</i>	40
Cătălin BELDEA, Xavier JUBIER , <i>Un deceniu de eclipse centrale</i> <i>A decade of central solar eclipses</i>	46
Jan Ovidiu TERCU, Gabriel Cristian NEAGU , <i>Descoperirea unei stele variabile lung periodice de tip Mira la Observatorul Astronomic din cadrul Complexului muzeal de Științele Naturii “Răsvan Angheluță” Galați</i> <i>The discovery of a Mira-type variable star at the Galati Astronomical Observatory</i>	56
Dumitru Ciprian VÎNTDEVARĂ , <i>Personaje importante care au marcat istoria astronomiei</i> <i>Important figures who marked the history of astronomy</i>	59
Gabriel Cristian NEAGU , <i>Descoperirea unei stele variabile în Galaxia Andromeda</i> <i>The discovery of a new variable star in the Andromeda Galaxy</i>	65
Cristi BORS , <i>Virusii și spațiul cosmic</i> <i>Viruses and outer space</i>	69
Alin PARASCHIV , <i>De ce studiem câmpuri magnetice?</i> <i>Why should we study magnetic fields?</i>	76
Alexandru BARBOVSCHI , <i>Aventurile unui vânător de eclipse</i> <i>Adventures of an eclipse chaser</i>	79
Jeny CARBARĂU , <i>Un vizitator neașteptat</i> <i>An unexpected visitor</i>	84
Ciprian T. BERGHEA , <i>Descoperirea primei lentile gravitaționale cuadrupe cu telescopul PAN-STARRS. Discovery of the first quadruple gravitationally lensed quasar with PAN-STARRS</i>	89

EDITORIAL

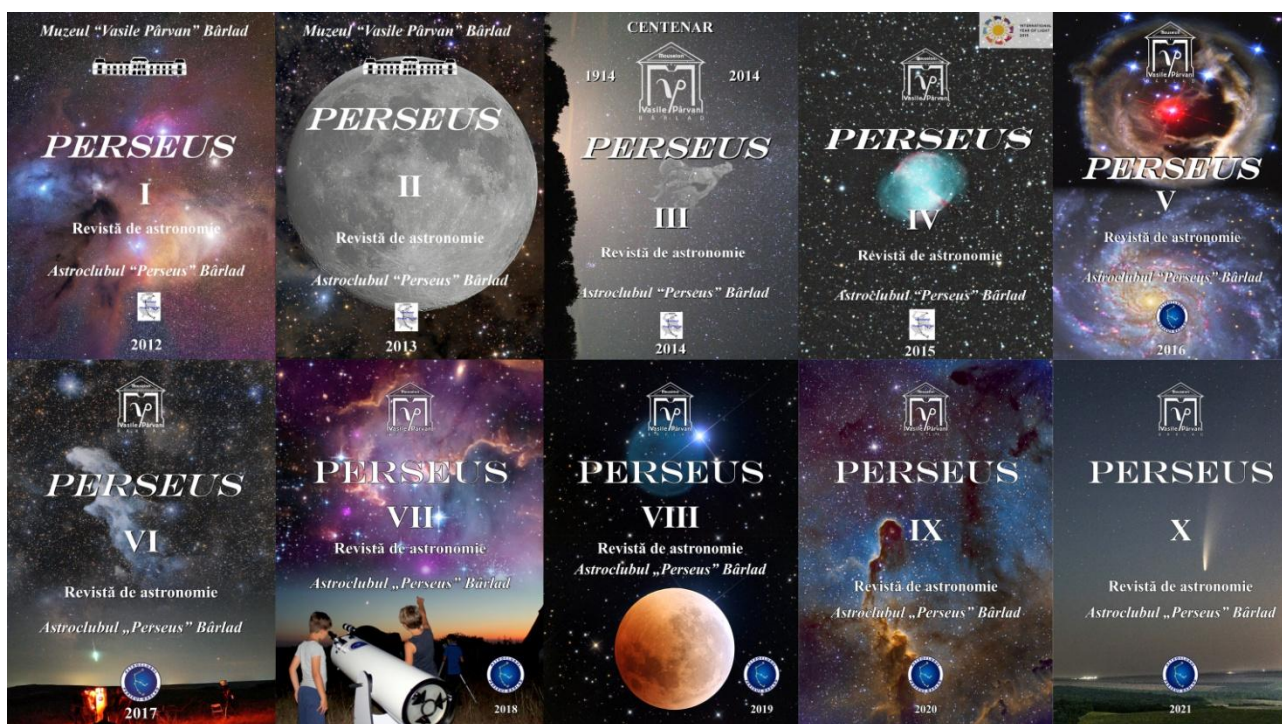
REVISTA DE ASTRONOMIE „PERSEUS” A AJUNS LA NUMĂRUL 10

Dumitru Ciprian VÎNTDEVARĂ*

Keywords: 10 years, Perseus Astronomy Magazine, „Perseus” Astroclub, Pulsar dome, LUNT solar telescope

În anul 2019 s-au împlinit 10 ani de la inaugurarea Planetariului din Bârlad, iar în anul 2020 s-a organizat activitatea aniversară: Astroclubul „Perseus” Bârlad - 10 ani de activitate! Iată că anul acesta publicăm cel de-al zecelea număr al revistei de astronomie „Perseus”, care apare din anul 2012, cu sprijinul financiar al Consiliului Județean Vaslui.

Revista de astronomie „Perseus”, ce aparține Muzeului „Vasile Pârvan” din Bârlad, se numără printre puținele materiale de astronomie ce apar în format tipărit din țară. În paginile publicației se găsesc diferite articole de popularizare și de promovare a astronomiei dar și articole complexe, de promovare a noilor descoperiri în acest domeniu. În cuprinsul revistei se numără articole semnate de colaboratorii din comunitatea astronomică din România, din diaspora sau chiar de colaboratori străini care și-au manifestat interesul față de această revistă de astronomie.



Imaginea nr. 1 Colaj format din coperțile numerelor 1 - 10 ale revistei de astronomie *PERSEUS*, publicate în perioada 2012 - 2021

În cei zece ani de la apariția acestei publicații, în cadrul Secției de Astronomie a instituției noastre s-au realizat multe lucruri deosebite, de la descoperiri importante în domeniul astronomiei, până la achiziția de noi instrumente și echipamente, folosite atât cu publicul la observațiile astronomice, cât și la astrofotografie și cercetare științifică.

În numărul IX din anul 2020 am detaliat cele mai importante realizări ale Secției de Astronomie, cu prilejul aniversării a 10 ani de activitate a Astroclubului „Perseus” Bârlad¹. În anul 2020, deși marcat de problemele create de pandemia de COVID-19, chiar și în aceste condiții dificile am reușit să atragem o mulțime de sponsorizări din mediul privat și, de asemenea, în

* Muzeograf - Șef serviciu în cadrul Serviciului de Astronomie / Muzeul „Vasile Pârvan” Bârlad.

¹ https://drive.google.com/file/d/1xdCQoWBFzFA_68ze_FmHKMTwfU1-7rxo/view

condiții de siguranță medicală, am organizat și câteva activități publice, cum ar fi: Tabăra de astronomie „Să cunoaștem cerul!”, ediția a VII-a, 12-18 august 2020, în Comuna Motoșeni, Județul Bacău. O altă activitate importantă a fost aniversarea din 10 octombrie 2020, atunci când am marcat împlinirea a zece ani de activitate a Astroclubului „Perseus” Bârlad.



Imaginea nr. 2 - Poză de grup la întâlnirea aniversară din 10 octombrie 2020

În anul 2020 s-au realizat două achiziții extrem de importante, care vor duce Observatorul Astronomic la un alt nivel! Este vorba despre telescopul solar LUNT, unul din cele mai mari și mai performante instrumente pentru observații solare destinate publicului din România. Și cea de-a doua achiziție este cupola Pulsar, de 2,2 m, realizată la finalul anului, din fondurile proprii ale instituției noastre! Cea din urmă achiziție va fi necesară pentru protejarea telescopului principal, dar și pentru eficientizarea activităților de astrofotografie și cercetare științifică.

Cu acest prilej, doresc să mulțumesc următoarelor companii private ce au sponsorizat Secția de Astronomie din cadrul Muzeului „Vasile Pârvan” din Bârlad, până în momentul redactării acestui articol: S.C. OMV Petrom S.A. România, S.C. Vinicola Averești S.R.L., S.C. Safir S.R.L. Vaslui, S.C. Top Gel Prod S.R.L. Craiova, S.C. Biosfarm S.R.L. Bârlad, S.C. Confecții S.A. Bârlad, Academia Titi Aur (ATA), S.C. Staer Internațional S.A. Galați, S.C. Ilvas S.A. Vaslui, S.C. Banca Transilvania S.A. România, S.C. Kredianis S.R.L, S.C. Evel H Company S.R.L, S.C. Authentic Version S.R.L., CEC Bank S.A., S.C. Energoconstruct S.R.L., S.C. Nomis 2003 S.R.L., Terra General Contractor S.R.L, S.C. Internațional Tehno S.R.L., S.C. Viacons Rutier S.R.L., A&A Farms Bogești, Soc. L.D.P. Reiser S.A., Radical Concept Construct S.R.L. București, S.C. Mon Ami Agro S.R.L. Bârlad, S.C. Aruba S.R.L., S.C. Rosavis Prod S.R.L, S.C. Voltpet Grup S.R.L. Bârlad, Fundația eMAG pentru educație, S.C. Cusut și Făcut S.R.L. Mitocu Dragomirnei, Cofetăria Vipp Bârlad, Spectralcom S.R.L., S.C. Compactus Grims S.R.L. Bârlad, S.C. SupraGrind Diamond and CBN Tools S.R.L. Bârlad, S.C. Crizantema S.R.L. Bârlad, S.C. Perpetuus Com S.R.L. Bârlad, S.C. Nova Dacia S.A. Bârlad.



Imaginea nr. 3 *Inaugurarea telescopului solar LUNT - 21 iunie 2020*



Imaginea nr. 4 *Cupola Pulsar 2,2 m, imediat după montare - 30 decembrie 2020*

PERSEUS ASTRONOMY MAGAZINE REACHED ISSUE 10

In 2019, 10 years have passed since the inauguration of the planetarium in Bârlad, and in 2020 the anniversary activity was organized: „Perseus” Astroclub Bârlad - 10 years of activity! This year we are publishing the 10th issue of Perseus Astronomy Magazine! It has been published since 2012 with the financial support of the Vaslui County Council, and this year it reached issue no. 10.

Perseus Astronomy Magazine belongs to „Vasile Pârvan” Museum in Bârlad and is one of the few astronomy materials that appear in printed format in our country. In the pages of the publication there are various articles aiming to popularize and promote astronomy, but also more complex articles that promote new discoveries in this field. The magazine contains articles signed by collaborators from the Romanian astronomical community, from the diaspora or even foreign collaborators who have shown interest in this astronomy magazine.

In ten years, since the magazine was first published, many special things have been accomplished in the astronomy section of our institution, from important discoveries in the field of astronomy, to the acquisition of new instruments and equipment, used with the public for astronomical observations, for astrophotography and scientific research. In issue IX of 2020 we detailed the most important achievements on the Astronomy Section, on the occasion of the 10th anniversary of the „Perseus” Astroclub from Bârlad.

The year 2020 was marked by the problems created by the COVID-19 pandemia. Even in these difficult conditions we managed to attract a lot of sponsorships from the private sector and also in safety conditions we also organized some public activities, such as: „Let's know the sky!” astronomy camp, 7th edition, August 12-18, 2020, Motoșeni Commune, Bacău County. Another important activity was the anniversary that took place on 10th of October 2020, when we marked the tenth anniversary of the "Perseus" Astroclub from Bârlad.

In 2020, two extremely important acquisitions were made, which will take the Astronomical Observatory to another level! It is about the LUNT solar telescope, one of the largest and most efficient instruments used for solar observations, intended for the Romanian public. And the second acquisition is the 2.2 m Pulsar dome, made at the end of last year, from our institution's own funds! The dome will be necessary to protect the main telescope, but also to streamline the activities such as astrophotography and scientific research.

VIZIONAR ȘI VISĂTOR, HERMANN OBERTH, UN SAVANT ON-LINE

Dan RAMF*

Keywords: mobile phones, humanity, Hermann Oberth, rocket, satellites

31 decembrie 2019 – 1 ianuarie 2020, anul vechi își închidea porțile și cel nou tocmai ne invita să-i trecem pragul. Oamenii, copii sau tineri, părinți sau bunici, își adresau felicitări, șopteau cu speranță visele pentru anul în care tocmai intrasem. Urma să fie un an frumos, cu aniversări minunate, Muzeul Național al Aviației Române împlinea 30 de ani de la înființare, noi expoziții temporare urmau a fi vernisate la Secția „Hermann Oberth” din Mediaș. La început, visul a prins aripi și, pe 6 ianuarie 2020, călătoream în lumea graficii, a desenului și picturii, în lumea cosmică a galaxiilor și a planetelor prin expoziția temporară a artistului medieșan Romulus Boieru. Câteva zile mai târziu ne întâlneam cu „Ziua Micului Inventator”, nebănuind că viața noastră se va schimba dramatic la început de Mărțișor.

Din 11 martie 2020 nu a fost zi în care să nu ne aducem aminte cuvintele savantului Hermann



Imaginea nr. 1 *Racheta V2, supranumită arma răzbunării, la rampa de lansare*

Oberth, cel care spunea: „Nimic nu este pe pământ imposibil, trebuie doar descoperite mijloacele necesare realizării. (...) Nu mai suntem dispuși să acceptăm granițele atmosferei terestre drept granițe ale existenței umane”. Poate aceste cuvinte spuse cu multe decenii în urmă au fost uitate de generațiile secolului al XXI-lea. Cu siguranță nu au fost uitate însă invențiile, lucrările, realizările marelui savant.

Începând cu luna martie 2020 întreaga umanitate s-a „mutat” în spațiul cosmic, în mediul on-line. Domenii importante din administrația publică centrală și locală, întregi sectoare comerciale, industriale, educația elevilor și a studenților s-a mutat în mediul on-line. Dar oare acest lucru ar fi fost posibil în urmă cu mai bine de 100 de ani? Deseori oamenii geniali, savanții visători nu au fost onorați și apreciați suficient de contemporanii lor. Ideile, visele, studiile despre care vorbeau erau cu multe decenii în fața prezentului.

Wernher von Braun (1912-1977) obișnuia să spună: „Noi am fost mereu doar tinichigii, Hermann Oberth a fost acela care ne depășea pe toți cu douăzeci de ani. Profesorul Oberth ne este superior tuturor cu douăzeci de ani bătuți pe muchie”. Oare de ce marele constructor de rachete aducea mereu elogii mentorului său? Oare ar fi necesar să-i păstrăm amintirea și respectul pentru invențiile

sale? Răspunsul nu poate fi decât afirmativ.

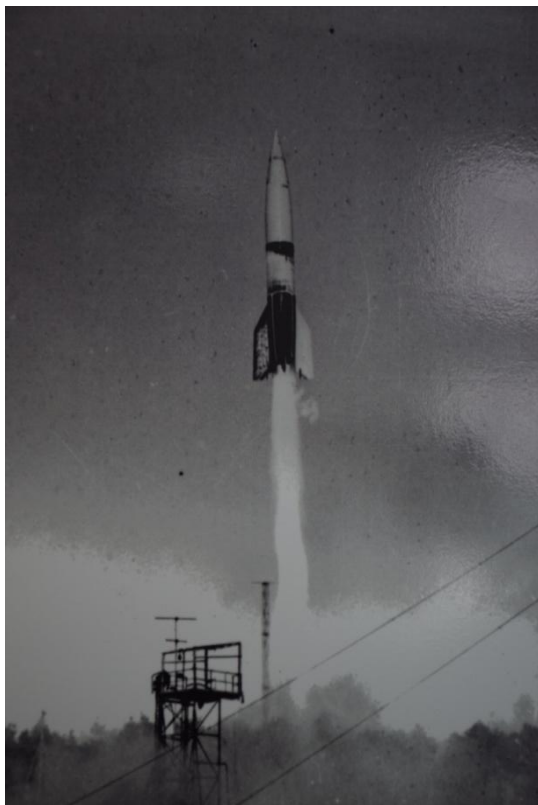
Miliarde de oameni, întreg globul pământesc folosește azi computere, telefoane mobile, transmisiuni tv și radio. Era digitală se datorează celor care în secolele trecute au visat, au calculat și au demonstrat că ideile lor sunt realizabile și pot aduce beneficii umanității. Am putea azi concepe interacțiunea on-line fără ajutorul sateliților? O mare parte a populației folosește telefoane

*Muzeograf, Muzeul Național al Aviației Române, Secția Istorie și Muzeografie, Rachete și Cercetări Spațiale „Hermann Oberth” Mediaș

mobile, acestea fiind conectate la antenele de transmisiuni și, mai departe, la sateliți. Dar oare cum a fost posibil ca aceștia să grăviteze deasupra pământului, să ne fie atât de folositori în viața cotidiană?

Spațiul românesc a dat umanității mari personalități, unul dintre cei mai proeminenți fiind savantul sas Hermann Oberth (1894-1989), părinte al rachetei și al navigației spațiale. Fără invențiile sale sateliții nu ar fi azi în cosmos, comunicarea on-line nu ar fi posibilă. Călătoria spațială, lansarea primilor sateliți, zborul omului în jurul pământului, aselenizarea, lansarea Stației Spațiale Internaționale, cercetarea planetei Marte, a asteroizilor și cometelor, descoperirea universului, puțin din toate acestea le datorăm savantului Hermann Oberth. Se cuvine să ne aducem aminte câteva repere biografice ale unui om genial, ale „părintelui navigației spațiale”.

La vârsta de șapte ani ținea un caiet de invenții, iar părinții, văzându-i pasiunea deosebită pentru știință și tehnică, îi dăruiesc un telescop și cărțile lui Jules Verne: „De la pământ la lună” și „Călătorie în jurul lunii”. Citind cărțile și cercetând Luna, tânărul Oberth ajunge la concluzia că vom putea aseleniza cu ajutorul rachetei. Din această concluzie se vor naște o mulțime de întrebări cărora tânărul elev le va da răspunsul în lucrările sale. Racheta trebuie să aibă cel puțin două trepte, viteza trebuie crescută treptat, combustibilul să fie lichid, omul poate suporta o accelerație de până la 8-10 g, vom avea beneficii economice de pe urma acestor invenții. Și, totuși, anul 1912 îl călăuzește



Imaginea nr. 2 *Racheta V2 decolează*

către cursurile Facultății de Medicină de la München, lucru care îi va fi de folos în cercetările ulterioare. Primul Război Mondial îl duce pe front, este rănit în 1915, după însănătoșire continuă cercetările în domeniul spațial, descoperind scopolamina, cea folosită intens de cosmonauții secolului XX. În toamna anului 1918 viața îi este pusă în pericol de teribila gripă spaniolă, dar trece cu bine și peste această încercare. Poate atunci astrele la care privea cu atâta ardoare i-au arătat calea, la începutul anilor '20 îl găsim student al Universității de la Cluj și mai apoi la München, Göttingen și Heidelberg. La finalul studiilor, lucrarea de licență conținea cele patru puncte esențiale cercetării spațiale; din păcate, a fost respinsă de profesorii Universității din Heidelberg. Din fericire, nu același lucru îl vor face profesorii Universității „Babeș-Bolyai” din Cluj-Napoca, devenind astfel profesor în anul 1923, cu mențiunea: „cele mai calde felicitări!”. Lucrarea de licență se numea „Racheta spre spațiile interplanetare”, și va fi tipărită în același an la Editura Oldenbourg din München.

Pentru a putea pune în practică cele demonstrate în teorie, savantul se mută în 1925 la Mediaș, unde va lua catedra de matematică și fizică de la Gimnaziul „Stephan Ludwig Roth”. Patru ani mai târziu, în casa din vechiul burg medieșan prinde viață „Căile navigației spațiale”, carte tipărită în 1929 la Editura Oldenbourg.

Primii care i-au dat crezare au fost studiourile UFA de la Berlin, regizorul Fritz Lang invitându-l să realizeze o rachetă pentru filmul „Femeia în lună”. Profesorul Oberth dă curs invitației, și cu această ocazie îl va cunoaște pe cel care i-a fost discipol, colaborator și șef, Werner von Braun. La Berlin reușește să construiască motorul conic, folosit ulterior la rachete. Cu toate că din punct de vedere științific cercetările din Germania l-au ajutat profund, savantul nostru nu a avut parte de o plată pe măsura muncii sale.

Vizita la București din anul 1932, întâlnirea cu Regele Carol al II-lea i-au deschis porțile Școlii Militare de Aviație de la Mediaș, aici continuându-și cercetările și experimentele. Astfel, în

1935 Mediașul devine al patrulea oraș din lume care cunoaște zborul rachetei, experiment reușit de profesorul Hermann Oberth la Școala de Aviație din vechiul burg medieval.



Imaginea nr. 3 *Hermann Oberth și invenția sa, motorul conic, brevetat în 1930*

În anul 1938 savantul pleacă în Austria și, mai departe, în Germania, la Peenemünde, acolo unde se construia racheta „Agregat 4”, 95 din invențiile sale regăsindu-se în aceasta. După anul 1943 este mutat la Reinsdorf și tras pe linie moartă. Este anchetat de autoritățile americane în 1945, colaboratorii săi, în frunte cu Wernher von Braun, au luat drumul Americii, acolo unde dezvoltau o nouă generație de rachete. Primul satelit american, primii cosmonauți americani și Saturn V, creație a lui von Braun, toate acestea au fost posibile prin studiile savantului Hermann Oberth. Aflat la Cap Kennedy în 1969, bătrânul savant putea vedea Saturn V plecând către Lună și pe astronautul Neil Armstrong punând piciorul pe satelitul pământului. Era împlinirea unui vis, spunea atunci: „aș fi mers și eu pe Lună, dar sunt prea bătrân”.

Savantul Hermann Oberth a avut parte de recunoașterea națiunii române; în anul 1972 este numit Doctor Honoris Causa al Universității „Babeș-Bolyai” din Cluj-Napoca. O frumoasă prietenie l-a legat de cosmonautul român Dumitru Prunariu, cel care i-a împărtășit experiența sa în cosmos. Orașul Mediaș găzduiește, începând cu anul 1994 un muzeu dedicat vieții și activității părintelui navigației spațiale.

Se cuvine, poate, ca în aceste vremuri de încercări educaționale, sociale, economice să ducem către noua generație visul și devotamentul savantului. Întotdeauna când vom folosi un „device”, să ne amintim un nume: Hermann Oberth.

Bibliografie:

Hans Barth, 1975 *Hermann Oberth*, Editura Kriterion, București.



Imaginea nr. 4 *Hermann Oberth și discipolul său, Wernher von Braun*

VISIONARY AND DREAMY, HERMANN OBERTH AN ONLINE SCIENTIST

December 31, 2019 - January 1, 2020, the old year was closing its doors and the new one was just inviting us to cross its doorstep.

"The people, children or young people, parents or grandparents, congratulated each other, they whispered with hope their dreams for the year we had just entered. It was going to be a beautiful year, with wonderful anniversaries, the National Museum of Romanian Aviation celebrated 30 years since its establishment, new temporary exhibitions were to be opened at the "Hermann Oberth" Section in Mediaș. From March 11, 2020, there was not a day that we did not remember the words of the scientist Hermann Oberth, who said: "Nothing is impossible on earth, only the means necessary to achieve it need to be discovered. (...) We are no longer willing to accept the boundaries of the Earth's atmosphere as the boundaries of human existence." Perhaps these words, spoken many decades ago, have been forgotten by the generations of the 21st century. But the inventions, works, achievements of the great scientist have certainly not been forgotten.

Starting with March 2020, all humanity has "moved" into outer space, into the online environment. Important areas of central and local public administration, entire commercial, industrial sectors, the education of pupils and students has moved to the online environment. But would this have been possible more than 100 years ago? Brilliant people, visionary scientists were often not honored and appreciated enough by their contemporaries. The ideas, the dreams, the studies they were talking about, were many decades ahead of the present.

Wernher von Braun (1912-1977) used to say: "We have always been just tinsmiths, Hermann Oberth was the one who was twenty years beyond us. Professor Oberth is superior to all of us with twenty years on the brink." Why did the great rocket builder always praise his mentor? Would it be necessary to preserve his memory and respect for his inventions? The answer can only be affirmative.

Billions of people, the entire globe uses today computers, mobile phones, TV and radio broadcasts. The digital age is due to those who in the past centuries have dreamed, calculated and demonstrated that their ideas are achievable and can benefit humanity. Could we conceive online interaction today without the help of satellites? A large part of the population uses mobile phones, which are connected to transmission antennas and further to satellites. But how was it possible for them to gravitate above the Earth, to be so useful to us in our daily lives?

The Romanian space gave humanity great personalities, one of the most prominent being the Saxon scientist Hermann Oberth (1894-1989), father of the rocket and space navigation. Without his inventions, satellites would not be in space today, online communication would not be possible. Space travel, the launch of the first satellites, man's flight around the Earth, the Moon landing, the launch of the International Space Station, research on Mars, asteroids and comets, the discovery of the universe, we owe a little of all these to the scientist „Hermann Oberth”.



Imaginea nr. 5 Muzeul Național al Aviației Române, Secția Istorie și Muzeografie, Rachete și Cercetări Spațiale „Hermann Oberth” Mediaș

LUMI PARALELE – LA UN MILIMETRU DISTANȚĂ

Dorin COZAN*

Keywords: Parallel worlds, quantum theory, multiverses, science

E vremea Covidului și, totuși, „Big Banguri se produc chiar când citiți această frază¹”. Astfel își începe Michio Kaku cartea „Parallel Worlds”, publicată în 2004 în SUA și tradusă la noi de Constantin Dumitru-Palcus, la Editura Trei, în 2015.

574 de pagini de informații direct de la sursă, de factură științifică, – Michio Kaku fiind, pe lângă unul din cei mai apreciați popularizatori ai astronomiei și un cercetător de renume internațional, aflat în primele linii ale pionierilor acestui domeniu, dar și de informații exotice, care fac deliciul lecturii. Știați, de exemplu, că Edgar Allan Poe a fost nu doar pasionat de astronomie, dar a intuit și unele teorii verificabile astăzi? Sau că, atunci „când cumperi un balon, primești atomi creați în primele momente de după Big Bang”²? Sau că o pisică, mamifer celebru nu de mult pe paginile rețelelor de socializare, poate fi, în același timp, și moartă și vie? Dar despre interesul lui Pablo Picasso pentru a patra dimensiune care a determinat apariția cubismului, știați?

E dificil de recomandat una din cele trei părți ale cărții: Universul (partea I), Multiversul (partea a II-a) și Evadarea în hiperspațiu (partea a III-a). Fiecare te seduce și te transportă la miliarde de ani-lumină, departe de lumea dezlănțuită și ușor obsedată de o entitate nici vie, nici moartă – numită Covid-19 – care a părut că amenință însăși existența uneia din marile miracole (sau accidente?) ale Universului și anume inteligența umană.

Dacă în prima parte teoria Big Bangului pare a domina scena certitudinilor astronomice, în a doua parte portalurile dimensionale și călătoria în timp sunt subiecte care deschid noi teorii și posibile dimensiuni (11, după ultimele cercetări), arătând că universul nostru e doar unul din multitudinea de universuri care se nasc și pier, fapt demonstrat și de existența unui alt univers care a precedat pe cel în care trăim astăzi³. Rezultă că organismul nostru conține elemente născute în interiorul unor stele care au explodat acum miliarde de ani. Astfel, concluzia părții a doua a cărții este, în viziunea lui Michio Kaku, evidentă, dacă aplicăm teoria cuantică la ceea ce știm despre univers: „[...] suntem forțați să acceptăm ideea universurilor paralele”⁴ și totodată “suntem forțați să admitem posibilitatea ca universul să existe simultan în mai multe stări”⁵. Aceasta poate da multe bătăi de cap atât cercetătorilor, cât și „profanilor”, deoarece trebuie să ne obișnuim cu ideea că, în funcție de universul de referință, pisica de care aminteam la început este și vie și moartă, până deschidem cutia în care s-a ascuns de fizicienii cu părul vâlvoi, obsedați de paradoxuri filosofice⁶.

Ceea ce e extraordinar la această teorie cuantică, arată Michio Kaku, este faptul că, dacă admitem principiul incertitudinii lui Heisenberg, trebuie să acceptăm ideea că universuri întregi ar

* Coordonator al Astroclubului Pegas-Cotnari, Biblioteca Publică Cotnari

¹Michio Kaku, *Lumi paralele. O călătorie prin creație, dimensiuni superioare și viitorul Cosmosului*, Editura Trei, București, 2015, p. 24.

² *Ibidem*, p. 97.

³ *Ibidem*, p. 112: „Asta mai înseamnă că Soarele nu este singura <<mamă>> a Pământului, cu toate că mulți pământeni l-au venerat ca pe un zeu care a dat naștere Pământului, acest lucru este doar parțial corect. Deși, la origine, Pământul a fost creat din rămășițele solare (în planul ecliptic de resturi și praf care a circulat în jurul Soarelui cu 4,5 miliarde de ani în urmă), Soarele abia dacă are temperatura necesară pentru transformarea hidrogenului în heliu. Ceea ce înseamnă că adevăratul nostru <<soare-mamă>> a fost, de fapt, o stea sau un grup de stele fără nume care au murit cu multe miliarde de ani în urmă într-o supernovă, care apoi a alimentat o nebuloasă din apropiere cu elementele mai grele decât fierul care alcătuiesc corpul nostru. Literalmente, corpurile noastre sunt alcătuite din pulberea stelelor care au murit acum miliarde de ani.”

⁴ *Ibidem*, p. 149.

⁵ *Ibidem*.

⁶ O soluție interesantă a paradoxurilor teoriei cuantice o oferă interpretarea lui Hugh Everett al III-lea, care „a evocat posibilitatea ca pisica să fie și moartă și vie – în același timp, dar în două universuri diferite. [...] Pisica este simultan moartă și vie, deoarece universul s-a divizat în două. Într-un univers, pisica e moartă; în celălalt, pisica e vie”.

putea să existe chiar deasupra nasurilor noastre, la câțiva centimetri de noi, plutind în a patra dimensiune, total invizibile.

Și, de aici, o serie de întrebări care amintesc de scenarii SF, dar testabile, se speră, într-un final: „este universul o hologramă? Există un <<univers umbră>> în care corpurile noastre există într-o formă bidimensională comprimată? Aceasta mai ridică și o altă întrebare, la fel de tulburătoare: este universul un program pe computer? Poate fi universul copiat pe un CD, poate fi <<reprodus>> când avem noi chef?”⁷

Personal, mi-a plăcut mult ideea că cele trei dimensiuni ale universului nostru demonstrează posibilitatea de a avea un creier. Iată cum: „Un alt argument din biologie sugerează că inteligența nu poate exista în mai puțin de trei dimensiuni. Creierul nostru este alcătuit dintr-un mare număr de neuroni suprapuși și interconectați într-o vastă rețea electrică. (...) Creierul uman, de pildă, conține circa 100 de miliarde de neuroni, cam câte stele cuprinde Calea Lactee, fiecare neuron fiind conectat cu aproximativ 10 000 de alți neuroni. O asemenea complexitate ar fi greu de obținut la un număr de dimensiuni scăzut”⁸.

Și, dacă ar fi să aleg, totuși, una din cele trei părți ale cărții care mi-a plăcut cel mai mult, ar trebui să arăt înspre a treia, care pune o întrebare incitantă: dacă universul va muri, așa cum arată ultimele descoperiri, ne permit legile fizicii evadarea din el? Să călătorim dus-întors printr-o gaură neagră, fie la marginile universului cunoscut, fie să sărim efectiv într-altul? Să putem, de exemplu, ca și civilizație de gradul III, să stăpânim tehnologia vitezelor superluminice și să colonizăm întreaga galaxie în 5 milioane de ani?!

Închei această recomandare de lectură cu același entuziasm cu care autorul pune punct pledoariei sale pentru știință și frumusețea lumii în care trăim: „Ne aflăm acum în cea mai interesantă perioadă din istoria omenirii, în pragul unora dintre cele mai mari descoperiri cosmice și progrese tehnologice din toate timpurile. Facem tranziția istorică de la observatori pasivi la coregrafi ai dansului naturii, având capacitatea de a manipula viața, materia și inteligența. Totuși, odată cu această putere impresionantă vine și o mare responsabilitate: să ne asigurăm că roadele eforturilor noastre sunt folosite cu înțelepciune și în beneficiul întregii omeniri”⁹.

PARALLEL WORLDS. ONE MILLIMETER AWAY

Michio Kaku's book popularizes the latest discoveries in astronomy. From the Big Bang theory to quantum theory and its challenges, the author invites us to dream about what humanity will look like in the future. What is especially captivating is the idea of multiverses, of parallel universes, which are born and perish the moment we have read this sentence. But, until we get to know such universes, travel among stars and colonize the Milky Way galaxy, we need to take care of the world we live in. In order to achieve this, knowing the secrets of the universe, through the science of astronomy, understanding the greatness of our world and its fragility is an amazing opportunity.

⁷*Ibidem*, p. 333.

⁸*Ibidem*, p. 364.

⁹*Ibidem*, p. 512.

ASTRONOMIA ÎN RAZE X

Maria VELEA *, Salomeea VELEA **

Keywords: X-ray, space telescope, plasma, supernova, black hole

Întrucât razele X sunt complet absorbite de atmosfera terestră, observațiile astronomice în raze X pot fi realizate doar de deasupra acesteia, cu detectori de raze X instalați la bordul baloanelor atmosferice sau al rachetelor suborbitale, ori de pe orbită cu ajutorul observatoarelor spațiale în raze X. Studiul Soarelui în raze X a început în 1949, în cadrul unui experiment realizat de o echipă a Laboratorului de Cercetări Navale al Statelor Unite ale Americii, când au fost înregistrate emisiile de raze X ale coroanei solare cu ajutorul unui detector de raze X instalat la bordul unei rachete germane V2 capturată de americani și utilizată ca rachetă de cercetare. Primul observator astronomic spațial, satelitul SOLRAD/GRAB 1 (lansat de americani pe orbită în jurul Pământului pe 22 iunie 1960), a funcționat și la aceste lungimi de undă, el fiind dotat cu detectori de radiații UV și raze X cu scopul de a studia Soarele. Prima sursă extrasolară de raze X detectată a fost Scorpius X-1, un sistem stelar binar constituit dintr-o stea neutronică și o stea de masă mică, emisiile ei de raze X fiind înregistrate în 1962 de un detector de raze X instalat la bordul unei rachete suborbitale de cercetare Aerobee 150. Rezoluția detectorului de raze X al rachetei Aerobee 150 nefiind foarte bună, acesta nu a determinat cu precizie mare locația lui Scorpius X-1, acest lucru fiind realizat de abia în 1967 de Orbiting Solar Observatory 3, acesta fiind și primul satelit artificial care a observat o sursă extrasolară de raze X. În 1970 a fost lansat în spațiu și primul satelit dedicat exclusiv astronomiei în raze X, satelitul american Uhuru, dotat cu detectori de raze X: în cei trei ani de funcționare, Uhuru a detectat 339 de surse de raze X, dintre acestea făcând parte rămășițe de supernove, galaxii Seyfert, discurile de acreție din jurul găurilor negre, roiuri de galaxii, etc. În 1978, NASA a pus pe orbită primul satelit care a avut în dotare pe lângă un detector de raze X și un telescop în raze X: satelitul HEAO-2, numit ulterior Observatorul Einstein. Câteva zeci de observatoare spațiale în raze X au fost puse pe orbită în jurul Pământului de-a lungul timpului, unele fiind dotate doar cu detectori de raze X, iar altele fiind dotate și cu telescoape în raze X, o parte dintre ele funcționând și în prezent, cel mai cunoscut fiind Telescopul Spațial Chandra (lansat pe orbită în jurul Pământului în 1999, de către NASA), ținta acestora fiind obiectele cerești ce conțin materie încălzită până la temperaturi începând de la 1 milion de grade Celsius până la câteva sute de milioane de grade Celsius, aceste obiecte cerești fiind destul de fierbinți încât să emită raze X.

Soarele reprezintă o sursă puternică de raze X întrucât temperatura medie a atmosferei exterioare a Soarelui (coroana solară) variază în intervalul 1 - 2 milioane de grade Celsius. În imaginile obținute în raze X ale Soarelui se observă niște regiuni extrem de luminoase, produse de materie încălzită până la valori ce depășesc frecvent 10 milioane de grade Celsius: sunt erupțiile cromosferice. Intensitatea radiației X din zona erupției cromosferice poate depăși în unele cazuri strălucirea în raze X a restului coroanei solare. Hinode este unul dintre telescoapele spațiale în raze X puse pe orbită în jurul Pământului, obiectivul lui principal fiind observarea erupțiilor cromosferice și a fenomenelor fizice pe care acestea le produc în coroana solară, pentru a se afla cu exactitate care sunt cauzele producerii lor, studiul acestora putând, eventual, ajuta la realizarea unei prognoze a producerii de viitoare erupții cromosferice cu scopul de a minimiza efectele negative ale acestora asupra astronautilor și sateliților artificiali.

Telescopul Spațial Chandra a realizat un studiu aprofundat asupra stelelor de tipul Soarelui ce aparțin roiului de stele format în interiorul Marii Nebuloase din Orion, concluzionând că în stelele mai tinere se produc mult mai frecvent erupții cromosferice și de intensitate mult mai mare decât în

* Muzeograf, Observatorul Astronomic „Victor Anestin” Bacău

** Profesor de matematică, Liceul de Arte Oradea

cazul unei stele de vârstă medie precum este Soarele. În stelele foarte tinere, reacțiile de fuziune nucleară abia au început să se producă, astfel că energia emisă de ele este încă relativ slabă. Drept urmare, în aceste stele energia este transportată către exterior prin convecție. Combinarea mișcării de rotație a stelei cu o zonă foarte extinsă de convecție poate duce la o deformare puternică a câmpului magnetic al stelei, creându-se adesea zone în care intensitatea câmpului magnetic crește foarte tare, temperatura atmosferei exterioare a stelei de deasupra acestor zone crescând exploziv, producându-se, astfel, foarte des erupții cromosferice, uneori de intensitate foarte mare, aceste erupții fiind surse puternice de raze X. Domeniul intensităților radiațiilor X, înregistrate de Chandra, ale acestor erupții cromosferice este destul de larg, unele stele producând erupții a căror intensitate este de peste 100 de ori mai mare decât cele ale altor stele, aceste erupții fiind, în același timp, de circa 10.000 de ori mai puternice decât cea mai intensă erupție înregistrată pe Soare! Această diferență în producerea de erupții cromosferice este posibil să fi influențat modul de formare a planetelor în jurul acestor stele. Conform modelelor teoretice, erupțiile cromosferice de intensitate mare încălzesc puternic discul protoplanetar din jurul unei stele tinere, producând turbulențe puternice în interiorul acestuia, aceste turbulențe putând afecta poziția planetelor pe măsură ce acestea se formează, împiedicând migrația lor rapidă către tânără stea.

Astronomii studiază rămășițele supernovelor pentru a înțelege mai bine modul în care stelele produc și apoi împrăstie în spațiu elementele chimice mai grele, aceste rămășițe de supernove fiind studiate în special în raze X, întrucât temperatura lor rămâne de ordinul milioane de grade Celsius timp de câteva mii de ani după producerea exploziei, astfel că ele strălucesc cel mai puternic în radiații X. În imaginile obținute de Telescopul Spațial Chandra de-a lungul celor peste 20 de ani de funcționare cu Cassiopeia A (Cas A), una dintre cele mai studiate rămășițe de supernovă, este surprinsă mișcarea de expansiune a gazului expulzat de supernovă, Chandra înregistrând o temperatură a gazului de peste 20 de milioane de grade Celsius! Instrumentele științifice de la bordul Telescopului Spațial Chandra au permis atât identificarea elementelor chimice existente în interiorul acestei rămășițe de supernovă, cât și determinarea cantității existente din fiecare element chimic: măsurătorile realizate de Chandra arată că supernova care a dus la formarea Cas A a produs numeroase elemente chimice, printre care sulful (într-o cantitate a cărei masă este echivalentă cu 10.000 de mase terestre), siliciu (20 000 de mase terestre), fierul (70.000 de mase terestre) și oxigenul (1 milion de mase terestre). Carbonul, azotul, fosforul și hidrogenul au fost detectate în Cas A de telescoape ce funcționează în alte lungimi de undă ale spectrului electromagnetic, și dacă luăm în considerare și oxigenul detectat de Chandra, constatăm că în interiorul lui Cas A există toate elementele chimice necesare construirii moleculei de ADN. Măsurătorile realizate de Chandra asupra stelei neutronice din centrul lui Cas A arată o răcire rapidă a acesteia, într-un procent de circa 3–4% pe deceniu, această răcire rapidă fiind reglementată de suprafluiditatea nucleonilor din nucleul acesteia, aceste măsurători furnizând prima dovadă directă a existenței materiei în stare suprafluidă în interiorul unei stele neutronice.

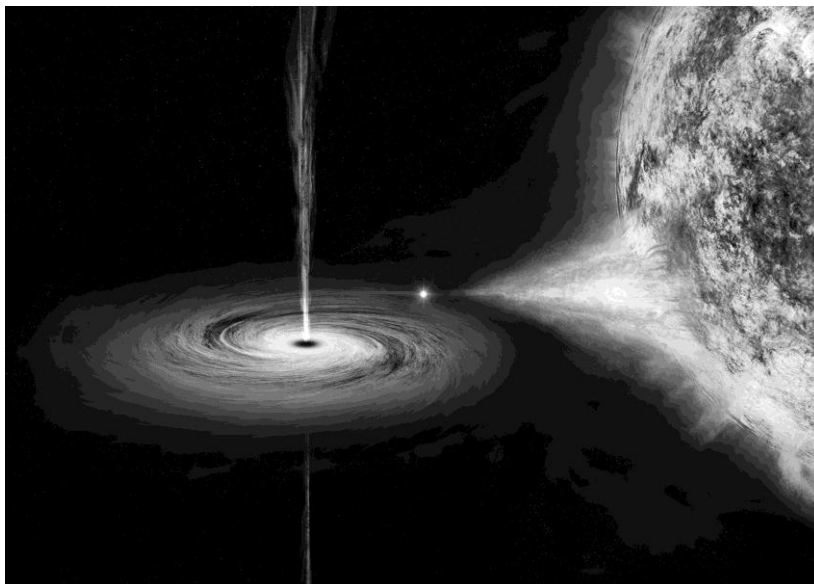


Fig. nr. 1 *Ilustrație reprezentând sistemul stelar binar Cygnus X-1*

Sistemele stelare binare strânse în care una dintre componente este o stea neutronică sau o gaură neagră sunt, de asemenea, surse de raze X. Una dintre cele mai puternice surse de raze X din

această categorie este Cygnus X-1, un sistem stelar binar strâns, în care o stea supergigantă albastră ($M = 35$ mase solare) și o gaură neagră ($M = 10$ mase solare) orbitează în jurul centrului de masă comun. Datorită gravitației sale extrem de puternice, gaura neagră atrage materia de pe steaua companion: materia de la suprafața supergigantei albastre se prăbușește în spirală pe gaura neagră, formând un disc de acreție în jurul acesteia. Frecarea din interiorul discului de acreție încălzește materia până la temperaturi de ordinul milioane de grade, aceasta emițând astfel radiații electromagnetice din domeniul razelor X. Deci, dacă observăm sistemul stelar binar Cygnus X-1 în radiații din domeniul vizibil, atunci va domina ca strălucire steaua supergigantă albastră, iar dacă îl studiem în raze X, atunci va domina ca strălucire discul de acreție din jurul găurii negre.

Surse puternice de raze X sunt și Nucleele Galactice Active (NGA). O parte din radiația X emisă de NGA provine de la materia încălzită până la milioane de grade în discul de acreție din jurul găurii negre supermasive, printr-un mecanism similar cu cel din discurile de acreție ale stelelor neutronice și ale găurilor negre din sistemele stelare binare strânse, doar că la o scară mult mai mare. Majoritatea materiei din discul de acreție este absorbită de gaura neagră supermasivă, însă o parte din particulele din discul de acreție sunt accelerate până la viteze apropiate de viteza luminii și expulzate în două jeturi relativiste de plasmă de-a lungul axei de rotație a găurii negre supermasive. Electronii din aceste jeturi relativiste interacționează cu fotonii fondului cosmic de microunde, transferându-le o parte din energia lor (efectul Compton invers) și transformându-i în fotoni de energie mare - raze X și gama - astfel că și aceste jeturi relativiste reprezintă surse importante de raze X. Un alt mecanism prin care aceste jeturi de plasmă emit radiație este cel al producerii radiației sincrotrone: particulele încărcate electric din jeturile relativiste de plasmă se deplasează de-a lungul liniilor de câmp magnetic, și cum câmpul magnetic generat de discul de acreție al găurilor negre supermasive este în rotație, liniile de câmp magnetic din zona jeturilor sunt distorsionate sub forma unor spirale, astfel că aceste particule sunt accelerate radial, ele emițând astfel radiație sincrotronă (de la unde radio până la radiație X). Rezoluția mare a Telescopului Spațial Chandra a permis detectarea și studierea în raze X a numeroase obiecte ce emit asemenea jeturi relativiste, datele obținute cu acest telescop contribuind în mod esențial la deducerea mecanismului de emisie a acestor jeturi relativiste, la dezvăluirea modului în care aceste jeturi interacționează cu mediul intergalactic, precum și la determinarea capacității găurilor negre de a genera asemenea jeturi relativiste.

