

VEGA HORIZONTI

ISSN 2991-6178

ZNANSTVENO EDUKATIVNI ČASOPIS / BR. 5 / SRPANJ - KOLOVOZ 2024.

Tema broja

Aurore

Fotometrija

Prvi koraci u svijet znanosti

Arheoastronomija

Svemir u hrvatskoj povijesti

Posjetitelji iz svemira

Kometi, meteoriti i meteori



ZA IZDAVAČA:
Astronomsko društvo "VEGA"
Ivana pl. Zajca 39, Čakovec
OIB: 47022126293
ISSN 2991-6178
GLAVNI UREDNIK:
Dragutin Kliček
ZAMJENIK GLAVNOG UREDNIKA:
Zoran Novak

UREDNIŠTVO:
dr. sc. Dejan Vinković
Miroslav Smolić
dr. sc. Igor Gašparić
Melita Sambolek, prof.
Karmen Buza Habijan, prof. mentor
dr. sc. Miljenko Čemeljić

AUTOR FOTOGRAFIJE
NA NASLOVNICI:
Maja Kraljik

GRAFIČKO OBLIKOVANJE
I PRIJELOM:
Kreativna agencija Međimurje.jpg
Mursko Središće

LEKTURA:
Valentina Jozić Preksavec, prof.

KONTAKT:
vega-horizonti@advega.hr

ČAKOVEC, SRPANJ-KOLOVOZ 2024.
Izlazi dvomjesečno od 2023. godine
br. 4

Naklada 80 kom / Tisak Printex d.o.o.
Digitalno izdanje
www.advega.hr

*Suglasni smo da uz navođenje izvora i
autora kopirate, umnažate i citirate sve
tekstove objavljene u časopisu.*

RIJEČ UREDNIKA

Dragutin Kliček

Astronomsko društvo "Vega"



Astronomske pojave koje budu vidljive na našem nebu često privuku pažnju medija, a samim time i javnosti. Najčešće se tu radi o Perzeidima koji među ljudima imaju svojevrsnu romantičnu notu (i koje ćemo promatrati uskoro), povremeno nas zaokupi prolazak nekoga kometa, a još rjeđe nas iznenade aureore. Stoga ne čudi da je nedavni ples crvenkaste svjetlosti na horizontu bio glavna tema svih medija, a i društvene mreže dale su svoj obol popularizaciji nedavne aureore. Zašto nije zelena kao u skandinavskim zemljama, odakle dolazi, zašto se vidi baš sada i hoće li se vidjeti opet bila su pitanja koja su često ostala neodgovorena pa smo za odgovore zamolili naše suradnike. Tri doktora znanosti i jedna profesorica za vas su aureore secirali "u dušu" i time stvorili priču koja je glavna nositeljica ovog izdanja Vega Horizonti. I dok je dr. sc. Igor Gašparić o aurorama pisao s ciljem da objasni njihovo nastajanje, dr. sc. Dejan Vinković je uz pomoć Tesline zavojnice izvršio nekoliko pokusa i donio vam više o fizikalnim procesima nastanka aurora, a objasnio nam je i kako žarulja može zasvijetliti bez spajanja, proces koji je istraživao i sam Nikola Tesla. Dr. sc. Miljenko Čemeljić je istražio aureore na drugim planetima, a prof. Melita Sambolek je aureore objasnila kroz nekoliko pokusa koje možete i sami isprobati kod kuće. Vjerujemo da smo vam time odškrinuli vrata u svijet aurora te ovu nesvakidašnju pojavu koja nas je zaokupljala nekoliko dana popratili onako kako najbolje znamo - znanstveno i edukativno. Kad smo kod znanosti, u ovom izdanju ćemo vas primiti za ruku i uvesti u svijet znanosti i kroz fotometriju kako bi samostalno mogli kod kuće napraviti prva istraživanja. Raščlanili smo i što su kometi, što meteori a što meteoriti s obzirom da se navedeni pojmovi često miješaju. Nismo zaboravili ni povijest pa nam se tu pridružio mag. arheo. Antonio Manhard koji je obradio zanimljivu temu, arheoastronomiju. Navedeno ćemo istražiti u hrvatskoj povijesti pa vam u nekoliko sljedećih izdanja otkriti kako su naši preci određivali vrijeme sjetve i žetve te godišnja doba. Sve navedeno tek je dio tema koje vam donosimo u ovom petom izdanju pa da ne dužimo prepuštamo vas čitanju i istaživanju. I za kraj, idućim izdanjem obilježiti ćemo godinu dana od prvog časopisa i kao glavni urednik mogu samo reći hvala što nas čitate te još više hvala svima koji se uključujete u pisanje. Zbog vas svijet možda jednoga dana bude pametnije mjesto.

KAZALO

Tema broja: Aurore

Aurora vidljiva iz naših krajeva	4 - 5
Aurora u svakodnevnom životu	6 - 7
Aurore na drugim planetima	8 - 9
Recept za polarnu svjetlost	10 - 11

Osnove astronomije

Dio bez kojeg nema pogleda kroz teleskop	12 - 13
--	---------

Zvezdarnica Rubin III. dio

LSST kamera doletjela u Čile	14 - 15
------------------------------	---------

Fotografija broja

Aurora iznad Mađerkinog brega / Štrigova (snimio Zoran Novak / AD Vega)	16 - 17
--	---------

Fotometrija

Fotoparatom u svijet znanosti	18 - 20
-------------------------------	---------

Astronomija

Označavanje Sunčevih pjega	21
----------------------------	----

Kozmičke zvijeri II. dio

Mjerenje svemirskih udaljenosti	22 - 23
---------------------------------	---------

Posjetitelji iz svemira

Kometi, meteori i meteoriti	24 - 25
-----------------------------	---------

Arheoastronomija I. dio

Arheoastronomija u Hrvatskoj	26
------------------------------	----

Međimurska priroda

Invazivne vrste	27
-----------------	----

Novosti AD Vega

Aktivnosti članova u svibnju i lipnju	28
---------------------------------------	----

Poticanje izvrsnosti

Državno natjecanje iz astronomije	29
-----------------------------------	----

Vidljivo na nebu

Što nas očekuje u nadolazećim noćima?	30-31
---------------------------------------	-------

Planetarna maglica M27 - Dumbbell

Planetarna maglica M27, poznata i kao Maglica Dumbbell, udaljena je oko 1360 svjetlosnih godina. Nalazi se u zvijezdu Lisica, a vidljiva je i kroz dvogled. Planetarne maglice poput M27 nastaju kada zvijezda slična našem Suncu dosegne kraj svog životnog ciklusa. Kada takva zvijezda iscrpi zalihe goriva, odbacuje svo-

je vanjske slojeve, stvarajući šireći omotač plina. Taj plin obasjan je preostalom jezgrom zvijezde, bijelim patuljkom koji emitira intenzivne ultraljubičaste zrake, uzrokujući da plin svijetli. Njezino proučavanje pruža uvid u budućnost našega Sunca i sudbinu sličnih zvijezda.



FOTO: Zoran Novak / AD Vega

TEMA BROJA: AURORE

Impresivna aurora bila je vidljiva i iz naših krajeva

Priroda nas je u noći s 10. na 11. svibnja 2024. nagradila za naše krajeve rijetko viđenim nebeskim spektaklom – aurorom

Piše:
dr. sc. Igor Gašparić

Promatrači su uživali u neobičnom prizoru crvenoga neba, astrofotografi napravili prekrasne fotografije, a uredništvo Vega horizonta je dobilo izvrsnu temu za ovaj broj. S druge strane, uz „nagradu“, ova pojava može stvarati i probleme u radiokomunikaciji, električnoj mreži na Zemlji, funkcioniranju opreme na satelitima, a astronauti mogu dobiti veću dozu ionizirajućeg zračenja. Ovdje je zapravo riječ o geomagnetskoj oluji, velikom poremećaju u magnetskom polju Zemlje izazvanom strujom velike količine nabijenih čestica plazme sa Sunca. Sunce je glavni izvor energije na Zemlji. Osim elektromagnetskog zračenja (svjetla) koje nas osvjetljava, grije i od kojega potamnimo ljeti, Sunce šalje u svemir i električno nabijene čestice. Te nabijene čestice

rezultat su visoke temperature postignute stvaranjem ogromne energije u reakcijama nuklearne fuzije u središtu Sunca. Atomi pri tako visokim temperaturama ne mogu zadržati elektrone vezane za atomske jezgre pa je tvar pod tim uvjetima smjesa čestica pozitivnog i negativnog naboja (u ovom slučaju protona i elektrona). Za razliku od plinova sastavljenih od neutralnih atoma ili molekula, smjesa nevezanih nabijenih čestica ima drukčije ponašanje. Prema osnovnim zakonima elektrodinamike gibanje nabijenih čestica stvara magnetsko polje, a magnetsko polje djeluje silom na nabijene čestice u gibanju. Ta sila se zove Lorentzova sila i ima zanimljivo svojstvo da djeluje okomito na smjer magnetskog polja i na smjer gibanja čestice. Najjača je kad su smjer gibanja i magnetskog polja okomiti, a iščezava ako su smjerovi brzine i polja isti. Dakle, čestica će

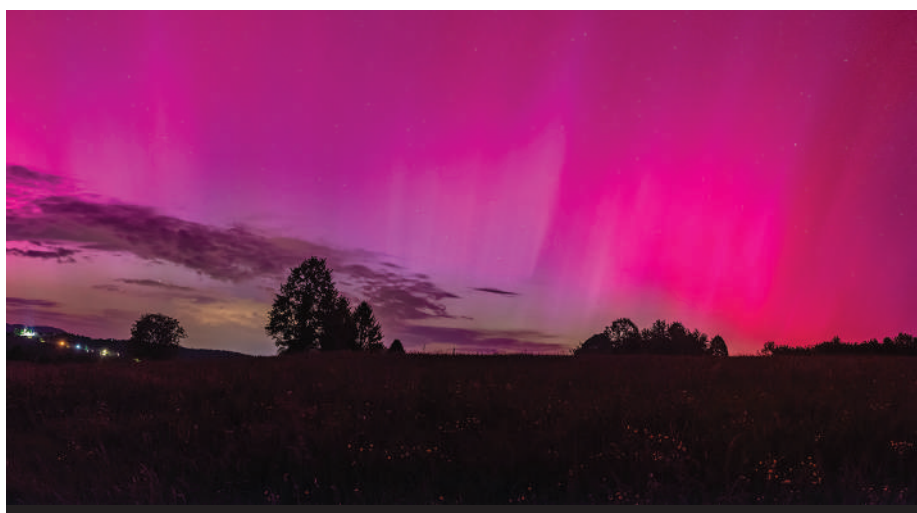
se u smjeru magnetskog polja gibati bez djelovanja Lorentzove sile, a okomito na smjer magnetskog polja će pod djelovanjem sile kružiti što zajedno daje spiralnu putanju u smjeru magnetskog polja.