Galaxiile de tip „starburst”, în care s-a observat o creștere bruscă a numărului de procese de formare de stele, sunt foarte luminoase în raze X. Această „explozie” a numărului de procese de formare de stele se datorează, în general, întâlnirii cu o altă galaxie: cele două galaxii, îndreptându-

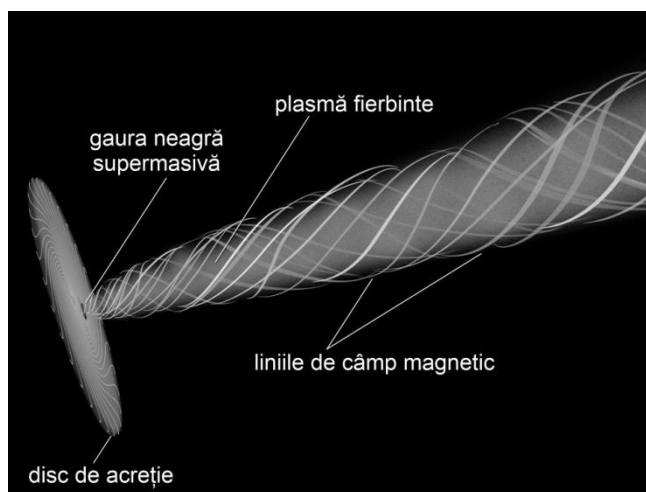


Fig. nr. 2 Câmpul magnetic generat de discul de acreție din jurul unei găuri negre supermasive

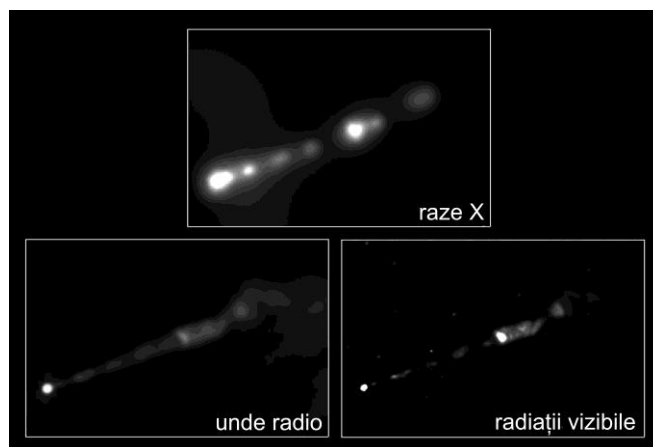


Fig. nr. 3 Jet relativist de plasmă al galaxiei Messier 87

se cu viteză mare una către cealaltă, generează unde de șoc care străbat cealaltă galaxie. Pe măsură ce o asemenea undă de șoc străbate o galaxie, ea comprimă norii interstelari de gaze și praf întâlniți în cale, făcându-i să colapseze și să formeze numeroase stele de masă mare. Stelele de masă mare își consumă rapid combustibilul nuclear și explodează ca și supernove, expulzând nori gigantici de gaze aflate la temperaturi de milioane de grade, ce emit radiații din domeniul razelor X. Și cum în aceste galaxii numărul de procese de formare de stele masive este mare, și numărul supernovelor este foarte mare, astfel că acești nori de gaze foarte fierbinți pot atinge dimensiuni galactice, iar în unele cazuri ei depășesc dimensiunile galaxiei și se împrăstie sub formă de vânturi galactice ce expulzează aceste gaze în afara galaxiei. Un exemplu de asemenea galaxie este și galaxia Messier 82: o întâlnire cu galaxia vecină Messier 81 a declanșat un număr foarte mare de procese de formare de stele, urmate în timp de un număr mare de supernove, care au împrăștiat nori gigantici de gaze fierbinți (ce strălucesc în raze X), cu viteze de milioane de kilometri pe oră, atât în interiorul galaxiei, cât și în exteriorul acesteia, sub forma unor super-vânturi galactice.

Majoritatea galaxiilor fac parte din grupuri sau roiuri de galaxii, acestea din urmă fiind cele mai mari structuri din Univers menținute grupate de către forța de gravitație. Un roi de galaxii grupează câteva sute sau chiar mii de galaxii, acestea reprezentând componenta roiului care iese în evidență în radiații vizibile și doar circa 1% din masa totală a roiului de galaxii. Cam 9% din masa roiului reprezintă mediul intergalactic din interiorul roiului, acesta constând din gaze extrem de fierbinți, iar restul de 90% fiind materie întunecată. Temperatura gazelor din mediul intergalactic din interiorul roiului fiind de ordinul milioanelor de grade, acestea strălucesc în radiații X, astfel că ele au fost detectate abia atunci când roiurile de galaxii au fost studiate cu telescoapele spațiale în raze X. Determinarea abundenței elementelor chimice grele în aceste gaze contribuie la determinarea originii lor: ele sunt fie gaze primordiale, ce nu au trecut prin procesul de nucleosinteză în interiorul unei stele, fiind rămășițe ale formării galaxiilor, fie sunt gaze expulzate de galaxii prin vânturile galactice ce au ca sursă supernovele ori jeturile relativiste de plasmă ale găurilor negre supermasive din interiorul galaxiilor. În plus, măsurarea cu precizie a temperaturii acestor gaze și a distribuției intensității radiațiilor X, emise de aceste gaze din mediul intergalactic din interiorul roiurilor de galaxii, ajută la determinarea distribuției acestor gaze în interiorul roiului, și având în vedere că distribuția materiei „normale” urmează distribuția materiei întunecate, întrucât aceasta din urmă

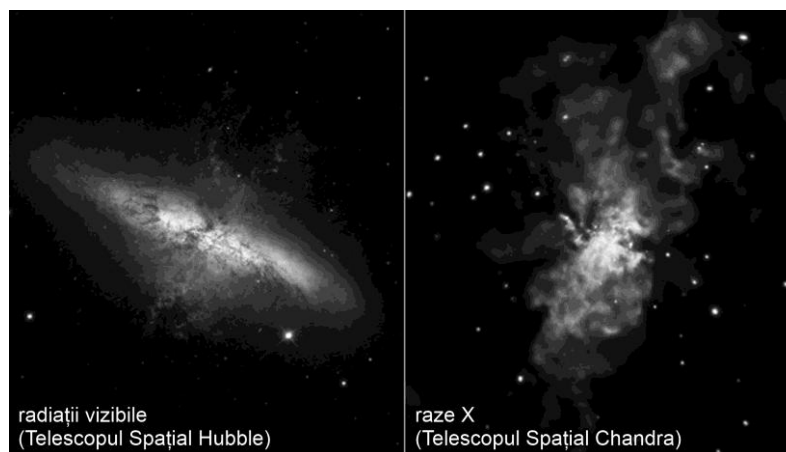


Fig. nr. 4 *Galaxia Messier 82: în imaginea obținută în raze X se evidențiază norii de gaze încălzite până la milioane de grade Celsius, emiși de numeroasele supernove*

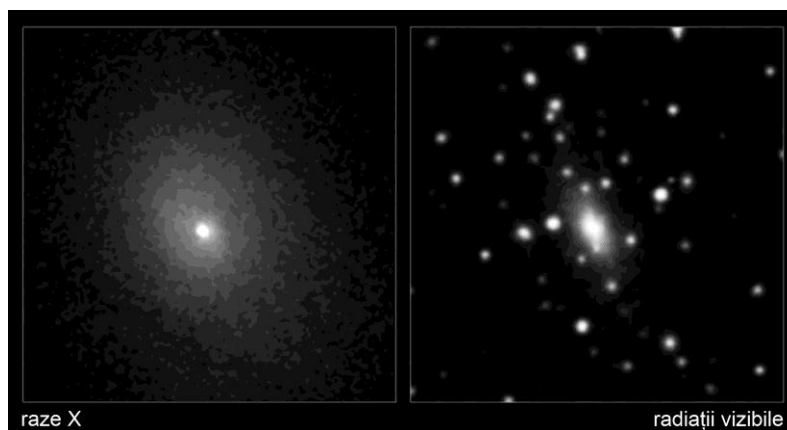


Fig. nr. 5 *Roiul de galaxii Abell 2029 fotografiat în raze X (se evidențiază gazul intergalactic) și în radiații vizibile (se evidențiază galaxiile)*

domină ca masă și implicit ca și gravitație roiul, se determină, astfel, și distribuția materiei întunecată în interiorul roiului de galaxii.

Atunci când roiurile de galaxii colizionează, halourile de gaz ce reprezintă mediul lor intergalactic se ciocnesc, creându-se, astfel, unde de șoc ce transformă energia cinetică a celor 2 halouri de gaz în căldură. Dar, după cum am văzut, temperatura halourilor de gaz intergalactic era de ordinul milioanelor de grade Celsius și înainte de coliziune și, având în vedere masele enorme ale roiurilor de galaxii, atunci când acestea se întâlnesc, atracția gravitațională reciprocă este extrem de puternică astfel că ele sunt accelerate foarte tare, coliziunile dintre ele producându-se la viteze de milioane de kilometri pe oră, astfel că în momentul coliziunii o cantitate extrem de mare de energie cinetică este transformată în căldură. Un exemplu de asemenea coliziune este cea dintre roiurile 1E2216 și 1E2215, două roiuri gigantice de galaxii aflate la o depărtare de 1,2 miliarde de ani lumină de Terra, ce sunt într-un stadiu timpuriu al procesului de coliziune. Pe baza observațiilor realizate de telescoapele spațiale în raze X, Suzaku, XMM-Newton și Chandra, astronomii au realizat harta temperaturilor în regiunea celor două roiuri, observând că în zona de contact unda de șoc a încălzit gazul până la temperaturi ce depășesc 90 de milioane de grade Celsius! Studiul în raze X al roiurilor de galaxii permite atât determinarea structurii și dinamicii acestora, cât și a distribuției materiei întunecate și a influenței gravitaționale pe care aceasta o are asupra materiei observabile.

În cei peste 70 de ani de observații astronomice în raze X, datorită dezvoltării rapide a instrumentelor de observații, s-a reușit detecția emisiilor de raze X ale unor obiecte cerești care sunt de miliarde de ori mai puțin strălucitoare în acest domeniu al spectrului electromagnetic decât primele obiecte cerești studiate la aceste lungimi de undă. Această dezvoltare remarcabilă a tehnicii observaționale a permis studiul în raze X al unor categorii extrem de diverse de obiecte cerești: de la stelele tinere până la rămășițele unor stele explodate, de la galaxiile active până la roiurile de galaxii, studiul Universului la energii mari contribuind în mod esențial la determinarea structurii și dinamicii Universului de la scară mică până la scara sa cea mai mare.

X-RAY ASTRONOMY

This paper presents the branch of astronomy that studies astronomical objects that contain extremely hot matter at temperatures from about a million degrees Celsius to hundreds of millions of degrees Celsius, matter that is hot enough to emit X-rays. Earth's atmosphere absorbs X-rays, so X-ray astronomy is especially challenging because you need to leave the Earth's atmosphere behind to observe the rays. The X-ray space telescopes helped astronomers make numerous discoveries, detecting X-rays from very hot, high energy regions of the Universe, such as galaxy clusters, matter surrounding black holes and stars that have exploded. By looking at the sky with X-ray instruments, astronomers collect important information in their attempt to address questions such as how the Universe began and how it evolves, and gain some insight into its eventual fate.

Bibliografie:

1. <https://chandra.harvard.edu/>
2. <https://sci.esa.int/web/xmm-newton/>
3. <https://www.nustar.caltech.edu/>
4. https://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/rosat/rosat_images.html
5. <https://hinode.msfc.nasa.gov/>

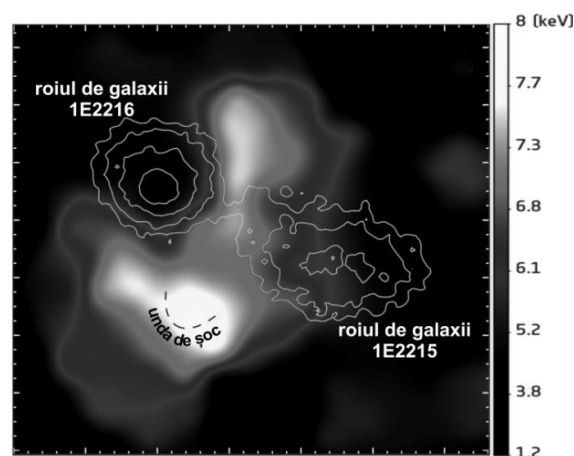


Fig. nr. 6 Distribuția temperaturii în zona roiurilor de galaxii aflate în coliziune 1E2216 și 1E2215. Temperaturile variază între 14 milioane de grade Celsius (în zonele colorate în negru) și 90 de milioane de grade (în zonele colorate în alb)

APĂ ÎN SISTEMUL SOLAR

Alexandra CIUCHE*

Keywords: planets, water, Solar System, NASA, moons

Apa a fost și este un factor principal al explorării Sistemului Solar. Aceasta este esențială pentru susținerea întregii vieți, iar dovezile existenței apei lichide pe alt corp din Sistemul Solar ar putea indica un loc care ar putea susține formarea vieții extraterestre. Dacă oamenii vor locui vreodată pe alt corp din Sistemul Solar, va trebui să existe surse de apă în acele locuri. Apa ar fi necesară pentru a bea, respira și produce combustibil, pentru a folosi rachete spațiale sau pentru o bază spațială. În timp ce pe Pământ putem observa apa și o folosim, detectarea apei sau găsirea dovezilor de existență a apei în Sistemul Solar este mult mai dificilă. Telescoapele oferă detalii despre formele de relief de pe alte planete dar distanța mare de Pământ face foarte dificilă determinarea dimensiunii și structurii formelor de relief mai mici, cum ar fi cele care s-ar fi putut forma cu ajutorul apei lichide. Plasarea unei camere mai aproape de o planetă sau de un satelit natural cu ajutorul unor sonde spațiale, a permis oamenilor de știință să colecteze imagini cu rezoluții mult mai mari ale suprafeței. Roverele și landerele care amerizează se pot deplasa și pot colecta bucăți de roci. Descoperirile oamenilor de știință confirmă faptul că apa în stare solidă este destul de comună în Sistemul Solar. Există mai multe locuri despre care se crede că au apă lichidă sub suprafața lor și multe altele care au apă sub formă de gheață sau vaporii. Apa se găsește și în corpurile primitive din Sistemul Solar, cum ar fi comete, asteroizi și planete pitice.

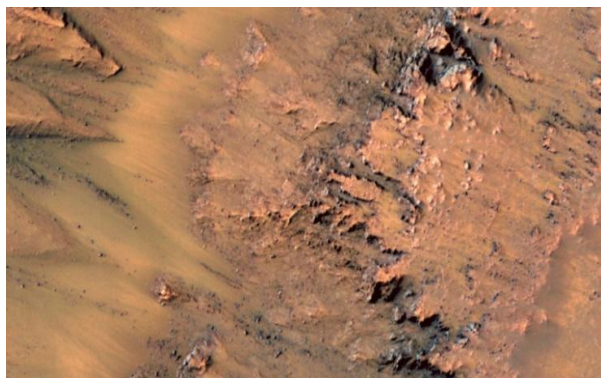
Apă pe planeta Marte. Planeta Marte a fost unul dintre primele corpuri despre care astronomii au crezut că apa lichidă curge pe suprafața ei. În anul 1780, astronomul William Herschel a calculat înclinarea axei planetei Marte, observând că aceasta era asemănătoare cu cea a Pământului. Privind planeta Marte prin telescop, unii oameni de știință credeau la acea vreme că pe Marte ar putea fi apă sau vegetație. În ciuda acestor speranțe, dovezile științifice au indicat contrariul. Până la începutul secolului al XX-lea, majoritatea astronomilor au considerat că planeta Marte este mult mai uscată și mai rece decât Pământul și că pe planetă nu ar putea supraviețui forme complexe de viață. Oamenii de știință au trimis sonde spațiale, landere și rovere pe Marte pentru a căuta dovezi ale oricăror semne ale existenței vieții prezente sau trecute pe planetă. Primele trimise pe Marte în anii 1970 au fost sonda spațială Mariner 9 și landerele Viking 1 și Viking 2, acestea colectând imagini cu caracteristicile geologice ale planetei Marte. Oamenii de știință credeau că astfel de caracteristici indică o istorie a apei pe Marte, cu miliarde de ani în urmă. Sonda spațială Mariner 9 a observat albiile de râu și canioane uscate. Datele primite de la cele două landere Viking au indicat prezența apei sub suprafața planetei dar experimentele realizate de acestea au fost considerate neconcludente. În anii 1990 a început o serie de misiuni pe Marte. Trei sonde spațiale ale NASA și una trimisă de către Agenția Spațială Europeană au studiat planeta, și au cartografiat suprafața acesteia. Acestea au detectat prezența mineralelor, indicând, astfel, prezența apei. Ele au găsit dovezi că izvoarele termale antice au existat odată la suprafață și precipitațiile au căzut în unele zone și au găsit urme de gheață în unele dintre craterele mai adânci.

Dar acestea nu au fost singurele obiecte lansate spre Marte. Roverul Pathfinder, landerul Phoenix și roverele Spirit, Opportunity și Curiosity au făcut măsurători detaliate ale planetei. Sondele au săpat în sol examinând roci și efectuând experimente. În anul 2008, landerul Phoenix a descoperit bucăți mici de material luminos care au dispărut după patru zile, determinându-i pe astronomi să creadă că sunt bucăți de gheață de apă. Landerul a continuat să detecteze vaporii de apă într-o mostră colectată și analizată, confirmând prezența apei. La fel ca și Pământul, Marte are calote polare dar, spre deosebire de planeta noastră, aceste calote polare sunt formate din gheață carbonică și gheață de apă. Vaste depozite de apă par a se afla în calotele de gheață de la polul nord

* Muzeograf, Observatorul Astronomic „Victor Anestin” Bacău

și sud ale planetei. Vara, atunci când temperaturile cresc, calotele se micșorează ușor pe măsură ce conținutul lor trece direct din formă solidă în formă gazoasă. După ce dioxidul de carbon se evaporă, rămân zone mari acoperite de apă înghețată. Simulările pe calculator estimează că, dacă toată apa prezentă în calotele polare ar fi distribuită uniform pe suprafața lui Marte, ar rezulta un strat de 5,5 m adâncime. Alte regiuni ale planetei pot conține și ele apă înghețată. Astronomii au descoperit că acești ghețari marțieni nu există doar la poli, așa cum s-a crezut inițial, ei sunt localizați și la latitudini între 30 și 50 de grade, atât în emisfera nordică, cât și în cea sudică. Datele obținute în ultimii 10 ani, folosind măsurări radar, au confirmat că volumul de apă al ghețarilor este de aproximativ 150 de miliarde de metri cubi.

Atmosfera planetei Marte este prea subțire pentru ca apa să rămână lichidă la suprafață. Apa lichidă pare să curgă din unele pante abrupte de pe suprafața marțiană. Dar nu a fost observată



Imaginea nr. 1 Urme formate de apă lichidă pe planeta Marte

direct apa lichidă, ci doar efectul pe care îl are aceasta asupra solului planetei Marte. Urmele au fost identificate pentru prima dată în anul 2011, în imaginile realizate de camera aflată la bordul sondei spațiale Mars Reconnaissance Orbiter (MRO), care a observat niște canale subțiri, care se schimbau de la o zi la alta și apăreau doar în timpul verii, atunci când temperaturile erau cuprinse între -20 și +27°C. Aceste benzi întunecate care apar sezonier au confirmat că ar fi urme ale apei sărate care curge pe suprafață.

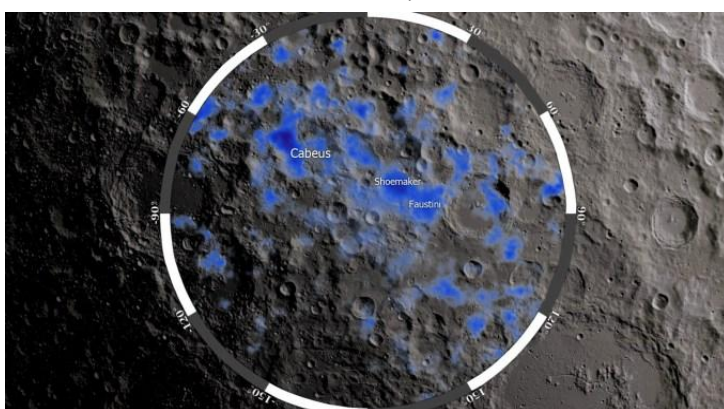
Analizele efectuate folosind instrumentul CRISM (Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars) de la bordul sondei spațiale

Mars Reconnaissance Orbiter, au demonstrat că în acele formațiuni erau prezente câteva săruri, depozitate de apa care a curs prin acele canale și care s-a evaporat, lăsând în urmă clorat de magneziu, perclorat de magneziu și perclorat de sodiu. Aceste săruri sunt o dovadă clară a existenței apei lichide care, atunci când curge, formează aceste canale. Acestea nu sunt foarte mari, având doar 4 - 5 metri lățime și o lungime de 200 - 300 metri. În anul 2015, datele colectate au sugerat că dungile întunecate de pe suprafața marțiană s-au datorat saramurii lichide (apă amestecată cu sare) existentă chiar sub suprafață, în timpul sezonului mai cald de pe Marte. Apa descoperită nu este potabilă, sărurile sunt toxice pentru corpul uman. Apa lichidă este, în general, instabilă pe suprafața marțiană. Cu toate acestea, apa poate exista în anumite condiții sub suprafață. În anul 2018, oamenii de știință care primeau date de la sonda spațială Mars Express a Agenției Spațiale Europene au anunțat că Marte ar putea ascunde un lac sub polul sudic. Sonda spațială europeană Mars Express și-a folosit instrumentul Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding (MARSIS) pentru a detecta apă. MARSIS a dezvăluit că polul sud marțian este compus din mai multe straturi de gheață și praf la o adâncime de aproximativ 1,5 kilometri, răspândită pe o regiune de 200 km lățime. MARSIS a dezvăluit și prezența unui lac subteran care are o rază de peste 20 km și o adâncime de cel puțin 1 metru. Potrivit astronomilor, lacul trebuie să conțină sare pentru a nu îngheța. Această descoperire a fost bazată pe 29 de observații colectate de Marsis între 2012 și 2015. În anul 2018 s-a analizat o bază de date mult mai mare, adunată între 2010 și 2019, și trei noi lacuri subterane au fost detectate în apropierea polului sudic al planetei Marte.

Apă pe Lună. În cea mai mare parte a secolului al XX-lea, oamenii de știință au susținut că suprafața Lunii era uscată. În cele 382 kg de mostre de rocă care s-au adus pe Pământ, în cadrul misiunilor Apollo de pe Lună, s-au găsit urme de apă, dar oamenii de știință le-au respins ca fiind contaminate. Suprafața Lunii a fost și este bombardată continuu de meteoriți și micrometeoriți, iar cei mai mulți dintre aceștia conțin gheață de apă, iar craterile lunare arată că mulți dintre aceștia erau foarte mari. Orice particulă de gheață care a supraviețuit impactului a fost împrăștiată pe suprafața lunară. Cele mai multe ar fi rapid vaporizate de lumina Soarelui și pierdute în spațiu, dar unele ajung în interiorul craterelor umbrite permanent. O altă posibilitate este că ar putea exista un

proces prin care vântul solar al Soarelui furnizează hidrogen pe suprafața lunară și provoacă o reacție chimică cu mineralele din sol ce conțin oxigen pentru a crea hidroxil. Între timp, radiațiile din bombardamentul micrometeoritilor ar putea transforma acel hidroxil în apă. Pe baza datelor obținute de sondele Clementine și Lunar Prospector, oamenii de știință ai NASA au estimat că pe Lună ar putea exista gheață de apă. În iulie 1999, la finalul misiunii sale, sonda spațială Lunar Prospector a fost prăbușită în craterul Shoemaker, lângă polul sud al Lunii, în speranța că vor fi eliberate cantități detectabile de apă.

După zeci de ani de cercetări, oamenii de știință au folosit sonda spațială indiană Chandrayaan 1 și LCROSS a NASA pentru a descoperi, în cele din urmă, apă pe Lună, în 2009. Unul din aceste locuri se află la polul sud, în craterul „Cabeus”, acolo a fost trimisă sonda Lunar Crater Observation and Sensing Satellite (LCROSS), care s-a prăbușit în crater pe 9 octombrie 2009. A fost studiat materialul expulzat în urma impactului și acolo a fost detectată apă înghețată amestecată cu particule de praf. Pe Lună există apă înghețată în cantități relativ mari. Această concluzie corespunde și cu prezența hidrogenului în zonele polare, fapt cunoscut mai demult. Gheața este mai abundentă în sud, unde se găsește, în principal, în adâncul craterelor umbrite permanent.



Imaginea nr. 2 Zone din apropierea polului sud al Lunii, în care sonda spațială Lunar Reconnaissance Orbiter a identificat apă

Apă în zonele însorite de pe Lună. Observatorul stratosferic în infraroșu (SOFIA) al NASA a confirmat, pentru prima dată, apă pe suprafața luminată de Soare a Lunii. Această descoperire indică faptul că apa poate fi distribuită pe

suprafața lunară și că prezența ei nu se limitează la locuri reci și umbrite. Rezultatele observatorului SOFIA se bazează pe ani de cercetări anterioare care examinează prezența apei pe Lună. Spre



Imaginea nr. 3 Observatorul stratosferic SOFIA care a detectat molecule de apă în craterul Clavius

deosebire de telescoapele de la sol, SOFIA se află la o altitudine de 12 km la bordul unui Boeing 747, modificat astfel încât să transporte un telescop reflector imens, ridicându-se deasupra a 99% din atmosfera Pământului care blochează undele infraroșii. Observatorul SOFIA a detectat molecule de apă în craterul Clavius, unul dintre cele mai mari cratere vizibile de pe Pământ, situat în emisfera sudică a Lunii, în 2020. Ca și comparație, deșertul Sahara are de 100 de ori cantitatea de apă decât ceea ce SOFIA a detectat în solul lunar. În ciuda cantităților mici, descoperirea ridică noi întrebări cu privire la modul în care este creată apa și cum persistă pe suprafața lunară.

Apă pe sateliții naturali ai planetelor gigante.

Dincolo de Marte și Lună, oamenii de știință au emis ipoteze asupra surselor de apă aflate mai departe de Pământ. Planetele exterioare ale sistemului nostru solar, Jupiter și Saturn, au fost

vizibile cu telescopul timp de secole, la fel ca și multe dintre lunile lor foarte mari. Dovezile arată că Europa, o lună a planetei Jupiter, și Enceladus, o lună a lui Saturn, au oceane subterane uriașe, având un strat de gheață care le acoperă suprafețele. Sondele spațiale au explorat aceste două luni.

Sonda spațială Cassini, care a explorat Saturn și lunile sale, a detectat gheizere de apă expulzate din Enceladus, pe lângă diferitele substanțe chimice care ar fi necesare pentru susținerea vieții. Telescopul Hubble și sonda spațială Galileo au detectat jeturi similare de vapori de apă provenind din suprafața satelitului Europa. Cercetările arată că alți sateliți naturali ai lui Jupiter și Saturn, cum ar fi Ganymede și Titan, pot avea oceane subterane. În urmă cu 40 de ani, sonda spațială Voyager 2 a realizat primele imagini cu Europa, una dintre cele 79 de luni ale lui Jupiter. Misiunile către Sistemul Solar exterior din deceniile de atunci au acumulat suficiente informații despre satelitul Europa pentru a face din acesta o țintă de investigație cu prioritate ridicată în căutarea vieții de către NASA. Oamenii de știință au dovezi că unul dintre aceste ingrediente, apa lichidă, este prezent sub suprafața înghețată și poate uneori să erupă în spațiu în gheizere uriașe. O echipă internațională de cercetare a detectat vapori de apă pentru prima dată deasupra suprafeței satelitului natural Europa. Au măsurat vaporii folosind un spectrograf la Observatorul Keck din Hawaii, care măsoară compoziția chimică a atmosferei prin lumina infraroșie pe care o emit sau o absorb. Confirmarea faptului că vaporii de apă sunt prezenți pe toată Europa îi ajută pe oamenii de știință să înțeleagă mai bine mecanismele interne ale lunii. De exemplu, ajută la susținerea unei idei conform căreia aceștia cred că există un ocean de apă lichidă, posibil de două ori mai mare decât cel al Pământului, sub învelișul gros de gheață. Oamenii de știință consideră că stratul de gheață al Europei are o grosime de 15 până la 25 de kilometri, plutind pe un ocean de 60 până la 150 de kilometri adâncime. În timp ce Europa are doar un sfert din diametrul Pământului, oceanul său poate conține de două ori mai multă apă decât toate oceanele Pământului. Astrobiologii cred că Europa are apă abundentă și elemente chimice potrivite, dar o sursă de energie pe Europa a fost dificil de confirmat. Pe Pământ s-au găsit forme de viață în apropierea vulcanilor subterani și alte medii extreme. Aceste forme de viață „extremofile” oferă oamenilor de știință indicii despre modul în care viața poate supraviețui sub crusta de gheață a satelitului natural Europa. Oceanul satelitului Europa este considerat cel mai promițător loc pentru a căuta viață dincolo de Pământ, iar sonda spațială Europa Clipper a NASA va fi lansată spre luna joviană în octombrie 2024, ajungând în aprilie 2030.

În anul 2005, fotografiile obținute de sonda Cassini la trecerea prin apropierea lui Enceladus, una dintre lunile planetei Saturn, au arătat că din zona polului sud al lui **Enceladus** sunt aruncate în spațiu particule de gheață. „Gheizerele de gheață” își au originea în fisurile gheții prezente în zona polului sud al satelitului. Acestea sunt surprinzător de calde. Temperatura acestora este -93°C, care este de două ori mai ridicată decât cea măsurată în alte zone ale satelitului. Sonda spațială Cassini a dezvăluit că Enceladus este o lună activă care ascunde un ocean de apă sărată lichidă sub crusta sa. Mai mult, jeturile de particule înghețate din acest ocean, formate dintr-un amestec de apă și substanțe chimice organice simple, țâșnesc în spațiu continuu din această fascinantă lume oceanică. Unele particule cad înapoi pe Enceladus, iar altele formează inelul E al planetei Saturn.



Imaginea nr. 4 *Gheizere pe Enceladus*

Apă pe Ceres. Planeta pitică Ceres este cel mai mare obiect din centura de asteroizi care se află între planetele Marte și Jupiter. Sonda spațială Dawn a NASA a oferit imagini din apropierea planetei pitice. Sonda a obținut detalii clare ale misterioaselor regiuni luminoase pentru care Ceres devenise cunoscut. Cu mult înainte ca sonda spațială Dawn să ajungă la Ceres, în 2015, oamenii de

știință au observat regiuni luminoase difuze cu telescoape, dar natura lor era necunoscută. În urma analizelor, s-a observat că zonele luminoase erau depozite formate, în principal, din carbonat de sodiu, un compus de sodiu, carbon și oxigen. Se crede că acestea au provenit dintr-un lichid care s-a infiltrat până la suprafață și s-a evaporat, lăsând în urmă o crustă de sare foarte reflectantă. Analizând datele colectate aproape de sfârșitul misiunii sondei spațiale Dawn, oamenii de știință au ajuns la concluzia că lichidul provine dintr-o acumulare de apă cu sare. Studiind gravitația lui Ceres, astronomii au aflat mai multe despre structura internă a planetei pitice și au reușit să determine că rezervorul de saramură are o adâncime de aproximativ 40 de km. Sonda spațială Dawn a realizat imagini cu două zone distincte, extrem de reflectorizante din craterul Occator, care au fost denumite ulterior Cerealia Facula și Vinalia Faculae („Faculae” înseamnă zone luminoase). Micrometeorii se împrăștiu frecvent pe suprafața Ceres și lăsau resturi. În timp, acest tip de acțiune ar fi trebuit să întunece aceste zone luminoase. Deci, strălucirea lor indică faptul că aceste zone sunt tinere. Încercarea de a înțelege modul în care materialul ar putea fi atât de tânăr, a fost un obiectiv principal al misiunii extinse finale a sondei spațiale Dawn, din 2017 până în 2018. Analiza a confirmat că regiunile luminoase sunt tinere, unele având mai puțin de 2 milioane de ani, de asemenea s-a constatat că activitatea geologică care conduce aceste depozite spre suprafață ar putea fi în curs de desfășurare. Această concluzie a depins de faptul că s-a făcut o descoperire: compușii sării (clorură de sodiu și clorură de amoniu) erau concentrați în zona Cerealia Facula. La suprafața lui Ceres, sărurile care conduc apă se deshidratează rapid, în sute de ani. Dar măsurătorile sondei spațiale Dawn arată că acestea încă mai au apă, astfel încât fluidele trebuie să fi ajuns la suprafață foarte recent. Aceasta este o dovadă atât pentru prezența lichidului sub regiunea craterului Occator, cât și pentru transferul continuu al materialului din interior spre suprafață, în Sistemul Solar. Activitatea geologică are loc, în principal, pe lunile de gheață, unde este realizată de interacțiunile lor gravitaționale cu planetele în jurul cărora orbitează. Dar nu este și în cazul mișcării sărurilor către suprafața planetei pitice Ceres, sugerând că și alte corpuri mari bogate în gheață ar putea fi active.

WATER ON THE SOLAR SYSTEM

Water has been a major driver of exploration of the solar system. Essential to the formation of all known life, evidence of stable liquid water elsewhere could indicate an environment beyond Earth that could sustain the formation of extraterrestrial life. Additionally, if humans are to ever have a long-term presence on an extraterrestrial body, there will need to be native sources of water at those locations. Mars may have had a thicker atmosphere and liquid water flowing into deep oceans on its surface billions of years ago, scientists observe features like channels that are now dried up. Now, the water may be trapped as ice in the soil of Mars. Mars has polar ice caps, the north pole ice cap contains ice made of water and ice made of carbon dioxide. Enceladus, one of Saturn's moons, reflects almost 100 percent of the sunlight that strikes it because it's covered in water ice that reflects sunlight like freshly fallen snow. Enceladus has “ice volcanos” that spew water ice into Saturn's rings.

Bibliografie:

<https://www.space.com/12543-mars-mystery-slopes-salt-water.html>
<https://www.space.com/17048-water-on-mars.html>
<https://www.space.com/35052-water-everywhere-on-dwarf-planet-ceres.html>
<https://www.space.com/water-on-moon-shadow-cold-traps-discovery>
<http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2020/water-mars-similar-water-earth/>
<https://stiintasitehnica.com/gheizerele-de-pe-enceladus/>
<https://stiintasitehnica.com/apa-lichida-pe-marte/>
<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/nasa-scientists-confirm-water-vapor-on-europa/>
<https://solarsystem.nasa.gov/moons/jupiter-moons/europa/in-depth/>
<https://solarsystem.nasa.gov/moons/saturn-moons/enceladus/in-depth/>
<https://www.nasa.gov/press-release/nasa-s-sofia-discovers-water-on-sunlit-surface-of-moon>

JOHANNES HEVELIUS – ULTIMUL MARE REPREZENTANT AL ASTRONOMIEI CU OCHIUL LIBER

Radu M. ANGHEL*

Keywords: Johannes Hevelius, Stellaburgum, Selenographia, Firmamentum Sobiescianum

28 ianuarie 1611 reprezintă ziua de naștere a marelui astronom polonez Johannes Hevelius, pe nedrept uitat de multe ori sau neapreciat la adevărata valoare de cărțile de astronomie: comerciant, berar, consilier și apoi primar al orașului Danzig, un prolific inventator și un astronom extraordinar – un adevărat "Da Vinci" al Poloniei!

S-a născut la un an după ce Galileo revoluționa lumea științifică cu observațiile sale prin telescop, într-o familie înstărită din Danzig (actualul Gdansk, Polonia), un oraș comercial cu ieșire la Marea Baltică. Fiind născut într-o zonă geografică dezbătută de Prusia și Polonia, numele său apare scris în mai multe moduri: **Johann Hewelke** (germanic), după numele tatălui său – similar cu "hawk/șoim" din engleză; **Hevel**, **Hoefel** sau **Hoefelius** folosit în prima parte a vieții; **Johannes Hoefelius Dantiscanus**, nume cu care se semna la terminarea facultății (Dantiscum fiind denumirea în limba latină a orașului Danzig); **Johannes Hevelius**, varianta latinizată (și cea mai cunoscută) sau **Jan Heweliusz**, după scrierea în poloneza modernă.

A avut parte de o educație aleasă, fiind pregătit de mic de tatăl său pentru o meserie de comerciant. Tânărul Johannes descoperă lumea științei avându-l ca mentor pe matematicianul Peter Krüger (cel care a fost unul dintre elevii personali ai lui Tycho Brahe), matematician care avea să aprindă scânteia astronomiei în tânărul ucenic, dar și să îi descopere și să îi încurajeze talentul nativ la desen și gravură, precum și la meșterit primele instrumente astronomice din lemn și metal.

În 1630 observă eclipsa totală de Soare din acel an și rămâne fascinat de evenimentul ceresc, fără să știe că destinul îi pregătește o carieră în astronomie. În același an pleacă să studieze dreptul la Leiden, în Olanda, dar a fost atras către științele exacte, călătorind la Londra și Paris, cunoscându-i pe Pierre Gassendi și pe Ismaël Bullialdus, cu care leagă o strânsă prietenie.

În 1634 se întoarce în Danzig, preluând afacerile tatălui său; în 1635 se căsătorește cu Katharina Rebeschke, fata unui bogat om de afaceri ce deținea cele două case alăturate (*coincidență?*); în 1636 devin membru în "Ghilda berarilor", pe care ajunge, ulterior, să o și conducă. Totul părea că duce către o viață liniștită și confortabilă de negustor...

La rugămintea fostului său profesor Peter Krüger, aflat pe patul de moarte, Hevelius observă și notează foarte detaliat eclipsa de Soare din 1 iunie 1639, eveniment care îi aprinde definitiv pasiunea pentru astronomie.

Universul este de partea sa, timpul ales pentru a se dedica astronomiei fiind perfect: noua invenție – *telescopul* – revoluționa lumea științifică, făcând posibile descoperiri altfel de neimaginat! Fascinat de Lună, aceasta devine prima țintă a lui Hevelius, dar este rapid dezamăgit de telescoapele existente, așa că începe să își creeze propriile instrumente.

La 30 de ani, în 1641, își construiește pe acoperișul casei din Danzig un observator și o platformă de observații ce se întindea peste acoperișurile caselor învecinate; case pe care le deținea, în urma căsătoriei. (*Coincidență, sau Universul pregătea lucrurile din timp?*).



Imaginea nr. 1 Portret din „Selenographia”, 1647

*Muzeograf, Observatorul Astronomic „Victor Anestin” Bacău. Membru al Societății Române pentru Astronomie Culturală, Bacău

Observatorul lui Hevelius din Danzig, botezat *Stellaburgum* / *Castelul Stelelor*, avea să devină, astfel, primul observator astronomic dotat cu telescop, cu decenii înaintea observatoarelor din Franța (Paris, 1671) sau Anglia (Greenwich, 1676). Cum soția sa, Katharina, se ocupa foarte bine de afacerile familiei, lui Hevelius îi rămânea suficient timp pentru a-și construi personal instrumentele, ba chiar șlefuiindu-și, singur, lentilele și, astfel, în scurt timp, Stellaburgum ajunge să fie cel mai mare și mai bine echipat observator din Europa!

[Cu alte cuvinte, având în vedere afacerea pe care o gestiona – producția și vânzarea de bere – putem spune că a investit banii din bere în știință!]



Imaginea nr. 2 Stellaburgum

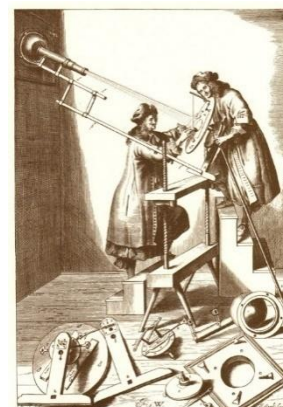
De aici, Hevelius descoperă patru comete, urmărește activitatea Soarelui prin metoda proiecției, calculează perioada de rotație a Soarelui folosind petele solare, urmărește și documentează activitatea solară, între anii 1642-1679, introducând numele de *"facule"* pentru a descrie regiunile strălucitoare din jurul petelor solare; observă fazele planetei Mercur, în 1644; observă și desenează tranzitul planetei Mercur din 3 mai 1661. Pentru măsurarea timpului folosește ceasul solar și pendulul, cam în același timp cu Christiaan Huygens, cu care purta o strânsă corespondență.

Tot de aici, din Stellaburgum, Johannes Hevelius realizează prima hartă detaliată a Lunii – *"Selenographia sive Lunae descriptio"* sau pe scurt *"Selenographia"*, un atlas lunar publicat în 1647, cu 133 de gravuri cu detalii lunare extraordinare pentru acele vremuri (dintre care 60 acopereau fazele lunii) și 250 de descrieri ale reliefului selenar pe mai bine de 500 de pagini de text în care erau documentate și denumite toate craterele, văile, toate formele ce se puteau observa prin telescop. Observațiile pentru realizarea acestui atlas au durat aproape cinci ani, iar publicarea lui i-a adus faimă pe întregul continent!

Observațiile asupra Lunii le efectuează, inițial, cu un telescop cu o focală de 3,6 m (12 feet) și o putere de mărire de 50x. Primele desene cu relieful lunar le-a trimis în Franța, astronomului Pierre Gassendi, care, la vederea detaliilor lunare, i-a solicitat imperios să continue acest proiect:

*"Ești binecuvântat cu o vedere extraordinară, am putea spune că ai adevărați ochi de linx"*¹.

Chiar dacă atlasul său lunar a apărut după cele realizate de Galileo Galilei, Thomas Harriot sau Michael von Langren, acuitatea vizuală și talentul său nativ la gravură și desen a făcut ca această hartă lunară să fie cea mai detaliată vreme de mai bine de 100 de ani, în ciuda dezvoltării rapide a instrumentelor astronomice!



Imaginea nr. 3
*Tranzitul lui Mercur,
3 Mai 1661*

¹ *Johannes Hevelius and His Catalog of Stars*, Brigham Young University Press.

Denumirile și sistemul său de clasificare a reliefului lunar erau strâns legate de cel terestru și, chiar dacă au fost folosite ca model principal pe parcursul vieții lui Hevelius, într-un final au fost acceptate și folosite denumirile alternative propuse de Giambattista Riccioli și Francesco Maria Grimaldi, în harta lor din 1651, acestea devenind standardul în denumirile lunare, foarte puține dintre denumirile lui Hevelius fiind păstrate: Alpii, Apeninii și denumirile generice de Mare, Sinus și Palus. Din desene ne putem da seama că Hevelius a observat și identificat corect librația Lunii, fiind primul care marchează astfel harta selenară prin suprapunerea a două cicluri lunare.

Credea, la fel ca și Copernicus înaintea sa, că Pământul se învâрте în jurul Soarelui, ba, mai mult, că miile de stele de pe cer sunt asemănătoare cu soarele nostru, ceea ce făcea să fie un eretic în ochii bisericii.

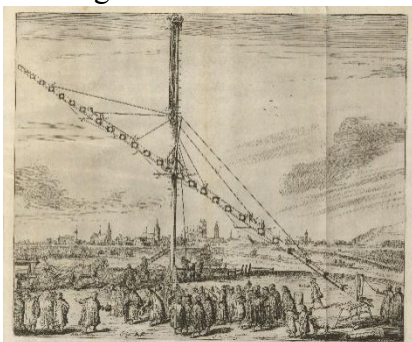
La vederea atlasului lunar, Papa Innocent al X-lea este impresionat, spunând despre acesta că *"...ar fi o carte fără egal, dacă nu ar fi scrisă de un eretic..."*².

[A se observa perechile de îngeri desenate în partea de jos a hărții lunare: în prima pereche, un înger studiază Luna cu telescopul, în timp ce cel de-al doilea notează observațiile, iar a doua pereche efectuează măsurători folosind sextantul]

La biblioteca din Huntington, Los Angeles, se află exemplarul din „Selenografia” care i-a aparținut, la un moment dat, nu mai puțin celebrului Edwin Hubble: o carte cu coperti de piele și cu desene gravate în secolul al XVII-lea...



Imaginea nr. 4 *Selenographia* (1647)



Imaginea nr. 5 *Manevrarea telescopului de 45 m*

Următoarele sale telescoape vor avea lungimea focală de 18, 24, respectiv 45 m (60, 80 și 150 feet), folosind un sistem ingenios de diafragme ce îi permiteau o creștere a contrastului prin telescop și realizarea observațiilor chiar și în crepuscul. *(un sistem asemănător cu deflectoarele din telescoapele zilelor noastre).*

Telescopul de 45 m era ridicat pe un stâlp la mai bine de 30 m înălțime și era manevrat de ceea ce Hevelius descria ca fiind *"un echipaj foarte zgomotos"*³.

În 1662 observă, alături de alți astronomi, variabilitatea stelei Omicron Ceti, observată prima dată de astronomul german David Fabricius, în 1596, și a cărei variabilitate a fost măsurată de Bouillaud la 333 zile (doar o zi diferență față de valoarea prezentă de 332 zile).

Steaua a fost botezată de Hevelius *"Mira"* – cea minunată, denumire ce se păstrează și astăzi, iar observațiile au fost publicate în *Historiola Mirae Stellae* (1662)!

[Maximul următor al Mirei va avea loc pe 18 august 2021]

Tot în 1662, soția sa, Katharina, moare, Johannes Hevelius recăsătorindu-se în februarie 1663 cu Catherina Elisabetha Koopman, o tânără de doar 16 ani, provenind dintr-o familie bogată, cunoscătoare a câtorva limbi străine, printre care și latina, și cu o foarte bună educație științifică. Aceasta fusese fascinată de mică de astronomie, de complexul de trei case cu platformă de observații pe acoperiș, dar și de marele astronom, cerându-i încă de când era copil să o învețe tainele astronomiei. În timp, admirația s-a transformat în adorație, Elisabetha fiind cea care inițiază cererea în căsătorie: *"Să rămân și să privesc cerul de aici pentru totdeauna, să-mi fie permis să*

² *Johannes Hevelius and His Catalog of Stars*, Brigham Young University Press.

³ *The First century of the telescope*, Edison Pettit (Astronomical Society of The Pacific, San Francisco, California, nr. 323, Aprilie 1956).

descopăr alături de tine minunile cerurilor, asta m-ar face pe deplin fericită!” Elisabetha avea să îi devină nu numai soție, ci și un asistent prețios, iar apoi colaborator.

Hevelius publică în mod constant și poartă corespondențe cu marii oameni de știință ai vremii (în acea perioadă, schimbul de corespondență, în special cea scrisă în latină, reprezenta recunoașterea simbolică a poziției sociale), reputația sa crescând de-a lungul Europei, astfel că, în 1660, regele Cazimir al II-lea al Poloniei vizitează Stellaburgum și îi acordă astronomului privilegiul de a-și tipări lucrările, tipografia funcționând neîntrerupt până în fatidicul an 1679...

În 1664, Ludovic al XIV-lea, regele Franței – ”Regele Soare” – îi oferă și el lui Hevelius un salariu anual de 1200 de franci, pe o perioadă de 8 ani, o sumă enormă pentru perioada respectivă.

Johannes Hevelius devine membru al Societății Regale din Londra pe 15 aprilie 1664, cea mai veche instituție națională de știință din lume (înființată în 1660), fiind prima persoană din afara țării admisă în Societate.

În 1666 este invitat să devină membru al Societății Științifice Franceze și chiar să devină directorul viitorului Observator Astronomic de la Paris, însă, din motive necunoscute, Hevelius acceptă numirea ca membru, dar refuză funcția de director, aceasta revenindu-i lui Giovanni Domenico Cassini.

Cu toate că pentru realizarea atlasului lunar a folosit telescopul, pentru realizarea hărților stelare s-a bazat pe observațiile vizuale, considerând telescopul util pentru descoperiri astronomice, dar nu și pentru măsurători, astfel încât îl putem considera ultimul mare exponent al astronomiei observaționale cu ochiul liber.

Publică ”*Prodromus cometicus*” (1665) și ”*Cometographia*” (1668), ambele lucrări tratând, în principal, studiul cometelor, și fiind dedicate regelui Franței, Ludovic al XIV-lea.

În 1673 publică ”*Machina Coelestis*”, în care Hevelius descrie instrumentele, dar și metodele folosite pentru măsurătorile sale astronomice, metode ce au dus la o adevărată dispută cu Robert Hooke și John Flamsteed, privind acuratețea măsurătorilor cu ochiul liber, comparate cu cele obținute în urma folosirii telescopului, dispută ce s-a purtat câțiva ani prin intermediul a nenumărate scrisori, nu toate pe cel mai diplomat ton.

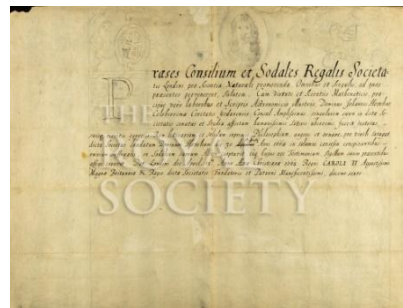
Și cum motto-ului societății londoneze este ”Nullius in verba”, un tânăr astronom de doar 23 de ani, ce tocmai fusese admis în Societatea Regală, este trimis să finalizeze disputa.

Edmund Halley – căci el era tânărul astronom - tocmai se întorsese din insula Sfânta Elena, unde cartografiase cerul și constelațiile sudice folosind ca reper pentru stelele emisferei nordice catalogul stelar al lui Tycho Brahe. Datele obținute le publică mai târziu, în 1679, sub numele ”*Catalogus stellarum australium, sive supplementum catalogi Tychonici*”, un catalog cu 341 de stele pe care le-a măsurat în cele 18 luni petrecute pe insula Sf. Elena, pe o vreme de-a dreptul bacoviană, conform jurnalelor sale, și pe care l-a considerat un supliment al catalogului lui Tycho Brahe, ale cărui măsurători le-a luat ca referință.

Pe 11 noiembrie 1678, Edmund Halley îi trimite o scrisoare lui Hevelius, precum și o copie a manuscrisului cu măsurătorile stelar sudice, în care menționează că este un admirator al muncii lui Hevelius și așteaptă cu nerăbdare să îl cunoască personal, dorind să înțeleagă prin experiență directă metodele și instrumentele folosite de acesta. [Halley era un real admirator al lui Hevelius încă de la vârsta de 14 ani, de când citise lucrarea acestuia privind tranzitul lui Mercur].

În 1679, Halley primește o scrisoare de recomandare din partea Societății Regale și este trimis la Danzig în mod oficial pentru a efectua observații alături de Hevelius. Acesta primește vizita cu plăcere, având încredere deplină în propriile măsurători și dorind să îl cunoască pe tânărul Edmund, plănuiind să introducă stelele sudice măsurate de acesta în viitorul său catalog stelar.

Halley ajunge în Danzig în ziua de 16 mai 1679, și în aceeași noapte cei doi încep observațiile: Halley folosind propriile telescoape, iar Hevelius cu instrumentele sale și cu ochiul



Imaginea nr. 6 Diploma de admitere în Societatea Regală din Londra a lui Johannes Hevelius (1664)

liber. Cei doi petrec aproape două luni făcând observații și măsurători împreună pe platforma Stellaburgumului.

Într-o scrisoare către Flamsteed, Halley scrie despre observațiile efectuate alături de Johannes Hevelius: ”Te asigur că am fost surprins să văd rezultatele sale și, dacă nu vedeam cu ochii mei, cu greu aș fi crezut așa ceva. Am văzut într-adevăr măsurători repetate de câteva ori, fără diferențe mai mari de 10 arc-secunde.”⁴

Halley a încercat să folosească instrumentele lui Hevelius și să efectueze măsurători cu ochiul liber, dar rezultatele sale erau cu mult diferite de cele ale lui Hevelius, asta în timp ce, spre comparație, măsurătorile efectuate cu telescopul îi dădeau cifre asemănătoare, cu o diferență de cel mult 2-3 minute de arc.

Rezultatul acestei experiențe l-a făcut pe Hevelius și mai ferm în credința sa că observațiile cu ochiul liber nu sunt nicidecum inferioare celor efectuate cu telescopul și să îi confirme astfel poziția de ultimul și cel mai mare reprezentant al astronomiei cu ochiul liber, iar pe Halley să ajungă la o concluzie armonioasă: ***telescopul este cel mai bun instrument pentru măsurare, dar Hevelius, cu instrumentele sale, este cel mai bun observator!***⁵ Acest lucru a dus la recunoașterea acurateții măsurătorilor lui Hevelius din partea Societății Regale din Londra și încheierea disputei cu Hooke.

Într-o corespondență ulterioară, Edmund Halley îi scrie lui Hevelius faptul că și-ar fi dorit să aibă pe insula Sfânta Elena catalogul de stele cu pozițiile măsurate de către Hevelius și că ar fi putut numi catalogul său de stele sudice drept ”*suplimentul lui Hevelius*” în loc de ”*suplimentul lui Tycho*”.⁵

Deși istoria a demonstrat că nu a avut dreptate în disputa măsurătorilor efectuate cu telescopul față de cele cu ochiul liber, hărțile măsurate și realizate cu ochiul liber de Johannes Hevelius au fost considerate printre cele mai precise vreme de aproape 100 de ani, eroarea sa de măsurare cu ochiul liber fiind de maximum 27 arcsecunde față de standardele moderne!

Pe 26 septembrie 1679, cuprins de o neliniște interioară, după cum avea să scrie Hevelius într-o scrisoare către un prieten, pleacă împreună cu soția la reședința lor de la țară, departe de zidurile orașului. În jurul orei 21, un foc pus intenționat sau o lumânare aprinsă uitată în grajd duce la un incendiu imens. Instrumentele astronomice pe care le construise și perfecționase pe parcursul a mai bine de 40 de ani sunt distruse; volumele tipărite și originalele din a doua parte din ”*Machina Coelestis*” (1679) conținând observațiile a peste 40 de ani, și din care doar zece bucăți fuseseră vândute sau dăruite (!), atelierul de lucru, instrumentele de gravură, imprimeria, manuscrisele, observațiile, notițele și însemnările nepublicate încă – toate sunt arse, observatorul și, în total, șapte case fiind mistuite de flăcări în acea noapte.

În momentul incendiului, câțiva dintre oamenii din oraș au intrat în turnul în flăcări, unii încercând să îi salveze o parte din cărți aruncându-le pe geam, iar alții... încercând să fure tot ce puteau.

Hevelius avea 68 de ani în acel moment. Una dintre puținele cărți salvate a fost manuscrisul în care notase pozițiile stelelor măsurate timp de mai bine de 40 de ani. Catherina Elisabetha (botezată după numele mamei), fiica de 13 ani a lui Hevelius, singura membră a familiei care se afla în oraș în acel moment, și cea care avea cheia de la biroul de lucru al tatălui ei, este considerată salvatoarea manuscrisului tatălui.

Manuscrisul și datele aflate în el au stat la baza motivației reconstruirii observatorului în mai puțin de un an, cu ajutorul donațiilor primite de la Regele Franței și de la Regele Poloniei, numai bine la timp pentru a observa cometa din 1680!

Acest manuscris poate fi considerat un adevărat Phoenix științific, deoarece a supraviețuit tuturor încercărilor și vicisitudinilor timpului, începând cu incendiul din 1679, asediul rusesc al Danzigului din 1734, când o ghiulea a lovit din plin chiar camera în care se afla manuscrisul, și trecând cu bine chiar și de bombardamentul de la Danzig din Al Doilea Război Mondial, în care

⁴ Edmund Halley, *His Times and Ours, The Observatory*, vol. 76, august 1956, nr. 893.

⁵ *Halley as an astronomer*, Sir Harold Spencer Jones.

aproape 90% din oraș a fost distrus. Mai mult, aspectul uzat și neîngrijit a făcut ca manuscrisul să fie considerat fără valoare de către unul dintre ginerii lui Hevelius care îi scosese lucrările la vânzare, manuscrisul ajungând în biblioteca Institutului Tehnologic din Danzig. A fost redescoperit în zilele noastre, iar din 1971 face parte din biblioteca universității Brigham Young University din Utah. Aceasta a marcat evenimentul prin lansarea cărții „Johannes Hevelius and His Catalog of Stars”, o extraordinară cronică a vieții și moștenirii lui Hevelius.

[poate că manuscrisul original ar trebui să fie prezent la muzeul din Gdansk...]

Într-o scrisoare din 1681, Hevelius îi scrie lui Halley pentru a-l ajuta să își procure anumite cărți și hărți stelare, precum și un set de lentile pentru telescop, cu rugămintea de a supraveghea șlefuirea lor.

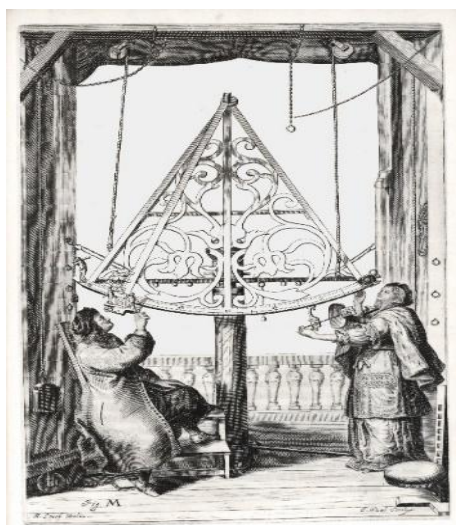
În 1687 publică „*Catalogus Stellarum Fixarum*”, un catalog cu pozițiile pentru 1564 de stele și „*Firmamentum Sobiescianum sive Uranographia*”, un atlas al constelațiilor corespunzătoare stelelor din catalog. Nu este de mirare faptul că ultimele lucrări erau dedicate regelui Poloniei, Ian Sobieski, deoarece acesta îi acordase o bursă generoasă de 1000 zloți polonezi pe an până la sfârșitul vieții.

Introduce zece noi constelații, dintre care șapte sunt încă prezente în atlasele cerești: Canes Venatici, Leo Minor, Lacerta, Vulpecula (original Vulpecula cum Anser), Sextans (original Sextans Urania), Scutum (original Scutum Sobiescianum) și Lynx. Cele trei constelații „dispărute” sunt Cerberus, Mons Maenalus și Triangulum Minus.

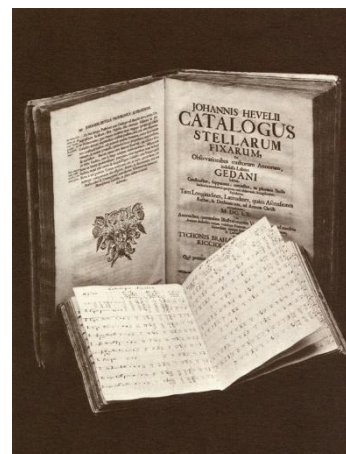
Denumirea constelației Scutum Sobiescianum (Scutul) a fost inspirată de victoria regelui Ian Sobieski în Bătălia de la Viena din 1683 [da, acel Sobieski, vechea noastră cunoștință!]

Constelația Sextans a fost denumită după instrumentul său preferat de măsurare a bolții cerești, distrus în timpul incendiului din 1679, iar denumirea constelației Lynx a fost inspirată de acuitatea vizuală excepțională a lui Johannes Hevelius. De altfel, acesta a fost ultimul mare astronom ce a practicat astronomia cu ochiul liber, vederea sa deosebită permițându-i să efectueze măsurători cu o precizie aproape telescopică, atlasul său stelar „*Firmamentum Sobiescianum sive Uranographia*” sau, pe scurt, „*Uranographia*”, fiind cel mai precis din lume vreme de aproape 100 de ani!

Cu toate că Hevelius dorea să publice catalogul complet, a murit înainte de finalizarea acestuia. Pe 28 ianuarie 1687, de ziua sa, se stinge din viață la venerabila vârstă de 76 de ani, într-o vreme în care puțini apucau să sărbătorească 50 de ani!



Imaginea nr. 9 Johannes Hevelius și soția sa Elisabetha Koopman



Imaginea nr. 7
Catalogus Stellarum Fixarum



Imaginea nr. 8
Constelația Lynx

Publicarea catalogului a fost posibilă datorită celei care i-a fost parteneră în viață și știință, și cu care a împărtășit pasiunea pentru misterele cerului: Catherina Elisabetha Koopman Hevelius, care, de altfel, i-a și editat și publicat postum atlasul ceresc. Ea a fost printre primele femei recunoscute și respectate în domeniul astronomiei.

Catalogul „*Prodromus Astronomiae*” și atlasul stelar „*Firmamentum Sobiescianum*” au fost publicate în 1690 de către soția sa, Catherina. Atlasul conținea stelele din ambele emisfere. Cele din emisfera nordică au fost măsurate de Hevelius și soția sa, Elisabetha, iar cele din emisfera sudică

au fost preluate din catalogul publicat de către Edmund Halley în 1679, catalogul final având în total 79 de constelații. Ca și noutate – acesta era primul catalog de stele cu coordonate ecuatoriale!

Nimeni nu știe exact unde se termină lucrarea lui Hevelius și unde începe cea a soției, o gravură din 1673 arătându-i pe cei doi efectuând împreună măsurători cerești cu un sextant uriaș (realizat de Hevelius după ideile și schițele fostului său profesor, Peter Krüger).

În 1693, șase ani după Hevelius, moare și Elisabetha (avea doar 46 de ani), cei doi fiind înmormântați în aceeași criptă în biserica Sf. Caterina, unde se și căsătoriseră cu treizeci de ani în urmă.

François Arago scria despre Elisabeth: *"Doamna Hevelius a fost prima femeie care nu s-a speriat de dificultatea realizării observațiilor și a calculelor astronomice"*.



Imaginea nr. 10 Statuia lui Jan Heweliusz și biserica Sf. Caterina din Gdansk

Un crater de 106 km diametru din vestul Oceanus Procellarum de pe Lună poartă numele celebrului astronom - Hevelius, iar un asteroid de 14 km a fost denumit în onoarea Elisabethei – 12625 Koopman.

Gdansk a fost distrus în proporție de 90% în timpul celui de-Al Doilea Război Mondial, iar la reconstrucția sa s-a dorit în mod special restaurarea centrului vechi după picturile și gravurile din anii 1700-1800.

Astăzi, în centrul Orașului Vechi, în fața vechii biserici Sf. Caterina, se află o statuie de bronz reprezentând un om cu plete și mustață, folosind un instrument din vremuri de mult apuse și cu privirea ațintită spre stele: Jan Heweliusz!

Bibliografie:

<https://www.britannica.com>

<https://www2.hao.ucar.edu>

<https://www.smithsonianmag.com>

<https://royalsocietypublishing.org/>

<https://.wikipedia.pl>

<https://sites.ualberta.ca>

<http://eaa.crcpress.com>

<https://www.brainpickings.org>

<http://articles.adsabs.harvard.edu>

<https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/>

<https://commons.wikimedia.org>

JOHANNES HEVELIUS – THE LAST AND GREATEST OF THE NAKED-EYE STAR OBSERVERS

Johannes Hevelius was a popular brewer, a prolific inventor, Mayor of Danzing and a successful astronomer – in one word – a true "Da Vinci" of Poland. Astronomy was the biggest love of his life and he conducted observations using homemade equipment from a homemade rooftop observatory. He had made most of the observations not with a telescope, but with the naked eye, Hevelius being said to have exceptionally keen eyesight, to the point of being able to see stars of the seventh magnitude and often described as having the "eyes of a lynx".

His methods of observation caused a hot debate among Europe's astronomers, but Hevelius's astounding accuracy spoke for itself and established him as the last and greatest of the naked-eye star observers.

FENOMENE LUMINOASE LA ROTONDA DIN GEOAGIU, JUDEȚUL HUNEDOARA

Dan-George UZA*

Keywords: sunlight, church, round chapel, astronomical alignments, archaeoastronomy, Templars, treasure

În anul 2016, revista Formula AS scria despre un fenomen luminos interesant din județul Hunedoara. Articolul prezenta legenda unei comori îngropate în curtea vechii biserici de formă aproape rotundă din comuna Geoagiu, probabil cel mai vechi edificiu religios care se mai află în picioare la noi în țară¹, datând cel mai devreme de la sfârșitul secolului al XI-lea sau de la începutul secolului următor (datare considerată provizorie).

Iată și legenda în cauză:

„Se spune că la întoarcerea din Țara Sfântă, Cavalerii Templieri ar fi trecut pe aici. În semn de recunoștință față de ospitalitatea oamenilor din aceste părți, ar fi construit această bisericuță. Clădirea are o fereastră rotundă pe o laterală și razele de soare care intră pe acolo, într-o anumită zi a anului, trec prin fereastra opusă, ogivală, luminând un loc de lângă biserică. Acolo, Templierii ar fi ținut o întâlnire de taină și ar fi îngropat, la o adâncime de 33 de metri, o importantă comoară. Se mai spune că ziua trecerii razei prin cele două ferestre marchează, de fapt, și ziua sfântului al cărui hram îl poartă biserica. Din observațiile făcute a rezultat că lumina trece în dată de 11 mai, în jurul orei 17, prin ambele ferestre.”

Deoarece în puținele referințe despre monument găsite de noi în literatura de specialitate niciuna nu menționează existența vreunei comori, veridicitatea acestei legende trebuie luată *cum grano salis*. În schimb, am devenit interesați de presupusa geometrie a luminii de la Geoagiu: în unele momente din an, soarele își proiectează într-adevăr razele prin ferestrele Rotondei, dând naștere la câteva fenomene optice spectaculoase.

Mica biserică – având acum funcția de lăcaș de cult reformat – este alcătuită dintr-o navă circulară cu diametrul interior de 5,5 m, continuată spre

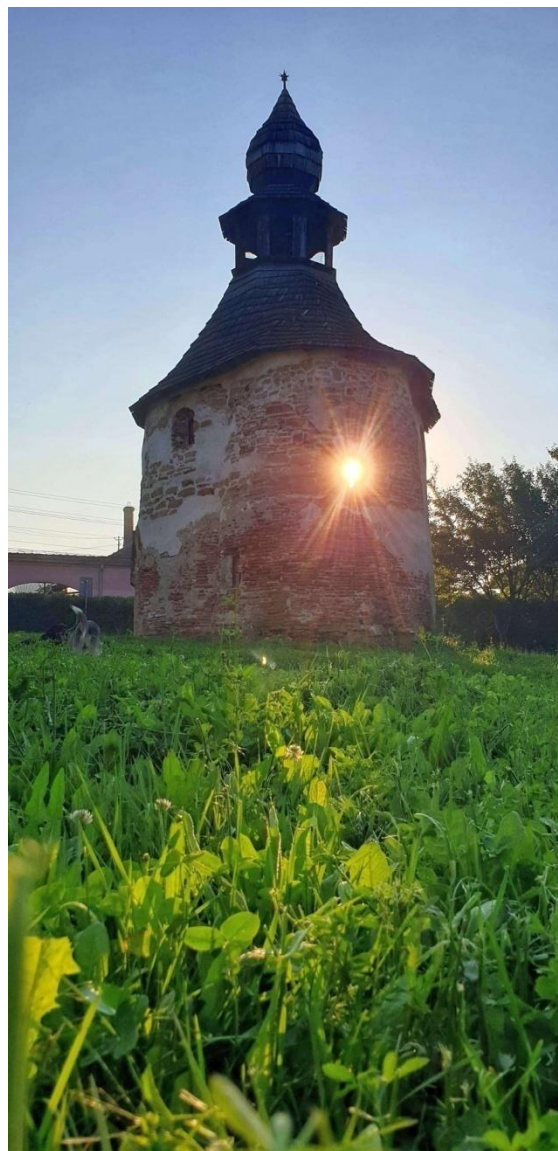


Fig. nr. 1 Aliniere solară tip NV-E la Rotonda din Geoagiu. Vedere din exterior
Foto: Aknai Szilard

* Societatea Română pentru Astronomie Culturală, Cluj-Napoca

¹ Se presupune că bisericile cu plan rotund au derivat din arhitectura octogonală a capelei palatului de la Aachen, construită la sfârșitul secolului al VIII-lea la comanda împăratului Carol cel Mare. Acea formă s-a simplificat odată cu trecerea timpului, ajungând la mai multe versiuni, între care și cea circulară. Biserici sau capele rotunde mai există la noi în țară la Odorheiu Secuiesc (Capela Inima lui Iisus), București (Biserica „Teiul Doamnei Ghika”) și Lețcani (jud. Iași). Rotonde în stare de ruină s-au găsit la Orăștie, Alba Iulia, Teiuș, Ciombrud (jud. Alba), Cluj-Mănăștur, Sibiu, Pelișor (jud. Satu Mare). Uneori, amintirea lor s-a păstrat în toponimia locului, cum este cazul localității Kerekegyház („biserică rotundă”, lb. magh.) înglobată în Turda încă în evul mediu.

răsărit cu o absidă semicirculară lungă de 2 m, care are o deschidere de 3 m înspre navă. Lungimea construcției pe axa E - V este de 7 m în interior și de 9 m în exterior. Intrarea se face prin partea de SV, printr-un portal introdus în zidărie într-o fază mai târzie. Deasupra, două rânduri de cărămidă medievală, ieșite puțin în afară în raport cu paramentul, formează un arc ușor frânt. Un alt arc, de formă semicirculară, realizat din cărămidă romană și aflat mai sus decât arcul portalului actual, trebuie să fi fost cel inițial. Materialul de construcție folosit la ridicarea rotondei a fost cărămida romană în asociere cu o cantitate mai redusă de piatră de râu, prezentă mai mult în părțile superioare. Grosimea pereților variază între 1 și 1,15 m.

Spațiul interior relativ înalt este împărțit în două de un planșeu de lemn. Peste nivelul acestui planșeu se găsesc șase ferestre: una în partea estică a absidei și restul în navă, câte două pe părțile de N și de S, iar ultima la V. Ferestrele navei sunt amplasate în partea superioară a elevațiilor, în vreme ce fereastra absidei se află poziționată mult mai jos, aproape de planșeul de lemn. Exceptând fereastra vestică care este rotundă, toate celelalte sunt dreptunghiulare și au închideri semicirculare la partea superioară. Potrivit specialiștilor, ferestrele aparțin prin formă și stil epocii romanice, fiind tratate în ambrazură, strâmtate la mijloc, cu evazări largi spre exterior și interior.

În cursul anului 2020, Aknai Szilard² a fotografiat trei tipuri de alinieri solare pe care le-am clasificat mai jos în funcție de ferestrele implicate și perioada de vizibilitate (**Fig. 4**). Prin aliniere solară înțelegem un fenomen optic întins pe un interval de timp finit (de ordinul minutelor), în care lumina soarelui pătrunde în interiorul Rotondei printr-o fereastră și ia forma unei pete luminoase care se proiectează peste un alt gol de fereastră, soarele fiind astfel vizibil din exteriorul bisericii pe axa rezultată. Cum soarele își modifică treptat punctele de apus și răsărit, un rol esențial la stabilirea vizibilității îl are declinația solară, adică unghiul dintre direcția soarelui și planul ecuatorului terestru. Orice fenomen luminos se repetă cel puțin de două ori pe an, în așa-numitele zile solare pereche, în care soarele atinge aceeași declinație, urmând același traseu diurn pe cer. Aceste date calendaristice sunt egal depărtate de solstiții sau echinocții. Fenomenele luminoase de la Geoagiu se repetă așadar „în oglindă” pe parcursul anului tropic. Alinierile din preajma solstițiului de vară au o perioadă mai mare de manifestare pentru că atunci declinația soarelui se modifică mult mai lent față de evoluția de la echinocții. Dimensiunea apreciabilă a ferestrelor contribuie, de asemenea, la extinderea intervalelor de vizibilitate. Este important de remarcat faptul că niciuna din proiecțiile identificate nu corespunde ca perioadă cu cea indicată în legenda comorii (11 mai ora 17).

1. Alinieri NV-E (Fig. 1)

Razele soarelui pătrund prin fereastra dreptunghiulară din nord-vestul navei și se aliniază cu fereastra estică dreptunghiulară a absidei. Rezultatul este un fenomen optic spectaculos, fotografiat de Aknai Szilard în data de 10 iunie 2020, la ora 19:47. Intervalul estimat de vizibilitate pare a fi cel mai generos dintre toate alinierea găsite de noi: 19 mai (20:00³) – 23 iulie (20:00), deci aproape 2 luni, însă deocamdată această perioadă nu a fost confirmată prin observații directe la fața locului.

2. Alinieri V-E (Fig. 2)

Razele soarelui pătrund prin fereastra circulară din vestul navei și se aliniază cu fereastra estică dreptunghiulară a absidei, existând două intervale de vizibilitate de circa jumătate de lună fiecare, cu următoarele ore aproximative de debut: 6 aprilie (18:47) – 20 aprilie (18:35) și 21 august (18:39) – 4 septembrie (18:44). Aceste date au fost verificate la fața locului de către Aknai Szilard în anul 2020. Am putut stabili astfel că alinierea se produce atunci când soarele se află în medie la 268,8° azimut și 14,21° înălțime deasupra orizontului, cu o marjă de aproximativ +/- 2° în ambele cazuri. Rezultatul este un fenomen optic asemănător celui precedent, vizibil de această dată pe direcția absidei.

3. Alinieri V-SE (Fig. 3)

Razele soarelui pătrund prin fereastra circulară din vestul navei și se aliniază cu fereastra sud-estică dreptunghiulară a navei. Ambrazura celor două ferestre acționează însă ca un filtru ce reduce

² Manager, Centrul pentru Tineret Geoagiu

³ Toate orele indicate reprezintă ore de vară.



Fig. nr. 2 Aliniere solară tip
V-E la Rotonda din Geoagiu
Fereastra V (circulară)
Fereastra E (a absidei)
Proiecție pe sol
Vedere din exterior pe axa E-V
 Foto: Aknai Szilard



Fig. nr. 3 Aliniere solară tip V-SE la Rotonda din Geoagiu
 Vedere din interior cu ferestrele SE, SV și V
 Fereastra SE în preajma alinierii
 Vedere din exterior pe axa SE-V
 Foto: Aknai Szilard

pata luminoasă la o fâșie subțire, împiedicând astfel consumarea alinierii. Aceasta nu mai este la fel de spectaculoasă precum cele două anterioare. Fotografia realizată de Aknai Szilard în 27 iunie 2020, la ora 20:20, surprinde parțial acest fenomen. Din exteriorul Rotondei, lumina soarelui nu a putut fi observată. Din cauza înălțimii mici a soarelui din preajma apusului, această proiecție cade pe sol cel mai departe, probabil pe locul unde a fost ridicată clădirea Parohiei (azi Centrul de Tineret). În aceste condiții, opinăm că ar fi utilă o scară sau lumina ar trebui observată de pe acoperișul Centrului de Tineret. Interval estimat de vizibilitate: 23 mai (20:45) – 19 iulie (20:00), încă neverificat.

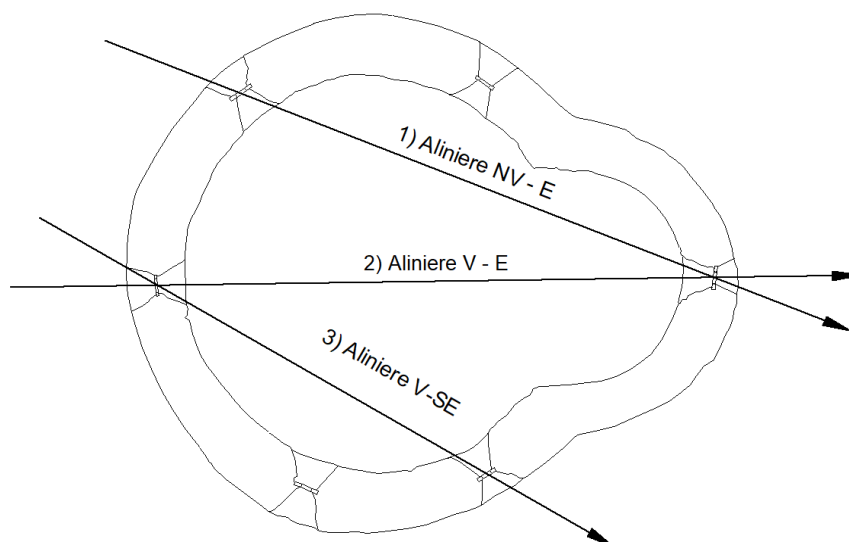


Fig. nr. 4 Alinieri solare identificate la Rotonda din Geoagiu

Deoarece atât soarele, cât și Luna urmează aproximativ același traseu pe cer (ecliptica) și au aproximativ aceeași dimensiune unghiulară aparentă ($0,5^\circ$), pe lângă alinierea solară ne așteptăm să avem parte la Geoagiu și de unele alinieri lunare. Acestea ar putea fi destul de spectaculoase, deși mai rare. Până în prezent, din ceea ce cunoaștem, ele nu au fost documentate fotografic, însă în **Tab. 1** și **2** oferim cititorilor un calendar în vederea observării lor pe timpul nopții⁴. Deoarece numai intervalul alinierilor solare est-vest a putut fi modelat satisfăcător pe baza observațiilor în teren, pentru cele lunare ne vom raporta la aceeași direcție (cu alte cuvinte, răspundem la întrebarea când se vede cel puțin o parte a Lunii din exteriorul bisericii prin fereastra circulară vestică, la $268,8^\circ$ azimut și $14,21^\circ$ înălțime deasupra orizontului, cu o marjă de aproximativ $\pm 2^\circ$).

Tab. 1 – Alinieri lunare în anul 2021		
Data	Ora	Faza Lunii
17.02.2021	22:17	Seceră
27.03.2021	04:29	Plină
24.04.2021	04:06	Plină
21.05.2021	01:57	Primul Pătrar
18.06.2021	00:40	Primul Pătrar
17.11.2021	03:50	Plină
14.12.2021	01:50	Primul Pătrar
15.12.2021	02:30	Primul Pătrar

Tab. 2 – Alinieri lunare în anul 2022		
Data	Ora	Faza Lunii
11.01.2022	00:29	Primul Pătrar
06.02.2022	22:23	Seceră
06.03.2022	20:59	Seceră
14.04.2022	04:40	Plină
11.05.2022	02:31	Primul Pătrar
08.06.2022	01:09	Primul Pătrar
07.11.2022	04:23	Plină
04.12.2022	02:21	Primul Pătrar

O altă categorie de alinieri posibile asupra cărora nu vom insista aici din lipsă de spațiu sunt cele siderale. Astfel, prin fereastra vestică circulară estimăm că vor fi vizibile uneori Betelgeuse și

⁴ Conform app *PhotoPills*.

Altair, stele strălucitoare care au aproximativ aceeași declinație ca soarele în momentul alinierii sale V-E. Spre deosebire de categoriile identificate anterior, aceste alinieri siderale au loc zilnic, chiar dacă ora lor exactă (implicit și vizibilitatea) diferă în funcție de anotimp.

O pată luminoasă proiectată printr-o fereastră pe un ecran (perete) are caracteristici foarte diferite, în funcție de distanța dintre fereastră și ecran:



Fig. nr. 5 Proiecție solară rotundă pe peretele estic al absidei. Foto: Aknai Szilard

a) Dacă distanța dintre fereastră și ecran este mai mică decât o distanță limită (egală cu 114,6 ori diametrul ferestrei), pata de lumină păstrează forma ferestrei, dar marginile sale capătă un halou de penumbră care se mărește pe măsură ce ne apropiem de distanța limită. Umbrele obiectelor terestre sunt, în general, neclare, ele prezentând adesea ceea ce se cheamă „penumbră”. Penumbra este o regiune incomplet iluminată, cuprinsă între zona umbrită și cea luminoasă din spatele unui corp opac. Această difuziune a umbrei (gradient) se datorează faptului că soarele nu este o sursă punctiformă de lumină, ci un disc cu un diametru aparent de aproximativ jumătate de grad. Umbra este cu atât mai bine delimitată cu cât obiectul în cauză este mai aproape de ecran.

b) Dacă distanța dintre orificiu și ecran este mai mare decât distanța limită menționată, pata de lumină se transformă în imaginea răsturnată a discului solar, cu un halou de gradient constant și o grosime identică cu diametrul orificiului. Din acest punct limită, claritatea marginilor proiecției sporește treptat, odată cu distanța: cu cât distanța este mai mare, cu atât calitatea imaginii soarelui devine mai bună. Există numeroase biserici în Europa prevăzute cu asemenea orificii de mici dimensiuni (milimetrice) în care turistul poate urmări o imagine clară, mărită, a discului solar proiectată pe podea, la o distanță de câteva zeci de metri, fără nici o lentilă⁵.

Putem spune, așadar, că proiecțiile luminoase vizibile în biserica de la Geoagiu, deși uneori rotunde (**Fig. 5**), nu redau discul solar, ci forma ferestrei vestice care le generează.

⁵ Încă din secolele XVI - XVII au apărut în interiorul bisericilor primele cadrane solare tip cameră obscură (linii meridiene): dimensiunea lor mare și mediul întunecat în care se aflau, adăpostit de lumina difuză a zilei, le făceau ideale pentru măsurători astronomice de precizie înaltă (de ex. variația oblicității eclipticii).

Planimetria obținută prin amabilitatea firmei SC M RESTAURO SRL confirmă orientarea edificiului pe direcția punctelor cardinale. Coordonatele geografice exacte sunt: 45,920031° latitudine nordică și 23,203173° longitudine estică.

Ferestrele estice și vestice se aliniază într-o marjă de 1-2° cu punctele echinocțiale de răsărit și apus. Celelalte patru ferestre nu prezintă alinieri solstițiale evidente. Am remarcat, în schimb, următoarea curiozitate: din centrul navei circulare, vârfurile semicercului absidei fixează în spațiu aproape perfect punctele de răsărit solar la cele două solstiții (**Fig. nr. 6**).

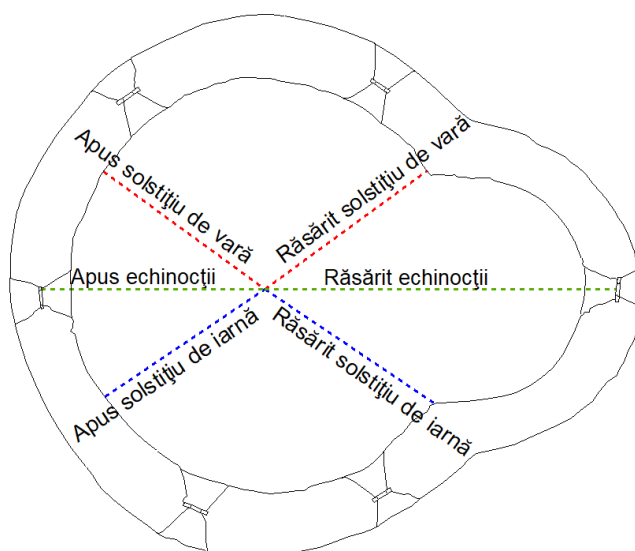


Fig. nr. 6 Răsăritul și apusul soarelui la Geoagiu, în funcție de anotimpuri

Pentru Geoagiu, plaja de azimuturi solare posibile este următoarea, în funcție de anotimp⁶ (**Tab. 3**).

Tab. 3	Solstițiu de vară	Echinocții	Solstițiu de iarnă
Azimutul punctului de răsărit al soarelui	54,1°	88,9°	123,8°
Azimutul punctului de apus al soarelui	305,9°	271,1°	236,2°

Merită să mai observăm faptul că Rotonda din Geoagiu se comportă precum un imens ceas solar, fixând în teren anumite repere temporale cu ajutorul luminii. Proiecția luminii poate fi modelată din punct de vedere geometric după regulile aplicabile cadranelor solare. De altfel, pe tija ceasurilor solare se prevede uneori un ecran, adesea circular, cu o gaură mică în centru (*oculus*), înlesnindu-se, astfel, citirea orelor pe cadranul propriu-zis, deoarece mijlocul unei pete luminoase rotunjite se găsește mult mai ușor decât muchia unui halou dreptunghiular de penumbră. La Rotondă, acest orificiu circular are o dimensiune apreciabilă (circa 23 cm în diametru), dar el acționează după aceleași principii.

Arheologul Gheorghe Petrov, desfășurând cercetări arheologice vreme de mulți ani la Rotondă, a descoperit acolo o necropolă, din care cel mai vechi mormânt a fost datat în perioada regelui maghiar Ladislau I (anii 1077-1095). Cum fundația bisericii nu se suprapunea peste nici un loc de veci, s-a concluzionat că edificiul trebuie să fi fost construit anterior cimitirului. Descoperirea a făcut ca situl Rotondei să fie considerat cel mai vechi monument de artă bisericească aflat încă în picioare pe teritoriul României, alături de biserica de la Densuș și cea de la Streisângeorgiu. Această datare timpurie pune sub semn de întrebare ctitorii legendari ai edificiului, întrucât Ordinul Cavalerilor Templieri a fost înființat mai târziu. O altă variantă vehiculată spune că Rotonda de la

⁶ Conform app SolarInfo.

Geoagiu a fost, inițial, o capelă nobiliară, ridicată, probabil, din inițiativa familiei Akos, pe care documentele medievale o pomenesc ca fiind proprietara domeniului, informează același arheolog.

Indiferent de origine, Rotonda din Geoagiu și fenomenele solare asociate ei merită să fie cunoscute și studiate de către orice astronom amator pasionat de geometria luminii.

Bibliografie:

ANGHEL, Gh., 1965, *Biserica romanică de la Geoagiu de Jos*, în „Acta Musei Apulensis”. Apulum, V, Alba Iulia, p. 615.

HEILBRON, J.L., 2001, *The Sun in the Church: Cathedrals as Solar Observatories*, Harvard University Press.

MAKSAY A., 2010, *Reabilitarea bisericii rotonde din Geoagiu. Expertiză tehnică preliminară*, Cluj-Napoca.

MANOLE, C., 2016, *Enigma din Geoagiu*, în Formula AS, nr. 1206.

PĂUN, S., 2000, *Absida altarului*, Per Omnes Artes, București.

PETROV, Gh., 1996, *Raport preliminar asupra cercetărilor arheologice din complexul medieval de la Geoagiu de Jos, jud. Hunedoara (campaniile din 1993, 1994, 1995)*, în „Acta Musei Napocensis”, 33/I, Cluj-Napoca, p. 403-414.

PINTER, Z.K., 2003, *Rotonda de la Orăștie*, în „Temeiuri ale civilizației românești în context european. In memoriam Radu Popa”, Bistrița.

PINTER, Z.K., ȚIPLIC, I.M., 2003, *Sibiu – Piața Huet - Rotonda*, în „Cronica Cercetărilor Arheologice”, București.

SCARPEL, N., *Analisi della precisione per la misura dell'ombra con il metodo del foro gnomonico*.

WEISZ A., 2020, *Biserica reformată și rotonda de la Geoagiu. Studiu de istoria artei*, Cluj-Napoca.

LIGHT PHENOMENA AT THE ROTONDA OF GEOAGIU, HUNEDOARA COUNTY

The Rotonda is a small circular chapel in Geoagiu (central Romania) which appears to be the oldest of its kind in the country (11th-12th centuries AD). Some say it was built by the Templars, others that it was erected by a local nobleman named Akos. According to legend, on a particular day of the year, the Sun shines through two opposing windows and where the spot of light falls outside on the ground a treasure is said to be buried. The chapel is composed of a circular nave and a half-round apse measuring about 9 meters across. Upstairs there are 6 windows of which two are almost perfectly east-west aligned (with a declination of just 1-2°). The other four windows have no discernable astronomical significance. There is, however, a peculiarity: viewed from the center of the circular nave, the ends of the apse's half-circle point to sunrise on both solstices. We signal some possible solar alignments in the case of following window combinations: north west and east; west and east, west and south east. North west and east windows produce a visible light spot outside and we hypothesize that this occurs in the evening for almost two months during summer (19 May – 23 July). This is because solar declination changes slowly around summer solstice. The second alignment, involving west and east windows, has been confirmed in 2020 to happen between 6 April – 20 April and 21 August – 4 September. We have thus established that this alignment occurs when the sun is at an average of 268.8° azimuth and 14.21° above the horizon, with a margin of about +/- 2° in both cases. The effect is visually similar to the first type. The last alignment, although not so spectacular, probably occurs between 23 May - 19 July near sunset, but we have not been able to visually verify it. Moon and bright star alignments (at least for Betelgeuse and Altair) should also be possible on some or all of these directions. We offer a computed table for the next two years when the Moon will be visible through the west circular window. Archaeological digs show that the chapel was built even before the Templars. No treasure has ever been found, so the legend of the buried gold should be taken with a grain of salt.

VLADIMIR BOICO (30 SEPTEMBRIE 1909 - 27 IANUARIE 2001), O PERSONALITATE DE EXCEPȚIE A ASTRONOMIEI DE AMATORI

Erika Lucia SUHAY*

Keywords: Vladimir Boico, telescope mirrors, Jupiter's satellites, Betpak-Dala desert



*Începem prezentarea excepționalei personalități a lui Vladimir Boico, printr-un articol al dnei **Elvira Botez** (Astronom, Conf. Univ. Dr., Membră a CNRA și Membră în Uniunea Astronomică Internațională): „O după-amiază cu Domnul inginer Vladimir Boico”.*

«Revenind de la Chișinău, după Sesiunea aniversară a 120 de ani de la nașterea astronomului Nicolae Donici și dorind să aflu știri despre singurul observator astronomic al unui liceu din România interbelică, care a ființat la Chișinău, cu amabilitatea doamnei Monica Ciobanu, m-am aflat în după-amiaza zilei de 29 septembrie 1994 în vizită la domnul inginer Vladimir Boico, președintele Astroclubului București, de la care am obținut prețioase informații despre acel observator astronomic, cât și despre activitatea d-sale ca astronom amator.

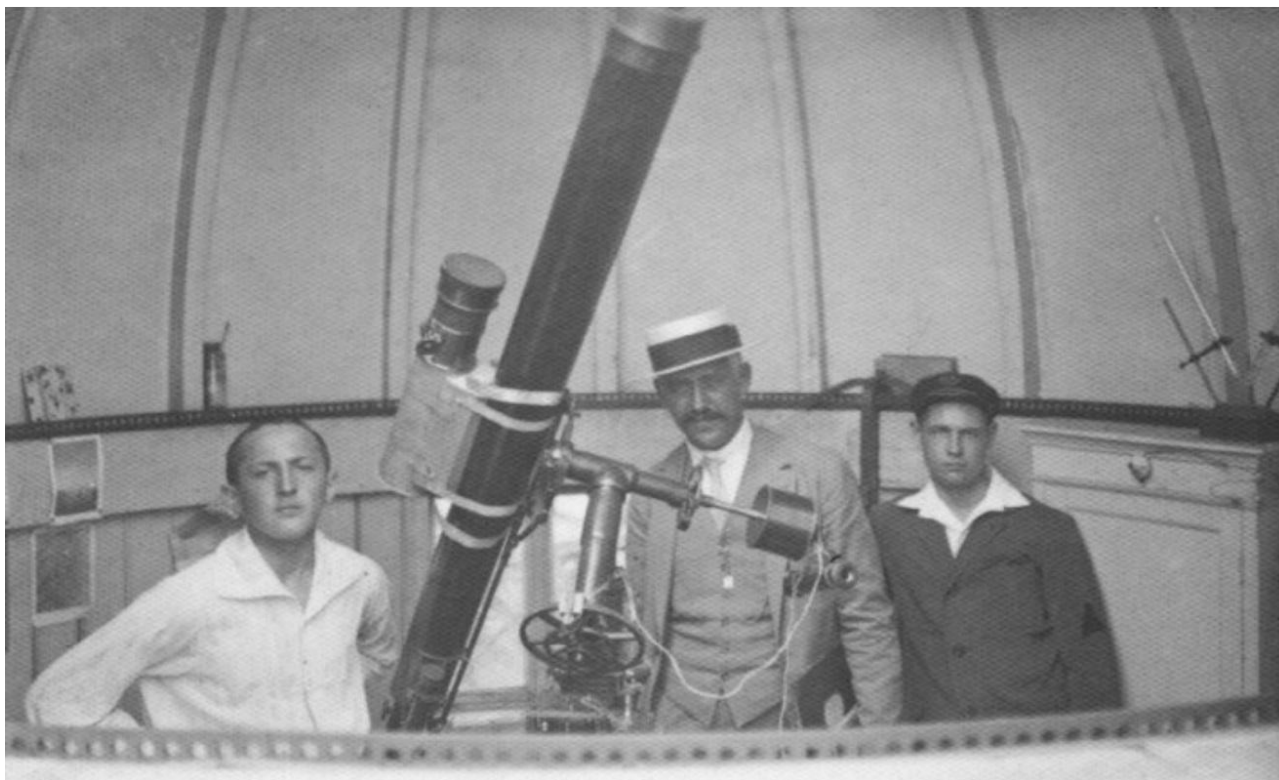
Cum a devenit astronom amator? Eclipsa de Soare din 8/21 august 1914 a fost momentul de la care a început să se intereseze de astronomie, tatăl său cumpărându-i cărți de popularizare în

limba rusă. Până în clasa a VI-a a fost elev la Liceul "M. Eminescu", biserica ortodoxă alăturată, asemănătoare cu Biserica Amzei ca înfățișare, ținând de liceu. La acel liceu existau cabinete de fizică, precum și o lunetă de 80 mm. Clasele a VII-a și a VIII-a le-a urmat la Liceul "Alec Russo" unde, la ultimul etaj (2 sau 3) era o cameră lungă de 2-3 m cu o fereastră, adăpostind o parte a instrumentelor meteorologice și o cutie cu termometre.

Din această cameră, o scară conducea la observator (sala ecuatorială) instalat deasupra șarpantei pe o platformă sprijinită de 4 stâlpi. Pe șarpantă era instalată o giruetă care indica direcția vântului, datele fiind transmise electric în cămaruță. La orele 8 dimineața se transmitea la Centrul Meteorologic din București o telegramă despre starea vremii. Observațiile și întocmirea telegramelor reveneau elevului Vladimir Boico, căruia profesorul de matematică Ion Parno îi încredințase cheile observatorului.

În anii 1926-1928 (cât a fost elev la Liceul "Alec Russo"), Vladimir Boico și-a întocmit un album cu 36 astrofotografii. Printre acestea, Eclipsa de Lună din 8.12.1927, realizată cu ajutorul unui aparat fotografic atașat la refractorul Reinfelder & Hertel cu deschidere de 108 mm, având mișcare de orologerie, și Ocultația lui Saturn, obținută cu un dispozitiv (cameră fotografică proprie) atașat lunetei. Aflând despre existența Observatorului Astronomic de la Dubăsarii-Vechi al lui Nicolae Donici, l-a rugat pe tatăl său (care era inspector CFR) să afle când vine N. Donici la Chișinău. A fost invitat la niște cunoștințe unde l-a cunoscut. Era elev în clasa a VIII-a (1928) și au discutat cam 2 ore. A fost invitat să viziteze Observatorul de la Dubăsari, dar nu l-a vizitat, deoarece s-a mutat la București. În 1930 s-a prezentat la Observatorul Astronomic din București cu albumul de astrofotografii. Directorul N. Coculescu l-a trimis la vice-directorul G. Demetrescu, care l-a prezentat astronomilor Călin Popovici, C. Drâmbă, G. Petrescu, N. Dinulescu. Împreună cu Ciril Petrescu a instalat ceasul din stradă.