Plazma

Ponašanje plazme diktirano je međugrom gibanja električno nabijenih čestica i magnetskog polja zakonima magnetohidrodinamike. Sunce je savršen objekt za primjenu i testiranje tih zakona. Krajem pedesetih godina prošloga stoljeća Eugene Parker je u svojim izračunima došao do zaključka da postoji tzv. Sunčev vjetar – neprestano otpuštanje nabijenih čestica plazme s gornjeg sloja Sunčeve atmosfere (korone) u okolinu. Taj rezultat je izazvao kontroverze i znanstvena zajednica ga baš nije prihvatila, ali nekoliko godina kasnije eksperimentalno je potvrđen opažanjem toka nabijenih čestica u detektorima na satelitima oko Zemlje.

Magnetsko polje

Danas se zna da Sunce otpušta oko dva milijuna tona plazme u sekundi što predstavlja oko $3 \cdot 10^{-14}$ mase Sunca godišnje. Ta plazma putuje brzinom od nekoliko stotina km/h i sa sobom vuče magnetsko polje. Nailazeći na magnetsko polje Zemlje međudjeluje s njim i zbog toga Zemljino magnetsko polje ne izgleda simetrično, već je stisnuto sa Sunčeve strane, a izduženo na suprotnoj strani (vidi sliku). Većina nabijenih čestica Sunčevog vjetra je djelovanjem magnetskog po-



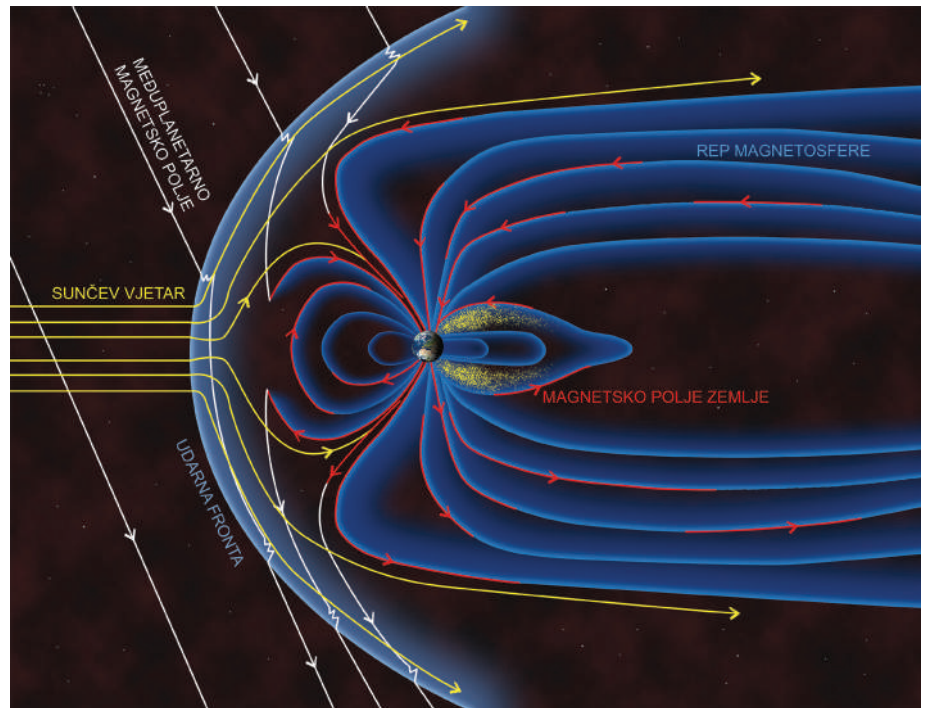
Aurora, foto: Gregor Vojščak, Velike Lašče, Slovenija

Ija Zemlje skrenuta tako da obilazi Zemlju dok je manji dio nabijenih čestica usmjeren prema Zemljinim polovima i prolaskom kroz atmosferu proizvodi polarnu svjetlost – auroru. Ta se aurora uglavnom vidi samo na geografskim širinama blizu polova Zemlje – aurora borealis na sjeveru, a aurora australis na jugu.

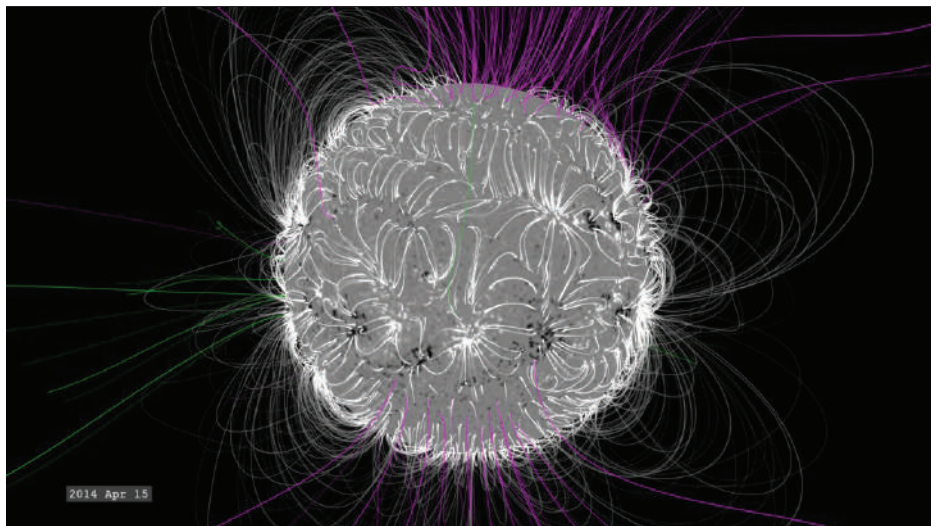
I tako bi to bilo kad Sunce ne bi prolazilo kroz periode jake magnetske aktivnosti u prosjeku svakih 11 godina. U vremenima jake magnetske aktivnosti na Suncu situacija je veoma "živa", gibanje plazme je „uzburkano“ i na mnogim mjestima se stvaraju jaka lokalna magnetska polja. To „divljanje“ plazme i magnetskog polja ide do toga da se i polovi Sunčevog magnetskog polja zamijene – sjeverni postane južni i obrnuto. Pojačana Sunčeva aktivnost manifestira se pojavom većeg broja Sunčevih pjega, baklji i koronalnih izbačaja mase. Ove se pojave lijepo mogu vidjeti teleskopima sa Zemlje, a AD Vega često organizira takva promatranja i svi su dobrodošli. Fantastična je ta povezanost opaženih pojava na Suncu danju i crvenog neba noću.

Sunčeva aktivnost

Trenutno se nalazimo u vremenu jednog maksimuma Sunčeve aktivnosti tako da se očekuje veća učestalost geomagnetskih oluja. Ono što se zapravo dogodi na Suncu je da se kroz intenzivnu međugru gibanja nabijenih čestica plazme i magnetskog polja ponekad stvore uvjeti za izbačaj velikih količina plazme velikom brzinom. Riječ je milijardama tona plazme koja velikim brzinama do 1.000 km/h biva izbačena u svemir. Ta masa nabijenih čestica u gibanju stvara velike poremećaje u magnetskom polju Zemlje što rezultira i većim tokom nabijenih čestica prema Zemlji i pojavu aurore na nižim geografskim širinama. Zanimljivo je da dio nabijenih čestica direktno sa Sunca biva skrenut magnetskim poljem prema Zemlji dok dio čestica proleći kraj Zemlje, ali ga magnetsko polje s druge strane okrene i usmjeri natrag prema Zemlji. Taj drugi ulet čestica uzrokuje ono što vidimo na



Magnetsko polje Zemlje u kontaktu s međuplanetarnim poljem te česticama sunčevog vjetra, ilustracija Jan Novak / AD Vega



Magnetsko polje na površini Sunca, Credits: NASA's Scientific Visualization Studio

nebu jer dolazi sa suprotne strane od Sunca, dakle noću. Svjetlost koja nastaje posljedica je interakcije nabijenih čestica s dušikom i kisikom u slojevima atmosfere na različitim visinama. Zbog različitog sastava tih slojeva boje koje nastaju nisu iste i to je detaljnije objašnjeno u sljedećem članku. U našim krajevima uglavnom smo vidjeli crvenu boju koja se javlja u najvišim dijelovima Zemljine atmosfere. Zbog zakrivljenosti Zemlje s naših geografskih širina vide se samo gornji dijelovi atmosfere iznad područja gdje se uglavnom stvara aurora. U ovom vremenu jake Sunčeve ak-

tivnosti možda ćemo imati prilike vidjeti auroru još koji put, ali mora se nekoliko stvari uskladiti kao što se to dogodilo početkom svibnja 2024. godine. Sunce je izbacilo veliku masu plazme u smjeru Zemlje, a magnetsko polje te plazme je bilo suprotno smjeru Zemljinog magnetskog polja što pojačava efekt. Osim toga, nebo je bilo vedro, mladi mjesec je bio dva dana ranije i nije smetao promatranju, ali ipak uz sve to je trebalo biti daleko od mjesta s jakim svjetlosnim onečišćenjem. Nije bez razloga ova pojava rijetka i ako ne želite propustiti sljedeću priliku, pratite prognozu svemirskog vremena na SpaceWeather.com.