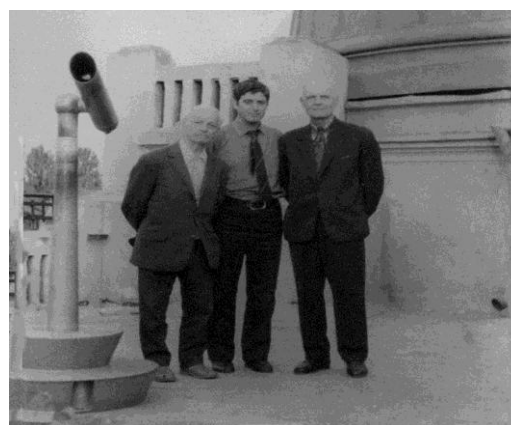
* Membră a Comitetului Național Român de Astronomie (CNRA), Institutul Astronomic al Academiei Române, Membră a Societății Europene de Astronomie (EAS)



Imaginea nr. 1 De la dreapta spre stânga: elev Boico Vladimir, sub-director Poroseci Zahar și elev Sanielevici E. în cupola Observatorului liceului „Alecu Russo” din Chișinău, 1927-1928

În 1934, G. Petrescu își pregătea teza de doctorat. După obținerea doctoratului, Gheorghe Petrescu îi mulțumește lui Mircea Marcopol, mecanic la Observatorul Astronomic al Academiei din București (angajat aici din 1932) pentru construirea dispozitivului pentru fotografierea sateliților lui Jupiter, dispozitiv lucrat la indicațiile lui Vladimir Boico. Dispozitivul există și acum la Observatorul Astronomic din București și va fi adaptat pentru observarea sateliților lui Saturn. Momentul observației este înregistrat de cronograf cu precizia de o sutime de secundă. Din 1950 a început activitatea la Observatorul Astronomic Popular care s-a deschis cu sprijinul lui G. Demetrescu și C. Popovici. Prin decizia doamnei Urseanu, funcționa aici o expoziție de pictură, iar luneta era demontată încă de la moartea lui Vasile Urseanu. Deschizându-se Muzeul de pictură de la Palat, expoziția nu a mai funcționat. Responsabilul Muzeului era I. Băjenaru, avându-l ca ajutor pe Matei Alexescu.

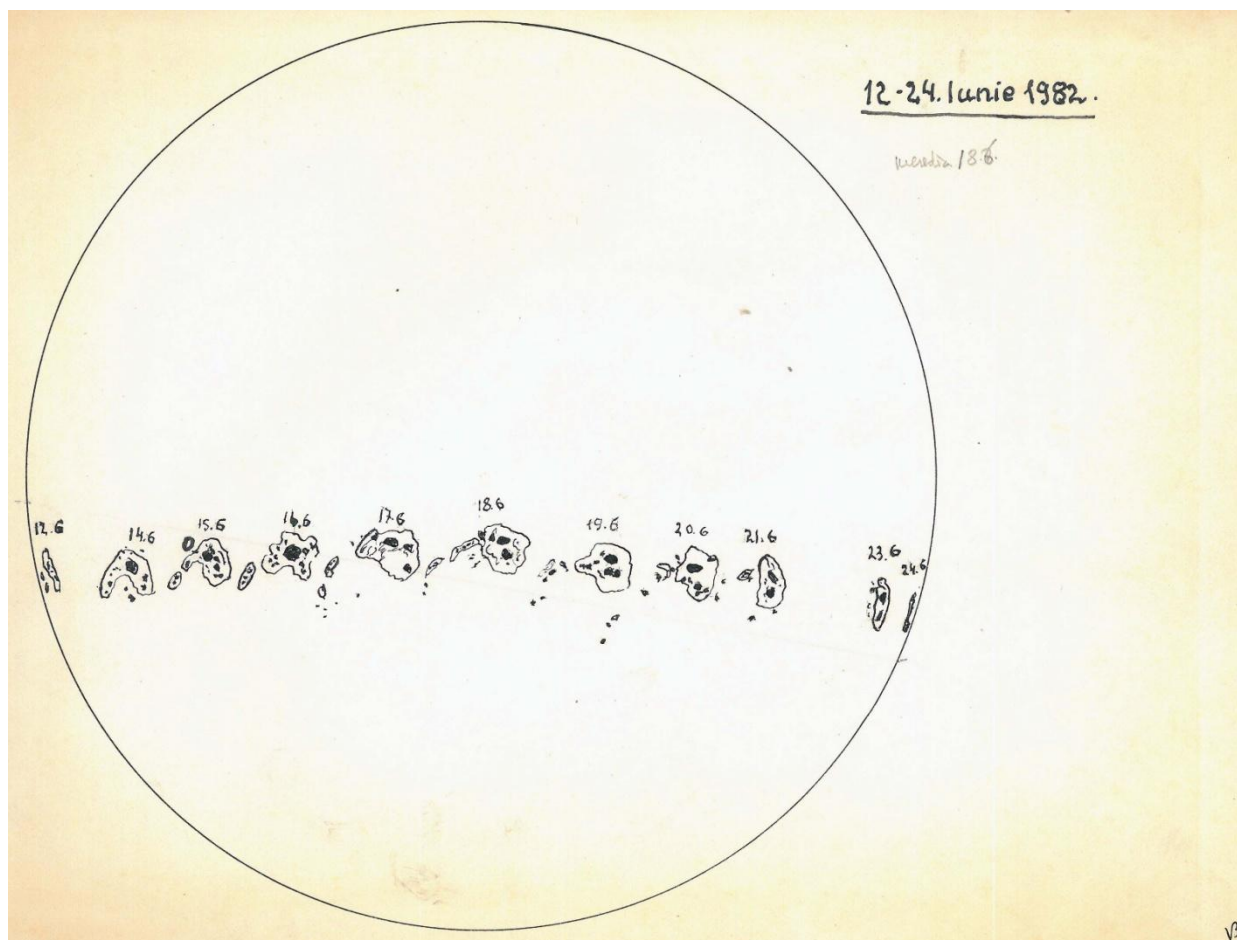
Într-o zi a venit la OAP o persoană care a lucrat cu N. Donici-Baicoff și care a spus că atunci când acesta a plecat de la Chișinău în 1940 a adus câteva piese la OAP, dar în 1950 ele nu mai existau. În 1936 s-au plantat plopii de pe Calea Griviței, operațiune la care a participat și el. Avea brevet de conducere locomotive (a condus 100.000 km). Era expert în energetică. A stat 10 ani la Moscova ca expert în energie și combustibili. În acea perioadă, zburând de la Alma-Ata la Moscova peste lacul Balhas (3 ore de zbor, 2000 km de deșert), a observat o formație asemănătoare cu un crater lunar. Notează momentul observației și, ajuns la Moscova, îl sună pe Bronsten - secretarul Asociației VAGO, și lasă observația geofizicienilor.



Imaginea nr. 2 Ioan Huss, Harald Alexandrescu, Vladimir Boico (de la stânga la dreapta) pe terasa Observatorului Astronomic "Amiral Vasile Urseanu" București

După 12 ani a fost trimisă o expediție în această regiune, care a descoperit craterul și a confirmat originea lui meteoritică. A fost denumit meteoritul Sunak, după numele localității celei mai apropiate; are număr de catalogare. Considera ca prioritate astroclimatul din România, în două comunicări la Academia Română ale profesorului Gheorghiu, cu rezultatele observațiilor.

La OAP a făcut câteva luni de observații de astroclimat, ziua (observații solare), noaptea (observații stelare). La OAP a realizat o poză de 30 de minute a Nebuloasei din Orion în 1/2.12.1951. A construit pentru astroclimat (la Stațiunea Meteo de pe Omul) două telescoape tip Newton, de 110/860 mm și 150/1500 mm, ultimul aflându-se acum la sediul Astroclubului, și instrumente folosite pentru turbulența atmosferei. La Astroclub a observat Luna, planetele, a făcut astrofotografii. A făcut observații solare între 1964 și 1990, prelucrate după „Observations solaires”, în total 6202 zile de observații, la care se adaugă și observațiile din 1991-1993. A urmărit cum a variat calitatea imaginii la observațiile solare în 1964-1990.



Imaginea nr. 3 *Evoluția unui grup de pete solare observate de către Vladimir Boico între 12-24 iunie 1982*

La inițiativa domnului Jean Dragesco a determinat influența industrializării asupra calității imaginilor. A stabilit că la Observatorul Astronomic din București calitatea imaginilor este influențată de 3 surse: UMGB, CET și Fabrica de Unelte. Condițiile astronomice de observare a stelelor în munți, în Comunicările Academiei R.P.R., tom II (1952), 3-4.

Alte observații au fost publicate în *Note și observații astronomice*. Vladimir Boico s-a ocupat cu interes și de văile lunare, observând detalii în zona celebrului „Zid drept” de pe Lună. În 1950 nu se mai găsea nimic de astronomie la OAP (probabil cărți). Almagesta de la OAP a fost cumpărată din Anticariat, ea aparținuse probabil prof. Dimitrie Leonida. Acestea sunt - în mare - problemele discutate în acea după-amiază cu domnul inginer Vladimir Boico. Ulterior, prin bunăvoința doamnei Monica Ciobanu, mi-au parvenit de la d-sa două xeroxuri: textul - *O întâlnire cu Donici N.*

și *Observatorul astronomic de la Liceul „A. Russo” Chișinău*, cu 5 imagini, explicate pe verso» (Cluj-Napoca, 6 februarie 2001 Elvira Botez).

Continuăm evocarea astronomului Vladimir Boico prin câteva amintiri ale cunoscutului astronom român Matei Alexescu, mare popularizator al astronomiei din România, după o scurtă prezentare a acestuia din urmă.

Matei Alexescu (1929 - 1993), astronom român, a condus timp de 15 ani *Observatorul Astronomic „Amiral Vasile Urseanu”* din București (1953 -1968), a fost membru al *Comisiei de Planetologie al Societății Astronomice Franceze (SAF)* din 1972, *Laureat al Societății Astronomice Franceze* (al doilea român după Constantin Pârvulescu, în 1924), deținător al premiului “Henry Roy” pentru observații realizate asupra planetei Marte (1974), membru al *Asociației Observatorilor Lunii și Planetelor (ALPO)* din Arizona (SUA), în 1975, membru al *Comisiei Soarelui al SAF* în, 1978. În 1979, ca urmare a șaisprezece ani de observații fotografice, elaborează primul *Atlas Fotografic al Lunii* realizat în țara noastră, rămas în stadiul de manuscris. Ca urmare a rezultatelor obținute la observațiile planetare, în anul 1987 este cooptat ca membru al *Societății Britanice de Astronomie*.



Imaginea nr. 4 Matei Alexescu și luneta ecuatorială din cupolă

«În anul 1950, acad. Călin Popovici, prof. dr. Aurel Iacovache și acad. George Demetrescu, pe atunci director al *Observatorului Astronomic al Academiei* din București, au reușit să determine autoritățile municipale să dea în folosință pentru publicul bucureștean *Observatorul Astronomic Popular* din Bd. Ana Ipătescu, nr. 21. În aprilie 1950 este reînaltată luneta având distanța focală de 2695 mm (F/18), obiectivul de tip A - semiapochromat iar observațiile făcute de acad. Călin Popovici, ing. Vladimir Boico și Matei Alexescu au demonstrat calitatea deosebită a opticii instrumentului.

Astfel, în condiții atmosferice adecvate s-a obținut separarea unor cupluri de stele duble - test, cu distanțe unghiulare de 0",72 – 0",75.

Inginerului Vladimir Boico i se datorează o primă contribuție serioasă - aceea a instalării unui



Imaginea nr. 5 Conferință la *Observatorul Astronomic Popular* din București: înv. Stan Mateescu, ing.Vladimir Boico, dr. Emilia Țifrea, cercetător *Observatorul Astronomic al Academiei Române*, prof. Erika Lucia Suhay (de la stânga la dreapta)

astrograf cu obiectiv Petzval Hermagis F/5, F = 500 mm, în primăvara anului 1951. În același an, a construit o cameră fotografică la ocular pentru fotografierea Lunii și planetelor - o a doua construind-o câțiva ani mai târziu (1956); tot în anul 1951 a realizat un spectroscop de protuberanțe confecționat din piese de binoclu, aparat care a fost utilizat ani de-a rândul, până în 1957, când o piesă similară a fost obținută prin transfer de la *Observatorul din București al Academiei* - aparat proiectat tot de Vladimir Boico.

În anul 1952, într-una din sălile de la etajul 1 al actualei clădiri a *Observatorului Astronomic „Amiral Vasile Urseanu”*, a fost organizată o primă expoziție astronomică bazată pe fotografii și desene originale, rezultate din observațiile proprii ale lui Vladimir Boico și ale altora. În 1956 s-a organizat o a treia expoziție astronomică,

ocupând toate cele șapte încăperi de la etajul I al clădirii, cu tema “Universul astral”, cu colaborarea acad. Călin Popovici și a ing. Vladimir Boico.

În contextul rezultatelor științifice, cu caracter aparte trebuie menționate studiile de astroclimat, inițiate și puse în practică de Vladimir Boico, domeniu cu caracter de premieră în țară și desfășurat pe o perioadă de mai mulți ani. El a cuprins studiul procentajului mediu de zile și nopți în care pot fi efectuate observații astronomice la București, iar în a doua parte s-a referit la turbulența și transparența cerului nocturn - atât la București, cât și în munții Bucegi - la Piatra Arsă, Vârful cu Dor, Babele și Omul, ajungându-se la concluzii deosebit de importante în vederea creării unui observator astronomic de munte la noi în țară. De altfel, cu această ocazie au fost inițiate și primele observații astronomice de munte din țara noastră - fiind utilizate telescoape de 120 și 150 mm diametru, Vladimir Boico fiind primul român care a urcat cu instrumente astronomice la vârful Omul.

Inginerul Vladimir Boico, specialist în domeniul energetic, și-a consacrat întregul său timp liber studiului astronomiei și popularizării ei.»

Iată și câteva amintiri legate de activitatea lui Vladimir Boico, relatate de Dr. Cornelia Cristescu, după o scurtă prezentare a domniei sale.

Dr. Cornelia Cristescu, membru al Uniunii Astronomice Internaționale (U.A.I.), a lucrat la Institutul Astronomic al Academiei Române, fiind șefa departamentului Astrometrie Fotografică și a departamentului de Fotometrie Stelară, având lucrări în domeniul astrometriei de asteroizi, planete, sateliți naturali, poziții de galaxii și studii în domeniul fotometriei și astrofizicii stelare. A fost singurul astronom român prezent la N.A.S.A. în iulie 1969, când a asistat la lansarea misiunii Apollo 11, ce a deschis drumul omului spre alte corpuri cerești.



Imaginea nr. 6 Vladimir Boico este primul român care a urcat cu instrumente astronomice la vârful Omul

«Pe ing. Vladimir Boico l-am cunoscut la începutul carierei mele de astronom. Mai precis, atunci când lucram la teza mea de doctorat, fotometrul cu care trebuia să fac determinări era defect. Dl. ing. Boico a examinat aparatul și a indicat ce trebuia făcut pentru a-l repara. Tot el era în legătură cu un tehnician foarte bun de la Facultatea de Fizică, dl. Ebinger, care a putut repara



Imaginea nr. 7 Ședință cu membrii Astroclubului București: Zoltan Deak, Harald Alexandrescu, Vladimir Boico, Adrian Enache, Mariana Tulbure (jos, de la stânga la dreapta)

aparatul. Astfel, am putut face observații sistematice asupra binarei fotometrice RW Monocerotis care a constituit principala contribuție din teza mea de doctorat, susținută în iunie 1956. Din regiunea Praesepe am folosit 31 stele pentru clișeul din 21 aprilie 1955 și 32 pentru cele din 15 oct. 1955. În tot intervalul în care am lucrat la teză, dl. Boico venea regulat la Observator, nu numai pentru a asigura buna funcționare a fotometrului, dar și pentru orice alte probleme ivite, la care ar fi putut contribui cu priceperea și ingeniozitatea sa.

El a fost un pasionat astronom amator, oricând dispus să se asocieze sau să ajute la cercetările făcute la Observator. Ținând seama că, la acea epocă, orice aparat stricat era foarte greu de reparat și nici nu se putea pune problema achiziționării de noi aparate, dl. Boico era de un

prețios ajutor în toate. El nu a pretins niciodată să fie remunerat pentru contribuția sa. Tot ce făcea, o făcea din pasiunea pentru Observator și Astronomie. Ing. Boico a fost un mare prieten al astronomilor români.»

Acest articol este un omagiu adus marilor noștri popularizatori ai Astronomiei din secolul trecut: Victor Anestin, Jean Drăgescu, Ion Corvin Sângeorzan, Matei Alexescu, Vladimir Boico, Harald Alexandrescu și alții - astronomi profesioniști și astronomi amatori, modele de urmat pentru tânăra generație, ce au avut contribuții majore la educarea și formarea tinerilor și nu numai, în spiritul respectului pentru cercetarea științifică și a dragostei pentru studiul Spațiului Cosmic.

VLADIMIR BOICO **AN EXCEPTIONAL FIGURE IN AMATEUR ASTRONOMY**

Vladimir Boico (1909-2001) was an exceptional figure in amateur astronomy in Romania. President of the Bucharest Astroclub Association (1991-1998) and Member of the Romanian National Committee of Astronomy - Astronomical Institute of the Romanian Academy (1990-2001). He was manufacturer of astronomical instruments: telescope mirrors, telescopes, spectroscopes made by parts of binoculars in order to study the solar protuberances. He designed a device for the study of Jupiter's satellites used by astronomer Gheorghe Petrescu, for his PhD thesis (1936), the results of the study being later in the attention of NASA. He initiated and put into practice in 1951 the first astroclimate studies in Romania in order to establish a national astronomical observatory located in the mountain area. He discovered from the plane a meteorite crater located in the Betpak-Dala desert in Asia (Qaraghandy Province in Kazakhstan) called Shunak (1966). The Asteroid 330 634 Boico was discovered in 2008 in the main belt within the EURONEAR project and astronomer Ovidiu Văduvescu proposed to be named VLADIMIR BOICO.

Bibliografie:

- Botez, Elvira, *O după-amiază cu domnul inginer Vladimir Boico*, interviu din 1994 (publicat în 2001).
- Andone, G. St., 1971, *Istoria matematicilor aplicate clasice din România (Mecanică și Astronomie)* Ed. Academiei R.S.R., București, Cap. al III-lea, p. 223-290.
- Boico, V., 1952, *Comunicările Academiei RPR*, TOMUL II. 1959, Nr. 3-4 ,TOMUL IX, Nr. 4.
- Stavinschi, M., 2015, *Astronomul Nicolae Donici, Enigme descifrate*, Ed. Curtea Veche Publishing, pag. 283.
- Stavinschi, M., 2016, *Astronomia și Academia Română*, Ed. Academiei Române,.
- Suhay, E. L., Velea, M., 2010, *Astronomia pentru toți, Publicație culturală*, Ed. Hatline Group, Sibiu, pag. 134.
- Suhay, E. L., 2001, *Amintiri despre Vladimir Boico*, „Bolidul”, Revista Astroclubului București, Nr. 6-11.
- Ștefan, I. M. Ionescu Vlăsceanu, V., *Momente și figuri din istoria astronomiei românești*, Ed. Științifică.

UN DECENIU DE ECLIPSE CENTRALE

Cătălin BELDEA*, Xavier JUBIER**

Keywords: central eclipses, chromosphere, solar corona, protuberances

Mă interesează eclipsele de Soare și de Lună încă de când eram elev în școala generală. De fapt, la început m-au atras cometele. Dar cum nu am reușit să văd marea cometă Halley, în 1986, poate pentru că aveam doar opt ani, altceva mi-a atras atenția din cursul de Astronomie, găsit în biblioteca părinților. Eclipsa totală de Soare. La descrierea eclipsei care a traversat România în februarie 1961, invizibilă pe aproape tot teritoriul țării noastre, din cauza norilor, am văzut o imagine cu eclipsa în desfășurare deasupra zgârie-norilor din New York. Probabil că fotografia compusă (la vremea respectivă nu știam ce înseamnă astrofotografie compusă) a fost făcută în timpul celebrei eclipse din 1925. Mi-a rămas atât de bine sădită în minte, că am așteptat cu sufletul la gură, ani de zile, eclipsa noastră din 1999. Și am reușit să o văd de pe un cer perfect senin, la sud-est de București. Din cauză că am încercat să o fotografiez, am pierdut timp prețios de observare cu ochiul liber. Cred că m-am uitat la coroana solară pentru doar câteva secunde, în rest am fost tot timpul concentrat la aparatele foto. Aceasta este greșeala tipică de începător, care se pierde în tot felul de amănunte în timpul totalității. Abia în 2006, la următoarea mea eclipsă, am înțeles pe de-a întregul fenomenul de eclipsă. Și de atunci nu am mai ratat nici o eclipsă totală de Soare, indiferent unde a trebuit să călătoresc pe globul pământesc.

Au fost douăsprezece expediții spre eclipsele totale de Soare, pe șase continente. Una mai interesantă decât cealaltă. Dar, așa cum spun toți umbrafilii adevărați, ceea ce contează este următoarea eclipsă, nu cea care s-a produs deja! În cele ce urmează, voi descrie următoarele eclipse totale și inelare de Soare, care se vor produce în intervalul 2021 – 2030. Deși niciuna nu traversează teritoriul României, câteva dintre ele vor fi foarte accesibile românilor, chiar dacă asta înseamnă să călătorim în afara țării sau dacă ne referim doar la românii care trăiesc în afara granițelor noastre.



Imaginea nr. 1 *Eclipsă totală de Soare, văzută la 2 iulie 2019, din Chile, la granița de sud a deșertului Atacama*

* Știință&Tehnică. www.astrofoto.ro

** www.xjubier.free.fr

Eclipsele

Așa cum am amintit mai sus, voi aborda numai eclipsele totale și inelare de Soare. Dar ce sunt acestea și cum se pot deosebi ele de alte fenomene?

Eclipsa totală de Soare este, tehnic, o ocultație, pentru că se produce atunci când un corp ceresc, în acest caz Luna, acoperă parțial sau total discul altui corp ceresc, în cazul nostru steaua centrală a sistemului solar, Soarele. Amintesc faptul că termenul tehnic de “eclipsă” se referă la trecerea unui astru fără lumină proprie în umbra altui corp ceresc fără lumină proprie. Dar eclipsele de Soare sunt trecute la excepții ale acestei reguli, pentru că termenul este deja folosit la scară planetară din cele mai vechi timpuri. O eclipsă totală de Soare se produce atunci când Luna e suficient de apropiată de Pământ pentru a lăsa o umbră pe suprafața Terrei. Un observator care se află în banda de totalitate, va vedea că Luna intră în totalitate în fața Soarelui, acoperindu-l pe de-a întregul. Numai în acest caz, și numai în timpul scurt al totalității vom urmări eclipsa de Soare fără filtru special solar. În tot timpul în care Luna nu acoperă complet Soarele, vom folosi filtru solar, pentru a urmări fenomenul.

Eclipsa inelară – este fenomenul care se produce atunci când Luna e suficient de departe de Pământ pentru ca umbra ei să nu atingă suprafața Terrei. Vârful umbrei se va plimba pe deasupra Pământului, iar un observator situat pe suprafața planetei va observa cum discul lunar intră în fața Soarelui, lăsând de jur împrejurul Lunii un inel de fotosferă. Discul solar nu este acoperit în totalitate, așa că acest tip de eclipsă se va urmări numai cu filtru special solar. Ceea ce ajunge pe suprafața Pământului se numește antumbră și se manifestă exact ca umbra, circulând pe un coridor îngust, de la vest la est.

Eclipsa parțială – este fenomenul care se produce atunci când umbra sau antumbră ratează suprafața Terrei. Așadar, un observator va vedea numai fazele de parțialitate, la fel ca în cazul eclipselor de mai sus, dar nu va vedea faza de totală sau de inelară, pentru că benzile de totalitate și de antumbră nu ating planeta noastră. Încă o notă utilă: toate eclipsele de Soare sunt parțiale. Vom vedea o eclipsă totală sau inelară numai și numai dacă vom călători în banda îngustă de umbră sau de antumbră. Un exemplu: spunem că am văzut o eclipsă totală de Soare în 1999 din București, nu și din Brașov, chiar dacă eclipsa a străbătut toată țara noastră.

Eclipsa hibridă sau *inelar-totală* – este o eclipsă totală de Soare, care începe ca inelară, se transformă în totală și apoi iarăși în inelară. Acest lucru se întâmplă din cauza curbării Pământului. Observatorii situați la extremitățile benzii de totalitate, respectiv la răsăritul sau apusul Soarelui, sunt mai departe de marginea Pământului îndreptată spre Lună, suficient de mult pentru ca Luna să nu mai acopere pe de-a întregul discul Soarelui. Imediat ce Soarele urcă pe cer, un observator se va afla ceva mai aproape de Lună, așa încât aceasta va acoperi în totalitate discul solar, transformând fenomenul din inelară în totală. În unele cazuri rare (cum a fost eclipsa din 2013), eclipsa hibridă începe inelară, continuă ca totală, dar rămâne așa până la apusul Soarelui, fără să mai revină inelară. De ce se întâmplă acest lucru? Pentru că în cele câteva ore cât umbra traversează Pământul, Luna se apropie suficient pe orbită, așa încât să anuleze îndepărtarea observatorului din cauza curbării Terrei. Se apropie cu mai mult de cele câteva mii de kilometri care făceau diferența dintre inelară și totală. Evident că fenomenul poate fi și invers. Adică eclipsa să se producă atunci când Luna se îndepărtează pe orbită, iar eclipsa să înceapă totală și să sfârșească inelară.



Imaginea nr. 2 *Contactul trei al eclipsei de Soare, adică momentul în care Luna iese din fața Soarelui, producând un așa numit „inel cu diamant”*

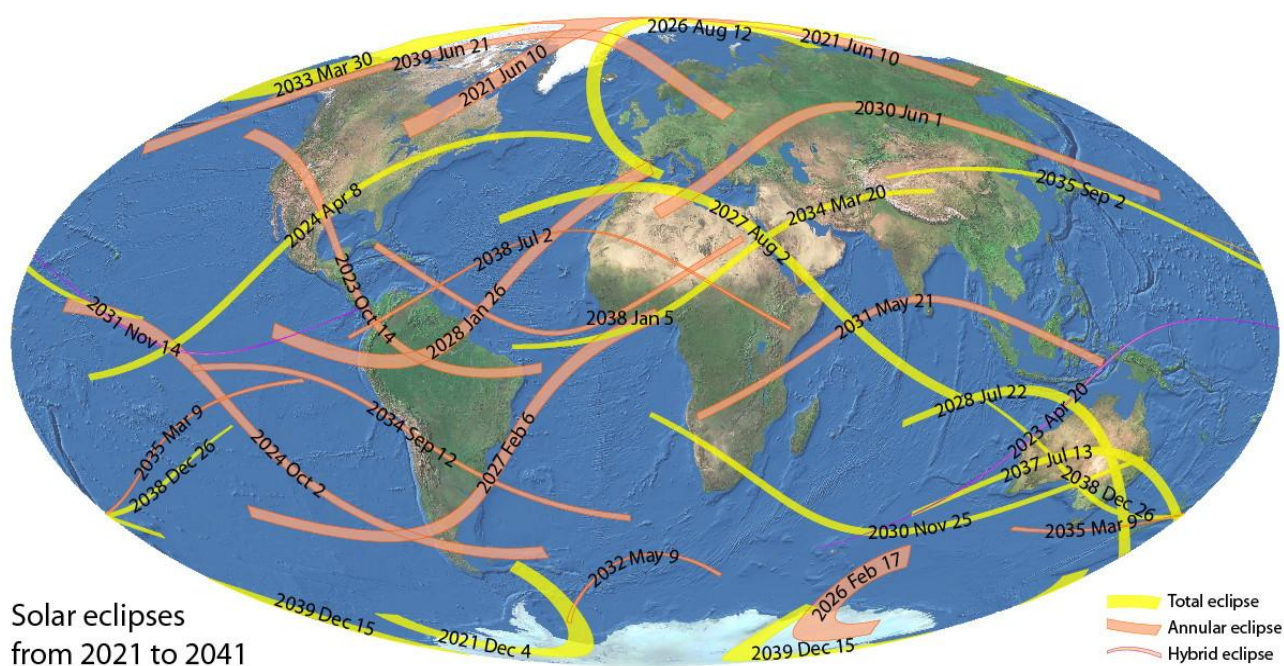


Imaginea nr. 3 Inel cu diamant din timpul eclipsei totale de Soare, Atacama, Chile, 2 iulie 2019

În decurs de 10 ani, între 2021 și 2030 (inclusiv), se produc 22 de eclipse de Soare. 7 sunt eclipse totale, dintre care una e hibridă (da, includ hibrida la totală, pentru că ne interesează în primul rând fenomenul de totalitate, când vorbim de clasificarea eclipselor), 7 sunt inelare, iar restul de 8 sunt parțiale. Mă voi referi strict la eclipsele totale și inelare, lăsând de o

parte eclipsele parțiale, pentru că, așa cum spuneam mai sus, atât eclipsele inelare cât și

cele totale, prezintă faze de parțialitate. Dintre acestea, voi insista asupra eclipselor care vor traversa continentul european. Foarte interesant, din cei zece ani ai deceniului, nouă au numărul minim de eclipse de Soare și anume doar două. Numai un an, 2029, are mai mult de două eclipse de Soare, și anume un număr de patru, toate parțiale.



Imaginea nr. 4 Eclipsele de Soare de pe glob, între anii 2021 și 2030

Anul 2021

Acest an este primul din cei opt ani la rând săraci în eclipse de Soare, având numărul minim de eclipse care se pot produce într-un an, adică două. Una inelară și cealaltă totală, prima în apropiere de Polul Nord, cealaltă aproape de Polul Sud.

10 iunie 2021 – inelară

Se produce o eclipsă inelară de Soare, care pornește din sud-estul Canadei, chiar de la granița cu SUA, de pe Lacul Superior. Antumbra urcă în latitudine, traversează nordul Canadei, Groenlanda de nord, trece peste Polul Nord și coboară prin Marea Siberiei de Est pe continentul Asia, atingând o porțiune restrânsă din estul extrem al Rusiei. Eclipsa va fi vizibilă ca eclipsă parțială din Europa, iar din România se va vedea numai din jumătatea nordică a țării, cu o

magnitudine maximă de 7%, din județul Satu Mare. Eclipsa este a 23-a din cele 80 de eclipse ale ciclului Saros 147. Se produce la nodul ascendent al orbitei Lunii, la 2 zile și 8 ore de la momentul de apogeu. Durata maximă a eclipsei inelare este de 3m51s, în nordul Groenlandei.

4 decembrie 2021 – totală

Se produce o eclipsă totală de Soare, în emisfera sudică. Umbra intră pe suprafața Pământului prin Oceanul Atlantic, sud-est față de insulele Falkland, traversează numai o porțiune din continentul Antarctica și iese de pe suprafața globului prin Oceanul Pacific, la apusul Soarelui. Este a 13-a din cele 70 de eclipse ale grupului Saros 152. Eclipsa se produce la nodul descendent al orbitei lunare și are loc cu doar 3 ore înainte ca Luna să atingă punctul de perigeu. Durata maximă este de 1m54s, în largul coastelor Antarcticii. Planul meu este să zbor cu un charter și să observ această eclipsă de la răsăritul Soarelui, în sudul Oceanului Atlantic.

Anul 2022

Acest an nu numai că este sărac în cantitatea de eclipse, dar este sărac și în calitatea lor. Se produc doar două eclipse de Soare, ambele parțiale. Cu toate acestea, una dintre ele va fi vizibilă din România. Pe 25 octombrie 2022, între orele 9:23 – 11:47 UT (încă nu este clar dacă România va alege să rămână la ora de vară sau va alege ora de iarnă pentru anul 2022, de aceea am redat timpul în Timp Universal) se va vedea o eclipsă parțială din România, cu magnitudinea medie de 50%, așadar, favorabilă observațiilor astronomice.

Anul 2023

Acest an aduce două eclipse de Soare extrem de interesante și, probabil, intens urmărite de vânătorii de eclipse. Una va fi totală sau, tehnic, hibridă, iar a doua va fi inelară.

20 aprilie 2023 – totală (hibridă)

La 20 aprilie, se produce o eclipsă totală de Soare, care, tehnic, este trecută pe unele tabele ca fiind hibridă, de aici și confuzia că această eclipsă nu ar fi totală. Consider că, dacă pe o porțiune a benzii eclipsa este totală, ar trebui documentată în toate cataloagele ca fiind totală, nu hibridă sau inelară. Eclipsa pătrunde pe suprafața Pământului prin sudul Oceanului Indian, ca o eclipsă inelară. De remarcat este că, de fapt, această eclipsă este inelară numai în calculele astronomilor, care folosesc un limb al Lunii fără profil real. Dacă se ia în considerare profilul lunar, cu munți și cratere, atunci această eclipsă hibridă, ca majoritatea celor de acest tip, de altfel, poate fi identificată la începutul benzii ca fiind o *eclipsă totală cu mărgelile ale lui Bailey* (în engleză termenul agreat este “broken annular” sau “beaded total”), de durată zero secunde. După doar un minut, eclipsa devine totală și rămâne totală până cu circa un minut înainte de apusul Soarelui, în oceanul Pacific, unde eclipsa iese de pe suprafața Terrei. Eclipsa totală va putea fi urmărită din nord-vestul extrem al Australiei, de pe o peninsulă îngustă, care are o singură localitate – Exmouth, dar și din Timorul de Est, din Papua de Vest - teritoriu indonezian, precum și de pe câteva insule din Oceanul Indian și Pacific. Eclipsa este a 52-a din cele 80 ale seriei Saros 129 și se produce la 4 zile și 2 ore de momentul de perigeu al Lunii, la nodul ascendent al orbitei lunare. Maximul se înregistrează în Marea Timorului, unde are loc și durata maximă a totalității, de 1m16s. Planul meu este să ajung în orașul Exmouth și să campez acolo pentru această eclipsă.

14 octombrie 2023 – inelară

Această eclipsă inelară va fi foarte interesantă deoarece va traversa cele două Americi de la nord la sud, trecând atât peste teritorii dens populate cât și prin zone nelocuite ale pădurii amazoniene. Umbra intră pe suprafața Pământului prin Oceanul Atlantic, pătrunde pe teritoriul Statelor Unite prin Oregon și iese prin Texas. Traversează Golful Mexic și aproape toate statele Americii Centrale. Intră în America de Sud prin Columbia, traversează toată Amazonia braziliană și iese de pe continent în Oceanul Atlantic prin zona de coastă a orașului Natal. Părăsește suprafața Terrei la 500 de km est de coastele Braziliei. Eclipsa este a 44-a din cele 71 ale grupului Saros cu numărul 134, se produce la nodul descendent al orbitei lunare, la 4 zile și 14 ore de la momentul de apogeu. Durata maximă a inelarei este de 5m17s și se atinge în largul coastelor statului Nicaragua, în Marea Caraibelor.

Anul 2024

În acest an vom avea două eclipse centrale de Soare. Cea totală va fi extrem de mediatizată, pentru că traversează teritoriul american, iar cea de-a doua, o inelară, va fi mult mai puțin urmărită datorită benzii de antumbră, care atinge numai continentul sud-american, prin partea lui sudică.

8 aprilie 2024 – totală

Banda de totalitate intră pe suprafața globului prin Oceanul Pacific, în apropierea Ecuatorului. Urcă apoi în latitudine și atinge coastele Americii de Nord în dreptul localității mexicane Mazatlan. Traversează Mexicul și intră pe teritoriul Statelor Unite prin Texas, ca apoi să urce până în statul Maine, de pe coasta de est. Va trece peste Cascada Niagara, probabil un punct de extrem interes pentru turiști. Eclipsa va putea fi văzută și din estul Canadei, orașul Montreal situându-se în banda de totalitate. Eclipsa părăsește suprafața Terrei prin Atlanticul de Nord, fără să mai atingă alte teritorii. Este a 30-a eclipsă din cele 71 ale ciclului Saros 139, din care a făcut parte și eclipsa pe care am observat-o din Turcia, în anul 2006. Fenomenul se petrece la numai o zi de la momentul de perigeu, la nodul orbital ascendent al Lunii. Durata maximă se atinge în Mexic și este de 4m28s. Intenționez să urmăresc această totalitate undeva la sud de localitatea Mazatlan, din Mexic. O a doua variantă ar fi granița S.U.A. – Mexic, din statul Texas, dacă va fi dificil accesul în Mexic, la momentul eclipsei.

2 octombrie 2024 – inelară

Antumbra eclipsei inelare de la 2 octombrie intră pe suprafața globului în apropierea Ecuatorului, undeva în mijlocul Oceanului Pacific. Își continuă cursul prin Pacific, spre sud, trece peste Insula Paștelui, unde va avea o durată maximă de 6m09s și intră pe suprafața continentului sud-american prin Chile, în partea sudică a acestui stat. Își continuă traiectoria peste Patagonia argentiniană și iese de pe suprafața Terrei prin Oceanul Atlantic de Sud, trecând razant prin nordul Insulelor Falkland (Malvine). Eclipsa este a 17-a din cele 70 de eclipse din ciclul Saros 144, are loc la nodul descendent al orbitei lunare și se petrece chiar la apogeul Lunii pe orbita sa în jurul Pământului. Durata maximă va fi de 7m25s, în apropiere de Insula Paștelui.

Anul 2025

În acest an, avem parte doar de eclipse parțiale. La 29 martie 2025 se produce o parțială vizibilă și de pe teritoriul României, dar numai pe o porțiune îngustă din nord-vestul țării. La granița cu Ucraina din județul Satu Mare, înregistrăm cea mai mare magnitudine pentru România, 0,04 (4%), cu o obscurăție de sub 1%.

Anul 2026

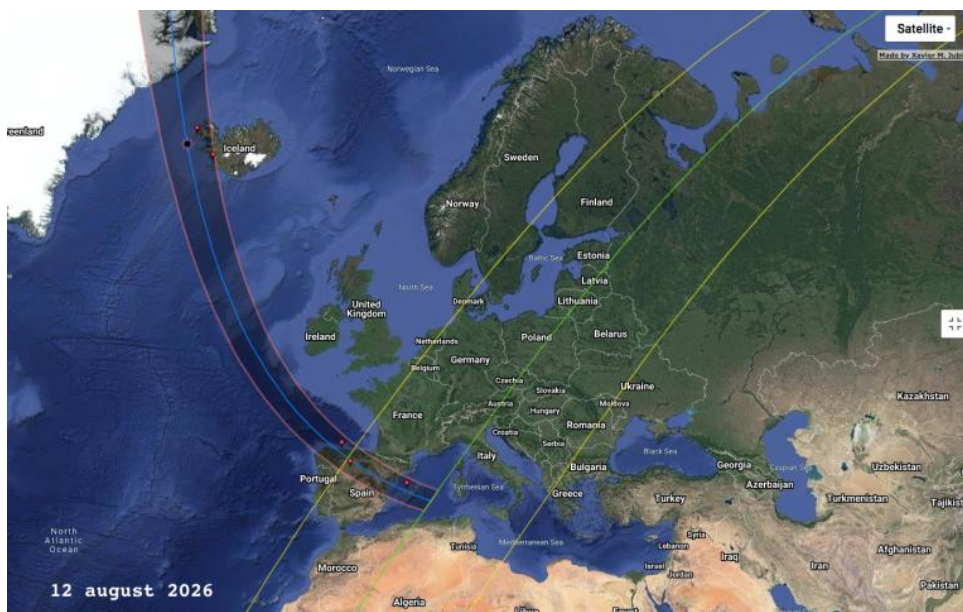
Acest an are două eclipse centrale, dintre care una inelară extrem de greu accesibilă și una totală, care va trece pentru prima dată din 1999 peste o țară a Uniunii Europene.

17 februarie 2026 – inelară

Această eclipsă va fi extrem de greu de urmărit, datorită geometriei antumbrei, care atinge suprafața Pământului în apropiere doar de Polul Sud. Singura zonă de pământ pe care o traversează este calota glaciară a Antarticii de la sud de Australia. În punctul de maximum, care este situat în largul coastelor Antarticii, eclipsa inelară va avea o durată de 2m20s. Ea face parte din seria Saros 121 și este a 61 din cele 71 ale grupului. Se petrece la nodul ascendent al orbitei Lunii, la aproape 7 zile de la momentul de apogeu.

12 august 2026 – totală

Din punctul de vedere al europenilor și, de ce nu, al românilor de pretutindeni, la 12 august, în plină vacanță de vară, se petrece o eclipsă totală de Soare, care va trece peste Spania. Va fi ideală pentru turiștii români, care vor vrea să mai urmărească o eclipsă totală de Soare, după fix 27 de ani de la cea din 1999. Umbra pătrunde pe suprafața Terrei prin nordul extrem al Siberiei, trece razant de Polul Nord, pentru a urma o traiectorie sudică, peste estul Groenlandei, vestul Islandei, estul Oceanului Atlantic. Aproape de apusul Soarelui, umbra pătrunde pe teritoriul European prin Spania, atinge o porțiune foarte îngustă din Portugalia, iese în Marea Mediterană și trece peste Insulele Baleare, părăsind suprafața Terrei deasupra Mediteranei. Este foarte interesantă pentru toți umbrafilii din Europa, mai ales pentru faptul că traversează Spania și vestul Mediteranei în anotimpul cu cer mai mult senin, vara. Sunt șanse foarte mari ca această eclipsă să ofere un



spectacol absolut fabulos, de pe un cer perfect senin, din estul Spaniei sau, de ce nu, din Insulele Baleare.

Eclipsa aceasta este a 48-a din 72 de eclipse ale seriei Saros 126. Se petrece la nodul descendent al orbitei lunare, la doar 2 zile și 8 ore de la momentul de perigeu al Lunii. Intenționez să observ pentru prima dată un apus de Soare în eclipsă totală din Palma de Mallorca.

Durata maximă a totalității, de 2m18s, se petrece în largul coastelor islandeze, dar din pricina climei nu știu cine va face deplasarea acolo, în detrimentul cerului aproape lipsit de nori de deasupra coastelor estice ale Spaniei, unde durata scade la doar 1m40s.

Anul 2027

Din nou, anul 2027 este unul propice observării unei eclipse totale de Soare de pe teritoriul European. Chiar dacă trece numai pe o suprafață îngustă din Spania, durata maximă a totalității de pe continentul european se ridică la 4m40s, din sudul extrem al Spaniei și Gibraltar. A doua eclipsă a anului este una inelară, vizibilă din America de Sud și Africa.

6 februarie 2027 – inelară

La începutul anului, avem parte de o eclipsă inelară de Soare cu o durată maximă de 7 minute și 51 de secunde, durată atinsă în largul coastelor brazilienne din Oceanul Atlantic. Umbra pătrunde pe suprafața Terrei prin Oceanul Pacific, coboară puțin în latitudine pentru a urca ulterior. Trece prin sudul Americii de Sud, peste Chile și Argentina, traversează Oceanul Atlantic, iar la apus ajunge pe teritoriul african, trecând peste statele Coasta de Fildeș, Ghana, Togo, Benin și Nigeria. În dreptul orașului Lagos, antumbra părăsește suprafața Pământului, aventurându-se din nou în spațiul cosmic. Eclipsa face parte din ciclul Saros 131, este a 51-a din seria de 70 ale grupului, se petrece la mai bine de 3 zile de la momentul de apogeu al Lunii, la nodul ascendent al orbitei lunare.

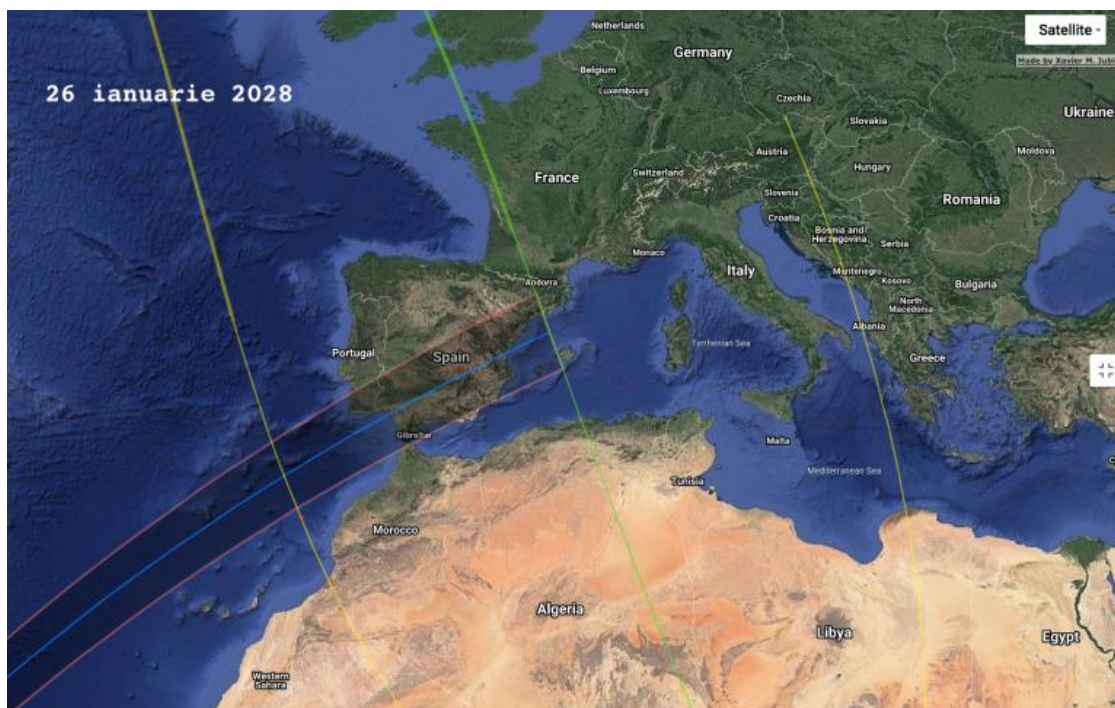


2 august 2027 - totală

Pregătiți-vă pentru a doua mare eclipsă a secolului, din punctul de vedere al duratei maxime, desigur. În plină perioadă de concedii, o eclipsă totală, cu o durată maximă de 6m23s, traversează zone apropiate de România și o porțiune îngustă, dar ușor accesibilă din sudul Spaniei. Umbra intră pe suprafața Terrei prin Oceanul Atlantic și călătorește spre continentul african, atingând, prin sudul extrem, Europa. Sudul Spaniei va putea fi folosit de toți iubitorii de eclipse pentru o durată de peste trei minute de totalitate. Umbra trece peste statele nord-africane, începând cu Maroc. Imediat urmează Algeria, Tunisia și Libia. Pentru momentul de maximum, umbra traversează Sahara prin Egipt și atinge acest punct chiar lângă binecunoscutul oraș egiptean Luxor. Eclipsa va putea fi văzută deasupra celebrei Văi a Regilor (Valley of the Kings) pentru 6 minute și 20 de secunde! Este o durată extremă, mult peste ceea ce s-a putut vedea la precedenta “mare eclipsă” din Asia, care, deși a avut durată maximă ceva mai mare de pe continent, ea a putut fi văzută pentru maximum 5m54s, exact din locul unde am călătorit și eu în 2009, adică la sud de Shanghai. Din păcate, toată zona respectivă a fost acoperită de nori groși, iar eclipsa a fost astfel invizibilă pentru cei care au făcut deplasarea în China. Acum, spre deosebire de 2009, toată zona din apropierea maximului eclipsei are o statistică a cerului senin aproape perfectă, așa că va fi sigur cea mai lungă eclipsă urmărită de la sol în acest secol.

Umbra traversează apoi Marea Roșie, trece în Arabia Saudită peste orașul Mecca, traversează Yemenul, Golful Aden și o fâșie îngustă din Somalia, exact în Cornul Africii. Umbra iese de pe suprafața Pământului undeva la sud de Insulele Maldive, în Oceanul Indian. Cum spuneam, face parte din celebrul Saros 136, cel din care au mai făcut parte eclipsele cu rezonanță și importanță științifică din 1919 și 1970. Este a 38-a din seria de 71 de eclipse ale grupului, așadar, în descreștere de durată maximă, de la eclipsă la eclipsă. Magnitudinea eclipsei este de 1,079, se întâmplă la nodul descendent al orbitei lunare, la numai 4 ore de la momentul de perigeu al Lunii.

Voi încerca să ajung în umbră la Luxor, în Egipt, dar contează foarte mult situația politică a acestei regiuni. Planul doi ar fi, evident, în sudul Spaniei.



Anul 2028

Este al treilea an la rând când avem o serie de două eclipse centrale, una inelară urmată de o totală, iarna inelară, iar vara totală. Anul începe cu o eclipsă foarte interesantă pentru noi, europenii. La 26 ianuarie, se produce o eclipsă inelară cu banda de final foarte asemănătoare cu a totalei din 2026. Eclipsa se termină la apusul Soarelui chiar pe coasta de est a Spaniei și peste insulele Baleare.

E adevărat, de data aceasta, iarna nu promite aceleași condiții meteo din august 2026, dar vorbim totuși de Mediterana de Vest, unde statistica cerului senin arată bine tot anul, inclusiv în ianuarie. A doua eclipsă a anului este una totală, care se va vedea numai de pe continentul Australia.

26 ianuarie 2028 – inelară

Umbra Lunii intră pe suprafața Pământului prin Oceanul Pacific. Devine foarte interesantă deoarece trece pe deasupra Insulelor Galapagos, un motiv foarte serios pentru ca turiștii să ajungă în acest paradis din Pacific. Intră pe teritoriul continentului sud-american prin Ecuador și Peru, pentru ca apoi să traverseze Brazilia, atingând porțiuni din Columbia, Surinam și Guiana Franceză. Maximul este atins pe teritoriul Braziliei, în apropiere de gura de vărsare a Amazonului în Atlantic, iar durata maximă atinsă de antumbră este de 10m27s. Este o perioadă foarte lungă, dar recordul pentru secolul acesta a fost deja atins de eclipsa inelară din ianuarie 2010, cu 11m07s. Teoretic, o eclipsă inelară poate ajunge la 12m29s. Din punctul meu de vedere, însă, aceste durate mari sunt importante numai și numai pentru statistici. Mult mai interesantă este o inelară cu durata de doar câteva secunde sau de zero secunde, pentru că atunci vei putea fotografia și chiar vedea cromosfera și coroana Soarelui. Acest tip de inelară nu este altceva decât o parțială mai specială. Dar, privită fix de la limitele benzii de antumbră, poate deveni extrem de spectaculoasă. Adică de la răsărit sau de la apus. Dacă veți călători în Spania, veți admira această inelară fix la apusul Soarelui, cu ochiul liber, nu prin filtru, tocmai pentru că este foarte jos, pe linia orizontului. Eclipsa e a 24-a dintr-o serie de 70 de eclipse ale grupului Saros 141. Se petrece la nodul ascendent, la două zile de momentul de apogeu al Lunii pe orbită. Are o magnitudine de 0,92, așadar poate fi asemănată ușor cu o eclipsă parțială de magnitudine mare.

22 iulie 2028 – totală

Această eclipsă totală poate fi extrem de interesantă pentru iubitorii de umbră, datorită condițiilor meteo, ideale pentru urmărirea unui astfel de fenomen. Umbra intră pe suprafața Terrei prin Oceanul Indian, traversează câteva insule exotice, cum ar fi Insulele Cocos și Insula Crăciunului, și intră în Australia prin nord-vest. Aici și până în apropiere de coasta de sud-est a Australiei se întâlnesc cele mai bune condiții de observare a eclipsei, cu statistica de cer senin ce depășește 90%. Adică, practic, imposibil de ratat. Abia când pătrunde în statul New South Wales condițiile se strică într-o oarecare măsură, dar nu devin dramatice. Orașul Sydney, situat chiar pe banda centrală, va avea parte de o eclipsă totală de Soare cu durata de 3m44s, cu limb lunar corectat, altfel în tabele veți găsi o durată teoretică de 3m48s. Eclipsa face parte din ciclul Saros 146, are o durată maximă de 5m10s, de undeva din NV Australiei, este a 28-a eclipsă din cele 76 ale seriei și se petrece la nodul descendent de pe orbita lunară, la aproape două zile de la momentul de perigeu al Lunii.

Anul 2029

Nu mai puțin de patru eclipse parțiale se vor produce în acest an, pentru prima dată după nouă ani consecutivi de câte două eclipse de Soare. Numai una dintre ele va putea fi văzută de pe teritoriul european și românesc. La 12 iunie 2029, dimineața, chiar la răsărit, se va produce o eclipsă cu o magnitudine foarte mică, de numai 0,05 (5%), cu obscurăție puțin mai mare de 1%, vizibilă din zona de nord-vest a României.

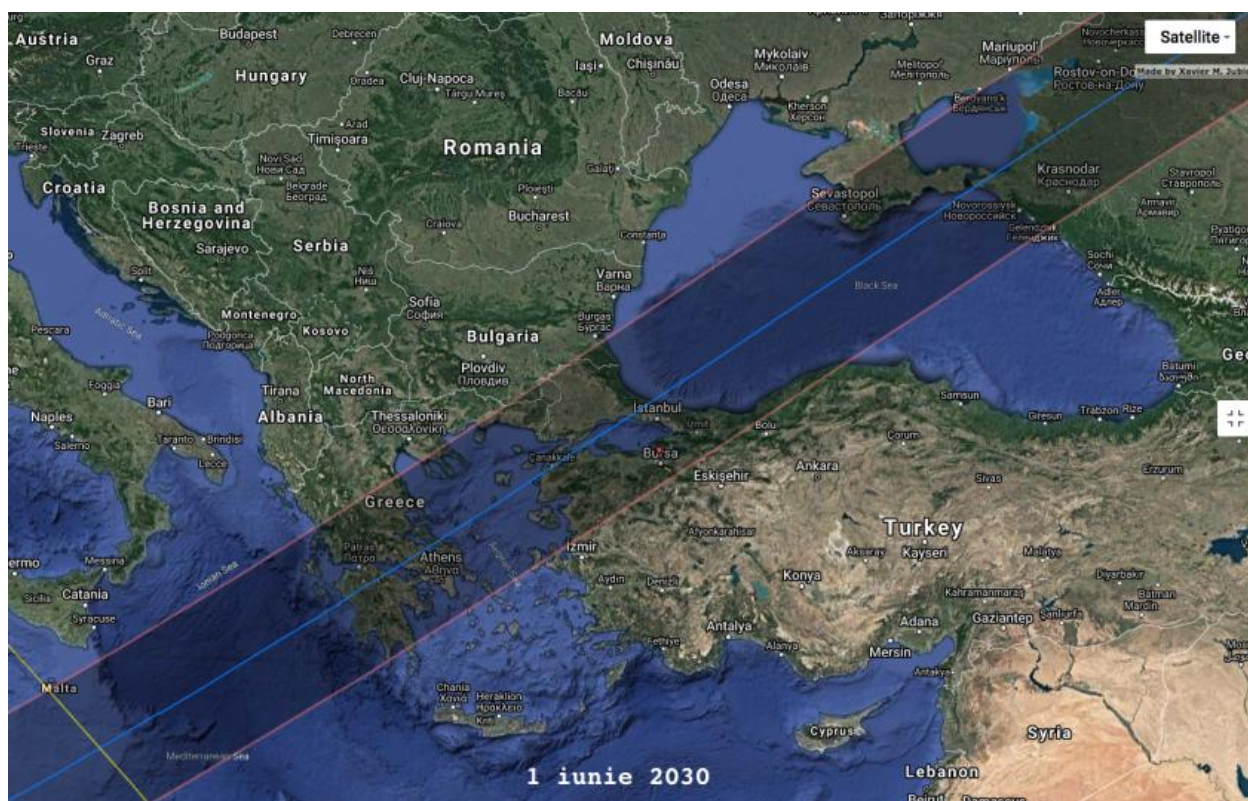
Anul 2030

În sfârșit, deceniul se încheie cu două eclipse excelente pentru observații astronomice, una inelară, vizibilă din Europa, chiar din apropierea României, iar alta totală, în emisfera sudică. De data aceasta, avem inelară vara, iar totală iarna (evident, din punctul nostru de vedere; pentru un observator din emisfera sudică, anotimpurile sunt exact invers).

1 iunie 2030 – inelară

La această dată, o eclipsă inelară de Soare pătrunde pe suprafața Pământului prin Sahara algeriană, urcă rapid prin Tunisia, pentru a traversa repede Mediterana. Eclipsa traversează Grecia, trecând chiar peste Atena și continuă să urce în latitudine. Traversează o porțiune sudică din litoralul Bulgariei, iar apoi o a doua mare capitală, Istanbulul. Trece peste Marea Neagră în Crimeea și Rusia. Atinge porțiuni mici din Ucraina și Kazahstan, pentru ca să traverseze în partea de maximum Siberia de sud.

Durata maximă, de 5m21s, este atinsă în apropiere de orașul siberian Toms. Trece peste lacul Baikal, peste nord-estul extrem al Chinei și pe deasupra insulei Hokkaido a Japoniei. Antumbra părăsește suprafața Terrei prin Oceanul Pacific. Eclipsa e a 59-a dintr-o serie de 73 ale grupului Saros 128. Se petrece la o zi după apogeul Lunii, la nodul descendent al acesteia. Cred că va fi foarte ușor pentru iubitorii de eclipse de la noi din țară să facă excursii în banda de antumbră, fie în Bulgaria, fie în Grecia sau în Turcia, legând un sejur la mare de acest eveniment astral, atât de rar în preajma granițelor românești.



25 noiembrie 2030 – totală

Aceasta este ultima eclipsă a deceniului trei din secolul nostru și este una totală. Umbra pătrunde pe suprafața Terrei prin Oceanul Atlantic, undeva lângă coastele Africii. Intră pe continent prin Namibia, locul ideal de observare a acestui fenomen, din pricina statisticii favorabile de cer senin. Banda de totalitate își continuă parcursul prin Botswana, Africa de Sud și Lesotho, părăsind continentul prin zona Durban, din Africa de Sud. Traversează mai apoi tot Oceanul Indian de sud, și pătrunde pe teritoriul australian prin sud. Traversează Australia de sud-est și se oprește înainte de Oceanul Pacific, în Queensland, la apusul Soarelui, în apropierea orașului Brisbane. Eclipsa este a 46-a din cele 72 ale seriei Saros 133. Se produce la nodul ascendent al orbitei lunare, la doar 14 ore de momentul de perigeu al Lunii. Maximul duratei se înregistrează în mijlocul Oceanului Indian, pentru 3m44s. Mă gândesc să urmăresc această eclipsă din Namibia, pentru că în deșertul de acolo se înregistrează cele mai bune prognoze în privința cerului senin, mai exact în apropiere de coasta africană la Atlantic. Desigur, toată zona africană are statistici bune. Australia are și ea statistici favorabile, așa că în cazul în care Africa va fi greu accesibilă, din cauza vreunei situații politice delicate, aceasta este soluția de rezervă. Atât din țările africane cât și din Australia, durata maximă a totalității scade la circa două minute, cu un plus pentru zona orașului Durban, de pe coasta Oceanului Indian, unde totala ține mai mult de 2m30s.

Bibliografie:

Hărți: Xavier JUBIER www.xjubier.free.fr

A DECADE OF CENTRAL SOLAR ECLIPSES

In this article the author describes the central eclipses, meaning all total and annular eclipses of the Sun, that could be seen on Earth, from 2021 to 2030.

First he describes the types of eclipses, explaining how they form and how could an observer see them from their paths over the globe.

There are the following types of eclipses:

Total solar eclipse – the solar eclipse when the Moon is close enough in order to obscure entirely the disk of the Sun. It is the only time that an observer could see the solar corona, protuberances and the chromosphere, otherwise invisible on an ordinary day.

Annular solar eclipse – the solar eclipse when the Moon is too far away in its orbit around the Earth in order to completely block the disk of the Sun. The result is that the Moon enters in the front of the solar disk leaving around it a photospheric ring, popular known as „ring of fire”.

Hybrid solar eclipse – it is a type of eclipse that begins as annular at the starting part of the eclipse track, in the middle of the eclipse path it becomes total, due to the curvature of the Earth, and at the end, at sunset, it becomes again annular. On rare occasions, the eclipse starts annular and remains total till the end or begins as a total eclipse and ends as an annular.

Partial solar eclipse – the type of eclipse when the umbra or antumbra misses the Earth, leaving for an observer only the partial phases of an eclipse.

The author describes 14 total and annular eclipses of the Sun between 2021 and 2030, focusing on two totals and two annulars, between 2026 and 2030, which will occur over Europe, somehow near Romania and thus very interesting for Romanian observers of such rare phenomenon.

The author himself is an avid eclipse-chaser (the correct term would be *umbraphille*) with 12 total solar eclipses observed from 6 continents.

DESCOPERIREA UNEI STELE VARIABLE LUNG PERIODICE DE TIP MIRA LA OBSERVATORUL ASTRONOMIC DIN CADRUL COMPLEXULUI MUZEAL DE ȘTIINȚELE NATURII „RĂSVAN ANGHELUȚĂ” GALAȚI

Jan Ovidiu TERCU*, Gabriel Cristian NEAGU**

Keywords: Mira, survey, analysis, discovery, variable stars

O stea variabilă este o stea căreia strălucirea îi variază în timp. Descoperirea unei stele variabile lung periodice de tip Mira, la Observatorul astronomic din cadrul Complexului Muzeal de Științele Naturii „Răsvan Angheluță” Galați, s-a realizat în mai multe etape, pe parcursul mai multor ani. În noaptea de 30 septembrie – 1 octombrie 2014, în timpul derulării Programului de observații astronomice „Nova Search”, în Calea Lactee a fost observată o creștere foarte mare în luminozitate a unei stele din constelația Vulpea. În acel moment s-a crezut că este o novă, dar nu existau suficiente date științifice pentru a crede că este o posibilă novă. Din acest motiv s-a considerat că este un „transient object” și a fost raportat imediat la Biroul Central pentru Telegramme Astronomice (Central Bureau for Astronomical Telegrams) al Uniunii Astronomice Internaționale la secțiunea „Transient Object Followup Reports” sub numele de TCP J19441156+2003460, de către echipa formată din Ovidiu Tercu – coordonatorul Observatorului astronomic Galați și Alexandru Dumitriu – membru în consiliul de administrație la The Astronomical Society of Glasgow, dar și membru al Astroclubului „Călin Popovici” din Galați. În continuare, este prezentat raportul trimis la Biroul Central pentru Telegramme Astronomice:

TCP J19441156+2003460 2014 09 30.7813* 19 44 11.56 +20 03 46.0 14.2 U Vul 0 0 2014 09 30.79

Discovered by Ovidiu Tercu and Alex Dumitriu at Galați Observatory (IAU/MPC C73), Romania. Observed in three 120 seconds images taken with 0.4m f/8 Ritchey-Chretien + CCD. Mag 14.2 U, +/- 0.1 mag, limiting mag 18.5 U.

O novă este un sistem binar strâns format din două stele (una gigantă roșie și alta pitică albă) care se rotesc în jurul centrului comun de masă. Steaua pitică albă atrage materie de la steaua gigantă roșie și când a fost colectată suficientă masă pe suprafața pitice albe, hidrogenul se aprinde în mod exploziv, iar strălucirea stelei crește rapid devenind foarte mare. Novele pot fi descoperite de cele mai multe ori în Calea Lactee, în special în apropierea centrului galactic care se găsește în constelația Săgetătorul, însă, cu toate acestea, ele pot apărea oriunde pe cer. Pentru confirmarea acestei posibile nove era nevoie de realizarea unei analize spectrale de către un observator astronomic dotat cu un spectrograf. Deoarece în următoarea perioadă nu a existat nici o confirmare a acestei nove, variabilitatea acestei stele a fost raportată în luna octombrie 2017 la AAVSO - American Association of Variable Stars Observers. În luna aprilie 2020, echipa formată din Ovidiu Tercu, Andrei-Marian Stoian, Gabriel Neagu și Dominic Zlat (membri ai Astroclubului „Călin Popovici” din Galați), folosind date de survey de la Zwicky Transient Facility (ZTF), au analizat curba de lumină a acestei stele variabile și au determinat următoarele lucruri: epoca, minimul strălucirii, acesta având magnitudinea 20,2 în filtru r, maximul strălucirii având magnitudinea 15,0 în filtru r, perioada de 291 zile și tipul de variabilitate specific stelelor variabile lung periodice de tip Mira. Toate aceste date au fost raportate către Asociația Americană a Observatorilor de Stele Variabile (AAVSO - American Association of Variable Stars Observers), unde au fost incluse în

*Coordonatorul Secției Planetariu/Observatorul astronomic din cadrul Complexului Muzeal de Științele Naturii „Răsvan Angheluță” Galați

**Membrul al Astroclubului „Călin Popovici” Galați

baza de date internațională a stelelor variabile. În continuare, se pot vedea mai multe detalii tehnice despre această stea variabilă (Tabel 1 și Figura 1):

Tabelul nr. 1

Numele (The International Variable Star Index)	Alte nume	Coordonate Gaia EDR3 (RA/DEC)	Variația (magnitudinea în r)	Perioa da (zile)	Epoca (HJD)
TCP J19441156+2003460	Galati V7 2MASS J19441156+2003462	19 44 11,56 +20 03 46,22	15,0±0,01 – 20,2±0,1	291±2	245836 4

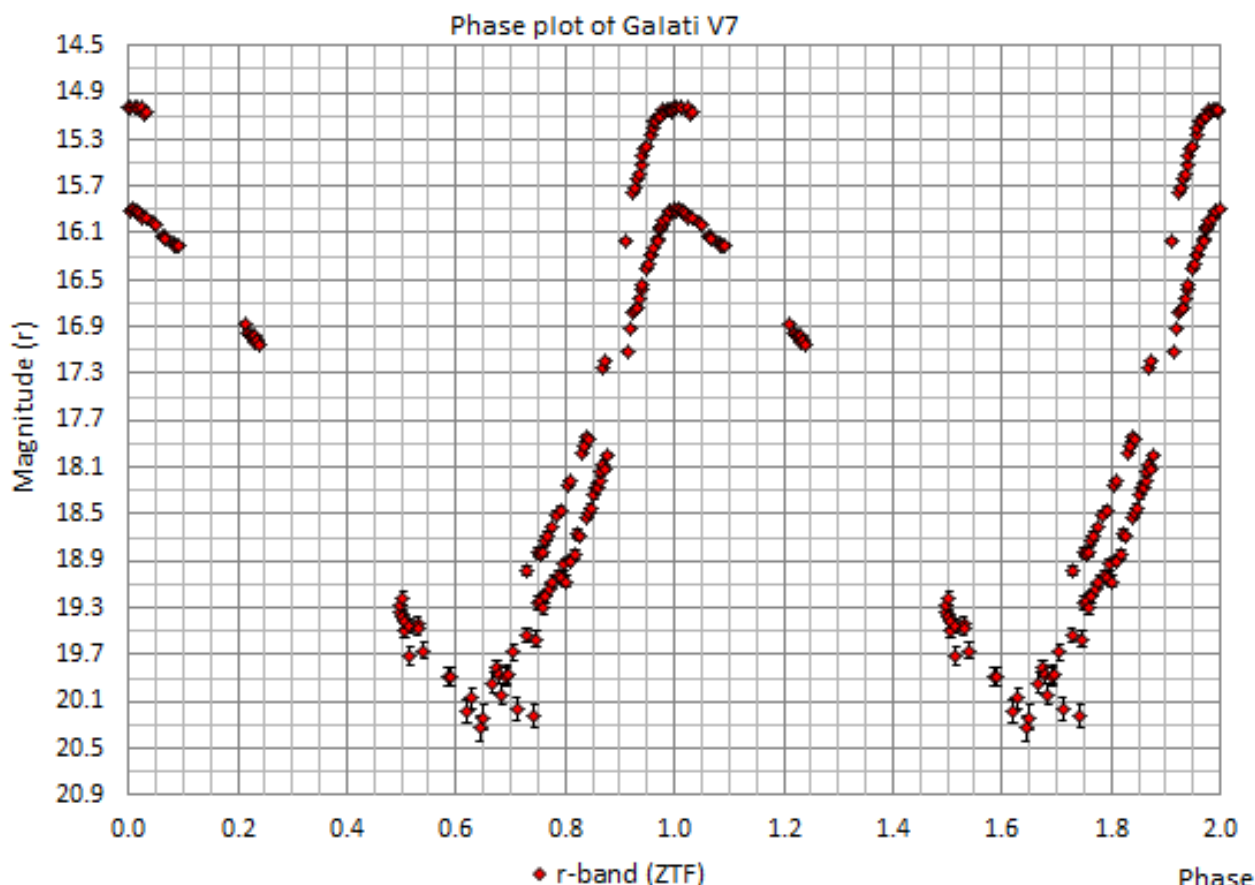


Figura nr. 1. Phase plot al stelei Galati V7

Stelele variabile lung periodice de tip Mira au fost denumite după steaua reprezentativă Mira (omicron) Ceti. Periodicitatea lor este bine pronunțată, iar perioadele sunt cuprinse între 80 și 1.000 de zile. De cele mai multe ori steaua este înconjurată de o anvelopă de gaz în expansiune¹. O stea variabilă de tip Mira este o stea gigantă roșie aflată într-o etapă foarte târzie a evoluției sale stelare. Această stea își va expulza straturile exterioare devenind o nebuloasă planetară cu o stea pitică albă în centru. Este pentru prima oară când se descoperă o stea variabilă de tip Mira la Observatorul astronomic din cadrul Complexului Muzeal de Științele Naturii „Răsvan Angheluță” Galați, iar acest lucru reprezintă, în același timp, și o premieră pentru astronomia din România. Tot în anul 2020 au mai fost descoperite două stele variabile lung periodice de tip Mira la observatorul astronomic gălățean, în constelațiile Vulpea și Săgeata. Până la sfârșitul anului 2020, la Observatorul astronomic din Galați au fost descoperite 22 stele variabile.

¹ Jinca M., Idita A. *Astronomie. Manual pentru amatori*, Bumbesti-Jiu, 2017.

THE DISCOVERY OF A MIRA-TYPE VARIABLE STAR AT THE GALATI ASTRONOMICAL OBSERVATORY

On the night of September 30 - October 1, 2014 during the Astronomical Observation Program "Nova Search" in the Milky Way was observed a very large increase in brightness star in the constellation Vulpecula. At the time, it was thought to be Nova, but there was not enough data to confirm it's nature. For this reason it was considered a "transient object" and was immediately reported to the Central Bureau for Astronomical Telegrams (CBAT) of the International Astronomical Union in the "Transient Object Followup section Reports" under the name of TCP J19441156 + 2003460, by the team formed by Ovidiu Tercu – the coordinator of the Galați Astronomical Observatory and Alexandru Dumitriu – member of the council of administration at The Astronomical Society of Glasgow, but also a member of the Astroclub "Călin Popovici" from Galați. In April 2020 the team formed by Ovidiu Tercu, Andrei-Marian Stoian, Gabriel Neagu and Dominic Zlat (members of the "Călin Popovici" Astroclub from Galați) using survey data from Zwicky Transient Facility (ZTF) analyzed the light curve of this variable star and determined the following things: epoch, minimum brightness, being at magnitude 20.2 in r filter, maximum brightness at magnitude 15.0 in r filter, a period of 291 days and the Mira variability type. All these data were reported to the American Association of Variable Stars Observers (AAVSO), where they have been included in the international variable star database.

PERSONAJE IMPORTANTE CARE AU MARCAT ISTORIA ASTRONOMIEI

Dumitru Ciprian VÎNTEVARĂ*

Keywords: Claudius Ptolemy, Nicolaus Copernicus, Tycho Brahe, Johannes Kepler, Galileo Galilei



Claudiu Ptolemeu (90 î.e.n. - 168 e.n). A fost un matematician, astronom, astrolog, geograf, filozof, cunoscut ca primul pionier al astronomiei din antichitate. A publicat mai multe lucrări, cea mai cunoscută fiind *Almagest*¹. Ptolemeu a fost și cel care a numit constelațiile moderne, 48 dintre acestea fiind folosite și astăzi de către astronomi. Ptolemeu a rămas cunoscut, în special, datorită contribuției sale la modelul geocentric. La timpul respectiv se credea că Pământul este în centrul universului și că Soarele și celelalte planete se rotesc în jurul lui.

Modelul geocentric a lui Ptolemeu este reprezentat cu Pământul în centrul Sistemului Solar. Vom lua ca exemplu configurația planetei Marte. Din antichitate, planetele sunt cunoscute și studiate, cu toate că nu se știa foarte multe detalii și informații; erau interpretate în urma observațiilor cu ochiul liber. Telescopul apare mult mai târziu, în secolul al XVI-lea.

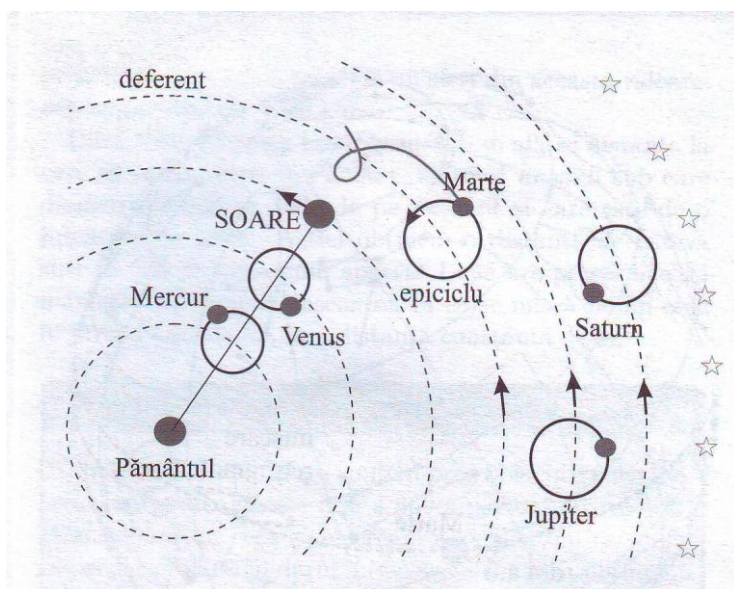


Figura nr. 1 Modelul lui Ptolomeu pentru mișcarea planetelor

chiar cerc. De fapt, la fiecare rotație, Marte prezintă așa-numita mișcare retrogradă. Marte nu mai merge în sensul normal de cerc, ci o ia pentru un scurt timp înapoi! Astfel, pentru aproximativ două luni, Marte își schimbă sensul de mișcare pe o distanță aparentă de cer de zece ori mai mare decât

Planeta Marte se deplasează printre stele fixe cu o perioadă de doi ani, ocolind Pământul într-un plan celestial care este foarte asemănător Soarelui. Cu toate acestea, ne lipsește un element esențial, și anume nu vedem cât de mare este planeta Marte și nu știm dacă planeta păstrează distanța constantă până la Pământ! Astfel, nu putem deduce automat că orbita planetei Marte este un cerc. Ajungem, astfel, la o problemă aparent fără soluție: nu putem măsura niciodată, „în adâncime”, distanța Pământ - Marte. La acest stadiu, nu ne rămâne altceva de făcut decât să presupunem, momentan, așa cum a făcut și Ptolemeu, că orbita reală a planetei Marte este un cerc în jurul Pământului². Este interesant de observat că cercul de doi ani al lui Marte printre stele nu este

* Muzeograf - Șef serviciu în cadrul Serviciului de Astronomie / Muzeul „Vasile Pârvan” Bârlad

¹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Almagest>

² Cristian Presură, *Fizica povestită*, Editura Humanitas, 2014, pag. 23.

diamentrul aparent al Lunii, o distanță ușor măsurabilă. Mișcarea retrogradă poate fi modelată. Ptolemeu a tabelat mișcările planetei Marte realizând, astfel, un model, în care planeta Marte se mișcă mai întâi pe un cerc mic, numit ep ciclu, apoi centrul cercului cel mic se mișcă pe un cerc mai mare, numit deferent. Modelul s-a dovedit insuficient și Ptolemeu a mai adăugat alte două elemente. Astfel, Pământul nu se mai află în centrul deferentului (cercul mare), ci într-o poziție excentrică, numită epicentru. Apoi, mișcarea ep iclului (cercul mic) pe deferent (cercul mare) nu este uniformă în raport cu centrul deferentului, ci în raport cu alt punct numit ecuant.³ De remarcat cum, în acest caz, pentru fiecare planetă trebuie să găsim ep iclul, deferentul, epicentru și ecuantul său. Până la Copernic sistemul planetar astfel construit necesita mai mult de 70 de parametri care trebuiau ajustați.

Partea interesantă este că mișcarea planetelor, astfel modelată, se corelează surprinzător cu mișcarea Soarelui. Astfel, centrul ep iclului planetelor Venus și Mercur este situat întotdeauna pe o linie dreaptă ce unește Soarele și Pământul (vezi figura nr. 1). În plus, în momentul în care planeta Marte se află în poziția maximă a mișcării sale retrograde, cei trei aștri (Pământul, Marte și Soarele) sunt aliniați pe o linie dreaptă, care îi unește.

Astfel de coincidențe nu pot fi explicate prin modelul lui Ptolemeu, pentru că la el Soarele și planetele se mișcă independent unele de celelalte în jurul Pământului. Ptolemeu trebuia să introducă aceste coincidențe ca pe un element suplimentar al modelului său. Interesant este că elementul suplimentar de coincidență din Sistemul lui Ptolemeu poate fi eliminat dacă vom considera că toate planetele (inclusiv Pământul) se rotesc în jurul Soarelui.

Nicolaus Copernicus (1473 - 1543). A fost un matematician, astronom și preot polonez. Este



cunoscut pentru teoria heliocentrică, în care Soarele este în centrul sistemului planetar, iar planetele, printre care și Pământul, se rotesc în jurul său. Noul sistem a reușit să explice natural coincidențele din teoria lui Ptolomeu.

Ideea nu era nouă. A fost propusă de Aristarh din Samos (310 - 230 î.e.n.)⁴ pe baza uriașei distanțe Pământ - Soare, dar fusese respinsă din cauza credinței că Pământul era nemișcat și, deci, nu se putea deplasa în jurul Soarelui. Copernic aduce tot argumente filozofice, spunând că, din moment ce Soarele este numit „lampa universului” de către filozofi (căci el

aduce lumina), ce loc ar fi mai potrivit decât centrul universului? Copernic însă face ceva mai mult, el reușește să explice mișcările planetelor în noul model. Pentru planetele interioare (în raport cu Pământul), Mercur și Venus, acest lucru este posibil, dacă privim modelul lui Ptolemeu (fig. nr.1). Astfel, se observă cum centrul ep iclurilor celor două planete interioare este situat mereu pe aceeași linie cu Pământul și Soarele. Distanța până la aceste ep icluri este însă necunoscută, deci ele pot fi mai apropiate sau mai îndepărtate de Pământ. Putem așeza ep iclurile, pentru simplitate, cu centrul lor exact în Soare! În noua configurație, Mercur și Venus s-ar mișca în jurul Soarelui, ceea ce ar explica natural faptul că centrul ep iclurilor lor este aliniat automat cu Soarele. Iată cum a reușit Copernic să simplifice modelul lui Ptolomeu și, în același timp, să se apropie de un model apropiat de realitate!

³ Cristian Presură, *Fizica povestită*, Editura Humanitas, 2014, pag. 24.

⁴ Unul din vechii greci, Aristarh din Samos, a început să își explice noțiunile astronomice plecând de la eclipsele de Lună. S-a folosit de acest fenomen și a calculat distanța Pământ - Lună. La timpul respectiv, Aristarh considera conul de umbră al Pământului ca având o formă cilindrică. Astăzi, însă, știm că acesta are o formă conică, pentru că Soarele este foarte mare. Tot Aristarh a fost cel care a reușit să calculeze distanța Pământ - Soare, folosindu-se de distanța Pământ - Lună, pe care o aflase, cumva, prin studierea eclipselor de Lună (vezi Cristian Presură, *Fizica povestită*, Editura Humanitas, 2014, pp. 21-22).

Metoda de mai sus nu se poate aplica imediat planetei Marte. Aceasta pare că se mișcă independent față de Soare în modelul lui Ptolemeu, deși există o legătură specială între mișcarea retrogradă a lui Marte și poziția Soarelui. Maximul mișcării retrograde are loc atunci când Marte, Pământul și Soarele sunt aliniate. Copernic, totuși, încearcă, și are o surpriză uriașă: mersul retrograd al lui Marte poate fi explicat numai prin epicleul lui Ptolemeu, dar și dacă presupunem că Marte se mișcă împreună cu Pământul în jurul Soarelui.

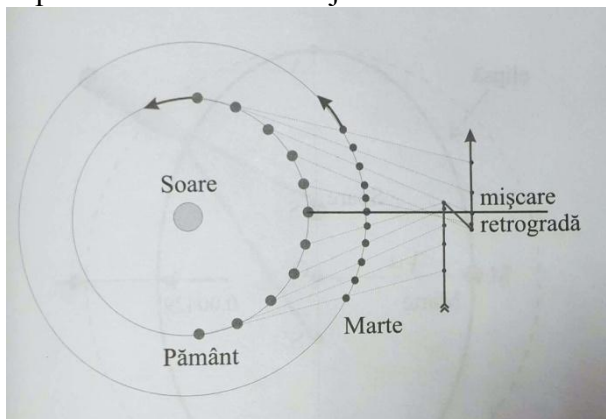


Figura nr. 2 Mișcarea retrogradă a planetei Marte în modelul lui Copernic

Planeta Pământ se deplasează mai repede decât Marte în jurul Soarelui. Datorită mișcării pe cerc, dacă suntem pe Pământ, vom vedea mai întâi că Marte merge înainte, apoi înapoi (atunci când o depășim) și apoi iar înainte (așa cum arată fig. nr. 2). Momentul maxim al mișcării retrograde are loc când Pământul se află precis între Soare și Marte, adică la opoziție⁵.

Să privim mai atent momentul depășirii (momentul maxim al mișcării retrograde) și să remarcăm că atunci Pământul se află chiar între Soare și Marte, deci cei trei aștri sunt automat aliniați. Dar aceasta era exact coincidența observată de Ptolemeu! Vedem că față de modelul lui Ptolemeu, modelul lui Copernic nu mai impune

arbitrar această aliniere, ci alinierea celor trei aștri rezultă în urma modelului într-un mod natural. Din punct de vedere științific, modelul lui Copernic este mai simplu, eliminând coincidențele din modelul lui Ptolemeu și, deci, este probabil un model mai aproape de realitate. Este interesant de menționat că, deși Copernic simplifică modelul planetar față de Ptolemeu, el păstrează, totuși, ecuațiile și epicentrele propuse de Ptolemeu, pentru o modelare satisfăcătoare a datelor experimentale. Astăzi știm că orbita planetei Marte nu este exact un cerc, așa că înțelegem de ce Copernic nu a renunțat la toate elementele modelului lui Ptolemeu.⁶

Tycho Brahe (1546 - 1601). A fost un astronom și matematician danez. Acesta a adus contribuții importante la observarea și măsurarea exactă a mișcării planetelor și la catalogarea a 800 de stele. Măsurătorile lui Tycho Brahe au scos clar în evidență că cele două sisteme (ale lui Ptolemeu și Copernic) nu sunt suficiente pentru modelarea precisă a pozițiilor măsurate ale planetelor. A încercat construirea unui nou model, fără succes, însă, și, intrigat mai ales de imposibilitatea modelării precise a mișcării retrograde a planetei Marte, i-a dat această sarcină unui colaborator de-al său, Johannes Kepler.



Astfel, noile măsurători ale lui Tycho Brahe prezentau abateri mari de la modelul lui Copernic. Copernic pusese șase planete în mișcarea de rotație în jurul Soarelui, dar cercurile pe care planetele se roteau erau deplasate și nu aveau în centru Soarele.

A observat și supernova din 1572, pe care a numit-o „o nouă stea” (nova). La timpul respectiv nu se știa că supernova este, de fapt, o explozie cataclismică a unei stele masive, ce a ajuns în fază finală de evoluție. Brahe a observat și marea cometă din 1577, fiind primul care a tras concluzia că cometele sunt corpuri cerești din spațiu, nu un fenomen din atmosfera pământului.

⁵ Când o planetă se află la opoziție, astronomii consideră că sunt cele mai bune condiții pentru observații astronomice. Planeta este vizibilă pe cer toată noaptea și are maximul de strălucire dar și diametrul unghiular maxim observat printr-un instrument optic.

⁶ Cristian Presură, *Fizica povestită*, Editura Humanitas, 2014, pag. 25.

Johanes Kepler (1571 - 1630). A fost un matematician, astronom și naturalist german.



Kepler a dorit să devină preot protestant, dar în cele din urmă, având o înclinare mare pentru matematică, acceptă în 1594 funcția de profesor de matematică și astronomie la Universitatea din Granz, Austria. Din cauza presiunilor exercitate de contrareforma catolică, Kepler este nevoit să plece din Granz și, în 1600, acceptă oferta de a lucra la Praga, ca asistent a lui Tycho Brahe. În lucrarea *Astronomia Nova* (1609), publică rezultatele cercetării asupra orbitei planetei Marte.⁷

A modelat datele măsurate de Tycho Brahe, iar din măsurători îi tot ieșea că orbita planetei Marte este un cerc alungit ca un oval (elipsă), cu un raport al celor două axe ale ovalului de 1,00429. Și, în căutările lui de ani de zile, a regăsit din întâmplare exact acest număr într-un tabel logaritm. Imediat și-a dat seama de adevăr: orbita era o elipsă! Explicația este dată de faptul că 1,00429 este secanta unghiului de 5 grade și 18 minute sub care se vede de pe Marte distanța dintre Soare și centrul orbitei lui Marte (care nu este Soarele, pentru că orbita sa este ovală).

Traectoria planetei Marte este, deci, o elipsă, a dedus Kepler, cu Soarele într-unul dintre focare. Elipsa este o figură geometrică ce se trasează ușor. Tot ce avem de făcut este să fixăm capetele unei ațe imaginare între două puncte, pe suprafața unei hârtii, punctele se numesc focarele elipsei (Fig. nr. 3). Dacă întindem ața cu ajutorul unui creion și desenăm curba elipsei, metoda scoate în evidență una dintre proprietățile punctelor de pe elipsă, suma distanțelor de la orice punct de pe elipsă fiind egală cu lungimea aței. Kepler a extins modelul elipsei și pentru celelalte planete, în felul acesta a descoperit câteva legi noi care astăzi îi poartă numele⁸.

Legile lui Kepler:

1. Soarele este într-unul din cele două focare ale elipsei pe care o orbitează planeta;
2. În mișcarea planetei, linia care unește planeta cu Soarele „mătură” arii egale în timp egali;
3. Pătratele timpilor de revoluție ale planetelor în jurul Soarelui sunt proporționale cu cuburile semiaxelor mari ale elipselor.

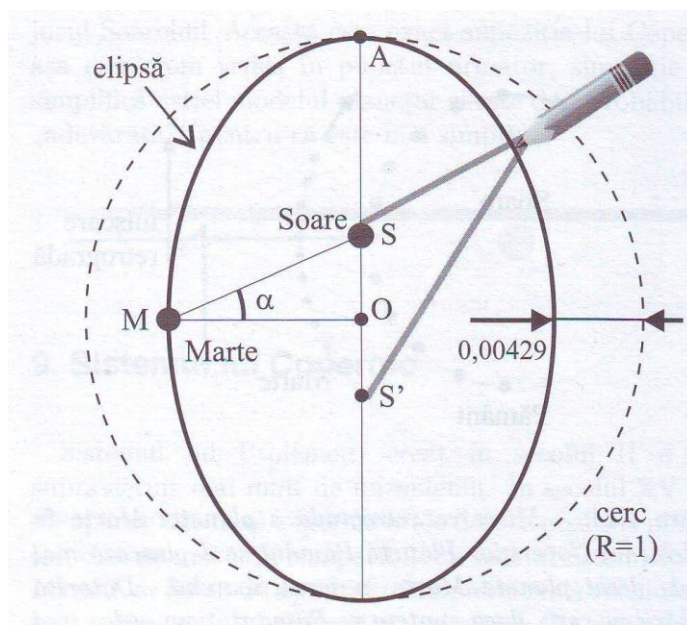


Figura nr. 3 Orbita planetei Marte

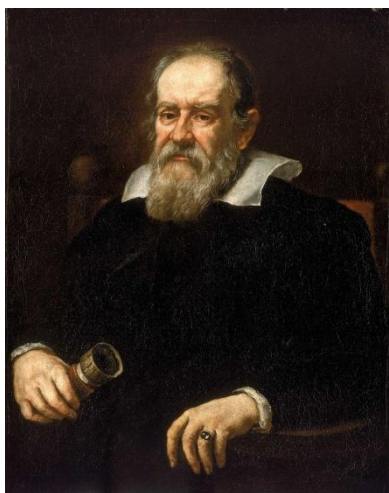
Rezultatele folosirii noului model al lui Kepler pentru orbita planetei Marte se apropie mult mai mult de realitate. Kepler a făcut și câteva greșeli în deducerea legii a doua, care, însă, s-au anulat reciproc, conducând la rezultatul corect. Modelul poate fi aplicat și celorlalte planete din Sistemul Solar, sateliților, dar și

⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Johannes_Kepler

⁸ Cristian Presură, *Fizica povestită*, Editura Humanitas, 2014, pag. 26.

cometelor, asteroizilor etc. Legile lui Kepler reprezintă un pas uriaș în înțelegerea mișcărilor corpurilor din Sistemul Solar, dar și o tranziție spre mecanica clasică newtoniană, acolo unde vom afla și de ce corpurile cerești se mișcă!

Galileo Galilei (15 februarie 1564 - 8 ianuarie 1642). A fost un astronom, fizician, matematician și filozof italian, care a jucat un rol important în revoluția științifică. A fost cunoscut ca fiind și primul om care a folosit un instrument optic cu care a privit cerul. Galileo rămâne un personaj marcant al istoriei astronomiei, un pionier al observațiilor astronomice, confirmând practic modelele teoretice ale lui Copernic și Kepler.



Galileo a fost numit „părintele astronomiei observaționale moderne”, „părintele fizicii moderne”. Printre cele mai importante contribuții aduse astronomiei se numără confirmarea prin observații astronomice a principalelor corpuri din Sistemul Solar.

În anul 1610 a observat, cu luneta sa, că în apropiere de planeta Jupiter erau trei stele, două în dreapta și una în stânga. A urmărit acele puncte de lumină pe parcursul a câteva nopți și, observând că își schimbă poziția, a tras concluzia că acele stele sunt corpuri care se rotesc în jurul lui Jupiter, nu al Pământului! A extrapolat și a ajuns la concluzia că și planetele, printre care și Pământul, se rotesc în jurul Soarelui, astrul central al Sistemului Solar. În felul acesta, Galileo a descoperit cei patru mari sateliți naturali ai lui Jupiter, numiți astăzi sateliți galileeni: Io, Europa, Callisto și Ganymede.

Galileo este și cel care a observat că planeta Venus prezintă faze ca și Luna noastră! A mai observat că Soarele are pete pe suprafață, iar Luna este presărată cu o mulțime de cratere de impact.

Cea mai importantă lucrare a sa a fost *Dialog despre cele două sisteme principale ale lumii*, publicată în 1632. Publicația face referire la modelele lui Ptolomeu și Copernic și, după cum știm, Galileo a susținut public modelul cel mai apropiat de realitate, heliocentrismul, mai ales că a avut și confirmarea practică cu ajutorul telescopului. La timpul respectiv a întâmpinat o puternică opoziție din partea a numeroși filozofi și clerici. Biserica catolică a condamnat heliocentrismul, ca fiind „fals și contrar scripturii”. A fost condamnat de Inchiziție, forțat să abjure și și-a petrecut tot restul vieții în arest la domiciliu⁹.

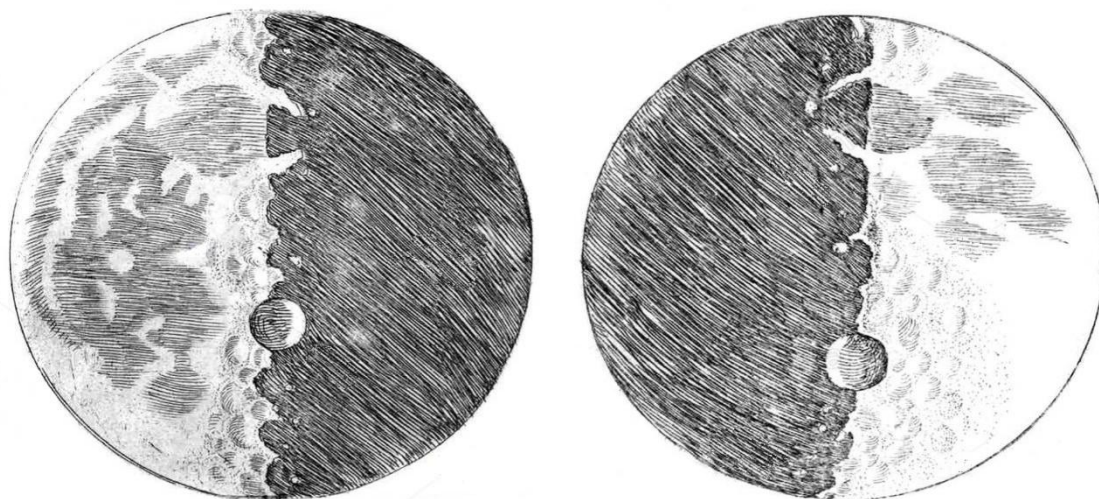


Figura nr. 4 Fazele lunii - Galileo Galilei (1610)

⁹ Atât Galileo Galilei, cât și alte personalități importante care au marcat istoria astronomiei au trăit într-o perioadă dificilă, când Inchiziția a pus stăpânire pe Europa și tot ce înseamnă progres științific a stagnat. Numeroase lucrări științifice importante au fost distruse sau interzise, iar cei care le publicau erau torturați și uciși!