TEMA BROJA: AURORE

Aurora u svakodnevnom životu i njezini fizikalni procesi

Fizikalni proces kojim nebeska aurora stvara svjetlo isti je kao i u fluorescentnim žaruljama.

Piše:

dr. sc. Dejan Vinković

Aurora svoju ljepotu duguje fizikalnim procesima koji stvaraju njezino šarenilo boja. Aurora se formira kada jak i masivan izbačaj plazme (nabijene čestice, uglavnom protoni i elektroni) sa Sunca stigne do Zemlje i stvori uvjete za ubrzavanje elektrona koji jure prema atmosferi vođeni magnetskim poljem Zemlje. Dosegavši ogromne brzine (preko 70 milijuna km/h), ti elektroni nalijeću na atome izuzetno rijetke atmosfere na velikim visinama (od sto do nekoliko stotina km). U tim sudarima dio svoje energije predaju elektronima u atomima i molekulama zraka tako da neke elektrone izbace iz atoma (preostali atom onda ostaje pozitivno nabijen i nazivamo ga ion), a nekima podignu energiju gibanja oko jezgre atoma (to onda zovemo pobuđeni atom).

I tu dolazimo do ključnog procesa emisije svjetlosti. Elektroni koji su ostali u atomu, ali su preuzeli dio energije, sada su u poziciji da taj višak energije otpuste i vrate se u početno energetska stanje. Takvi pobuđeni atomi stvaraju se i kada ioni "uhvate" neki slobodno leteći elektron čime se stvori neutralni atom, ali s elektronom koji ima višak energije. Svjetlo aurore je stvoreno u takvom procesu oslobađanja viška energije u pobuđenim atomima. Šarenilo boja koje se pritom vidi stvara se iz dva razloga: jedno je vrsta atoma koji ispušta svjetlo, a drugo je gustoća atmosfere.



Korona izboj na šiljku spojenom na Teslinu zavojnicu. Ljubičasto-plavu boju emitiraju molekule dušika pobuđene sudarima s elektronima koji su ubrzani pomoću jakog električnog polja, foto Zoran Novak/AD Vega

Atomi su izbirljivi oko toga koju boju svjetla će emitirati kada iz višeg energetska pobuđenog stanja prelaze u niže energetska stanja. Kod aurore je to crvena i zelena boja koju stvara kisik, ali zelena je na visinama oko 120 do 400 km, dok je crvena na visinama višim od 300 km. Razlog za tu obojanu visinsku razliku je u tome što pobuđenom atomu treba neko vrijeme da emitira svjetlost. Ispada da za emisiju crvenog svjetla kisiku treba preko

150 sekundi, a za zelenu oko jedne sekunde da oslobodi svjetlo. Ako se u međuvremenu sudara s drugim atomima ili molekulama, može se dogoditi da se zbog sudara spusti u niže stanje bez emitiranja svjetla. Koliko često će se sudariti s drugim atomima i molekulama, ovisi o gustoći atmosfere.

U zraku koji dišete čitajući ovaj članak molekule se međusobno sudaraju oko 7 milijardi puta u sekundi. Ali na 120 km visine atmosfera je

toliko rijetka da sudari padnu na oko 100 puta u sekundi. Gustoća atmosfere je tu toliko malena da bismo imali osjećaj da je to vakuum. Ipak, i to malo atoma koji postoji čak i na 300 km visine stvara oko tri sudara u 10 sekundi, a na 400 km visine jedan sudar u 10 sekundi. To su sve dovoljno rijetki sudari da aurora zasvijetli crveno i zeleno.

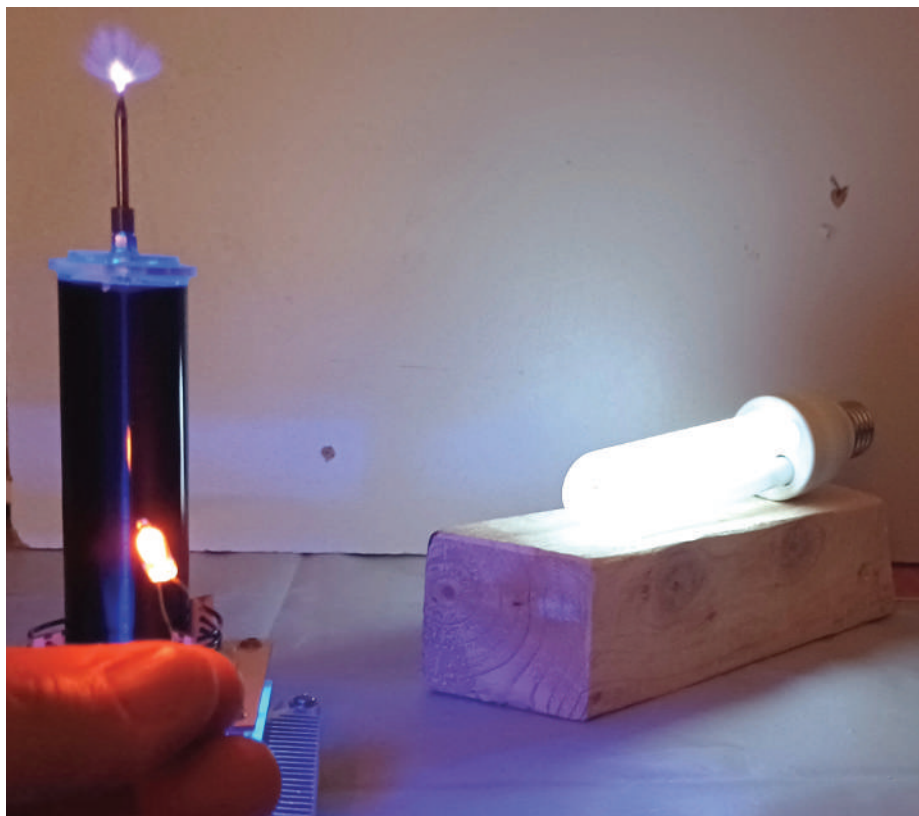
Za razliku od kisika, molekula dušika (sačinjena od dva atoma dušika) emitira ljubičastu boju na visinama od oko 120 do 200 km na način da se svjetlo emitira gotovo pa odmah nakon što se elektron pobudi unutar molekule. Takvu ljubičastu svjetlost iz molekula dušika pobuđenih sudarima elektrona poznajemo u svakodnevnom životu kao efekt korona izboja. Radi se o situacijama kada se na nekom šiljku od vodljivog materijala stvori dovoljno jako električno polje koje ubrza elektrone u zraku do razine da pobude dušik. Tipična su pojava na dalekovodima, ali i na raznim predmetima tijekom grmljavinskog nevremena kada olujni oblak stvori vrlo jako atmosfersko električno polje. Zanimljivo je da su oštećenja zbog korona izboja na šiljastim vrhovima lišća i grančica visokog drveća vjerojatno i ograničavajući faktor za njihov daljnji rast.

Električno polje

Da bi došlo do pojave električnog izboja u zraku oko nas, potrebno je stvoriti električno polje od barem tri milijuna V/m (tj. 3.000 V/mm). Oštri vrhovi vodiča tu pomažu jer se na njima nakuplja naboj i jako pojačava električno polje neposredno uz sam vrh. To stvara uvjete za ubrzavanje slobodnih elektrona koji se uvijek nalaze u zraku, makar u malom broju. Jako polje omogućuje elektronima da postignu vrlo veliku brzinu na vrlo maloj udaljenosti te se kroz njihove sudare s molekulama zraka oslobađaju novi elektroni koji isto tako naglo ubrzavaju. Time se postiže lančana reakcija i efekt sličan aurori gdje se kroz sudare mnoštva elektrona s atmosferom pobuđuju atomi i molekule i oslobađa svjetlo. Jedino što kod korona izboja radimo na tlaku i gustoći atmosfere pri tlu pa su jedino po-



Korona izboj, pogonjen Tesliom zavojnicom, u atmosferi obogaćenoj natrijem (posuda koja sjaji narančasto) i bakrom (posuda koja sjaji plavo). Natrij se stvara iz mokre kuhinjske soli, a bakar iz otopine bakrovog klorida, na dnu zatvorene posude u kojoj je tanka žica na vrhu koje se stvara korona izboj.



Bežični prijenos energije: jako izmjenično električno polje Tesline zavojnice ubrzava elektrone u neonskoj (malena narančasta žaruljica) i fluorescentnoj žarulji bez korištenja žice.

buđene molekule dušika sposobne dovoljno brzo otpustiti svjetlo koje vidimo. Zato je boja korona izboja ljubičasta, s naznakama plave.

S korona izbojem možete se lagano igrati ako imate Teslinu zavojnicu koja stvara visoki napon, ali malu struju. Ako Teslinoj zavojnici približite neonku ili fluorescentnu žarulju, one će zasvijetliti koristeći iste ove fizikalne principe, samo uz jedan dodatni trik. Naime, postoje atomi koje je puno lakše pobuditi nego kisik i dušik. Radi se o atomima plemenitih plinova (helij, neon, argon, kripton, ksenon) ili metalima u plinovitom stanju (npr. živa, natrij). Za pobuditi takve atome sudarima

nije potrebno ubrzavati elektrone na ekstremno velike brzine. Zato se u praksi koriste "neonke" koje imaju plemeniti plin u sebi pod niskim tlakom. Fluorescentne štedne žarulje koriste živinu paru pod niskim tlakom koja svijetli uglavnom u nevidljivom ultraljubičastom (UV) području. Stoga je stjenka žarulje obložena fluorescentnim materijalom koji upija UV zračenje i pretvara ga u intenzivno vidljivo svjetlo. Kod neke ulične rasvjete možete uočiti narančasto-žutu boju svjetla. U tom slučaju se radi o žarulji s parama natrija. U svim tim slučajevima princip pobuđivanja atoma prati isti princip kao i kod aurore.

TEMA BROJA: AURORE

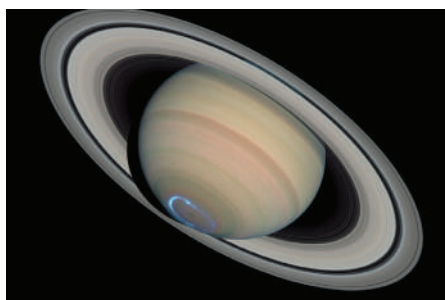
Aurore na drugim planetima i gdje ih sve možemo pronaći

Po analogiji logično je očekivati aurore i na egzoplanetima, tj. planetima oko drugih zvijezda

Piše:
dr. sc. Miljenko Čemeljić

S obzirom na to da su polarna svjetla (aurore) rezultat međudjelovanja magnetosfera Sunca i Zemlje, jasno je da ih možemo očekivati i na drugim planetima. Bar onima koji imaju atmosferu i magnetsko polje, a pokazuje se da i na onima koji ih nemaju! Aurore, uz vidljivo i ultraljubičasto zračenje, emitiraju i u radio dijelu spektra gdje ih možemo promatrati radioteleskopima.

Na svim planetima našeg planetarnog sustava možemo promatrati aurore, ali su one drukčije jer su i uvjeti drukčiji. Najveća razlika je među aurorama na planetima koji imaju magnetsko polje i onima koji ga nemaju (Venera i Mars), a veliku ulogu ima i (ne)postojanje atmosfere oko



Aurora na Saturnu Credits: NASA, ESA, John T. Clarke (Boston University), Zolt G. Levay (STScI)

planeta. Na primjer, Merkur ima magnetsko polje i geometrija njegove magnetosfere je umanjena verzija zemaljske, zajedno s aurorom, ali je premalen i preblizu Sunca da bi imao značajniju atmosferu, ali se pokazalo da sunčev vjetar izbija čestice iz minerala s površine Merkura koje tvore rijedak sloj ioniziranih čestica nisko

uz samu površinu koje onda emitiraju elektromagnetsko zračenje.

Venera nema značajnije magnetsko polje, ali sunčev vjetar izbija čestice iz njezine guste atmosfere koje zatim pokazuju zelenkaste bljeskove u uskom izduženom magnetskom repu, daleko iza nje. Mars također nema magnetsko polje, ali ima mnogo rjeđu atmosferu od Venere i kod njega nema magnetskog repa ni bljeskova iznad ili u repu magnetosfere, nego ispred, na osunčanoj strani planeta. Protoni iz sunčeva vjetra udaraju u rijetku atmosferu Marsa i emitiraju radiozračenje koje mjerimo. To je slučaj protonske aurore.

Aurore

Divovski plinoviti planeti Jupiter i Saturn imaju vlastito magnetsko polje i na njima vidimo aurore koje su na plinskim divovima obično vidljive u ultraljubičastom dijelu spektra. Uz to, na Jupiteru vidimo i magnetsko međudjelovanje s njegova četiri najveća mjeseca gdje se u aurori vide svijetle točke u čvorovima međudjelovanja. Radioemisija tog međudjelovanja je toliko jaka da ju na Zemlji možemo registrirati najprimitivnijim uređajima. Dva manja plinovita planeta, Uran i Neptun, također pokazuju aurore koje su na njima točkaste ili razmazane manje mrlje zračenja. Zanimljiva je činjenica da je radioemisija sa svakog planeta na niskim frekvencijama čak polovica intenziteta zračenja koje dobivamo od mnogo većeg Sunca.

Po analogiji logično je očekivati aurore i na egzoplanetima, tj. planeti-



Aurora na Jupiteru Credits: NASA, ESA, and L. Frattare (STScI)

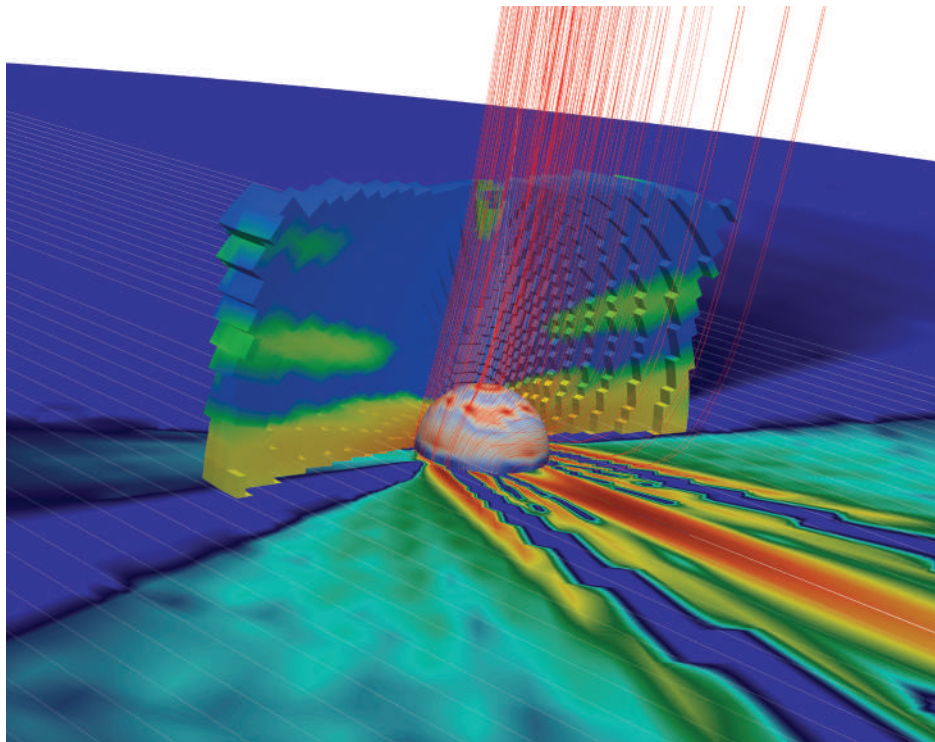
ma oko drugih zvijezda. Detekcija tih aurora bila bi zanimljiv promatrački dodatak proučavanju egzoplaneta. "Bila bi" jer još nema takvog potvrđenog mjerenja. Razlog je jednostavan: maleni su i daleko od nas! Već i mjerenja signala koji dolaze s planeta u našem sustavu, a koji su samo svjetlosne sate udaljeni od nas, su problematična. Stoga je lako zamisliti probleme kod mjerenja signala koji dolaze s planeta udaljenih stotine ili tisuće svjetlosnih godina. Radi se o vrlo slabim signalima!

Vrući Jupiteri

Među do sada pronađenim egzoplanetima mnogo je „vrućih Jupitera“, tj. planeta mase Jupitera u bliskoj orbiti oko matične zvijezde (takve je najlakše uočiti) pa se najviše nade polaže u mjerenja aurora na takvim i ostalim divovskim plinovitim planetima. Patuljaste zvijezde, kao bijeli ili smeđi patuljci, su još jedna mogućnost zbog svog snažnog magnetskog polja kada magnetski međudjeluju s planetima oko sebe. Rijetko opažanje u radiopodručju je upravo sa smeđeg patuljka GJ 1151 u Velikom Medvjedu udaljenog 26 svjetlosnih godina, ali to još nije potvrđeno.

Istraživanja

Postoji i druga zanimljiva mogućnost: autor ovoga članka je, u međunarodnoj kolaboraciji, prošle 2023. godine objavio prvi rad u kojem se temeljem numeričkih simulacija predlaže mjerenje signala s planeta oko pulsara. Pulsari su maleni, ali vrlo gusti objekti koji imaju milijarde puta veće magnetsko polje od Sunca pa je i eventualno međudjelovanje s planetarnim poljem mnogo jače. Pulsari su neutronske zvijezde koje otpuštaju „vjetar“ drukčiji nego što ga ima Sunce jer se dijelom radi i o česticama koje su „iskočile“ iz vakuuma zbog velike gustoće energije blizu površine. Upravo u tome je i najveća zanimljivost izazova koji smo postavili promatračima: mjerenjem aurore s takvih planeta doznali bismo nešto o njihovoj eventualnoj atmosferi, a uz to i parametre zvjezdanog vjetra pulsara! To bi bilo vrlo zanimljivo za astrofizičare koji bi tako dobili prve direktne podatke o ponašanju materijala u blizini pulsara, ali i



Simulacija jednog razmatranog slučaja opisanog u tekstu

za fizičare čestica jer su pulsari zbog ekstremnog magnetskog polja i velike gustoće materije najbolji prirodni laboratoriji. Planeti, s radioemisijom aurore, bi poslužili kao istraživačke sonde u tom vjetru.

Egzoplaneti i pulsari

Planeti oko pulsara su bili prvi slučajno pronađeni egzoplaneti početkom 1990-ih godina. Njihovo postojanje je pokazano vrlo preciznom metodom mjerenja vremenskih promjena u inače vrlo stabilnom signalu pulseva koje mjerimo kada svijetli snop zračenja s pulsara, uslijed njegove rotacije, prijeđe preko nas. Iz tih promjena možemo odrediti masu i udaljenost planeta od pulsara, ali to je sve što tom metodom možemo dobiti. Za više od toga nam trebaju mjerenja koja možemo prikupiti upravo radioteleskopima ako ti planeti imaju aurore koje emitiraju radiovalove.

U našim simulacijama razmatrali smo planet s parametrima poput jednog od tri pronađena oko pulsara PSR1257+12. Radi se o pulsaru radijusa od oko 10 km, okrene se oko svoje osi 161 put u sekundi i ima tipično magnetsko polje za takve objekte - oko milijardu Gaussa (Zemlja ima oko 0.5 Gaussa, tj. oko 50 mikro Tesli). Masa planeta je nekoliko masa Zemlje, udaljen je od pulsa-

ra oko pola udaljenosti Zemlja - Sunce i obide ga u 60-ak dana. Izračunali smo kakva bi se aurora morala inducirati na tom planetu, pretpostavivši da nema atmosferu ni magnetsko polje. Time smo željeli dobiti minimalnu vrijednost za intenzitet međudjelovanja. Ako bi se pokazalo da planet ima vlastito magnetsko polje, tada bi rezultati međudjelovanja mogli biti samo veći, ne manji, čime bi porasle i šanse za njegovo opažanje u radiodijelu spektra.