IMPORTANT FIGURES WHO MARKED THE HISTORY OF ASTRONOMY

Claudius Ptolemy (90 î.e.n. -168 e.n) was a mathematician, astronomer, natural philosopher, geographer and astrologer who wrote several scientific treatises, three of which were of importance to later Byzantine, Islamic and Western European science. The first is the astronomical treatise now known as the *Almagest*. The second is the *Geography*, which is a thorough discussion of the geographic knowledge of the Greco-Roman world. The third is the astrological treatise in which he attempted to adapt horoscopic astrology to the Aristotelian natural philosophy of his day.

Nicolaus Copernicus (1473 - 1543) was a Renaissance-era mathematician, astronomer, and Catholic canon who formulated a model of the universe that placed the Sun rather than Earth at the center of the universe. In all likelihood, Copernicus developed his model independently of Aristarchus of Samos, an ancient Greek astronomer who had formulated such a model some eighteen centuries earlier. The publication of Copernicus' model in his book *On the Revolutions of the Celestial Spheres*, just before his death in 1543, was a major event in the history of science, triggering the Copernican Revolution and making a pioneering contribution to the Scientific Revolution.

Tycho Brahe (1546 - 1601) was a Danish nobleman, astronomer, and writer known for his accurate and comprehensive astronomical observations. He was born in the then-Danish peninsula of Scania. Tycho was well known in his lifetime as an astronomer, astrologer, and alchemist. He has been described as "the first competent mind in modern astronomy to feel ardently the passion for exact empirical facts. Most of his observations were more accurate than the best available observations at the time. As an astronomer, Tycho worked to combine what he saw as the geometrical benefits of the Copernican system with the philosophical benefits of the Ptolemaic system into his own model of the universe, the Tychonic system.

Johannes Kepler (1571 - 1630) was a German astronomer, mathematician, and astrologer. He is a key figure in the 17th-century scientific revolution, best known for his laws of planetary motion, and his books *Astronomia Nova*. Kepler was a mathematics teacher at a seminary school in Graz, where he became an associate of Prince Hans Ulrich von Eggenberg. Later he became an assistant to the astronomer Tycho Brahe in Prague. Kepler lived in an era when there was no clear distinction between astronomy and astrology, but there was a strong division between astronomy (a branch of mathematics within the liberal arts) and physics (a branch of natural philosophy). Kepler also incorporated religious arguments and reasoning into his work, motivated by the religious conviction and belief that God had created the world according to an intelligible plan that is accessible through the natural light of reason.

Galileo Galilei (15 februarie 1564 - 8 ianuarie 1642) was an Italian astronomer, physicist and engineer, sometimes described as a polymath, from Pisa. Galileo has been called the "father of observational astronomy", the "father of modern physics", the "father of the scientific method", and the "father of modern science". Galileo studied speed and velocity, gravity and free fall, the principle of relativity, inertia, projectile motion and also worked in applied science and technology, describing the properties of pendulums and "hydrostatic balances". He invented the thermoscope and various military compasses, and used the telescope for scientific observations of celestial objects. His contributions to observational astronomy include the telescopic confirmation of the phases of Venus, the observation of the four largest satellites of Jupiter, the observation of Saturn's rings, and the analysis of sunspots.

DESCOPERIREA UNEI STELE VARIABLE ÎN GALAXIA ANDROMEDA

Gabriel Cristian NEAGU*

Keywords: discovery, variable star, analysis, extragalactic, galaxy

I. Descoperirea și analiza

La începutul anului 2021 am început analiza datelor publice de la diferite observatoare astronomice în căutare de stele variabile extragalactice. Galaxia Andromeda, fiind cea mai apropiată galaxie, a fost principala țintă pentru căutări. Folosind baza de date Gaia EDR3 (2020yCat.1350....0G), lansată spre sfârșitul anului 2020, am făcut o selecție de stele supergigante roșii care prezintă variabilitate, folosindu-mă de diferitele măsurători efectuate în timpul operațiunilor Gaia. Gaia este un telescop spațial lansat în 2013 de către ESA. Acesta este de așteptat să funcționeze până în 2022. Misiunea are ca țintă măsurarea pozițiilor stelelor, distanțele până la ele și mișcarea lor cu o precizie neîntâlnită până acum.

După multe căutări, una dintre stelele din listă s-a dovedit a fi o stea variabilă necunoscută în Vizier. Pentru analiza acestei stele am accesat datele fotometrice ale misiunii ZTF (2019PASP..131a8003M)[1], dar și ale Catalina Sky Survey (2009ApJ...696..870D)[2]. Toate aceste date se întind pe o perioadă de aproximativ 5.832 zile.

Zwicky Transient Facility (ZTF) este un survey astronomic de câmp larg, ce folosește o nouă cameră atașată telescopului Samuel Oschin de la observatorul Palomar, California.

Catalina Sky Survey este un survey cu misiunea de a descoperi comete și asteroizi. Acesta folosește trei telescoape aflate pe munții Lemmon și Bigelow. Al treilea se află în Australia.

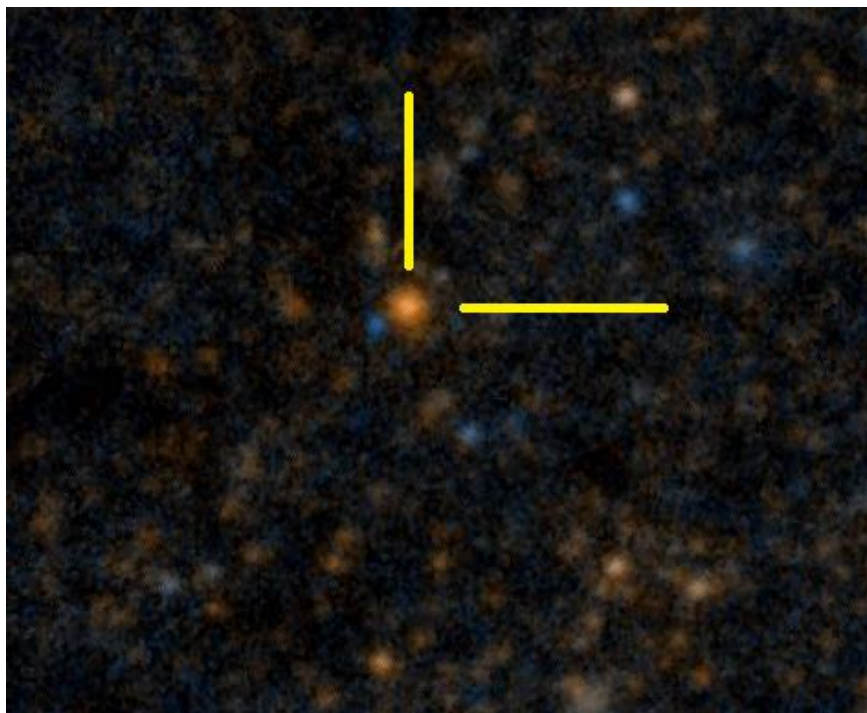


Figura nr. 1 *Aspectul stelei în date Pan-STARRS1*

Pentru analiza datelor fotometrice s-au folosit softul de analiză Peranso 3[3] și algoritmul CLEANest[4]. După o căutare a perioadei între 500 și 900 de zile cu rezoluția de 36.000 de pași, din periodograma obținută rezultă o perioadă de aproximativ 848 zile.

*Membru al Astroclubului „Călin Popovici” Galați

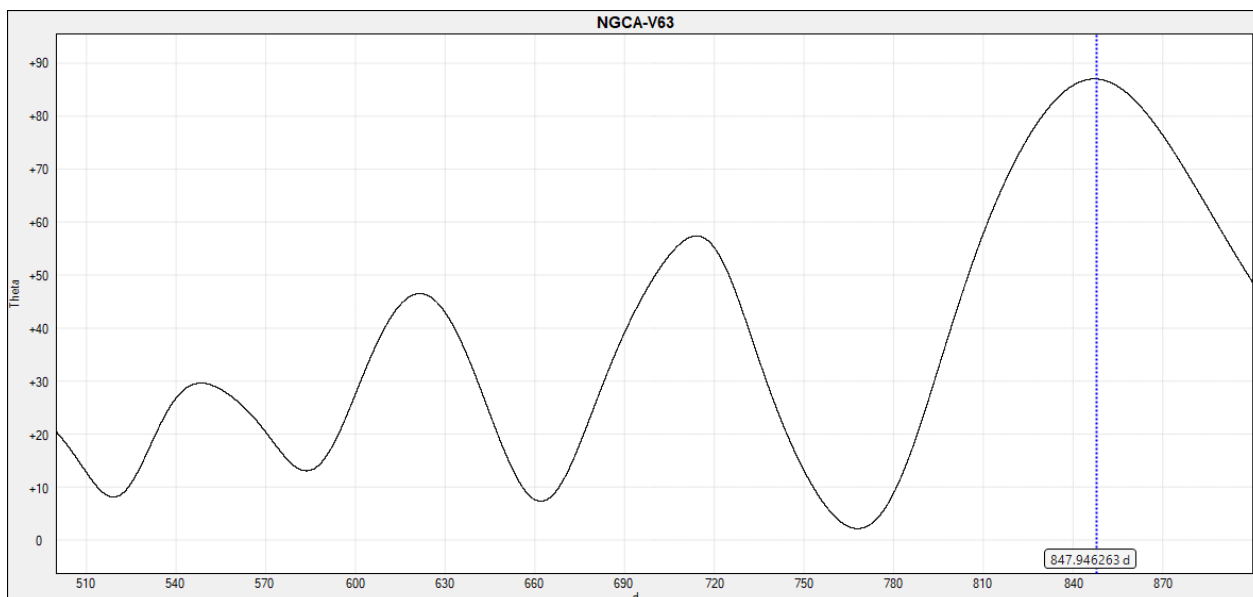


Figura nr. 2 Periodograma CLEANest a stelei NGCA-V63

Folosind aceste date fotometrice s-a putut crea un phase plot al variabilității stelei din care s-au extras extremii, strălucirea maximă a stelei fiind 19,1, iar strălucirea minimă 20,7, magnitudini măsurate în filtrul r al survey-ului ZTF. Phase plotul este centrat pe strălucirea maximă, epoca fiind 2457373.

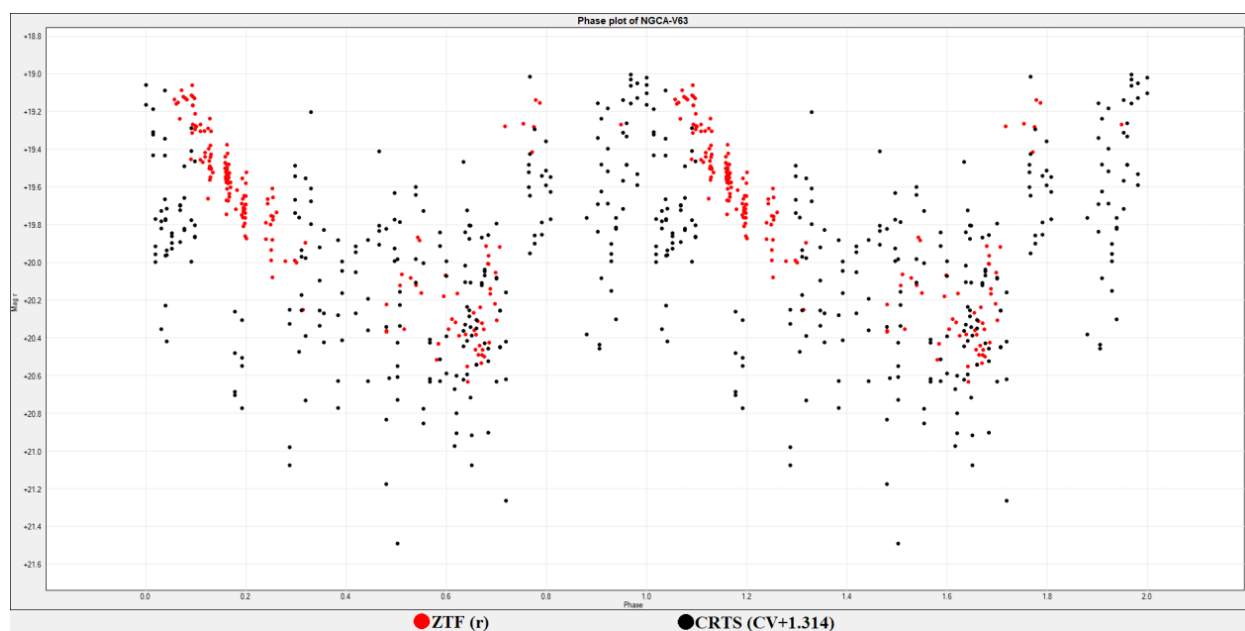


Figura nr. 3 Phase plot al stelei NGCA-V63

Toate aceste date au fost raportate la Asociația Americană a Observatorilor de Stele Variabile (AAVSO), unde au fost incluse în Indexul Internațional al Stelelor Variabile (VSX). Așadar, noua stea variabilă de tip SR a primit numele NGCA-V63, alături de alte nume de catalog: 2MASS J00404416+4107288 sau LGGs J004044.17+410729.0.

Folosindu-ne de epocă și de perioadă, putem calcula următorul maxim al strălucirii acestei stele, care va avea loc în jur de 3 decembrie 2022. Aceasta este o descoperire importantă deoarece ajută la studierea evoluției stelare din galaxia M31. Aparținerea acestei stele la galaxie este semnalată de parallaxă mică Gaia EDR3 și de magnitudinile slabe în infraroșu observate de survey-

ul 2MASS. De asemenea, strălucirea stelei este asemănătoare cu a celorlalte supergigante roșii din Andromeda.

Această stea este foarte asemănătoare cu Betelgeuse. Acestea se aseamănă prin tipul de variabilitate, culoare, dar și prin modul în care acestea vor sfârși: atât NGCA-V63 cât și Betelgeuse vor deveni supernove.

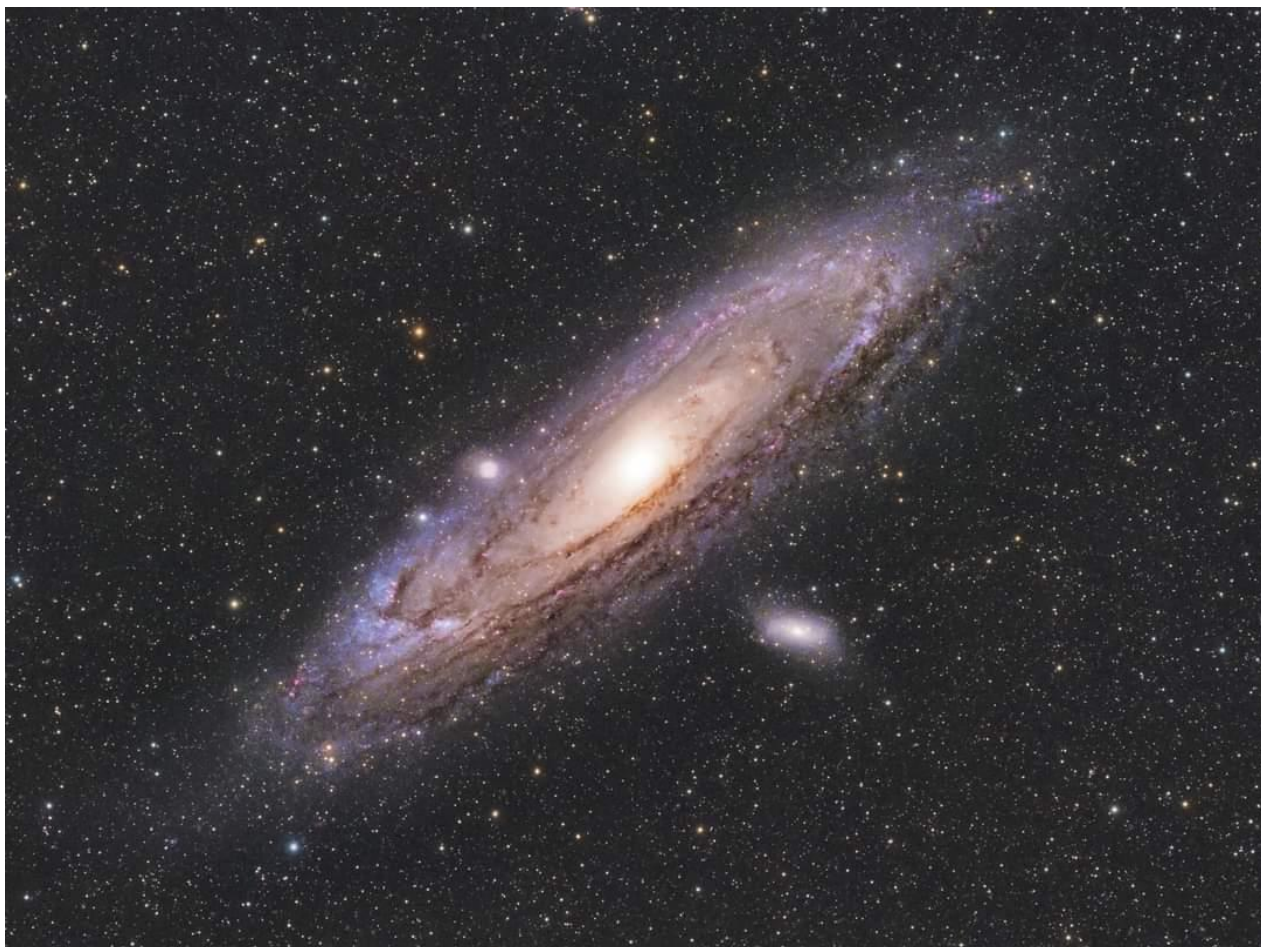


Figura nr. 4 *Galaxia Andromeda fotografiată de Andrei Gușan*

II. Mulțumiri

În primul rând, vreau să mulțumesc colegilor de la International Variable Star Index (VSX), administrat de American Association for Variable Star Observers (AAVSO), în mod special domnului Sebastian Otero pentru consultanța de specialitate oferită. De asemenea, doresc să îi mulțumesc și mentorului meu, Ovidiu Tercu, pentru îndrumarea și încurajarea oferită. Nu în ultimul rând, doresc să le mulțumesc sponsorilor și colaboratorilor externi Nezar Hezam, Tonny Vanmunster și Brian Warner.

Bibliografie:

- [1] Masci, F. J., et al., 2018, Publ. Astron. Soc. Pacific, 131, 018003.
- [2] Drake, A.J. et al., 2009, *First Results from the Catalina Real-time Transient Survey*, ApJ, 696, 870
- [3] Paunzen, E., Vanmunster, T., 2016, *Peranso - Light Curve and Period Analysis Software*. *Astronomische Nachrichten* 337, 239-246.
- [4] Foster, G., 1995, AJ, 109, 1889.

THE DISCOVERY OF A NEW VARIABLE STAR IN THE ANDROMEDA GALAXY

At the beginning of 2021, I started looking for extragalactic variable stars. The Andromeda Galaxy, being the most suitable galaxy, was the main target for searches. Using the Gaia EDR3 database (2020yCat.1350 0G), released at the end of 2020, I made a selection of red supergiant stars that show variability, using the different measurements performed during Gaia operations. Gaia is a space telescope launched in 2013 by ESA. It is expected to operate by 2022. The mission aims to measure the positions of the stars, the distances to them and their movement with unprecedented accuracy.

For the data analysis, I used Peranso 3 software and CLEANest algorithm. After a search of the period between 500 and 900 days with the resolution of 36000 steps, from the obtained periodogram results a period of approximately 848 days.

All of this data was reported to the American Association of Variable Star Observers (AAVSO), where it was included in the International Variable Star Index (VSX). Thus, the new variable star of SR type received the name NGCA-V63, along with other catalog names: 2MASS J00404416+4107288 or LGGs J004044.17+410729.0.

Using the epoch and period, we can calculate the next maximum brightness of this star, which will take place around December 3, 2022. This is an important discovery because it helps to study the stellar evolution of the galaxy M31. The belonging of this star to the galaxy is signaled by the small parallax Gaia EDR3 and by the weak infrared magnitudes observed by the 2MASS survey.

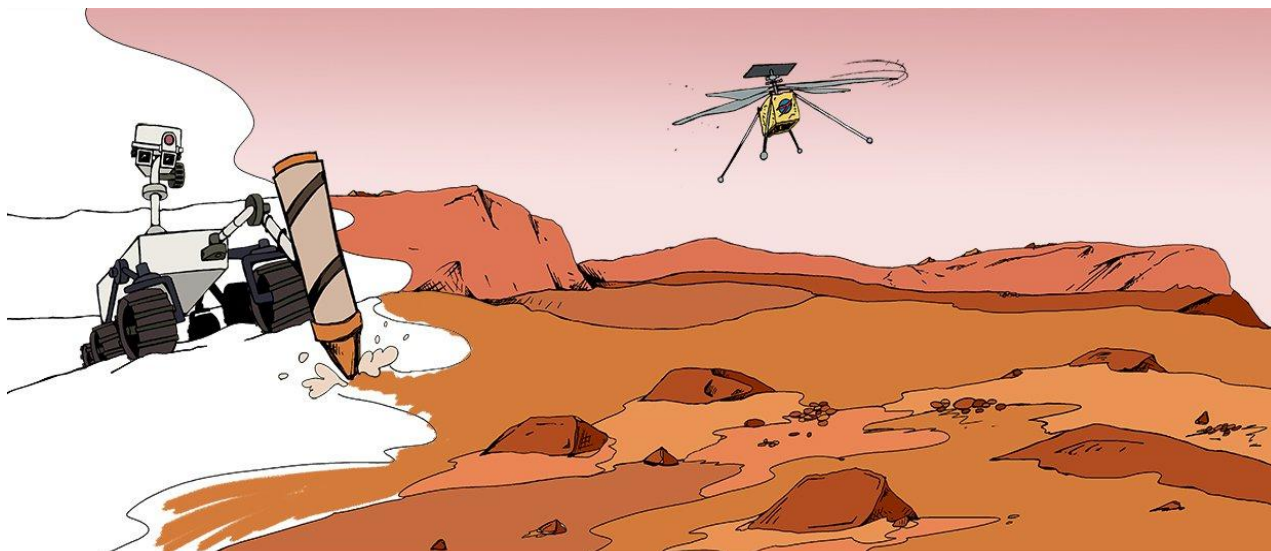
Also, the brightness of the star is similar to the other red supergiants in Andromeda.

This star is very similar to Betelgeuse. They are similar in the type of variability, color, but also in the way they will end: both NGCA-V63 and Betelgeuse will become supernovae.

VIRUȘII ȘI SPAȚIUL COSMIC

Cristi BORȘ*

Keywords: astrobiology, astrovirology, exploration, evolution, life



Imaginea nr. 1 NASA's Ingenuity Mars Helicopter and NASA's Perseverance rover/ NASA

Virusii sunt cele mai abundente entități biologice de pe Pământ. Aceștia sunt extrem de diverși, atât în structură, cât și în secvența genomică, au roluri critice în evoluție, influențează puternic biogeochimia terană și se crede că au jucat roluri importante în originea și evoluția vieții. Cu toate acestea, în astrobiologie se pune încă foarte puțin accent pe virusi. Este posibil ca virusii să fi coexistat cu formele de viață celulare încă din primele etape ale vieții, să fi fost direct implicați în acestea și să fi influențat profund evoluția celulară. Virusii sunt singurele entități de pe Pământul modern care folosesc fie ARN (acidul ribonucleic), fie ADN (acidul dezoxiribonucleic) în ambele forme cu catenă simplă și dublă pentru materialul genetic și, prin urmare, pot oferi un model pentru proteina ARN. Integrarea cercetării virusurilor în astrobiologie se referă, în special, la detectarea biosemnăturilor virusului și dacă virusurile ar putea fi răspândite extraterestru. Articolul prezintă principiile de bază ale virologiei, o definiție incluzivă a virusilor, cercetările actuale în domeniul virologiei relevante pentru astrobiologie și idei pentru viitoarele focare de cercetare în astrovirologie.

Părerea generală despre virusi este aceea că sunt microorganisme ce provoacă doar boli. De aproximativ 100 de ani, comunitatea științifică și-a schimbat în mod repetat părerea colectivă cu privire la ce sunt virusii. Văzuți mai întâi ca otrăvuri, apoi ca forme de viață, apoi substanțe chimice biologice, astăzi se consideră că virusurile se află într-o zonă gri între vii și nevii: nu se pot replica singuri, dar pot face acest lucru în celule cu adevărat vii și pot afecta, de asemenea, comportamentul gazdelor lor profund. Categorizarea virusilor ca nevieți în cea mai mare parte a erei moderne a științei biologice a avut o consecință neintenționată: a determinat majoritatea cercetătorilor să ignore virusurile în studiul evoluției. În cele din urmă, însă, oamenii de știință încep să aprecieze virusii ca jucători fundamentali în istoria vieții.

Este ușor de văzut de ce virusii au fost dificili. Interesul inițial pentru virusi provine din asocierea lor cu bolile - cuvântul „virus” își are rădăcinile în termenul latin pentru „otrăvă”. La sfârșitul secolului al XIX-lea, cercetătorii au realizat că anumite boli, inclusiv rabia și febra aftoasă,

*Astronom amator al Astroclubului „Perseus” Bârlad, farmacist și neurocercetător în neuroștiințele comportamentale

erau cauzate de particule care păreau să se comporte ca bacterii, dar care erau mult mai mici. Deoarece ei înșiși erau în mod clar biologici și puteau fi răspândiți de la o victimă la alta cu efecte biologice evidente, virușii au fost apoi considerați a fi cei mai simpli dintre toate formele de viață vii, purtătoare de gene.

Degradarea lor la nivel de substanțe chimice inerte a venit după 1935, când Wendell M. Stanley și colegii săi, la ceea ce este acum Universitatea Rockefeller din New York, au cristalizat un virus - virusul mozaicului tutunului - pentru prima dată. Au văzut că acesta consta dintr-un pachet de biochimice complexe. Dar îi lipseau sistemele esențiale necesare funcțiilor metabolice, activitatea biochimică a vieții. Stanley a primit Premiul Nobel din 1946 - în chimie, nu în fiziologie sau medicină - pentru această lucrare.

Cercetări suplimentare efectuate de Stanley și alții au stabilit că un virus constă din acizi nucleici (ADN sau ARN) închiși într-un strat proteic care poate adăposti și proteine virale implicate în infecție. Prin această descriere, un virus pare mai degrabă un set chimic decât un organism. Dar când un virus intră într-o celulă (numită gazdă, după infecție), este departe de a fi inactiv. Își aruncă haina, își dezvăluie genele și induce propriile mașini de replicare ale celulei pentru a reproduce ADN-ul sau ARN-ul intrusului și pentru a produce mai multe proteine virale pe baza instrucțiunilor din acidul nucleic viral. Biții virali nou creați se assemblează și apar mai mulți viruși, care pot infecta și alte celule.

Aceste comportamente sunt cele care i-au determinat pe mulți să se gândească la viruși ca fiind existenți la granița dintre chimie și viață. Virologii Marc HV van Regenmortel de la Universitatea din Strasbourg din Franța și Brian WJ Mahy de la Centers for Disease Control and Prevention au spus recent că, odată cu dependența lor de celulele gazdă, virușii duc „un fel de viață împrumutată”. Interesant este faptul că, deși biologii au favorizat mult timp opinia că virușii sunt simple cutii de substanțe chimice, aceștia au profitat de activitatea virală din celulele gazdă pentru a determina modul în care acizii nucleici codifică proteinele: într-adevăr, biologia moleculară modernă se sprijină pe o bază de informații obținută prin intermediul virușilor.

Biologii moleculari au continuat să evidențieze majoritatea componentelor esențiale ale celulelor și sunt obișnuiți astăzi să se gândească la constituenții celulari - de exemplu, ribozomi, mitocondrii, membrane, ADN și proteine fie ca mașini chimice, fie ca lucruri pe care mașinile le folosesc sau le produc. Această expunere la mai multe structuri chimice complexe care realizează procesele vieții este probabil un motiv pentru care majoritatea biologilor moleculari nu petrec mult timp întrebându-se dacă virușii sunt vii sau nevii, dacă acei constituenți subcelulari individuali au o viață pe cont propriu. Această viziune le permite să vadă doar modul în care virușii cooptează celulele sau cauzează boli.

Întrebarea aparent simplă dacă virusurile sunt sau nu viață a definit probabil un răspuns simplu în toți acești ani, deoarece ridică o problemă fundamentală: ce definește exact „viața?”

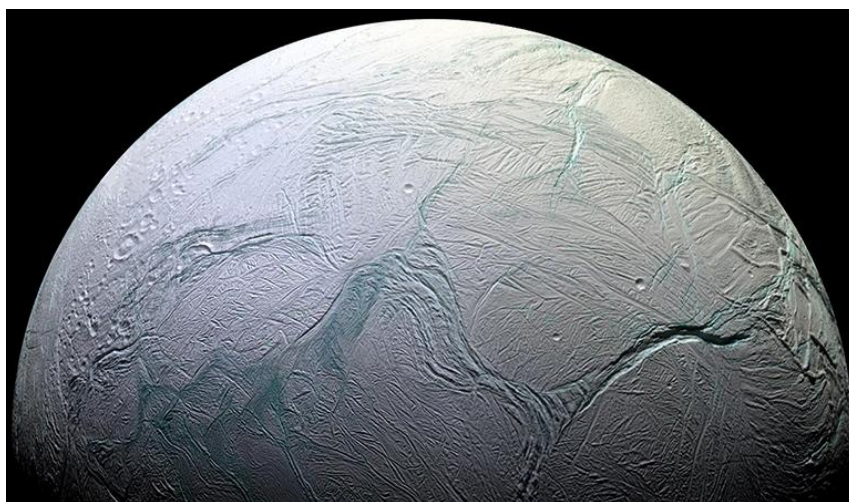
O definiție științifică precisă a vieții este un lucru evaziv, dar majoritatea observatorilor ar fi de acord că viața include anumite calități în plus față de capacitatea de replicare. De exemplu, o entitate vie se află într-o stare mărginită de naștere și moarte. Se crede că organismele vii necesită un anumit grad de autonomie biochimică, desfășurând activitățile metabolice care produc moleculele și energia necesare pentru susținerea organismului. Acest nivel de autonomie este esențial pentru majoritatea definițiilor.

Cu toate acestea, virusurile parazitează în esență toate aspectele biomoleculare ale vieții. Adică, ele depind de celula gazdă pentru materiile prime și energia necesare pentru sinteza acidului nucleic, sinteza proteinelor, procesarea și transportul și toate celelalte activități biochimice care permit virusului să se înmulțească și să se răspândească. S-ar putea concluziona apoi că, deși aceste procese intră sub direcție virală, virușii sunt pur și simplu paraziți nevii ai sistemelor metabolice vii. Dar poate exista un spectru între ceea ce este cu siguranță viu și ceea ce nu este?¹ O piatră nu este vie. Un sac activ metabolic, lipsit de material genetic și potențial de propagare, nu este, de

¹ <https://www.scientificamerican.com/>

asemenea, viu. O bacterie, totuși, este vie. Deși este o singură celulă, poate genera energie și moleculele necesare pentru a se întreține și se poate reproduce. Dar cum rămâne cu o sămânță? O sămânță ar putea să nu fie considerată vie. Cu toate acestea, are un potențial de viață și poate fi distrus. În acest sens, virușii seamănă mai mult cu semințele decât cu celulele vii. Au un anumit potențial, care poate fi stins, dar nu ating o stare de viață mai autonomă.

Un alt mod de a gândi la viață este ca o proprietate emergentă a unei colecții de anumite lucruri care nu trăiesc în sine. Atât viața, cât și conștiința sunt exemple de sisteme complexe emergente. Fiecare are nevoie de un nivel critic de complexitate sau interacțiune pentru a-și atinge stările respective. Un neuron în sine, sau chiar într-o rețea de nervi, nu este conștient - este necesară complexitatea creierului. Cu toate acestea, chiar și un creier uman intact poate fi biologic viu, dar incapabil de conștiință sau în „moarte cerebrală”. În mod similar, nici genele individuale nici proteinele celulare și nici cele virale nu sunt în sine în viață. Un virus nu reușește să atingă o complexitate critică. Deci, viața însăși este o stare emergentă, complexă, dar este făcută din același fundament, blocurile fizice care constituie un virus. Abordată din această perspectivă, virușii, deși nu sunt pe deplin vii, pot fi considerați ca fiind mai mult decât o materie inertă: se apropie de viață. Didier Raoult și colegii săi de la Universitatea Mediteranei din Marsilia au anunțat că au secvențiat genomul celui mai mare virus cunoscut, Mimivirus, care a fost descoperit în 1992. Virusul, cam de aceeași dimensiune cu o bacterie mică, infectează amibe. Analiza secvenței virusului a relevat numeroase gene care se credea anterior că există doar în organismele celulare. Unele dintre aceste gene sunt implicate în fabricarea proteinelor codificate de ADN-ul viral și pot face mai ușor pentru Mimivirus să coopteze sistemele de replicare ale celei gazdă. După cum a remarcat echipa de cercetători în raportul său din revista *Science*, complexitatea enormă a complementului genetic al Mimivirusului „provoacă frontiera stabilită între viruși și organisme celulare parazite”. Dezbaterile referitoare la etichetarea virușilor ca vii duc, în mod natural, la o altă întrebare: Gândirea la starea virusurilor ca vii sau nevii este mai mult decât un exercițiu filosofic, baza unei dezbateri retorice vii și aprinse, dar cu puține consecințe reale? Problema este importantă, deoarece



Imaginea nr. 2 *Enceladus - satelitul ocean. Oare vor găsi oamenii de știință viață acolo? Credit: Cassini-NASA*

modul în care oamenii de știință privesc această întrebare influențează gândirea lor despre mecanismele evoluției. Virușii au propria lor istorie evolutivă antică, datând chiar de la originea vieții celulare. De exemplu, unele enzime de reparare virală - care excizează și resintetizează ADN-ul deteriorat, repară deteriorarea radicalilor de oxigen și așa mai departe - sunt unice pentru anumiți viruși și au existat aproape neschimbate probabil de miliarde de ani.

Cu toate acestea, majoritatea biologilor evoluționiști susțin că, pentru că virușii nu sunt în viață, nu sunt demni de o considerație serioasă atunci când încearcă să înțeleagă evoluția. De asemenea, ei consideră că virușii provin din gene gazdă care au scăpat cumva de gazdă și au dobândit un strat proteic. Din acest punct de vedere, virușii sunt gene gazdă fugitive care au degenerat în paraziți. Și cu virușii eliminați astfel de pe rețeaua vieții, contribuțiile importante pe care le-au adus la originea speciilor și la menținerea vieții pot rămâne nerecunoscute.

Desigur, biologii evolutivi nu neagă faptul că virușii au avut un rol în evoluție. Dar, văzând virușii ca fiind neînsuflețiți, aceștia îi plasează în aceeași categorie de influențe ca, să zicem,

schimbările climatice. Astfel de influențe externe selectează dintre indivizi cu trăsături variate, controlate genetic; acei indivizi cei mai capabili să supraviețuiască și să prospere atunci când se confruntă cu aceste provocări continuă să se reproducă cu cel mai mare succes și, prin urmare, să-și răspândească genele la generațiile viitoare.

Dar virușii schimbă în mod direct informații genetice cu organisme vii - adică în interiorul rețelei vieții. O posibilă surpriză pentru majoritatea medicilor și, probabil, și pentru majoritatea biologilor evoluționiști, este că majoritatea virusurilor cunoscute sunt persistente și inofensive, nu patogene. Ele își stabilesc reședința în celule, unde pot rămâne latente perioade lungi de timp sau pot profita de aparatul de replicare a celulelor pentru a se reproduce într-un ritm lent și constant. Acești viruși au dezvoltat multe modalități inteligente de a evita detectarea de către sistemul imunitar gazdă - în esență, fiecare etapă a procesului imunitar poate fi modificată sau controlată de diferite gene găsite într-un virus sau altul.

Mai mult, un genom al virusului (întregul complement al ADN-ului sau ARN-ului) își poate coloniza permanent gazda, adăugând gene virale la linia gazdă și devenind în cele din urmă o parte critică a genomului speciei gazdă. Prin urmare, virușii au, cu siguranță, efecte mai rapide și mai directe decât cele ale forțelor externe care pur și simplu selectează variații genetice interne generate mai lent. Populația uriașă de viruși, combinată cu ratele lor rapide de replicare și mutație, îi transformă în cea mai importantă sursă de inovație genetică din lume: „inventează” în mod constant noi gene. Și gene unice de origine virală pot călători, găsindu-și drumul în alte organisme și contribuind la schimbarea evoluției.

Datele publicate de International Human Genome Sequencing Consortium indică faptul că undeva între 113 și 223 de gene prezente în bacterii și în genomul uman sunt absente în organisme bine studiate - cum ar fi drojdia, *Saccharomyces cerevisiae*, musca fructului, *Drosophila melanogaster*, și nematodul *Caenorhabditis elegans*. Unii cercetători au crezut că aceste organisme, care au apărut după bacterii, dar înainte de vertebrate, au pierdut pur și simplu genele în cauză la un moment dat în istoria lor evolutivă. Alții au sugerat că aceste gene au fost transferate direct la linia umană prin invadarea bacteriilor. Victor DeFilippis de la Vaccine and Gene Therapy Institute din Oregon Health and Science University au sugerat o altă alternativă: virușii pot fi la originea unor gene, apoi colonizează două linii diferite - de exemplu, bacterii și vertebrate. O genă aparent dăruită umanității de bacterii ar fi putut fi dată ambelor de către un virus.

De fapt, împreună cu alți cercetători, Philip Bell de la Universitatea Macquarie din Sydney, Australia, susțin că nucleul celular în sine este de origine virală. Apariția nucleului - care diferențiază eucariotele (organisme ale căror celule conțin un nucleu adevărat), inclusiv oamenii, de procariote, cum ar fi bacteriile - nu poate fi explicată în mod satisfăcător numai prin adaptarea treptată a celulelor procariote până când acestea devin eucariote. Mai degrabă nucleul ar fi putut evolua dintr-un virus ADN mare persistent, care a făcut o "casă" permanentă în procariote. O parte din sprijinul acestei idei provine din datele secvențiale care arată că gena unei ADN polimeraze din virusul numit T4, care infectează bacteriile, este strâns legată de alte gene ADN polimerază, atât în eucariote, cât și în virusurile care le infectează.

De la organisme unicelulare la populații umane, virușii afectează toată viața de pe Pământ și, posibil, și de pe alte planete, determinând adesea ce va supraviețui. Dar și virusurile evoluează. Toate acestea duc la ideea că, poate, primele forme de viață extraterestre descoperite pe ale planete vor fi virușii.

Virușii depășesc ca număr toate celelalte forme de viață de pe Pământ, iar astrobiologii speră acum să le găsească în altă parte. De la începutul erei spațiale, astrobiologii au lucrat pentru a determina dacă planetele învecinate adăpostesc forme de viață, în special microbi precum bacteriile și ciupercile. Unii oameni de știință se întreabă dacă nu cumva au ignorat virusurile. Acum, căutarea vieții extraterestre a ajuns și la viruși².

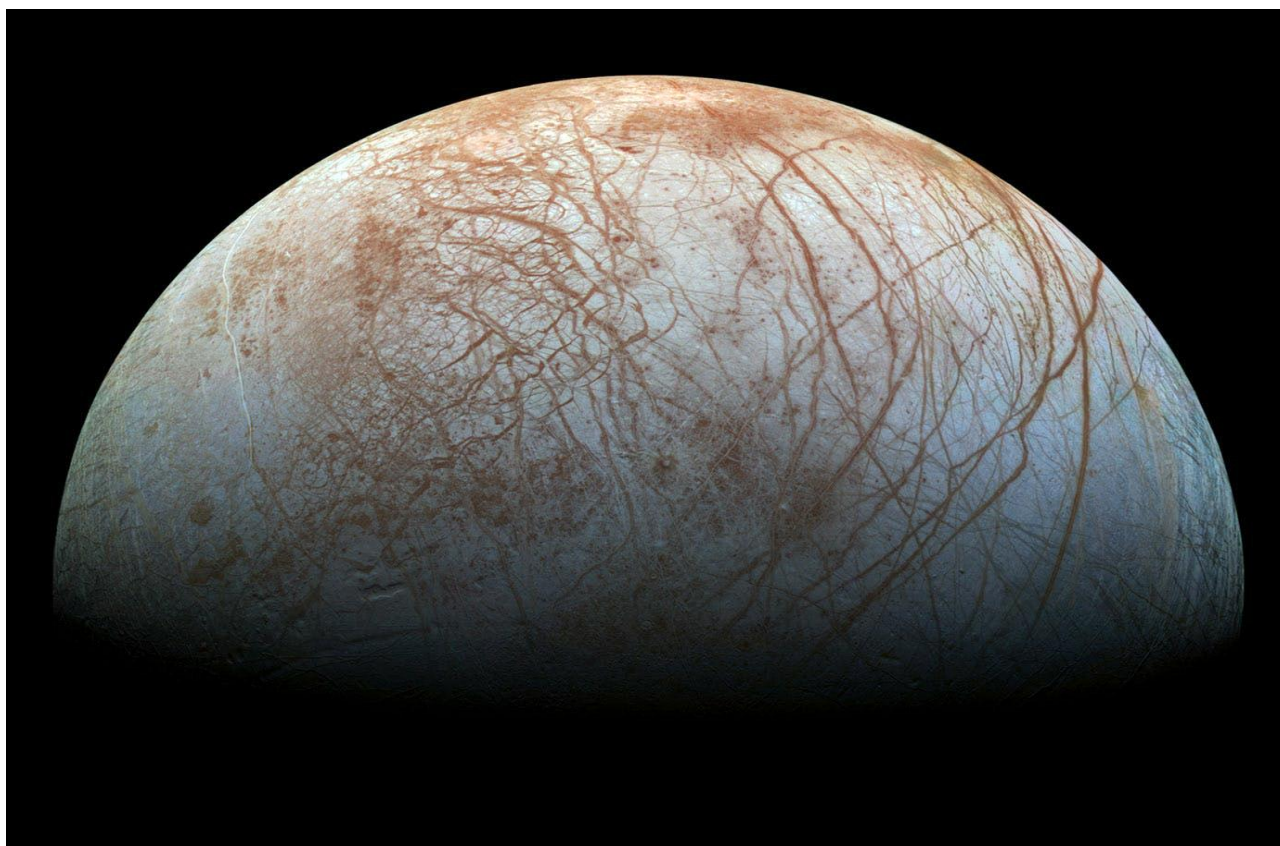
² <https://massivesci.com/>

Grupul de astrovirologie asupra virusurilor de la NASA integrează progresele în virologie în astrobiologie, studiul originilor, evoluției și distribuției vieții în univers. Oferind un forum pentru oamenii de știință interesați de *astrovirologie*, ei speră să formuleze „noi domenii de cercetare pentru a înțelege modul în care virusii ar fi putut influența originea și evoluția vieții aici pe Pământ și, probabil, în alte părți ale sistemului solar”³.

Atelierele recente de astrovirologie sponsorizate de NASA adună interesul oamenilor de știință cu niveluri diferite de expertiză, spune Kathryn Bywaters, de la Centrul de Cercetare NASA . „Am creat un forum în care oamenii să poată exprima aceste idei pe care nu au reușit cu adevărat să le exprime la nivel de comunitate.”

Cu o comunitate activă și implicată de cercetători interesați, speranța este că aceste ateliere vor stimula NASA către alocarea mai multor fonduri pentru cercetarea astrovirologică.

Microbii sau organisme precum ciuperci microscopice, bacterii și amibe ocupă, practic, fiecare mediu de pe planeta noastră, iar astrobiologii au luat în considerare de mult timp posibilitatea ca microbii să locuiască în altă parte a sistemului nostru solar, cum ar fi pe Marte, Venus și pe unele luni ale lui Jupiter și Saturn.



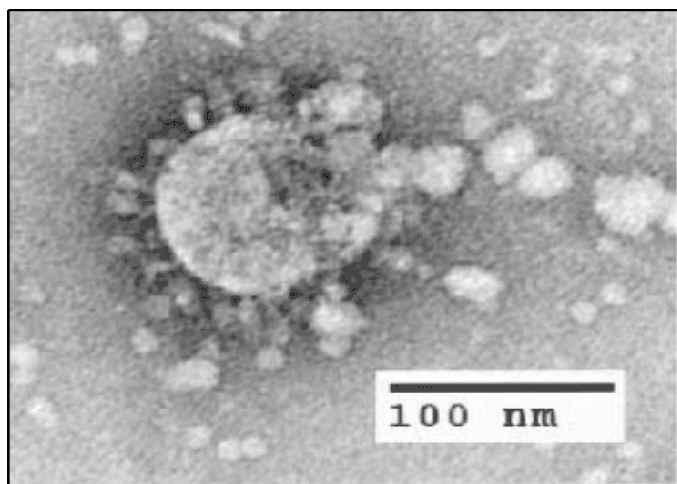
Imaginea nr. 3 *Oamenii de știință se întreabă dacă există viață pe Europa, una dintre lunile lui Jupiter /NASA / JPL-Caltech / Institutul SETI*

Virusii depășesc cu mult numărul de organisme vii de pe planeta noastră. Există aproximativ 10^{31} virusi pe Pământ - dacă fiecare virus de pe Pământ ar fi aliniat cap la cap, acea linie s-ar extinde la 100 de milioane de ani lumină.

Dar virusurile extraterestre nu au fost în mod tradițional o țintă majoră de căutare în astrobiologie. «Nu am căutat virusii extraterestri în mod special înainte, pentru că abia am început să „zgâriem” suprafața înțelegerii lor pe Pământ», spune Bywaters. „Know-how-ul și înțelegerea

³ <https://astrobiology.nasa.gov>

virusilor nu au fost la un nivel la care să putem extrapola această cunoaștere la alte corpuri planetare.”