Simulacija

Rezultati naših simulacija su prikazani na slici koja predstavlja jedan razmatrani slučaj s prikazom linija magnetskog polja (crvene linije), smjerom brzine pulsarskog vjetra (sive linije) i intenzitetom zračenja oko planeta (obojeno) na plohi neposredno ispred planeta i u magnetskom repu iza njega. Izračunamo li koliko je jak signal koji bi došao do nas s udaljenosti od tog sustava (oko 2300 svjetlosnih godina), ispada da ne treba čekati na iduće generacije instrumenata, već postojećim instrumentima morali bismo ga moći detektirati! Članak je objavljen u prestižnom časopisu The Astrophysical Journal Letters (<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ad0f1f>) i u njemu je predstavljen naš izazov promatračima.

TEMA BROJA: AURORE

Astronomska kuharica: Kućni recept za polarnu svjetlost

Jednostavnim pokusom može se pokazati sličan efekt zakretanja putanje nabijenih čestica u magnetskom polju.

Piše:
Melita Sambolek, prof.

Koji je recept za nastanak polarne svjetlosti? Kada pogledate „sastojke“, uočiti ćete da je pravo čudo da se ovaj fenomen događa i da ste pravi sretnici ako ste imali priliku promatrati prekrasne boje neba, a da niste bili ni blizu sjevernom polu! Za ovaj recept potrebno je: planet s magnetskim poljem, Sunčev vjetar nabijenih čestica koji struji u svemir, mogućnost ubrzavanja čestica u magnetskom polju, atmosfera na planetu koja sadrži dušik i kisik, mogućnost plinova da emitiraju svjetlost koja je vidljiva golim okom i savršen trenutak i mjesto promatranja.

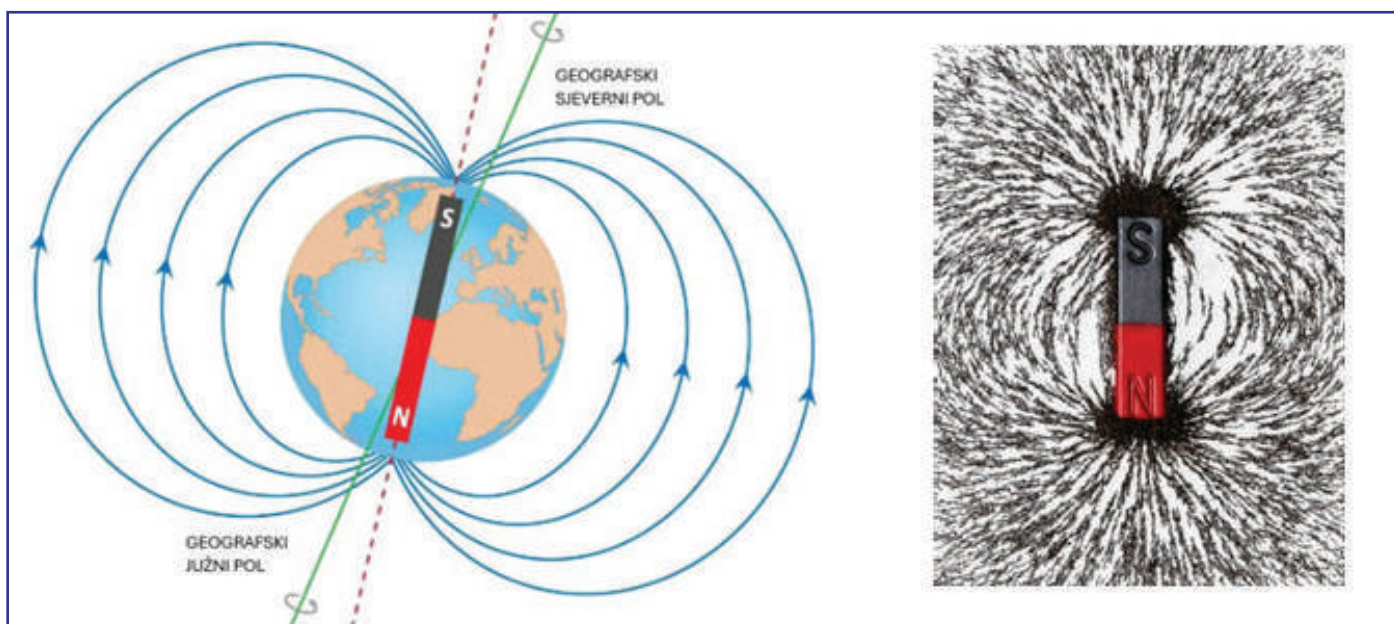
Prvi sastojak jest magnetsko polje koje Zemlja ima zato što se njezina jezgra sastoji od metala, željeza i nikla. Unutarnja jezgra kruta je i vruća, a vanjska tekuća i hladnija, stoga vanjska jezgra crpi toplinu iz unutarnje pa tako nastaju tokovi električki vodljivih metala u vanjskoj jezgri. Struja takvih električki vodljivih čestica stvara Zemljino magnetsko polje.

Magnetsko polje

Magnetsko polje Zemlje vrlo je slično magnetskom polju štapičastog magneta. Kada se oko štapičastog magneta posipaju sitne čestice željeza, mogu se uočiti linije – magnetske silnice koje su najgušće upravo na polovima gdje je ma-

gnetsko polje najjače. Zemlja također ima magnetski sjeverni pol (oznaka N) i magnetski južni pol (oznaka S).

Drugi ključni prirodni fenomen zaslužan za polarnu svjetlost je Sunčev vjetar. Sunce svakodnevno otpuhuje električki nabijene čestice u svemir oko sebe. Vjetrovi se pojavljuju u vrijeme pojačane Sunčeve aktivnosti, a do nje dolazi u ciklusima od otprilike 11 godina kada se na površini Sunca može zamijetiti veći broj Sunčevih pjega. Dio tih nabijenih čestica dolazi do Zemlje i uleti u Zemljino magnetsko polje. Kako se taj proces odvija, kako se stvara svjetlo koje vidimo kao auroru, kada magnetsko polje dovede nabijene čestice do zemljine



Magnetsko polje Zemlje slično je magnetskom polju štapičastog magneta. Izvor: <https://www.shalom-education.com/courses/gcse-physics/lessons/magnetism-and-electromagnetism/topic/the-earths-magnetic-field-2/>

atmosfere možete pročitati u nekoliko članaka posvećenih aurorama u ovom broju Vega horizonta, kao i članak o aurorama na drugim planetima. Važno je pritom primijetiti da nas Zemljine magnetske silnice i atmosfera ujedno i štite od izravnog utjecaja električki nabijenih čestica iz svemira.

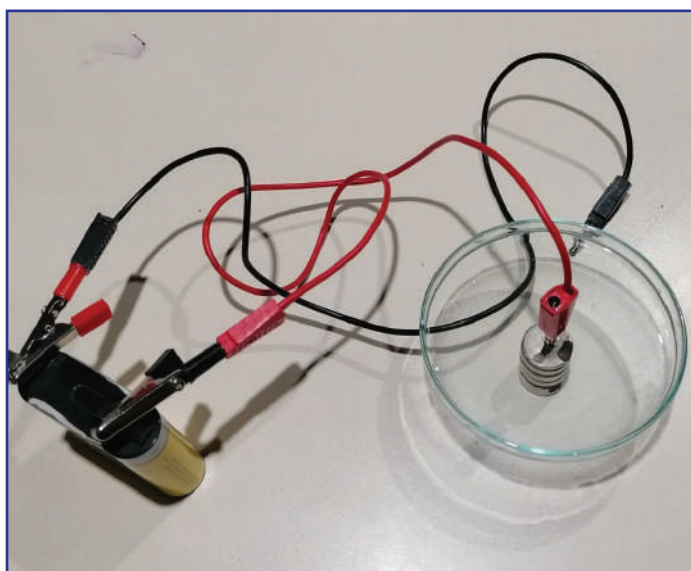
Izvedite pokus!

Na slikama polarne svjetlosti promatrane iz svemira može se uočiti kružni oblik polarne svjetlosti oko polova Zemlje i planeta koji imaju magnetsko polje slično Zemlji. Kada nabijene čestice Sunčevog vjetrova ulete u magnetsko polje Zemlje, na njih utječe magnetska, Lorentzova

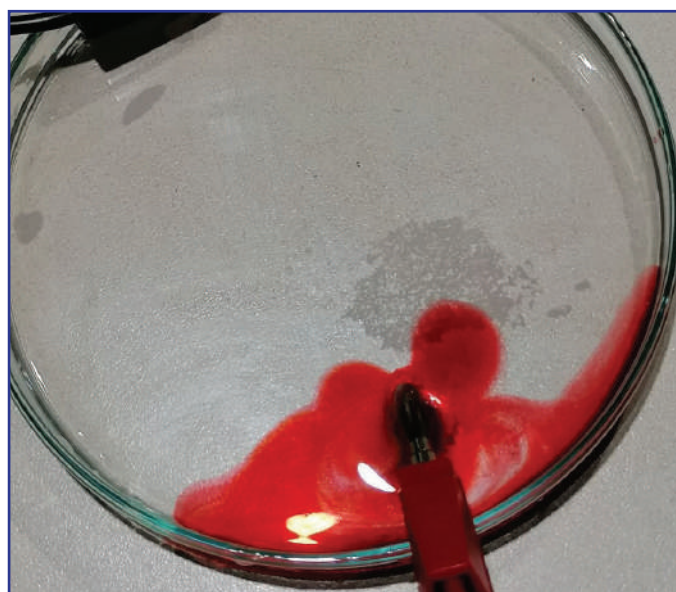
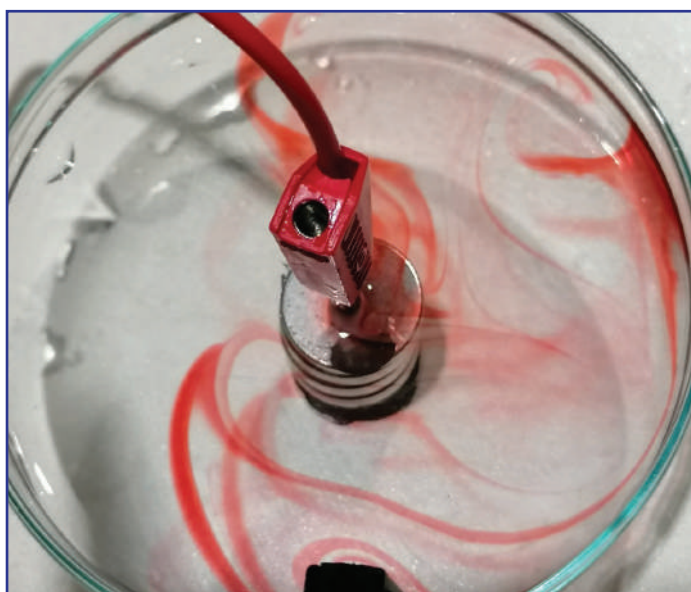
sila. Ovisno o naboju čestice te brzini i smjeru brzine u odnosu na silnice magnetskog polja, Lorentzova sila ima ulogu centripetalne sile i daje česticama kružnu putanju. U dodatku ovom članku поближе je objašnjeno kako magnetska, Lorentzova sila utječe na nabijene čestice i kako se određuje njezin smjer.

Jednostavnim pokusom može se pokazati sličan efekt zakretanja putanje nabijenih čestica u magnetskom polju. U malo vode potrebno je otopiti kuhinjsku sol, natrijev klorid i otopinu uliti u plitku posudu. Ispod posude postavi se jaki (neodimijski) magnet. Dvije žice (elektrode) spoje se na krajeve baterije 4,5 V, jedna na plus, a druga na minus

pol. Kraj jedne žice postavi se u središte posude iznad magneta, a kraj druge žice uroni se u otopinu uz rub posude. Da bi kretanje čestica u otopini bilo vidljivo, uz žicu iznad magneta kapne se malo boje za hranu i čarolija počinje. U procesu elektrolize čestice boje počinju kružiti u posudi nošene ionima nastalim otapanjem soli u vodi i kreću se prema elektrodama. No kako se nalaze u magnetskom polju magneta, na njih djeluje Lorentzova sila i čestice se počinju gibati kružno, slično kao nabijene čestice u Zemljinoj magnetosferi. Ako se magnet ukloni, tog efekta nema. Na mrežnim stranicama advega.hr pronađite video s prikazom navedenog.



Za pokus vam je potrebna kuhinjska sol, natrijev klorid, neodimijski magnet, dvije žice (elektrode) i posudica. Pokus izvodite u kontroliranim uvjetima, te uz nadzor odrasle osobe.



Putanja nabijenih čestica pri elektrolizi otopine soli pod utjecajem magnetskog polja magneta i bez magnetskog polja

OSNOVE ASTRONOMIJE - OKULARI

Dio bez kojeg nema pogleda kroz teleskop

Piše:
Zoran Novak

“Koje je povećanje tog teleskopa?” Pitanje koje se na svakom javnom promatranju konstantno ponavlja. Pitanje je to bez odgovora jer u vizualnom smislu teleskop sam po sebi nema povećanje. Optički element koji je “krivac” za povećanje i koji formira sliku koju vidimo kada gledamo teleskopom je okular. Bez okulara teleskop bi bio beskoristan jer ne bi mogao prikazati sliku u formatu prikladnom za ljudsko oko. A što su okulari? Okulari su optički elementi teleskopa kroz koje promatrač gleda nebeske objekte. Rade u kombinaciji s lećom ili zrcalom teleskopa kako bi povećali sliku nebeskih objekata i omogućili promatranje. Kvaliteta okulara direktno utječe na iskustvo promatranja. Dobri okulari omogućuju

jasnu i ostru sliku, smanjujući optičke aberacije. Odabir pravog okulara može učiniti razliku između mutne slike i kristalno jasnog prikaza nebeskih objekata. Kako je tržište preplavljeno brojnim vrstama okulara, a pritom cijene variraju od smiješno jeftinih do astronomski skupih, postavlja se logično pitanje koji okular odabrati.

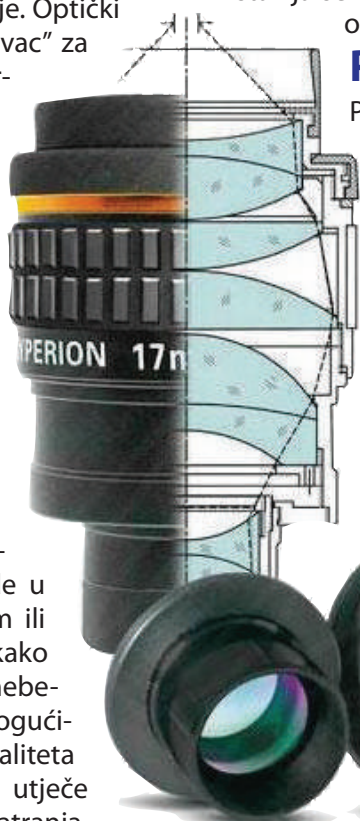
Promjer okulara

Prva stvar na koju moramo obratiti pažnju je promjer okulara. Kad govorimo o promjeru okulara, zapravo mislimo na promjer donjeg dijela okulara koji se

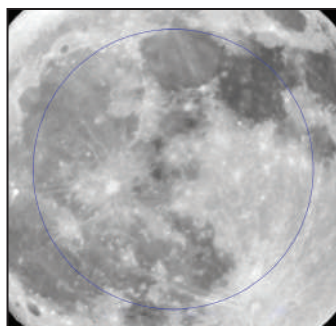
umeće u teleskop. Promjer okulara još se uvijek izražava u inčima pa tako razlikujemo okulare od 0.965", 1.25" i 2". Promjer 0.965" je stari standard i rijetko se koristi. Ako nekim nesretnim slučajem kupite plastični teleskop u trgovačkom centru, vjerojatno će imati taj promjer. Preporuka je naravno izbjegavati takve kupnje. Promjer 1.25" je najčešće korišten i tu ćete pronaći najveći izbor okulara. Za okulare promjera 2" neki teleskopi nemaju mogućnost prihvata pa treba dobro pripaziti. Takvi okulari su i osjetno teži pa ako je cijeli sustav lagan i slabo balansiran, izbjegavajte 2" okulare.

Žarišna duljina

Kao i teleskopi, i okulari imaju svoje žarišne duljine. Žarišne se duljine izražavaju u milimetrima i one su ključni podatak kada želimo izračunati povećanje koje dobivamo kombinacijom teleskopa i okulara. Što je žarišna duljina okulara veća, to će dobiveno povećanje biti manje i obrnuto. Povećanje koje okular daje na nekom teleskopu računa se tako da podijelimo žarišnu duljinu teleskopa sa žarišnom duljinom okulara. Konkretno, teleskop žarišne duljine 2000 mm u kombinaciji s okularom



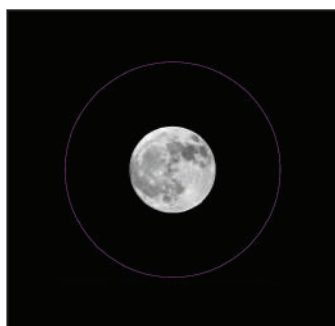
Pogled na
okular iznutra



6,5 mm



15 mm



25 mm



40 mm

Primjeri vidnog polja različitih okulara na istom teleskopu

žarišne duljine 20 mm daje povećanje od 100 x ($2000/20 = 100$). Temeľjem ove formule lako je zakľučiti da će isti okular na teleskopima razľičitih žarišnih duljina rezultirati razľičitim povećanjima.

Eye relief

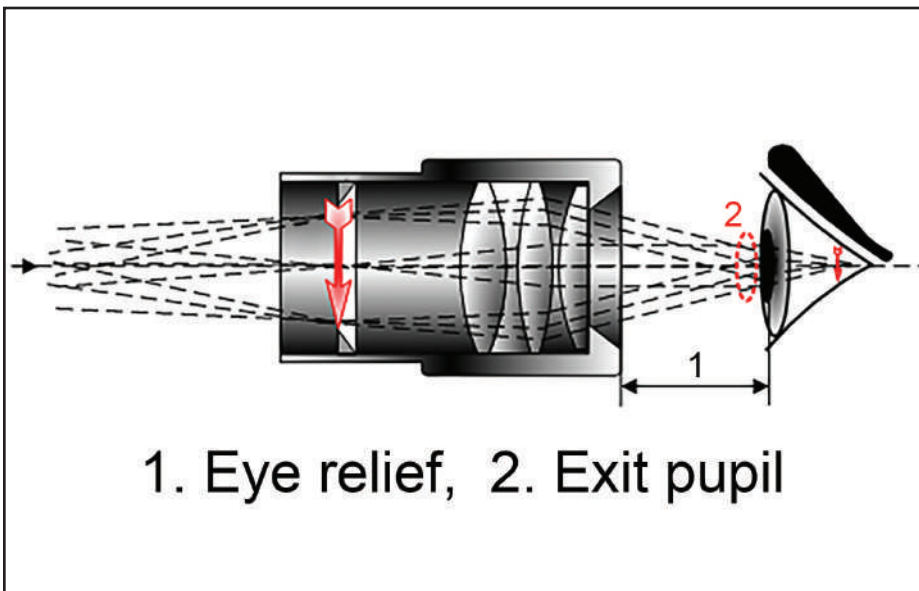
Iza ovog naziva zapravo se krije ergonomija, odnosno udobnost promatranja kroz okular, a označava maksimalnu udaljenost oka od okulara s koje možemo vidjeti cijelo vidno polje. Okulari s većim *eye reliefom* su udobniji za korištenje, posebno za osobe koje nose naočale.