Imaginea nr. 4 Dacă fiecare virus de pe Pământ ar fi aliniat cap la cap, acea linie s-ar extinde cu 100 de milioane de ani lumină. Dimensiune 100 nm sau 0,0001 milimetri. C.D. Humphrey, CDC

Astrobiologii încep acum să încorporeze cunoștințele despre viruși în cadrul tot mai mare de cunoștințe despre originea, evoluția și distribuția vieții în cosmos. De-a lungul anilor, astrobiologia a fost o componentă cheie a investigării istoriei vieții: cercetând condițiile care seamănă cu Pământul timpuriu sau care pot fi găsite pe alte planete, oamenii de știință pot investiga condițiile de mediu care ar fi putut duce la dezvoltarea vieții.

Deși, în mod istoric, studiile de virologie s-au concentrat asupra virusilor care influențează sănătatea umană, oamenii de știință au cercetat, de asemenea, imaginea cuprinzătoare asupra numeroaselor funcții pe care le joacă virușii în lumea noastră. Anumiți viruși modulează sănătatea oamenilor,

animalelor și plantelor, oferind organismelor instrumente fizice și chimice pentru a rezista agenților patogeni și factorilor de stres ai mediului. Ei co-evoluiează frecvent cu gazdele lor și conduc evoluția gazdei, inclusiv catalizând dezvoltarea placentară a mamiferelor. Acestea reglează fluctuația nutrienților din oceanele noastre, distrugând celulele și eliberând substanțe nutritive esențiale pentru ecosistemele marine.

Virușii sunt un caz unic în natură - deși sunt compuși din aceleași molecule ca proteinele și acizii nucleici ca și celulele vii, nu se pot reproduce independent. În schimb, trebuie să deturneze mașinile celulare ale unei gazde pentru a le replica. Găsirea unui virus pe Marte sau pe o Lună saturniană ar fi un progres revoluționar în astrobiologie.

„Presupunând că virusurile se replică la fel în toate sistemele, detectarea unui virus ar fi o detectare indirectă a vieții celulare”, spune Kenneth Stedman, profesor la Universitatea de Stat din Portland și co-președinte al Virus Focus Group.

Adăugarea de viruși la grupul de ținte în căutarea vieții extraterestre probabil că nu ar necesita nici măcar o schimbare majoră în instrumentare sau tehnologie, spune Bywaters. Tehnologiile destinate utilizării pe nave spațiale sunt, în prezent, dezvoltate pentru a analiza polimeri cu lanț lung, cum ar fi ADN și ARN, și ar fi capabili să detecteze celule vii, viruși și chiar forme de viață neconvenționale diferite de ceea ce am vedea pe Pământ.

A spune că virușii au o reputație proastă în rândul oamenilor ar fi o subevaluare. După cum a dezvăluit pandemia COVID-19, acești agenți biologici minusculi au potențialul de a dăuna sănătății umane și de a modifica drastic comportamentele sociale. Deși unele tulpini virale au un impact masiv asupra sănătății umane, marea majoritate a virusilor infectează doar microbii. Bywaters speră că astrovirologia poate contribui la „schimbarea mentalității populației generale și că virușii nu trebuie să aibă această conotație negativă”, întrucât nu sunt întotdeauna „aceste mici lucruri malefice care distrug lumea”.

Stedman a subliniat că virușii sunt „critici pentru viața pe Pământ așa cum o știm - și poate și pentru ale planete”. Astrovirologia îi poate ajuta pe oamenii de știință să continue să învețe despre virușii de pe Pământ: împreună cu căutarea de viruși extraterestri, astrovirologia ar putea oferi informații despre modul în care virușii au contribuit la originea și evoluția vieții, deoarece virușii au apărut la începutul evoluției vieții pe Pământ. În plus, ar putea conduce la o mai bună înțelegere a rolurilor pe care le joacă virușii aici pe Pământ, „în special Pământul timpuriu și ecosistemele analogice extraterestre”, spune Stedman.

„Astrovirologia împinge cu adevărat granița spre ce fel de viață sau ce semne de viață ai putea căuta”, spune Bywaters. „Sunt atâtea lucruri pe care nu le știm. Misterul și intriga sunt într-adevăr ceea ce mă fascinează, pentru că îți arată că orice este posibil.”

Virusii contează pentru viață. Ei sunt granița în continuă schimbare între lumile biologiei și biochimiei. Pe măsură ce continuăm să dezlegăm genomurile din ce în ce mai multor organisme, contribuțiile din acest fond de gene dinamic și antic ar trebui să devină evidente. Laureatul Nobel Salvador Luria a meditat la influența virală asupra evoluției în 1959. „Nu credeți”, a scris el, „că în virusi, prin fuziunea lor cu genomul celular și reapariția din ei, observăm unitățile și procesul care, pe parcursul evoluției, au creat tiparele genetice de succes care stau la baza tuturor celulelor vii? ” Este timpul să le recunoaștem și să le studiem în contextul lor natural - în rețeaua vieții.

Și, astfel, virusii, devenind de interes pentru astrobiologie, pot să fie prima formă de viață extraterestră descoperită de către roboții trimiși să exploreze planetele, sateliții, asteroizii, cometele din spațiul cosmic. Din galaxia noastră sau, de ce nu, din alte zone ale Universului.

VIRUSES AND OUTER SPACE

Viruses are the most abundant biological entities on Earth. They are extremely diverse both in structure and genomic sequence, play critical roles in evolution, strongly influence terrestrial biogeochemistry and are believed to have played important roles in the origin and evolution of life. However, in astrobiology there is still very little emphasis on viruses. It is possible that viruses coexisted with cellular life forms from the earliest stages of life, were directly involved in them, and profoundly influenced cellular evolution. Viruses are the only entities on modern Earth that use either RNA or DNA in both single-stranded and double-stranded forms for genetic material and can therefore provide a model for the supposed world of RNA protein. The integration of virus research into astrobiology concerns in particular the detection of virus biosignatures and whether viruses could be spread extraterrestrially. The article presents the basic principles of virology, an inclusive definition of viruses, current virology research relevant to astrobiology and ideas for future research focuses in astrovirology.

DE CE STUDIEM CÂMPURI MAGNETICE?

Alin PARASCHIV*

Keywords: magnetic fields, stars, Sun, particles, eruptions, plasma, fusion, astrophysical

Cel mai mare generator de câmpuri magnetice aflat la îndemâna astrofizicienilor este Soarele, care este una din cele mai mediocre stele din Calea Lactee, clasificată fiind în clasa G, conform diagramei Hertzsprung-Russell¹. În termeni simpli, clasa G înseamnă că, pur și simplu, Soarele este o stea de mărime medie, luminozitate medie, câmpuri magnetice mediocre și culoare spectrală medie. Însușind toate acestea, rezultă că Soarele este un campion al mediocrității. Pe de altă parte, această banalitate și mediocritate aparentă, poate fi descrisă și prin cuvinte ca moderație și modestie. Atmosfera solară, dar mai ales Coroana sunt regiuni dominate și susținute de magnetismul solar. De fapt, din perspectivă științifică, interiorul soarelui și atmosfera acestuia se separă și printr-un criteriu magnetic. Fotosfera, suprafața vizibilă a soarelui, dar și stratul de interfață dintre interiorul și atmosfera soarelui, este definită ca fiind stratul foarte subțire unde asupra plasmei solare sunt aplicate, în cantități aproximativ egale, forțe termodinamice și forțe magnetice. În straturile mai joase, forțele termodinamice sunt dominante. Astfel definim interiorul Soarelui. În straturile superioare, forțele magnetice sunt dominante, iar regiunea este definită ca atmosfera solară. Aceste proprietăți sunt generale pentru orice stea, iar atmosferele acestora sunt direct susținute de magnetism.

Câmpurile magnetice solare și, în teorie, cele stelare, se pot observa aproape cu ochiul liber doar în timpul totalității eclipselor. Acest lucru se datorează faptului că luminozitatea coroanei este cu 6 ordine de mărime (1 milion de ori!) mai mică decât luminozitatea discului solar. Acest aspect face imposibilă observarea coroanei fără blocarea discului vizibil sau folosirea instrumentației cu capacități spectrale dedicate. În Fig. 1 este prezentată atmosfera solară până la 8 raze solare, în timpul ultimei eclipse solare din Decembrie 2020. Se pot observa proeminențe de dimensiuni mai mari decât Terra, structuri magnetice clasice (dipolare) în jurul polilor, structuri magnetice complexe la latitudini tropicale și ecuatoriale, cât și o imensă eiecție de masă coronală care se propagă în heliosferă (în partea stângă a imaginii). Autorul fotografiei prezintă pe site-ul personal² și o animație cu propagarea eiecției de masă pe parcursul a câtorva minute.

Observăm că toate aceste elemente sunt de origine magnetică. Ne putem întreba, totuși, de unde provine magnetismul? În interiorul soarelui dar și, în general, în interiorul stelelor care au suficientă masă, există o interfață numită tachoclină, care separă regiunea radiativă de cea convectivă. Regiunea radiativă este o zonă din interior unde densitatea și presiunea plasmei sunt atât de mari încât energia se transportă numai sub formă de radiație luminoasă. Zona convectivă

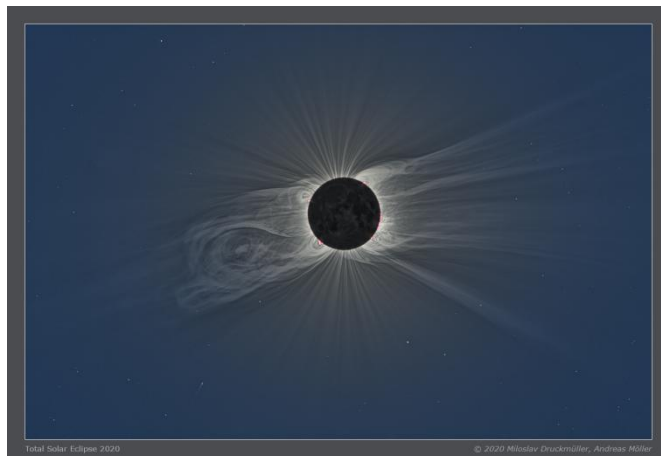


Figura nr. 1 Eclipsa solară din dec. 2020, Argentina. Atmosfera (coroana) solară până la 8 raze solare este prezentată. Complexitatea și dominația forțelor magnetice sunt evidente. Reprodus cu permisiune ©Miloslav Druckmüller.

*AURA/National Solar Observatory, USA. Membru al Astroclubului „Călin Popovici” Galați, România

¹ Hertzsprung Russell diagram

² Eclipse animation by Miloslav Druckmüller

este stratul exterior al interiorului solar care se comportă mai mult ca un fluid care fierbe, unde masa plasmei are o mișcare de circulație asemenea unei oale sub presiune. Ne putem imagina aceste două regiuni ca două secțiuni sferice care se rotesc una în jurul celeilalte cu viteze diferite, generând un efect de dinam, unde diferența de rotație generează câmpuri magnetice.

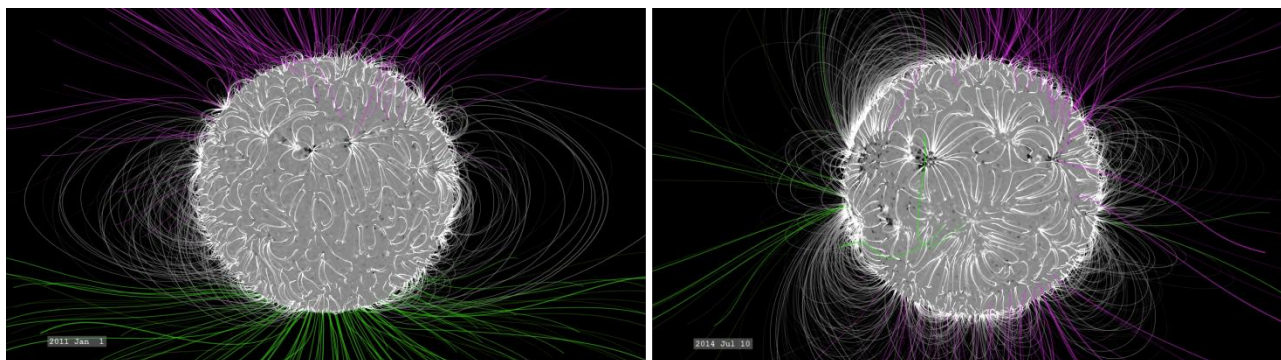


Figura nr. 2: *Comparație a configurației câmpurilor magnetice solare între Ian. 2011 (stânga) și Iul. 2014 (dreapta). În stânga, Soarele este încă apropiat de minimul de activitate, având o configurație magnetică dipolară, iar magnetismul este relativ scăzut. În dreapta, este redată configurația din Iulie 2014, în apropiere de maximul de activitate, unde structura apare ca fiind foarte contorsionată, creând condiții ideale pentru producerea de erupții. Sursă Imagine: NASA Goddard Space Flight Center*

Putem rezuma la nivel general dinamica din interiorul stelelor la un concept simplu ca Tachoclinele? Evident că nu, problema fiind mult mai complexă. Configurația interiorului stelelor, este dependentă de mărimea acestora. Piticele roșii, de exemplu Proxima Centauri sau Steaua lui Barnard, sunt aparent mult mai puternice din punct de vedere magnetic decât Soarele, deși fiecare au sub 1% din luminozitatea soarelui și sub 15% din masa acestuia. Curios, din cauza dimensiunilor mici, acestea nu au o zonă radiativă sesizabilă, interiorul fiind într-o proporție covârșitoare convectiv. Nu există o Tachoclina detectabilă și nu există dovezi concludente că aceste stele ar genera câmpuri magnetice într-o manieră similară cu cea a Soarelui. Mai multe teorii au fost propuse pentru a explica fenomenul, dar nu există încă un consens asupra problemei. Pe de altă parte, studii recente asupra magnetismului³ acestor două pitice roșii foarte apropiate au dedus că: 1) câmpurile magnetice generate de piticele roșii sunt extrem de puternice pentru scala lor și produc erupții în ultraviolet și raze X, comparative energetic cu erupțiile solare; 2) deși este posibil ca exoplanete să existe în jurul lor, magnetismul și activitatea eruptivă rezultantă a acestora duce la șanse foarte mici pentru habitabilitate deoarece atmosferele vor fi erodate în foarte scurt timp.

Chiar și la nivelul Soarelui, înțelegerea pe care o avem nu este cu mult peste nivelul principal. O înțelegere completă a magnetismului Solar încă nu a fost atinsă. Știm că magnetismul solar are un ciclu de activitate de aproximativ 11 ani, timp în care configurația sa magnetică trece prin cele două faze descrise în Fig. 2. În timpul perioadei de maxim se produc mult mai multe erupții din cauza configurațiilor magnetice instabile, dominate de magnetismul de suprafață care se manifestă. În Fig. 2 vedem cum în decursul a doar 3,5 ani concentrațiile de câmp magnetic traversează către regiunile ecuatoriale în calupuri, observațional definite ca pete solare și/sau regiuni active. Din cauza interacțiunilor dintre ele, iau naștere erupții și ejeții de masă coronale care, din punct de vedere magnetic, relaxează câmpul local. După câțiva ani în care energia se erodează prin astfel de erupții, ajungem din nou la câmpuri dipolare simple, concentrate în regiunile polare.

Erupțiile se propagă în mediul interplanetar. Deși mediul interplanetar este, în mod comun, asociat cu vidul, acesta nu este total lipsit de materie. Vântul solar este un flux continuu de particule

³ Studiu: Steaua lui Barnard / Studiu: Proxima Centauri

care umple mediul prin care se propagă cu particule, plasmă și câmpuri magnetice. Acest vânt, împreună cu fenomenele eruptive, reunite sub termenul de meteorologie spațială, permează însuși natura spațiului afectând toate planetele sistemului solar. Aceste fluxuri de particule influențează activitățile noastre umane, instrumentația care este astăzi în spațiu, dar va influența și viitoarele misiuni umane lunare și marțiene. Aproape de Pământ, aceste fluxuri de particule interferează cu componentele electronice din sateliți, sisteme de comunicare și GPS și, în cazuri extreme, ar putea destabiliza rețeaua electrică la nivel planetar.

Studierea atmosferelor obiectelor planetare din perspective magnetice este o nouă direcție de cercetare foarte valoroasă ce a fost subiectul a multiple descoperiri importante în ultimele decade. Explorarea sistemelor planetare din sistemul solar au elucidat, de exemplu, neconcordanțe în privința eroziunii atmosferelor sistemelor planetare ale altor stele, datorate vântului solar sau bombardamentului cu particule încărcate rezultate din erupții (ce cauzează aurore în cazuri blânde). De exemplu, s-a constatat că vântul solar extrage oxigenul atomic din straturile superioare ale planetei Venus, efect ce are un rol în catastrofa acumulare a gazelor de seră ce domină astăzi planeta.

În cazul unor magnetosfere slabe, s-au studiat și influențele bombardamentului cu particule asupra suprafețelor. O suprafață ca, de exemplu, cea a planetei Mercur, suferă modificări din cauza bombardamentelor constante cu particule, iar proprietățile ei spectrale se schimbă semnificativ. Alte studii incipiente au propus ipoteze unde molecule organice s-ar fi putut produce din materiale anorganice pe suprafața planetelor, în fazele incipiente ale sistemului solar. Desigur, acestea sunt supoziții, la momentul actual.

Tot în cadrul sistemelor planetare, observații și modelări ale forțelor electrodinamice ne-au arătat cum cuplajele magnetice influențează zonele „prăfuite” din sistemul solar și au ajutat la înțelegerea mai detaliată a modului în care se manifestă nebuloasele planetare prăfuite. Interacții electrodinamice pot fi folosite și ca probă pentru a discerne proprietățile termice și compoziția unui corp planetar. Ca exemplu, putem aminti de conductivitatea electrică a sateliților Galileeni, unde măsurătorile sondei magnetometrice Galileo sunt, la ora actuală, singurele dovezi palpabile pentru existența unui ocean subteran pe Europa.

Un alt exemplu relevant îl constituie tehnologia pe care umanitatea o dezvoltă în domeniul fuziunii nucleare pentru aplicații energetice. Următoarea generație de reactoare de fuziune este preconizată să producă cantități masive de energie curată. Singurul impediment real în dezvoltarea acestei tehnologii îl reprezintă înțelegerea incompletă a proprietăților magnetice a plasmei și confinarea acesteia. În definitiv, putem concluziona: câmpurile magnetice stelare și planetare sunt un veritabil laborator pentru cunoașterea umană, cu aplicabilități directe și reale unde putem observa, cu nivelul de înțelegere asupra universului pe care îl deținem, că mediocritatea și moderația Soarelui ne-au permis să existăm.

WHY SHOULD WE STUDY MAGNETIC FIELDS?

The article describes the usefulness in studying magnetic fields of stars and planets. It starts by offering a description of the Sun's magnetism and the mechanism it uses to generate magnetic fields. The peculiar case of the much magnetically-stronger red M dwarfs is also described where no clear magnetic generation mechanism occurs. A description of the interplanetary medium and the propagation of magnetically charged particles from eruptions and solar wind follows. The hazards to human space exploration and expansion are mentioned. Magnetism and its study is not limited to star-like objects. A series of recent results pertaining to planetary magnetisms are presented. We conclude with the example of our understanding of plasma fusion, which is a direct application of the study of astrophysical plasma and magnetism.

AVENTURILE UNUI VÂNĂTOR DE ECLIPSE

Alexandru BARBOVSCHI*

Keywords: solar eclipse, lunar eclipse, HDR, unique alignment, meetup

Începutul aventurilor

În 2015, în timpul navigării prin Facebook, a fost observat un anunț de la *Great American Eclipse*, o companie rulată de către un renumit vânător de eclipse, *Michael Zeiler*, în care era promovată producția dedicată eclipsei totale de Soare ce se aștepta în 2017. Un detaliu deosebit mi-a atras atenția – harta căii viitoare eclipse. Ea traversa întregul teritoriu al Statelor Unite ale Americii, un fapt foarte important, deoarece sugera posibilitatea de a observa evenimentul cu succes datorită mobilității sporite. În acel moment a apărut dorința de a „prinde” prima mea eclipsă totală de Soare. Ulterior, a urmat un job mai bine plătit, înlocuirea echipamentului astronomic în posesie la acel moment, două camere DSLR noi și obținerea vizei americane. În paralel, se derulau pregătirile teoretice, ce au inclus în sine procurarea și citirea materialelor despre observarea și înregistrarea eclipselor solare, cât și pregătirea laturii soft pentru controlul echipamentului.

Etapă finală a fost alegerea locației pentru observarea eclipsei. Luând în considerație faptul că eclipsa totală putea fi observată într-o fâșie foarte îngustă, dar care traversa întregul teritoriu SUA, alegerea nu era una simplă. În partea de vest durata eclipsei era redusă, dar șansele pentru un cer senin în ziua eclipsei erau mult mai ridicate. În partea de est durata era mai lungă, dar riscul de a fi înnorat mai sporit. Alegerea decisivă a fost dictată de faptul că în statul Illinois locuiesc rudele apropiate, în suburbiile orașului Chicago. De asemenea, anume la capătul de sud al statului Illinois se afla punctul cu cea mai lungă durată a eclipsei. În final, au fost procurate biletele spre Chicago și am rezervat un spațiu pentru observații în apropiere de orașul Marion.

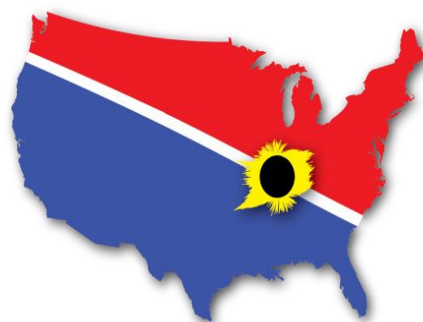
Eclipsa Totală de Soare din 21 august 2017

Avionul a aterizat în Chicago în seara de 18 august. Pentru pregătirile finale rămăneau doar două zile. Prima sarcină era testarea echipamentului, pentru a verifica dacă în timpul călătoriei transatlantice nu s-a deteriorat funcționalitatea lui. Rezultatele au fost pozitive – telescopul și camerele erau gata pentru misiunea lor.

În dimineața de 20 august ne-am pornit la drum. Ne deplasam lent, traseele erau destul de încărcate, ajungând la destinație doar spre seară. Spațiul rezervat a fost unul reușit, perfect pentru parcare și camping! În scurt timp am aranjat cortul pentru somn, doar că pregătirile pentru eclipsă de-abia începeau – telescopul trebuia să fie aliniat cu axa polară a Pământului.

Prognoza meteo pentru ziua eclipsei era destul de nefavorabilă dar, totuși, cerul din dimineața de 21 august a fost unul relativ curat. Ultima etapă de pregătire pentru eclipsă era conectarea camerelor DSLR și focalizarea lor. Aceasta s-a dovedit a fi destul de complicat – ecranul de la laptop era aproape invizibil din cauza abundenței de lumină. Dar a fost și un aspect pozitiv – prezența petelor solare a facilitat considerabil procesul!

Temperatura aerului în acea zi a fost insuportabilă, dar în ultimele minute înainte de faza totală a eclipsei a scăzut cu aproximativ 10 grade Celsius, o schimbare binevenită înainte de culminarea show-ului! Lumina emanată de Soare și-a schimbat caracteristica, umbrele au devenit foarte clare, iar iluminarea a devenit „metalică”, un fenomen greu de descris în cuvinte.

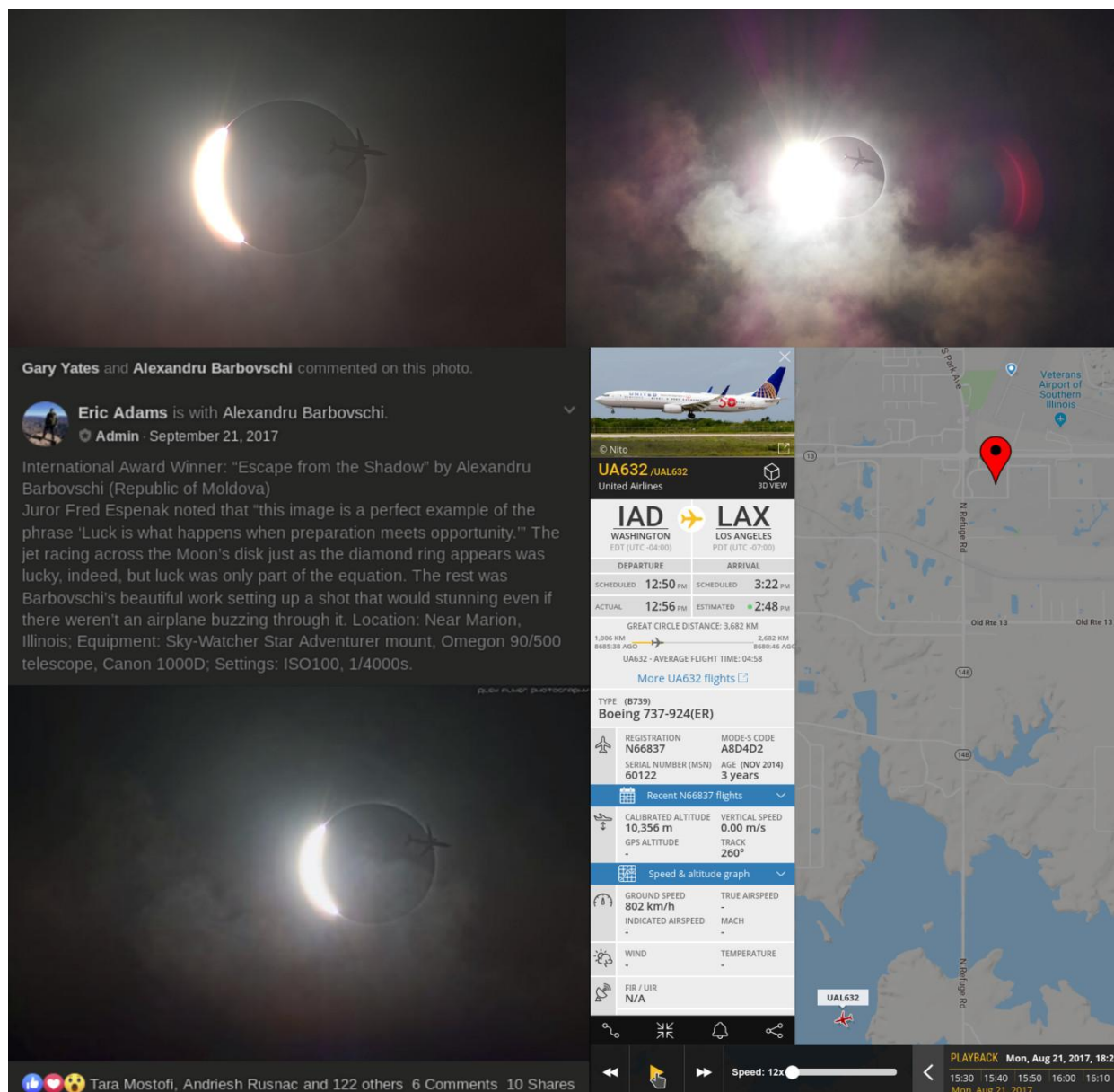


Imaginea nr. 1 Harta simbolică a eclipsei din 2017

Credit: greatamericaneclipse.com

* Membru în Astroclubul „Moldova”

Momentul culminant a cauzat o reacție comună tuturor celor prezenți – o exclamație de surprindere. Coroana solară s-a prezentat în toată splendoarea ei, cu detalii foarte fine. De asemenea, putea fi observată o erupție solară, în partea dreaptă a discului, a cărei culoare roșiatică putea fi clar distinsă. Pe parcursul celor 2 minute și 32 de secunde de totalitate de care am avut parte în locația aleasă, o parte a timpului a fost petrecută pe ecranul laptopului, pentru a porni și controla procesul înregistrării. La acel moment nu am observat faptul că am reușit să capturez ceva special, deosebit.



Imaginile nr. 2, 3, 4 și 5 Avionul captat traversând discul solar cu câteva clipe înainte de faza totală (stânga sus, camera foto, dreapta sus, camera video); primul loc în categoria International Awards (stânga jos); informație despre avionul prins în imaginile de mai sus (dreapta jos)

După terminarea fazei totale a eclipsei, toți cei prezenți cu noi pe acel câmp au început să se strângă pentru a pleca. Am insistat să rămânem, pentru a înregistra toate fazele eclipsei, inclusiv pe cele parțiale după totalitate. La finalul eclipsei eram singuratici și foarte obosiți. Am pornit la drum și am decis să verific pozele și videoul înregistrate. În proces a fost descoperită perla acelei zile – avionul care traversa discul solar în momentul așa-numitei faze „inel de diamant”. Rămânea doar de verificat dacă acest moment extraordinar a fost captat cu camera care trăgea cadre foto. Și norocul a fost de partea mea – momentul a fost captat în toată splendoarea sa!



Imaginea nr. 6 Faza totală a eclipsei în HDR

Drumul înapoi a fost complicat și îndelungat – trafic intens și furtună. Videoul și imaginea cu avionul au fost în curând publicate online și aplicate la o competiție cu cele mai bune imagini capturate ale eclipsei 2017 *Shadow of the Moon Eclipse Photo Contest*, în categoria *International Award*. Pe 21 septembrie 2017 am fost anunțat că imaginea a câștigat la categoria aleasă, fiind o surpriză mare pentru mine! Curând după aceasta a fost finisată procesarea imaginii HDR a fazei totale a eclipsei, care încearcă să reflecte frumusețea și detaliile fine ale momentului culminant din acea zi specială. Enigma avionului surprins a fost

rezolvată la prima aniversare a evenimentului – s-a dovedit a fi o cursă regulată Washington – Los Angeles, numărul zborului fiind UA632.

Eclipsa Totală de Soare din 2 iulie 2019

Curând după eclipsă totală de Lună din 21 ianuarie, pe care am observat-o de pe Insulele Canare, s-au început pregătirile pentru următoarea eclipsă solară, care traversa teritoriul Americii de Sud, și anume al țărilor precum Chile și Argentina. După o analiză extinsă a locațiilor, infrastructurii și datelor istorice despre vremea în ambele țări, a fost aleasă Chile.

Biletele au fost procurate încă în Decembrie, mașina și locuința închiriate, rămânea de rezolvat partea tehnică. Analiza performanței camerelor DSLR și a telescopului sugerau necesitatea de a trece la un nivel nou. Pentru aceasta s-a decis procurarea unui tub optic și a unor camere mai performante. Prima cameră aleasă a fost Sony A7S, o cameră mirrorless, fiind capabilă să capteze fotografii fără a produce vibrații, cu viteză înaltă, zgomot termic redus și fiind bine cunoscută pentru capacitățile sale extraordinare de a capta cerul nocturn (Chile găzduiește cele mai renumite observatoare din lume, pentru că posedă locații cu adevărat întunecate).

În timp ce eram în căutare pentru a doua cameră – un nou tub optic a fost ales și procurat. Dificultățile întâlnite cu tubul anterior, unul acromatic, au dus la necesitatea de a procura unul apocromatic, lipsit complet de aberații cromatice. Diferența în claritatea și finețea imaginii produse este una considerabilă! În curând a fost aleasă și a doua cameră – Nikon D610. Reprezintă un DSLR de un nivel intermediar cu un senzor full frame (36mm x 24mm). De asemenea, a fost procurat și un obiectiv Nikon 50mm 1.4D, care s-a dovedit de a fi o alegere perfectă atât pentru eclipsă, cât și pentru cerul înstelat. Cu această ocazie s-au finalizat alegerea și procurarea echipamentului.

Un alt aspect important a fost latura software. Captarea fazelor parțiale este o sarcină simplă, o poză la fiecare câteva minute, nimic sofisticat. Faza totală este una mult mai complexă și necesită o abordare specială. Este necesară o viteză de captare cât mai rapidă (durata fazei totale este una scurtă), un diapazon de expunere cât mai larg (obligatoriu pentru crearea unei imagini HDR) și stabilitate maximă (a două șansă nu va fi). Pentru a simplifica sarcina și a garanta stabilitatea întregului sistem s-a ales varianta în care captarea imaginilor pe toată durata eclipsei va fi efectuată de un singur sistem. Un moment de risc a fost decizia de a controla ambele camere cu acest sistem unic. Sistemul final a fost ales un Raspberry Pi, pentru dimensiunile sale compacte, abilitatea de a rula un sistem Linux și consum de energie foarte redus (o caracteristică foarte importantă pentru utilizarea în câmp). Au fost create 4 fișiere cu secvențe de comandă (folosind limbajul de automatizare *bash* și instrumentul de control pentru camere digitale *gPhoto2*), dirijate de planificatorul *cron*. Fiecare pereche era destinată pentru una din camerele foto; unul din fișiere era destinat fazelor parțiale, iar celălalt pentru faza totală. Pentru asigurarea preciziei și independenței timpului de bord al Raspberry Pi a fost conectat și setat un modul GPS extern (modulele date sunt capabile să aprovizioneze ora precisă, pe lângă coordonatele geografice). Planificatorul *cron* și fișierele de dirijare a camerelor erau setate conform calculelor efectuate de către aplicația *Solar Eclipse Maestro*, creată de renumitul vânător de eclipse Xavier Jubier.

Ajustarea și testarea întregului complex de captare a eclipsei se derula și după sosirea în Chile, pe data de 25 iunie. În paralel, căuta o locație optimă pentru observații. Un instrument vital pentru aceasta au fost hărțile cu indicația umbrelor create de relief la momentul fazei totale a eclipsei. Această informație era foarte importantă din cauza altitudinii joase a Soarelui, căci eclipsa dată se observa în America de Sud la apus. Un alt factor important a fost sezonul de iarnă la acel moment, în apropiere de oceanul Pacific (orașul La Serena se află pe litoralul de vest). Temperaturile relativ joase și umiditatea sporită sunt factori importanți în formarea norilor și a ceții. Pentru evitarea acestui risc s-a decis deplasarea spre est, unde clima este mai uscată și relieful este unul muntos. Locația perfectă a fost găsită din prima încercare, în ziua de 27 iunie, în apropiere de observatorul El Pangué, un loc îndepărtat, fără acoperire cu rețeaua mobilă și la înălțimea de 1,5km.



Imaginea nr. 7 Poza de grup a participanților la întrunirea vânătorilor de eclipse

În seara de 30 iunie a avut loc un eveniment special – întrunirea a zeci de vânători de eclipse din toate colțurile lumii! Localul a fost rezervat cu câteva luni înainte, chiar și meniul fiind achitat în prealabil, totul pentru o experiență fără griji și confort maxim. Unul dintre participanți a pregătit o prezentare despre numeroasele sale aventuri în goană după umbra Lunii. Între timp, oaspeții au servit gustări și vinuri locale.

Ziua următoare am efectuat o vizită la vinăria locală, unde am putut observa creșterea strugurilor și prelucrarea lor, pentru a produce pisco, băutură alcoolică tare, pe care am și gustat-o. Au urmat vizite prin locații istorice, berăria locală și plimbări prin orașelul Vicuña, aglomerat de oaspeți în așteptarea eclipsei. Seara, după o cină gustoasă, mi-am luat rămas bun de la noii mei prieteni și am plecat spre locația aleasă anterior. După ce am ajuns, imediat am aflat că nu sunt unicul care a găsit această locație convenabilă – un vânător de eclipse din Japonia deja setase echipamentul său aici. Am făcut cunoștință și am început instalarea propriului echipament. Setarea axei polare în emisfera sudică s-a dovedit a fi o încercare adevărată – noi, locuitorii emisferei de Nord, suntem foarte norocoși cu steaua Polară! După câteva ore am decis că precizia necesară a fost atinsă și am plecat la culcare.



Imaginea nr. 8 Secvența fazelor eclipsei solare (stânga); efectul inelului de diamant

Deoarece eclipsa urma să înceapă cu câteva ore înainte de apus, aveam la dispoziție întreaga zi pentru terminarea pregătirilor. Telescopul a fost deja setat, ultimul lucru rămas – focalizarea. Dacă în 2017 petele solare au fost un mare ajutor în acest scop, de data aceasta lucrurile s-au complicat – Soarele se afla în minimul ciclului său de activitate, petele solare în ziua eclipsei lipseau. Am folosit marginea discului solar, dar această metodă este una imprecisă, deoarece Soarele nu este un corp solid. A urmat setarea camerei secundare, pe un trepied în apropiere de telescop.

Între timp au sosit o mulțime de mașini! Printre cei sosiți au fost localnici și oaspeți străini, iar locația a devenit destul de aglomerată. Eclipsa a început și camerele au fost pornite. Telescopul se comporta foarte bine, fără surprize neplăcute, demonstrând eficiența setării nocturne anevoioase. Sistemul de control era activ și stabil. La apropiere de momentul culminant, am pornit a treia cameră de luat vederi, un GoPro, pentru a înregistra reacția mea și a celor din jur. Momentul acoperirii complete a discului solar de către Lună a fost unul emoționant, îndeosebi considerând faptul că, cu câteva clipe înainte de aceasta, am observat cum umbra Lunii traversează teritoriul și se apropie de locația noastră, un fenomen care poate fi observat cel mai bine la eclipse care se desfășoară înainte de apus sau după răsărit de Soare! Coroana solară a fost considerabil redusă în comparație cu cea observată în 2017 – minimul solar era foarte evident. Dar aceasta nu a diminuat impresia, priveliștea eclipsei totale în apropierea de orizont este una magică. Iar finalul fazei totale a fost de neuitat – am observat fenomenul ”perlelor de diamant” cu ochiul liber! Curând după aceasta s-a repetat scenariul din 2017 – toți cei prezenți, cu excepția mea și a fotografului japonez, s-au strâns și au plecat. Ultimul am plecat eu, după ce am finisat captarea ultimelor momente ale eclipsei și dezasamblarea echipamentului. Drumul înapoi a fost lung și obositor, traficul rutier a fost oribil – drumul de 2 ore a durat, de fapt, 5!



Imaginea nr. 9 *Faza totală din 2 iulie 2019;*
„Earthshine” (iluminarea Lunii de către Pământ) poate fi bine observată

ADVENTURES OF AN ECLIPSE CHASER

In 2017 eclipse chasing became a part of my life. The total solar eclipse witnessed in the United States of America on the 21st of August marked an incredible start to my adventures. Despite the weather not being perfect, I was able to successfully observe my first totality and even more. I captured an incredible alignment on my two cameras that day - an airplane flew in front of the solar disk during the diamond ring phase! My photo later won the International Award category in the 2017 Shadow of the Moon Eclipse Photo Contest. Finally, I was able to assemble a High Definition Range image of the eclipse, showing the glorious solar corona and the colourful prominences.

My next adventure was in Chile for the 2nd of July total solar eclipse. A location in the mountains was chosen to avoid potential haze and clouds at the seaside. The plan worked as hoped - the sky was clear for the entire day, providing the opportunity to capture the sunset eclipse in all of its glory. I had set up an automatic capture system for my cameras and it worked flawlessly - I was able to enjoy the eclipse without the worries of manual adjustments during totality.

UN VIZITATOR NEAȘTEPTAT

Jeny CARBARĂU*

Keywords: comet, NEOWISE, space telescope, Barlad city, Earth, Sun, northern horizon

În viața omului îi este dat foarte rar să vadă pe cer o cometă clară, așa cum s-a putut vedea în vara anului 2020. Eu am trăit pentru prima dată această frumoasă experiență anul trecut (2020), în luna iulie, aproape de orașul Bârlad. Pur și simplu m-am îndrăgostit de ea. Printre nopți înorate și ore nepotrivite, am reușit să o văd în toată splendoarea sa, într-o noapte senină și liniștită (ora 02:00), într-o zonă retrasă și cu o redusă poluare luminoasă.



Imaginea nr. 1 Cometa C/2020 F3 (NEOWISE)
Comuna Tutova, Județul Vaslui
12 iulie 2020, ora 3:30. Foto: Ciprian Vîntdevară

Momentul acela mi s-a întipărit în minte pentru toată viața, iar bucuria și aprecierea acelei nopți a devenit și mai mare când, după doar 2 săptămâni (sfârșitul lunii), se putea constata o drastică diminuare a vizibilității sale. Nu aș fi crezut că acea noapte va rămâne unica amintire. Mă așteptam să urmeze și alte nopți la fel de frumoase, dar anumite fenomene sunt atât de efemere încât, până înțelegi ce se întâmplă, fenomenul deja a și dispărut.

Dacă vezi o dată în viața ta o cometă, nu ai cum să nu te îndrăgostești de ea și să te „oprești” doar la o noapte, ba, dimpotrivă, dorești să o revezi sau să „descoperi” din nou alta, apoi alta... Dar cometele vizibile sunt fenomene rare pentru noi, care vin din diferite părți ale sistemului nostru solar și străbat

distanțe, unele mai mari (ex. cometa în discuție - 7000 ani tereștri), altele mai mici (ex. Cometa Halley - 70 ani tereștri).

În trecutul îndepărtat, oamenii erau înspăimântați la apariția cometelor, percependu-le ca pe niște stele cu părul lung și care prevesteau nenorociri. Mai târziu, dintre diferitele popoare care studiau cerul, astronomii chinezi au fost cei care au păstrat multe documente timp de secole, inclusiv ilustrații cu diferite tipuri de cozi de cometă, cât și calcule cu perioadele de reapariție și dispariție ale cometelor și pozițiile cerești ale acestora. Aceste mărturii istorice despre comete s-au dovedit a fi o sursă prețioasă pentru astronomii de mai târziu.

Acum știm că, de fapt, cometele sunt resturi din zorii sistemului nostru solar, de acum aproximativ 4,6 mld. de ani și constau în mare parte din gheață, de aceea au fost denumite și „bulgări de zăpadă cosmici”. Cometele sunt studiate deoarece pot da indicii importante despre formarea sistemului nostru solar, dar și despre apariția vieții pe Terra. În prezent, este luată în calcul următoarea ipoteză: cometele pot fi răspunzătoare de prezența apei și a compușilor organici – elemente constitutive ale vieții – pe Pământul timpuriu, posibil și în alte părți ale sistemului nostru solar, adică sunt considerate purtătoare de viață.

Cometele fac parte din sistemul nostru solar și orbitează în jurul Soarelui, la fel cum o fac și planetele, cu excepția că orbita cometelor este extrem de alungită (ovală), față de cea a planetelor care este aproape circulară. O altă comparație o reprezintă distanța până la Soare: planetele orbitează în jurul Soarelui la o distanță oarecum egală (dând senzația că Soarele se află în centru), pe când cometele nu păstrează o distanță egală, astfel, există un moment când se apropie destul de

*Membră a Astroclubului „Perseus” Bârlad / Muzeul „Vasile Pârvan” Bârlad

mult față de Soare și un altul când sunt foarte departe (în acest caz, Soarele este situat la unul din „capetele” acestui oval).

O caracteristică particulară a cometelor o reprezintă instabilitatea lor, având comportament și aspect diferit în funcție de poziția pe orbită. Astfel, cometele prezintă mai multe faze:

- o fază inactivă, „moartă”, în care cometa este complet înghețată și are aspect de bolovan, rocă, stâncă înnegrită, murdară, prăfuită și rostogolindu-se pe orbită cu o viteză mică - atunci când ea se află departe de acțiunea Soarelui, la marginea sistemului nostru solar;
- o fază activă, de strălucire, în care cometa este parțial topită și are aspectul bine-cunoscut de stea cu coadă, iar structura acesteia se schimbă în nucleu, comă și coadă, și a cărei viteză este din ce în ce mai mare - atunci când ea ajunge în sistemul solar interior, apropiindu-se de Soare;
- o fază de întoarcere, în care cometa ocolește Soarele, nucleul ei solid rămâne intact, apoi începe să piardă treptat din strălucire și viteză, continuându-și drumul către locul de unde a venit (Centura lui Kuiper sau Norul lui Oort).

Pentru cometele a căror orbită este mult prea aproape de Soare (adică ocolesc Soarele mai din scurt), după o fază activă nu va mai urma faza de întoarcere, deoarece forța de atracție a Soarelui este mai mare decât forța centrifugă a cometei, iar aceasta fie se prăbușește direct în Soare, fie are loc o dezintegrare totală, evaporându-se. Aceste comete au primit numele de Sungrazers.

Cometele în fază inactivă nu sunt sesizabile cu niciun telescop, cu atât mai puțin cu ochiul liber, deoarece au dimensiuni, în general, de câțiva kilometri și, în plus, sunt situate la marginea sistemului nostru solar. Însă, în faza activă, pe măsură ce se formează coma, aceasta se dezvoltă atât de mult, încât capătă aspectul unui corp luminos care poate fi mai mare decât o planetă și al cărui material este aruncat sub forma unei cozi, care și aceasta se întinde pe o distanță de până la câteva unități astronomice, de aceea devine vizibilă și cu ochiul liber.

Ce sunt cometele? Sunt corpuri cerești formate din gheață, praf, roci, minerale, gaz înghețat, aminoacizi etc. Majoritatea gheții din comete, ca și în cazul sistemului nostru solar, este gheață din apă. Mai există și gheață carbonică, numită și „gheață uscată”. Gheața carbonică se transformă în vapori mult mai repede decât gheața din apă, de aceea, pe măsură ce o cometă se apropie de Soare, gheața carbonică se va vaporiza înaintea gheții din apă. Și tocmai gheața cometei este „adezivul” care ține praful și rocile laolaltă, iar pe măsură ce cometa se apropie de Soare, gheața de la suprafață se evaporă, lăsând cometa cu puțin sau deloc „lipici”.

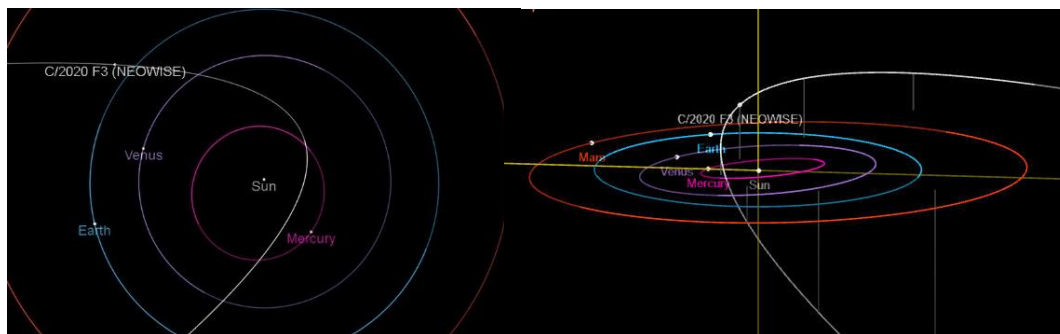
Suprafața cometei este prevăzută cu structuri stâncoase și prăfuite, care devin ușor fragile și sfărâmicioase. Însăși gheața de la suprafața cometei conține mult praf fin; este o gheață murdară. Materialul negru de la suprafață este un material pe bază de carbon. Orice cometă se încălzește pe măsură ce se apropie de Soare și o parte din suprafața sa începe să se topească, apoi să „fiarbă”, eliberând cantități uriașe de gaz și particule de praf sub forma unui nor incandescent, numit comă, și care înconjoară cealaltă parte de cometă solidă, netopită încă, numită nucleu. Aproximarea de Soare face să se topească și mai multă gheață și să se transforme în noi cantități de gaz și praf, astfel coma devine mai mare. Presiunea luminii solare și a particulelor solare de mare viteză (vânt solar), pot îndepărta praful și gazul de comă, formând o coadă bifidă, lungă și strălucitoare.