Vidno polje

Izražava se u stupnjevima, a treba razlikovati prividno vidno polje i stvarno vidno polje. Prividno vidno polje je dio neba koji se vidi od ruba do ruba ako bismo gledali samo kroz okular, dok je stvarno vidno polje dio neba koji se vidi kroz okular kada je umetnut u teleskop. Vrijednost za stvarno vidno polje dobivamo tako da podijelimo prividno vidno polje s povećanjem koje daje okular na teleskopu. Na primjer, ako koristimo kombinaciju prije spomenutog teleskopa (2000 mm) i okulara (20 mm) koji nam daju povećanje od 100 x i za pretpostavku uzmemo da taj okular ima prividno vidno polje od 50 stupnjeva, znači da će stvarno vidno polje biti $50/100 = 0.5$ stupnjeva, a to je okvirno površina koju na nebu zauzima puni Mjesec.

Exit pupil

Izlazna zjenica ili izlazni otvor vrijednost je koja označava promjer kruga svjetlosti koja pada u okular, a izražava se u milimetrima. Kada se oko adaptira na mrak, otvor zjenice je od 6 do 7 mm kod mlađih ljudi, dok kod starijih to bude oko 5 mm. Cilj je izlazni otvor okulara imati manjim od promjera zjenice kako bi nam sva svjetlost padala u oko. Za optimum se uzima vrijednost izlaznog otvora od 2 do 2.5 mm. Izlazni otvor okulara računamo tako da podijelimo žarišnu duljinu okulara s f brojem teleskopa. Recimo da imamo teleskop koji je f/10. Znači da će izlazni otvor za okular od 20 mm biti $20/10 = 2$ mm.



1. Eye relief, 2. Exit pupil

OSNOVE

Dobro je znati

Uz nabrojane tehničke karakteristike kod odabira okulara treba obratiti pozornost i na konstrukciju, odnosno optički dizajn koji je definiran brojem i oblikom optičkih elemenata koji čine okular. Pojednostavljeno okulare možemo podijeliti na standardne (prividnog vidnog polja do 60 stupnjeva), širokokutne (od 65 do 80 stupnjeva), ultra širokokutne (iznad 80 stupnjeva) i zoom okulare. Zoom okulari imaju mogućnost promijene žarišne duljine, no to nosi određene kompromise u tehničkim karakteristikama pa takvi okulari nisu prvi izbor astronoma amatera.

Neke od važnijih formula:

- f broj teleskopa = žarišna duljina teleskopa / promjer leće (zrcala)
- maksimalno povećanje teleskopa = promjer leće ili zrcala x 2
- povećanje = žarišna duljina teleskopa / žarišna duljina okulara
- stvarno vidno polje = prividno vidno polje okulara / povećanje
- exit pupil = žarišna duljina okulara / f broj teleskopa

Za primjer imamo:

- teleskop promjera zrcala 200 mm i žarišne duljine 2000 mm
- okular žarišne duljine 20 mm i prividnog vidnog polja od 50 stupnjeva
- f broj teleskopa = $2000/200 = f10$
- maksimalno povećanje teleskopa = $200 \times 2 = 400 \times$
- povećanje = $2000/20 = 100 \times$
- stvarno vidno polje = $50/100 = 0.5$ stupnjeva
- exit pupil = $20/10 = 2$ m

Okulari su esencijalni dio svakog teleskopa i igraju ključnu ulogu u kvaliteti astronomske opreme. Poznavanje razľičitih vrsta okulara i njihovih karakteristika pomaže u odabiru najboljeg okulara za vaše potrebe. Bilo da ste početnik ili iskusni astronom, pravilan izbor okulara može značajno unaprijediti vaše iskustvo promatranja nebeskih objekata.



Poželjno je imati nekoliko okulara

ZVJEZDARNICA RUBIN III. dio

LSST kamera doletjela u Čile!

Najveća kamera na svijetu posljednja je komponenta zvjezdarnice, slijede testiranja pa njezino spajanje sa Simonly Survey teleskopom

Piše:
dr. sc. Željko Ivezić

Nakon 20 godina rada LSST kamera stigla je iz SLAC laboratorija u Kaliforniji na Zvezdarnicu Rubin izgradnji u Čileu. Uspješan transport kamere u Čile, zrakoplovom do Santiaga te kamionom do zvjezdarnice, je veliki korak prema završetku izgradnje Zvezdarnice Rubin i početku LSST-a, 10-godišnjeg projekta snimanja noćnog neba. Kamera je posljednja komponenta zvjezdarnice i nakon nekoliko mjeseci testiranja u tzv. čistoj sobi bit će integrirana s teleskopom (Simonyi Survey Telescope). LSST kamera je po broju piksela najveća digitalna kamera ikada sagrađena: ima 3,200 megapiksela (milijuna piksela). Tako puno piksela potrebno je da se popuni vidno polje od 10 kvadratnih stupnjeva, oko 50 puta veće od punog Mjeseca.

Veliko vidno polje je jako bitno jer omogućuje Zvezdarnici Rubin snimanje neba oko sto puta brže nego drugi 8-metarski teleskopi, što je osnovna misija prvog 10-godišnjeg projekta, Legacy Survey of Space and Time, zbog kojeg je zvjezdarnica Rubin izgrađena.

Tehnologija

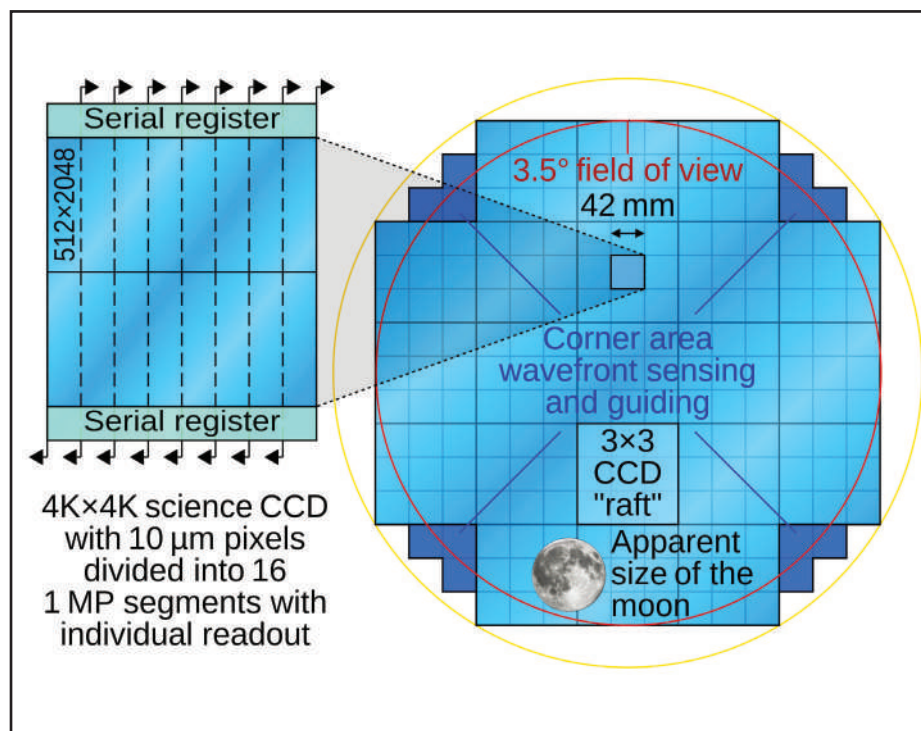
Svaki piksel je fizički velik 10×10 mikrona, što predstavlja $0,2 \times 0,2$ lučne sekunde na nebu. Veliki broj piksela omogućen je modularnim dizajnom: osnovni modul je tzv. raft koji ima 9 CCD senzora, svaki sa 16 megapiksela. Svaki od 21 raftova ima nezavisne elektroničke komponente za čitanje podataka sa senzora. Dodatnih 12 senzora organiziranih u četiri grupe od tri senzora služe za podešavanje fokusa i optičku korekciju zrcala. Zbog potrebe za brzim čitanjem

podataka svaki senzor je podijeljen u 16 segmenata koji se nezavisno čitaju u dvije sekunde. Uz senzore, ključne komponente LSST kamere uključuju tri leće.