Nucleul sau inima pare să se fi format la unele comete din straturi suprapuse de diferite materiale, pe măsură ce cometa a adunat materie și devenea mai mare, iar pe măsură ce devenea mai mare, ea atrăgea alte particule de praf, gheață și gaze din jurul cometei. La alte comete, nucleul este spongios, cu multe găuri mari și mici. Aceste găuri ar putea însemna că nucleul – un bulgăre mare de gheață – s-a format din mai mulți bulgări de zăpadă mari și mici.

De unde vin? Așa cum a teoretizat astronomul Gerard Kuiper în 1951, există o centură de corpuri înghețate, asemănătoare unui disc, numită Centura lui Kuiper, dincolo de planeta Neptun, unde o populație de comete orbitează Soarele aproape de planeta Pluto. Aici, unele comete sunt trase/împinse ocazional de gravitație pe orbită, aducându-le mai aproape de Soare și devenind așa-numitele comete de perioadă scurtă. Având nevoie de mai puțin de 200 de ani pentru a orbita Soarele, în general, parcursul lor este cunoscut iar prezența lor previzibilă.

Mai puțin previzibile sunt cometele de lungă durată, care vin dintr-o altă regiune (cu mult mai bogată), numită Norul lui Oort, aflat la aprox. 100.000 UA. Cometele din această zonă pot avea nevoie de până la 30 mil. de ani pentru a finaliza o călătorie în jurul Soarelui.

Cometa C/2020 F3 (NEOWISE) vine din Norul lui Oort și a fost văzută pentru prima dată pe 27 martie 2020 de către astronomii de la NASA în timpul misiunii telescopului spațial NEOWISE (Near Earth Object Wide-field Infrared Survey Explorer). La acea vreme, cometa avea magnitudinea aparentă de +18 și era situată la 2 UA față de Soare, respectiv la 1,7 UA față de Pământ.



Imaginea nr. 2 *Orbita cometei este o parabolă cu înclinația de aproximativ 129° față de planul ecliptic. Cometa își face intrarea în sistemul solar interior dintr-un plan inferior, după care ocolește Soarele trecând în planul superior.*

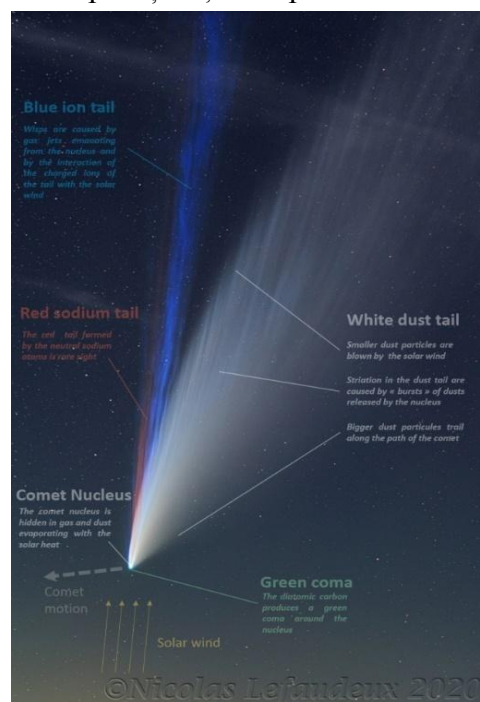
Pentru iubitorii de astronomie, cometa a fost relativ ușor de observat pe cerul nopții, atât cu ochiul liber, cât și cu un binoclu sau un telescop mic și trebuia să fii obligatoriu departe de luminile orașului. „Faptul că o putem vedea este într-adevăr ceea ce îl face unic. Este destul de rar ca o cometă să fie suficient de strălucitoare încât să o putem vedea cu ochiul liber sau chiar cu un binoclu”, a declarat dr. Emily Kramer, co-investigator al echipei științifice pentru satelitul NEOWISE, JPL-NASA.

Cometa NEOWISE are două cozi (care însoțesc de obicei orice cometă): o coadă albă de praf (ce conține particule fine de praf) și o coadă albastră de gaz ionizat. Cercetătorii care studiază cometa au mai identificat și o a treia coadă, roșie, formată din gaz bogat în atomi de sodiu, numită coadă de sodiu.

În dreapta (Foto nr. 3), vă este prezentată o imagine etichetată pentru a ajuta la identificarea principalelor caracteristici ale cometei, cum ar fi: variațiile de culoare ale cozii, coma verde vizibilă foarte aproape de nucleu. Particulele de praf de dimensiuni mai mari, care nu au fost captate în coada de praf, rămân pe orbita cometei, formând un flux de meteorizi. Atunci când Pământul intersectează acest curs, vom vedea o „ploaie” de meteori.

Din momentul descoperirii și până la sfârșitul lunii iunie, Cometa Neowise a fost prezentă pe cerul diurn și imposibil de observat din cauza luminii solare. Potrivit Asociației Astronomice Britanice, cometa a strălucit de la o magnitudine de aprox. +8, la începutul lunii iunie, la o magnitudine de -2, la începutul lunii iulie. După periheliu, cometa se îndepărtează de Soare, astfel magnitudinea scade la +2, apoi va tot continua să scadă până la estompare.

Pe data de 3 iulie 2020, cometa s-a aflat în punctul cel mai apropiat de Soare, adică la periheliu (0,29UA), vizibilă pe teritoriul României în dreptul constelației Lynx, răsărind la NE (ora



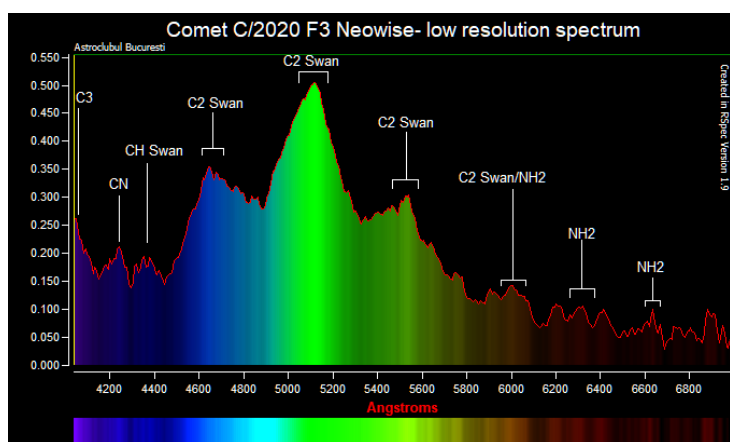
Imaginea nr. 3 *Cometa C/2020 F3 (NEOWISE).*

Credit: Nicolas Lefaudeaux

04.00) și apunând la NV (ora 20.50) cam odată cu Soarele, ceea ce o face invizibilă pe timpul zilei, dar vizibilă înaintea zorilor și la amurg, când Soarele este mai slab în strălucire.

Cu fiecare zi ce trece, cometa răsare mai devreme și apune mai târziu. Astfel, pe data de 11 iulie (noaptea în care am efectuat deplasarea în afara orașului pentru a o vedea mai bine, Foto nr.1) cometa apunea la N-NV, ora 23.23, ca să răsară la N-NE, ora 01.01 (12 iulie). După prelucrarea fotografică, cozile cometei sunt mult mai lungi și mai strălucitoare decât ceea ce percepe ochiul uman atunci când privește cerul. În realitate, coada nu era mai lungă de 5 grade și nici prea strălucitoare din cauza luminilor orașului Bârlad, care încurcă orizontul nordic.

Ziua de 12 iulie este și prima zi când cometa devine circumpolară, până pe 25 iulie, fiind vizibilă întreaga noapte. Din data de 25 iulie cometa răsare din ce în ce mai târziu și apune mai devreme, fiind vizibilă doar pe cerul de seară. În luna august, cometa este vizibilă doar în prima parte a nopții, dar prea slab strălucitoare pentru a mai putea fi detectată cu ochiul liber și folosind doar un telescop mai poți admira cum se stinge încet. Specialiștii de la NASA, cât și ceilalți din domeniul astronomiei fac declarații și ne aduc informații proaspete. Mai mult, au fost raportate și alte observații legate de emisiile spectrografice. Astfel, din studiile radio spectroscopice de la Observatorul Arecibo, s-au observat emisii puternice de oxizi de hidrogen.



Imaginea nr. 4 Credit: Daniel Berteșteanu

La începutul lunii august, dl. Daniel Berteșteanu a realizat spectrul cometei, „prilej cu care am putut detecta emisiile unor compuși ai carbonului (CH, CN, C₂) sub forma liniilor Swan caracteristice cometelor, iar spre roșu se observă emisii generate de gruparea NH₂, precum și un maxim în verde la 515 nm, culoare pe care o percepem atunci când privim cometele”, a explicat el.

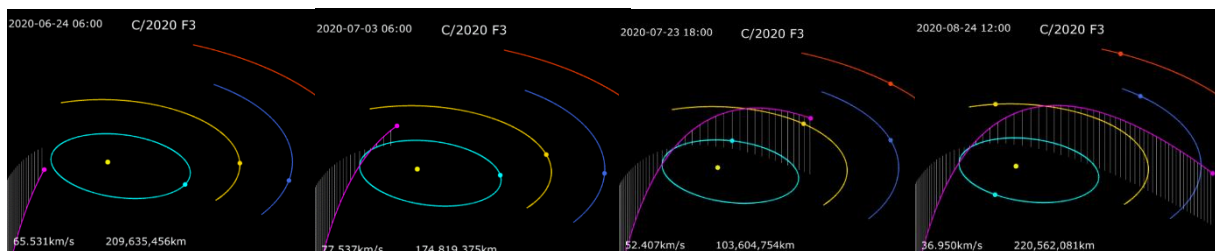
Pe 18 iulie se constată o importantă diminuare a strălucirii cometei. Astfel, coada ionică pare a fi la pragul vizibilității. Deși coada de sodiu pare să fi dispărut în totalitate, folosind anumite

reglaje la telescop, aceasta mai poate fi încă detectată; ea este total ascunsă sub coada ionică și mult diminuată. După această dată, coada de sodiu nu mai poate fi detectată.

Pe 22/23 iulie, cometa s-a aflat în punctul cel mai apropiat de Pământ (0,69 UA), în dreptul constelației Ursa Major. Cu toate acestea, la acea dată se constată o vedere palidă a acesteia, semn că această minunată cometă se răcește treptat, pierzând din ce în ce mai puțin material din ea.

Însă, telescopul spațial Hubble mai poate trimite imagini spectaculoase cu această cometă. Fotografiile realizate pe 08/08/2020 dezvăluie un prim-plan al cometei. Este pentru prima dată când este fotografiată o cometă de o asemenea strălucire, la o astfel de rezoluție, la încheierea unei treceri pe lângă Soare. Fotografiile făcute de TSH pot ajuta la dezvăluirea culorii prafului cometei și a modului în care acele culori se schimbă pe măsură ce cometa se îndepărtează de Soare. Acest lucru poate explica modul în care căldura solară afectează compoziția și structura cometei. Scopul final ar fi de a afla proprietățile originare ale prafului pentru a afla mai multe despre condițiile sistemului solar timpuriu în care s-a format.

Nucleul cometei este prea mic pentru a putea fi observat de TSH. Sonda Parker a capturat imagini din care astronomii au estimat un nucleu cu diametrul de 4,8 km, iar coma ar fi avut la un moment dat aproximativ 18000 km. În august a fost raportată o perioadă de rotație a cometei de 8 ore. Viteza cometei diferă în funcție de poziția acesteia pe orbită. Astfel, cu cât se apropie de Soare, cometa accelerează. De exemplu, pe 24 iunie cometa avea o viteză de aprox. 65 km/s sau, altfel spus, „ea se mișca de două ori mai rapid decât Pământul în jurul aceluiași Soare”, a declarat Joseph Masiero, investigator principal al satelitului NEOWISE, JPL-NASA. La periheliu, viteza sa crește la aprox. 77km/s, urmând să scadă treptat, pe măsură ce se îndepărtează de Soare (Imaginea nr.5).



Imaginea nr. 5 Viteza cometei C/2020 F3 (NEOWISE)

Datorită orbitei sale excentrice, cometa va încetini pe măsură ce atinge cel mai îndepărtat punct de Soare, apoi va cădea înapoi către sistemul solar interior și va accelera din nou când se va apropia de Soare. Această călătorie în jurul Soarelui s-a încheiat pentru orbita actuală a cometei NEOWISE, continuându-și drumul înapoi către marginea sistemului solar.

Sunt puține nopțile în care poți admira o cometă, așa cum tot atât de puține sunt ocaziile de „a fi vizitați” de ele, și de aceea trebuie să fim receptivi și dinamici dacă nu vrem ca lucrurile rare și frumoase să treacă pe lângă noi.

Bibliografie:

www.space.com, www.skyscience.ca, https://en.wikipedia.org/wiki/Comet_NEOWISE,
www.news.sky.com, www.earthsky.space, www.accuweather.com/space-news, www.nasa.gov
www.psi.edu/news/neowise, www.sci-news.com/astronomy/
www.astronomy.ro, www.stelariumonline, <https://hdr-astrophotography.com/>
www.astroclubul.ro/dev/spectrul-cometei-c-2020-f3-neowise-de-daniel-bertesteanu

AN UNEXPECTED VISITOR

Neowise comet, with the official designation C/2020 F3, comes from the Oort Cloud and was first seen on March 27, 2020, by NASA astronomers working on the NEOWISE space telescope. At that time, the comet had an apparent magnitude of +18, and was located at 2 AU from the Sun and 1.7 AU from Earth, respectively. Comet NEOWISE has two tails that normally accompany any comet: a white tail of dust (containing fine dust particles) and a blue tail of ionized gas. The researchers studying the comet have also identified a third red tail, made of gas that is rich in sodium atoms, called the sodium tail.

On July 3, 2020, the comet reached perihelion (0.29 AU) and was visible from Romania, in the constellation Lynx, rising to the NE (04.00) and setting in the NW (20.50) around the same time as the Sun, which makes it invisible during the day, but visible before dawn and dusk.

As time goes on, the comet rises earlier and sets later. Thus, on July 11, the comet set at N-NV, at 23.23, and rose at N-NE, at 01.01 (July 12). After photographic processing, the comet's tails are much longer and brighter than what the human eye sees when looking at the sky. In reality, the comet's tail was no longer than 5 degrees and not very bright, due to the lights of Barlad city that flood the northern horizon. July 12 is also the first day when the comet becomes circumpolar, until July 25, being visible all night. From July 25, the comet rises later and sets earlier, making it visible only in the evening sky. On the night of July 22 to 23, the comet was the closest to Earth (0.69 AU), in the constellation of Ursa Major. However, at that time the comet looked very dim, which meant that this wonderful comet was gradually cooling, losing less and less material.

The Park solar probe captured images, which astronomers used to estimate a nucleus diameter of 4.8 km, and the coma would have had at some point approx. 18000 km. In August, a rotation period of 8 hours for the comet was determined. The speed of the comet varies, depending on its place on its orbit. Thus, as it approaches the Sun, the speed gradually increases, from 65 km / s (near Mercury's orbit) to approx. 77 km / s (at perihelion), then decreases again. This journey around the Sun ended for the current revolution of NEOWISE comet, continuing its way back to the edge of the solar system where it came from. It was a beautiful, complex comet, that will visit us again in approx. 7000 years.

DESCOPERIREA PRIMEI LENTILE GRAVITAȚIONALE CUADRUPLE CU TELESCOPUL PAN-STARRS

Ciprian T. BERGHEA *

Keywords: gravitational lens, quasar, galaxy, spectroscopic, star, Pan-STARRS

1. INTRODUCERE

Împreună cu un student am făcut nu de mult o descoperire rară, printr-o întâmplare norocoasă. Lucram la un proiect în care studiam variația luminii unor nuclee active galactice (AGN), folosind observații făcute recent de către instituția la care lucrez, în cadrul programului URAT. Studentul meu, George Nelson, examina imagini ale acestor obiecte luate de alt telescop numit Pan-STARRS din Hawaii (îl vom numi „PS1”, pe scurt). Aceste imagini tocmai fuseseră făcute publice și sunt și acum accesibile pe internet¹. Acest telescop a observat de-a lungul a câțiva ani întregul cer de nord. De fapt, trei sferturi din cer poate fi „văzut” pe această pagină de internet dacă știi unde să te uiți!

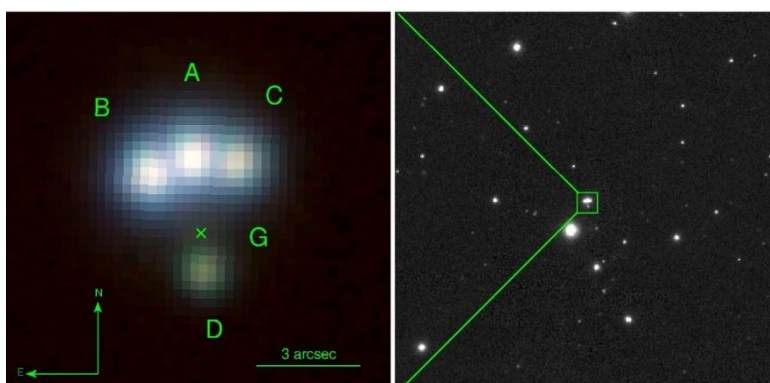


Figura nr. 1. Imagini PS1 ale lentilei ce arată patru imagini ale aceluiași quasar (A-D), poziția galaxiei lentilă G fiind marcată cu un x. Stânga: imagine color de aproape folosind filtrele g (albastru), i (verde) și y (roșu). Poziția dată de telescopul spațial Gaia ale imaginii D (26.792307, 46.511273) este folosită ca referință astrometrică absolută. Dreapta: imagine în filtrul y a unei regiuni 2 minute de arc în mărime. Steaua la sud-est de lentilă apare saturată în celelalte filtre

Noi am avut noroc, George a fost primul care a văzut acest obiect și, după ce mi l-a arătat, nici nu am realizat imediat ce este, deși ne-am dat seama că trebuie să fie un fenomen interesant. În loc de o imagine destul de banală a unui AGN, aici vedeam trei obiecte strălucitoare aproape identice, separate numai de o secundă de arc, și mai jos încă un obiect mult mai puțin strălucitor dar tot foarte aproape, totul semănând cu o parașută în spațiu (Figura 1)!

Numai mai târziu în acea zi am realizat (la un pahar de bere!) că nu poate fi altceva decât o lentilă gravitațională. Nu știam prea mult pe atunci despre aceste obiecte fascinante dar am aflat în curând că fuseseră găsite mai puțin de 40 de lentile cuadruple și era prima descoperită cu telescopul PS1. Majoritatea lentilelor sunt duble, fiindcă probabilitatea de a le observa e mult mai mare. În plus, cea găsită de noi era printre cele mai ușor de observat, fiind luminoasă și de dimensiuni relativ mari. De atunci, această lentilă a fost observată cu numeroase telescoape, de la Hubble, în spațiu², până la cele de amator, în grădina din spate³ (Figura 2). Am obținut de curând și imagini radio cu telescopul Very Large Array (VLA), care urmează să fie publicate. Îmi pare rău că nu am numit-o

*Astronom, Observatorul Naval al Statelor Unite (USNO)

¹<http://plpsipp1v.stsci.edu/cgi-bin/ps1cutouts>

²Shajib, A. J., “Is every strong lens model unhappy in its own way? Uniform modelling of a sample of 13 quadruply+imaged quasars”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 483, no. 4, pp. 5649–5671, 2019. doi:10.1093/mnras/sty3397.

³<https://www.spektrum.de/magazin/vierfach-quasar/1593200>

noi „Parașuta” oficial în articolul care l-am publicat⁴, deși între noi foloseam deja această denumire. Au făcut-o alți cercetători în al doilea articol despre lentila noastră⁵.

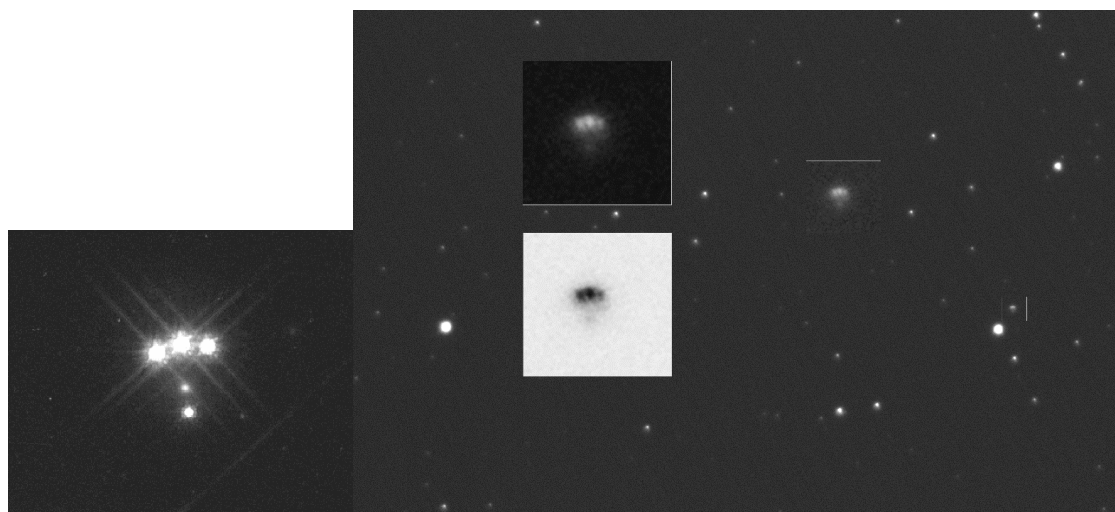
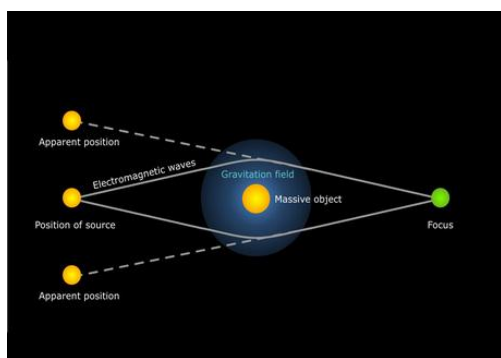


Figura nr. 2 Imagini ale lentilei luate de Hubble (stânga) și de un astronom amator în Germania (dreapta) și publicată în revista „Sterne und Weltraum”, considerată cea mai importantă revistă de popularizare a astronomiei pentru vorbitorii de limbă germană



Imaginea nr. 3 Modelul lentilei gravitaționale. Un obiect masiv aflat în fața unei surse luminoase îndepărtate schimbă traiectoria luminii acesteia și produce imagini multiple, depinzând de cât de aproape sunt în aparență lentila și sursa din spate.

O altă întâmplare fericită legată de această descoperire e că pentru prima dată în cariera mea am colaborat cu un astronom român, Edi Rusu. El este printre cei mai buni specialiști din lume în lentile gravitaționale și lucrează în prezent în Japonia. L-am contactat când i-am văzut articolele și l-am rugat să mă ajute să publicăm descoperirea, și el nu numai că a fost de acord dar a și scris o mare parte a articolului; fără el nu am fi reușit să publicăm. Am continuat să colaborăm și am mai publicat și alte articole împreună și sper să continuăm și de acum înainte. În plus, am fost foarte norocoși de ajutorul lui Chuck Keeton de la Universitatea Rutgers, unul dintre cei mai renumiți teoreticieni în lentile gravitaționale. El e și creatorul programului gravlenspe pe care l-am folosit noi, după cum vom vedea. Conceptul de lentilă gravitațională a fost propus, ca atâtea alte descoperiri majore, de către Albert Einstein, pe baza teoriei relativității generalizate, încă din 1911. Această teorie a prezis că traiectoria luminii este schimbată de către obiecte masive aflate în

cale, în speță o mărire optică, foarte asemănător cu o lentilă (Fig. 3). Astfel de obiecte pe post de lentilă pot fi: stele, găuri negre, galaxii sau roiuri de galaxii. Din păcate, acest fenomen e greu de observat în realitate, fiindcă obiectul lentilă și cel din spate care e mărit trebuie să fie foarte bine aliniate, de obicei la nivelul de o secundă de arc sau mai puțin. Această distanță e raza a ceea ce se numește „inelul lui Einstein”. Tocmai au trecut 100 de ani de când astronomul Arthur Eddington a confirmat pentru prima dată acest fenomen, cu ocazia eclipsei solare din Africa din 1919, măsurând

⁴Berghea, C. T., Nelson, G. J., Rusu, C. E., Keeton, C. R., and Dudik, R. P., “Discovery of the First Quadruple Gravitationally Lensed Quasar Candidate with Pan-STARRS”, *The Astrophysical Journal*, vol. 844, no. 2, 2017. doi:10.3847/1538-4357/aa7aa6.

⁵Rubin, K. H. R., „«Andromeda’s Parachute»: A Bright Quadruply Lensed Quasar at $z = 2.377$ ”, *The Astrophysical Journal*, vol. 859, no. 2, 2018. doi:10.3847/1538-4357/aaeb7.

deflecția produsă de către Soare asupra stelelor aflate în apropiere în timpul eclipsei, când, în mod normal, aceste stele nu sunt vizibile.

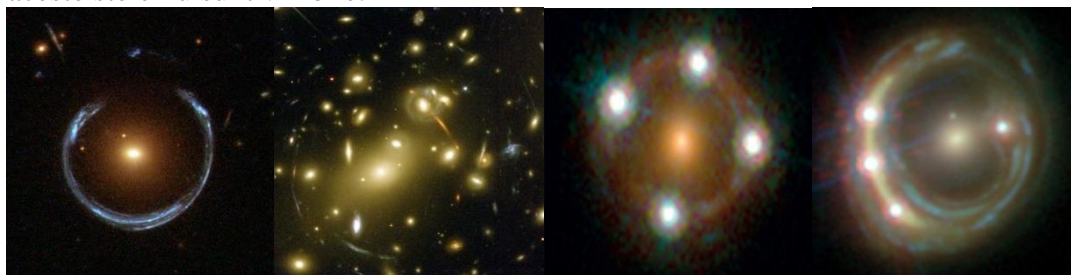


Figura nr. 4 Exemple de lentile gravitaționale. În anumite cazuri imaginile multiple ale obiectelor sunt însoțite de arcuri datorită emisiei extinse, după cum explicăm mai pe larg în text.

În cazul nostru, lentila e o galaxie masivă iar obiectul mărit e un quasar aflat foarte departe. Quasarul are, prin definiție, o imagine punctuală, ca și stelele, deoarece gaura neagră supermasivă din centru e atât de luminoasă încât restul galaxiei nu se vede deloc. În unele cazuri, însă, o mică parte din galaxie este vizibilă și atunci lentilele gravitaționale apar ca niște arcuri (Figura 4). Lentilele pot fi și obiecte mai masive, cum sunt roiurile de galaxii, și atunci pot exista mai multe surse în spatele lor, generând multiple lentile gravitaționale și arcuri. Alternativ, lentila poate fi mai puțin masivă, de exemplu, o stea, ca în cazul eclipsei de mai sus, și atunci fenomenul se numește microlentilă.

În cei peste 40 de ani de când a fost descoperită prima lentilă gravitațională a unui quasar⁶, aceste sisteme au devenit instrumente puternice în astrofizică și cosmologie și au dus la multe descoperiri științifice de-a lungul anilor. Voi da numai câteva exemple: evoluția concomitentă a găurilor negre super masive și a quasarelor care le găzduiesc până la valori mari ale deplasării spre roșu, măsurarea constantei cosmologice și a constantei Hubble, analiza materiei întunecate în galaxiile lentilă, în cazul în care se observă anomalii de flux. Lentilele gravitaționale pot da, în plus, informații despre discurile de acreție ale quasarelor sau viteza de rotație a găurilor negre. Pentru a realiza astfel de studii e nevoie de multe lentile gravitaționale și, în special, cadruple. PS1 e un telescop cu diametrul de 1.8 m și cu un câmp de vedere larg (7.7 de grade la pătrat), situat pe vârful muntelui Haleakala, în insula Maui din Hawaii. Folosește 5 filtre numite g, r, i, z, y, ce acoperă spectrul de la aproximativ verde până la infraroșul apropiat.

2. ASTROMETRIE, FOTOMETRIE SI MORFOLOGIE

Figura nr. 1 arată că lentila este cadruplă, trei dintre imagini (A, B și C) sunt cele mai strălucitoare și formează un arc de cerc. Galaxia lentilă nu este vizibilă dar poziția unde ar trebui să fie este marcată cu un „x”. Pentru a modela lentila e nevoie să măsurăm poziția relativă a celor patru imagini plus lentila cu cât mai multă precizie și, la fel, magnitudinea lor în cele 5 benzi ale PS1. Am folosit programul Hostlens⁷, iar rezultatele sunt prezentate în tabelul de mai jos. Pozițiile relative sunt calculate față de imaginea A.

Table 1
Relative Astrometry and Photometry

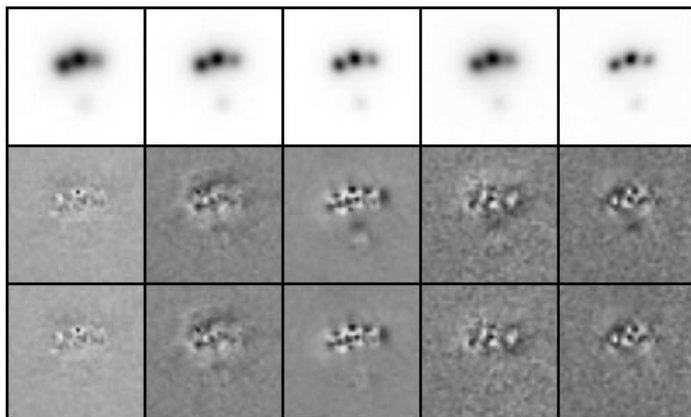
Property	A (S1)	B (M2)	C (M1)	D (S2)	G
Measurements					
<i>g</i>	15.60 ± 0.01	15.72 ± 0.01	16.45 ± 0.02	18.09 ± 0.01	...
<i>r</i>	15.40 ± 0.01	15.55 ± 0.01	16.21 ± 0.01	17.74 ± 0.01	...
<i>i</i>	15.36 ± 0.01	15.57 ± 0.02	16.15 ± 0.02	17.74 ± 0.02	19.50 ± 0.20
<i>z</i>	15.23 ± 0.03	15.50 ± 0.05	16.02 ± 0.01	17.68 ± 0.03	18.95 ± 0.13
<i>y</i>	14.92 ± 0.01	15.23 ± 0.02	15.76 ± 0.02	17.36 ± 0.02	19.20 ± 0.24
$\Delta\alpha\cos(\delta)$	0.000 ± 0.004	-1.185 ± 0.004	1.271 ± 0.005	0.410 ± 0.004	0.240 ± 0.050
$\Delta\delta$	0.000 ± 0.004	-0.441 ± 0.004	-0.074 ± 0.004	-3.310 ± 0.004	-2.310 ± 0.025
Model Prediction					
Δm	0.0	0.580 ^{+0.17} _{-0.020}	0.626 ^{+0.005} _{-0.009}	3.55 ± 0.06	

Tabelul nr. 1 Astrometrie și fotometrie

⁶Walsh, D., Carswell, R. F., and Weymann, R. J., „0957+561 A, B: twin quasi stellar objects or gravitational lens?”, *Nature*, vol. 279, pp. 381–384, 1979. doi:10.1038/279381a0.

⁷Rusu C.-E., et al., 2016, MNRAS, 458, 2

Folosind cel mai bun model, îl putem scădea din cele patru imagini cu speranța că galaxia lentilă va deveni vizibilă, plus că imaginile reziduale (Figura 5) ne arată cât de bun e modelul. După cum vedem, reziduurile sunt mici și reușim să vedem și galaxia lentilă în câteva dintre benzi (rândul din mijloc).



Imaginea nr. 5 Imaginile originale (primul rând) și imaginile reziduale după ce cel mai bun model Hostlens e scăzut din ele. De la stânga la dreapta avem cele 5 benzi PS1: g, r, i, z, y. În al doilea rând, modelul nu conține galaxia-lentilă și e vizibilă

3. DEPLASAREA SPRE ROȘU PHOTOMETRICĂ

Pentru a măsura distanța până la quasar și la lentilă e nevoie de observații de spectroscopie, pentru a măsura deplasarea spre roșu (z). Din păcate, nu am avut acces la un telescop care poate face acest lucru, alți astronomi au făcut asta nu mult după ce articolul nostru a fost publicat.⁸ Din fericire, dacă există imagini în mai multe filtre ca în PS1, se poate folosi o metodă mai puțin precisă dar totuși folositoare, pe baza fotometriei în diferite filtre. Am folosit o metodă implementată pentru quasari⁹ și pentru alt telescop, numit SDSS, care are trei filtre foarte asemănătoare cu PS1. Rezultatele sunt prezentate în Figura 6, pentru fiecare sursă în particular și pentru toate patru împreună, deși, după cum vedem, cele două grafice sunt asemănătoare, ceea ce e normal, considerând că cele patru imagini sunt, de fapt, imagini ale aceluiași obiect. Estimarea deplasării spre roșu se face prin căutarea minimului valorii reziduale a celui mai bun model.

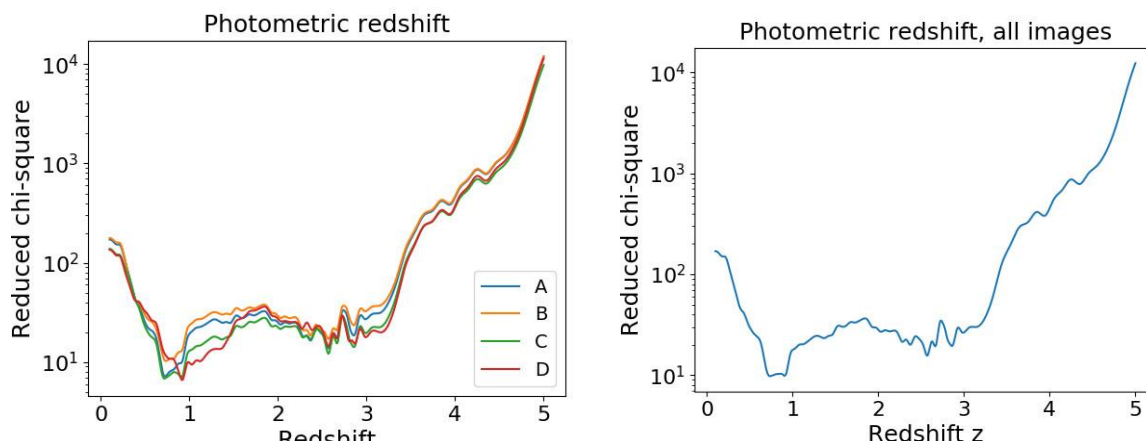


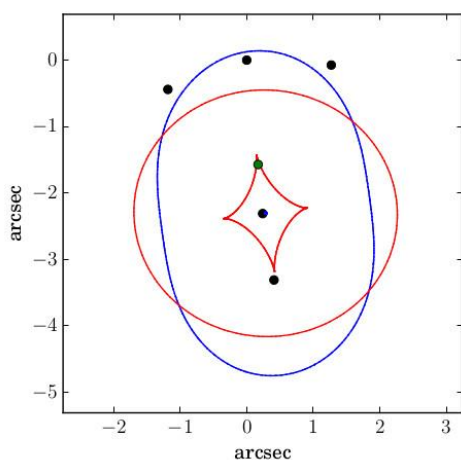
Figura nr. 6 Estimări ale deplasării spre roșu (redshift), individual pentru fiecare filtru PS1 și împreună pentru toate filtrele (dreapta)

După cum se vede în Figura 6, valoarea minimă absolută e $z = 0.82$ dar următoarea valoare minimă e la $z = 2.6$. Am adoptat valoarea din urmă deși nu e cea minimă absolută, după ce am folosit și alte metode, inclusiv măsurători obținute cu telescopul în infraroșu WISE.

⁸Goicoechea, L. J. and Shalyapin, V. N., “Gravitational Lens System PS J0147+4630 (Andromeda’s Parachute): Main Lensing Galaxy and Optical Variability of the Quasar Images”, *The Astrophysical Journal*, vol. 887, no. 2, 2019. doi:10.3847/1538-4357/ab5063.

⁹Wu, X.-B. and Jia, Z., “Quasar candidate selection and photometric redshift estimation based on SDSS and UKIDSS data”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 406, no. 3, pp. 1583–1594, 2010. doi:10.1111/j.1365-2966.2010.16807.x.

Pentru galaxia-lentilă am obținut $z = 0.57$. Măsurătorile curente bazate pe observații spectrale au arătat că deplasările spre roșu sunt 2.34 pentru quasar și 0.578 sau 0.68¹⁰, deci destul de apropiate de valorile noastre, bazate pe metode mult mai imprecise.



4. MODELAREA LENTILEI GRAVITATIONALE

Folosind pozițiile relative și magnitudinile obținute în secțiunea anterioară, acum putem modela lentila gravitațională folosind programul gravlens¹¹. Am folosit ca model de masă a lentilei un elipsoid izoterm cu forfecare și rezultatul modelării e prezentat în Figura 7.

Figura nr. 7 Modelarea lentilei gravitaționale. Liniile albastră și roșie reprezintă curba critică și caustica, respectiv, punctul verde indică poziția reală a quasarului în planul sursei, iar punctele negre indică poziția lentilei și a imaginilor observate

Distanțele efective ale celor patru imagini ale quasarului nu sunt chiar egale și, în concluzie, există o diferență de timp între imagini, care se poate măsura, în principiu, fiindcă quasarii sunt surse variabile. De fapt, acest lucru a început să fie măsurat deja și, în plus, particip la un proiect care e în progres de a măsura diferențele de timp, folosind un telescop numit Devasthal în Himalaia. Estimările noastre sunt de 0.1 zile între B și C, 1.7 zile între A și C și de 226 de zile între D și C. Pentru asemenea diferențe de timp e nevoie de măsurători de ani de zile.

Rezultatele modelării pentru fluxul celor patru imagini sunt destul de apropiate de cele observate, în sensul că ordinea e respectată, imaginea A fiind cea mai strălucitoare și D cea mai puțin strălucitoare. Totuși, fluxurile obținute în modelare sunt diferite de cele măsurate, de exemplu, B și C ar trebui să fie la fel de strălucitoare dacă modelul este corect. Aceste discrepante în flux între modele și măsurători, numite anomalii de flux, sunt foarte comune în lentilele gravitaționale și se pot explica ușor prin faptul că lentila galaxiei nu are o distribuție de masă uniformă. În plus, imaginea D e mult mai luminoasă decât ar trebui, cu o magnitudine! După cum vedem în Figura 7, imaginea D e cea mai apropiată de lentila-galaxie, deci e foarte posibil să fie afectată de efectul de microlentilă al stelelor din galaxia-lentilă.

DISCOVERY OF THE FIRST QUADRUPLE GRAVITATIONALLY LENSED QUASAR WITH PAN-STARRS

I present the serendipitous discovery of the first quadruple gravitational lens with the Pan-STARRS telescope. The image of a faraway quasar (we estimate a redshift of 2.6) is split into four images with magnitudes between 14.9 and 18.1. The image of the lensing galaxy is very faint but it can be seen after processing on three of the five filters (grizy) of the telescope and we estimate a redshift of 0.6. Without spectroscopic observations it is hard to measure the source distance accurately but our values are pretty close to later spectroscopic measurements. We use the relative positions of the four images plus the lens to model this system with a singular isothermal ellipsoid with shear. While the brightness ranking of the point sources is consistent with that of the model, we find discrepancies between the model-predicted and observed fluxes, likely due to microlensing by stars and millilensing due to the dark matter substructure.

¹⁰Lee, C.-H., „A closer look at the quadruply lensed quasar PS0J0147: spectroscopic redshifts and microlensing effect”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 475, no. 3, pp. 3086–3089, 2018. doi:10.1093/mnras/sty078.

¹¹Keeton, C. R., “Computational Methods for Gravitational Lensing”, arXiv e-prints, 2001.

PUBLICAȚII ALE MUZEULUI „VASILE PÂRVAN” BÂRLAD

REVISTE / ACTA MUSEI TUTOVENSIS

VOL. I: 2006
VOL. II: 2007
VOL. III: 2008
VOL. IV: 2009
VOL. V: 2010
VOL. VI: 2011
VOL. VII: 2012
VOL. VIII: 2013
VOL. IX: 2014
VOL. X: 2014

ACTA MUSEI TUTOVENSIS. ISTORIE VECHĂ ȘI ARHEOLOGIE

VOL. XI: 2015
VOL. XII/1 (IN HONOREM EUGENIA POPUȘOI OCTOGENARII): 2016
VOL. XII/2 (IN HONOREM ION IONIȚĂ OCTOGENARII): 2016
VOL. XIII: 2017
VOL. XIV: 2018
VOL. XV: 2019
VOL. XVI: 2020
VOL. XVII: 2021

ACTA MUSEI TUTOVENSIS. MEMORIALISTICĂ

VOL. I: 2015
VOL. II: 2016
VOL. III: 2018
VOL. IV: 2019

ACTA MUSEI TUTOVENSIS. MEMORIALISTICĂ ȘI BIBLIOLOGIE

VOL V: 2020
VOL VI: 2021

ACTA MUSEI TUTOVENSIS. STUDII ȘI CERCETĂRI. ȘTIINȚELE VIEȚII ȘI ALE PĂMÂNTULUI

VOL. I: 2018
VOL. II: 2021

PERSEUS

NR. I: 2012	NR. VII: 2018
NR. II: 2013	NR. VIII: 2019
NR. III: 2014	NR. IX: 2020
NR. IV: 2015	NR. X: 2021
NR. V: 2016	
NR. VI: 2017	

Alte publicații:

A. Seria Monografii:

Vasile Palade, *Așezarea și necropola de la Bârlad-Valea Seacă sec. III-IV p. Chr.*, 2004, Editura ARC 2000, București;

Eugenia Popușoi, *Trestiana, monografie arheologică*, 2005, Editura Sfera, Bârlad;

Mircea Mamalaucă, *Descoperiri din perioada Antichității târzii în Podișul Central-Moldovenesc. Necropolele de la Bogdănești-Fălciu, Pogonești și Polocin*, 2018, Casa Editorială DEMIURG, Iași;

B. Seria Cataloage:

Rădăcini ale civilizației străromânești în Muntenia de Răsărit, Moldova de Sud și Centrală în sec. III-XI p. Chr., 1995-1996 (Eugenia Popușoi, redactare-coordonare);

Eugenia Popușoi, Nicoleta Arnăutu, *Tezaurul de la Bârlad, Dumbrava Roșie, sec. XVI-XVII*, 1999, S.C.D.I. Bârlad;

Mircea Mamalaucă, *2000 de ani de creștinism*, 2000, Editura ASA MEDIA GRAFIC.

Expoziție permanentă de artă românească contemporană din patrimoniul muzeului, 2001, Editura Serigraf Design SRL, Bârlad;

Catalog Jubileu expozițional simpozion, 2000, Editura Sfera, Bârlad;

Nicolae Mitulescu, *Monumente laice și religioase ale Bârladului*, 2003, Editura Sfera, Bârlad;

Mircea Mamalaucă, *Obiceiuri de port în aria culturii Sântana de Mureș*, 2005, Editura ASA MEDIA GRAFIC;

Mircea Mamalaucă, *Antichitatea târzie în Bazinul Prutului*, 2009, Editura Sfera, Bârlad;

Gabriela Albu, "Colecția de artă Dr. Constantin Teodorescu. The Art Collection of Dr. Constantin Teodorescu", 2019, Casa Editorială DEMIURG, Iași.

C. Seria Albume:

Valentin Ciucă, *Album Mitologii subiective, Marcel Guguianu*, 2008, Editura Art XXI SRL, Iași;

Răzvan - Constantin Caratănase, Mircea Mamalaucă, (coordonator) *Bienala Internațională de Artă Contemporană „Nicolae Toniza”*, Ediția I, 2016, Casa Editorială DEMIURG, Iași;

Răzvan - Constantin Caratănase, Mircea Mamalaucă, (coordonator) *Bienala Internațională de Artă Contemporană „Nicolae Toniza”*, Ediția II-a, 2018, Editura Casa Editorială DEMIURG, Iași;

Mircea Mamalaucă, Valentina Fornea, *Copiii munților*, 2019, Casa Editorială DEMIURG, Iași;

Răzvan - Constantin Caratănase, Mircea Mamalaucă (coordonator) *Bienala Internațională de Artă Contemporană „Nicolae Toniza”*, Ediția a III-a, 2020, Casa Editorială DEMIURG, Iași.

D. Seria Memoriale: Romulus Boteanu, *Ce nu se poate uita*, 2009, Casa Editorială DEMIURG, Iași, (Alina Butnaru, îngrijitor de ediție);

René Duda, *Gânduri răzlețe*, 2010, Editura Opera Magna, Iași, (Alina Butnaru, îngrijitor de ediție).

E. Ghid Turistic: Mircea Mamalaucă, Alina Butnaru, *Diversificarea ofertei turistice în zona transfrontalieră Vaslui-Soroca*, 2009, Editura Sfera, Bârlad.

Recomandări pentru viitorii autori ai articolelor

Pentru a asigura tipărirea revistei într-o grafică unitară, toate lucrările ce urmează a fi publicate în numerele viitoare ale revistei "PERSEUS" trebuie să respecte anumite reguli de tehnoredactare:

- lucrările vor fi tehnoredactate folosind programul Microsoft Word, aliniere text Justify, font Times New Roman, caractere de 12, spațiere single space;
- titlul articolului se va scrie cu majuscule, caracter de 14, bold, centrat;
- la un rând distanță de titlu se vor scrie: autorul articolului – prenumele cu litera de început cu majusculă, restul cu litere mici; numele cu majuscule, urmat de simbolul "*"; la subsolul primei pagini se va pune "*" și se va scrie titulatura, funcția, instituția unde lucrează (după caz) autorul. Dacă sunt mai mulți autori, se multiplică numărul de "*";
- după un rând liber se scrie Keywords, urmat de cinci termeni reprezentativi pentru conținutul articolului;
- notele se vor trece la subsolul paginii și vor conține: numele autorului, titlul articolului sau al cărții, cu Italice, numele revistei sau volumul colectiv de studii, editura, anul apariției, paginile și figura sau planșa, dacă este cazul;
- bibliografia se va scrie în ordine alfabetică: autor, anul publicării lucrării, titlul lucrării cu Italice, publicația, editura, paginile;
- eventualele abrevieri vor fi trecute la sfârșitul articolului;
- rezumatele vor fi traduse în limba engleză, pe o jumătate de pagină.