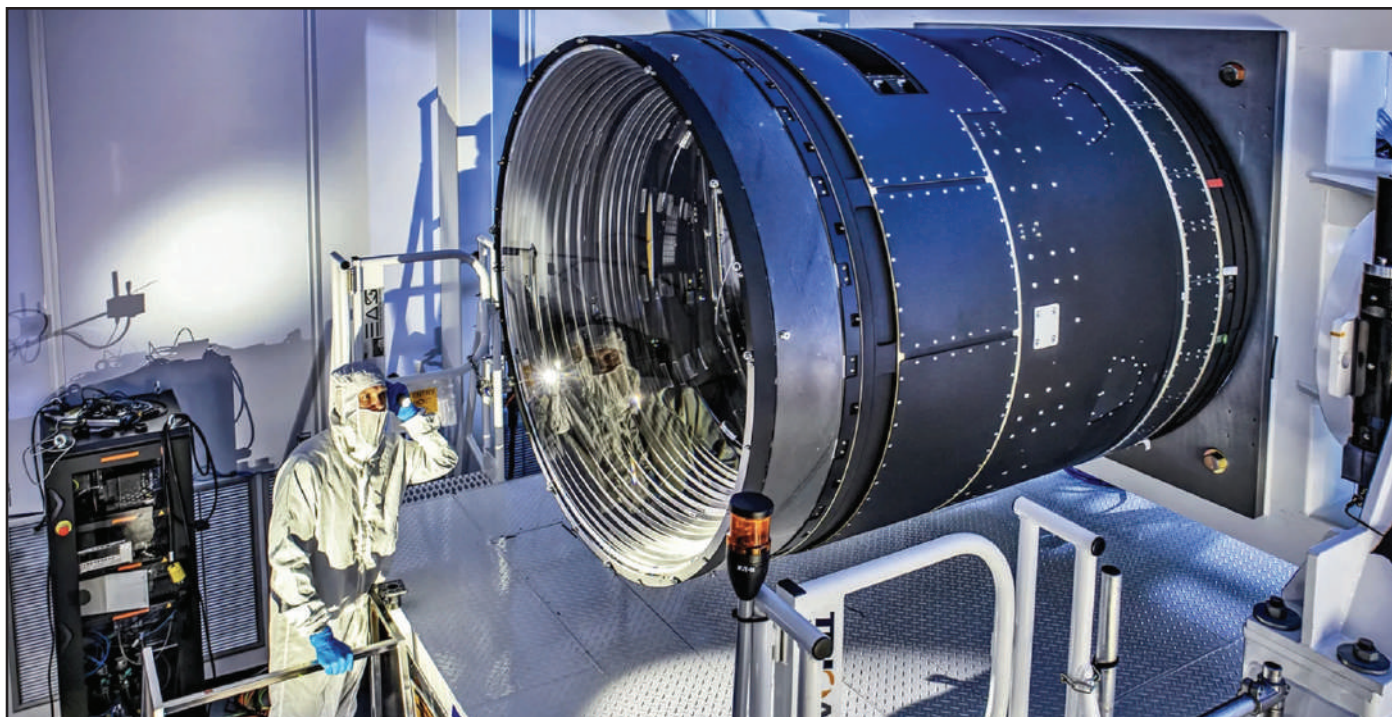
Ulazna leća, s promjerom 1.55 m, je najveća postojeća astronomska leća. Kamera će snimati slike u valnom području od ultraljubičastog (0,3 mikron) do bliskog infracrvenog (1,1 mikron). To valno područje pokriveno je sa šest filtera nazvanih u, g, r, i, z, y. Filteri će omogućiti mjerenje boja objekata pomoću kojih se može odrediti njihova udaljenost te drugi astrofizički parametri (npr. temperatura zvijezda, starost galaksija, kemijski sastav površine asteroida). Filteri se mogu mijenjati u dvije minute.



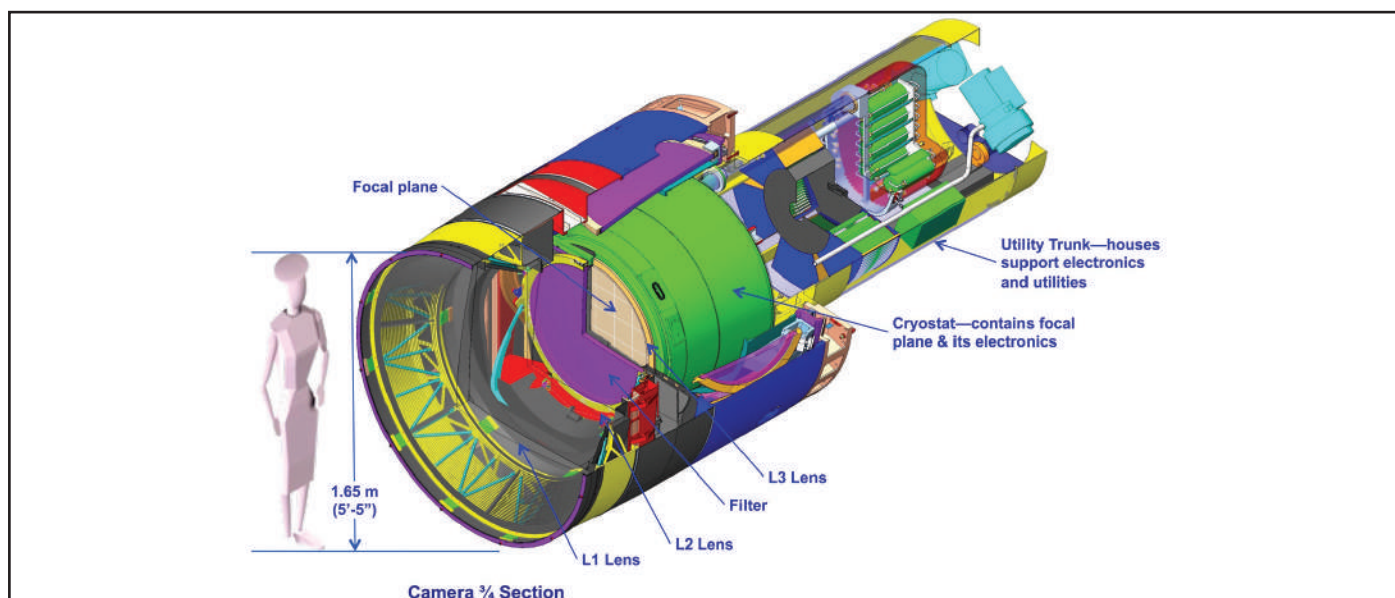
Dolazak LSST kamere na zvjezdarnicu Rubin u Čileu



Vidno polje LSST kamere s 201 CCD senzorom. Senzori su organizirani u 21 grupu, tzv. raftove. Dodatnih 12 senzora u četiri grupe od tri senzora služe za podešavanje fokusa i korekciju zrcala. Zbog potrebe za brzim čitanjem podataka, svaki senzor je podijeljen u 16 segmenata (lijevo) koji se nezavisno čitaju u dvije sekunde.



Prednji dio LSST kamere tijekom završnog testiranja u laboratoriju SLAC u Kaliforniji



Prikaz dizajna LSST kamere. Masa kamere je oko 2.800 kg.



Ulazna leća za LSST kameru. S promjerom od 1,55 m to je najveća astronomska leća.



Aurora iznad Mađerkinog brega (Štrigova - Međimurje)
foto: Zoran Novak / AD Vega



Uvod u astronomsku fotometriju

Pomoću fotoaparata napravite prve korake u svijet znanosti

Pišu:

dr.sc. Dejan Vinković

Zoran Novak

Ukoliko vas privlači bavljenje astronomijom, možete joj se posvetiti iz dva jednako uzbudljiva smjera: estetsko-umjetnički, gdje savladavate tehnike kojima težite stvoriti što upečatljivije snimke svemirskih ljepota, ili znanstveno-analitički gdje vaše oko ili kameru tretirate kao mjerni instrument i težite vještinama analize podataka koje tako prikupite. Ukoliko vas intrigira zakoračiti u ovu drugu skupinu, onda je dobar prvi korak upoznavanje s astronomskom fotometrijom. Fotometrija se bavi mjerenjem količine svjetla koje dolazi do oka, a astronomska verzija toga je mjerenje svjetla pomoću instrumenata poput današnjih digitalnih kamera.

Strogo govoreći, cilj vam je izmjeriti gustoću toka zračenja (astronomi to na engleskom jednostavno nazivaju flux), tj. energiju koja prolazi kroz jedinicu površine u jedinici vremena

(W/m²). Drugim riječima, interesira vas koliko je energije prikupio piksel kamere tijekom vremena trajanja prikupljanja svjetla na senzoru (ekspozicija, tj. fotografi bi rekli tijekom „brzine zatvarača“).

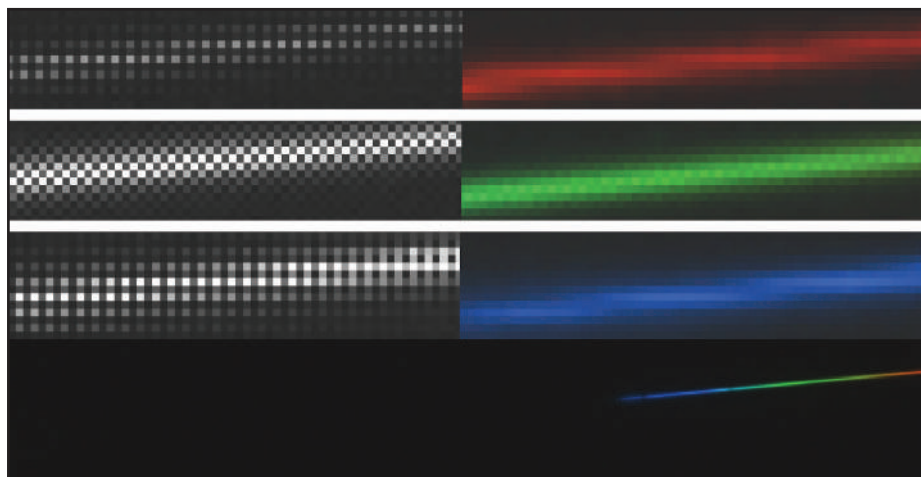
Fotografirati nebo

Tu se odmah susrećemo s prvom ključnom razlikom između umjetničke i analitičke fotografije svemira. Ako vam je cilj stvoriti što ljepšu fotografiju, onda ćete raznim tehnikama proizvoljno mijenjati vrijednosti piksela ne biste li uspjeli istaknuti detalje koji vas zanimaju. To onda zovemo astrofotografija i u svakom broju našega časopisa možete se diviti predivnim primjerima svemirskih pejzaža dobivenih tom tehnikom.

Ako vas zanima koristiti kameru kao mjerni instrument, onda je imperativ očitati stvarne vrijednosti piksela, bez estetskih manipulacija, ne biste li dobili informaciju o količini svjetla koje je pristiglo iz svemirskog izvora koji proučavamo (npr. neke zvijezde).

Fotometrija se u biti svodi na zbrajanje vrijednosti u pikselima koje je osvijetlila zvijezda. Velik problem je, međutim, da vrijednosti koje piksel ima ne dolaze samo od sjaja zvijezde. Te dodatne doprinose nazivamo šum i izvori su raznoliki. Najveći doprinos dolazi od toga što samo nebo, tj. atmosfera, svijetli, posebice ako snimate s neke lokacije koja ima osjetno svjetlosno onečišćenje. Razni zemaljski izvori svjetla raspršuju se u atmosferi i stvaraju pozadinski sjaj neba koji zvijezda ili galaksija mora nadjačati svojim sjajem da ju uopće i vidite. Ali čak i savršeno tamno nebo ima neki sjaj, samo što je puno manji pa ćete imati i više vidljivih zvijezda na vašoj fotografiji. Uz to, i sama kamera stvara vlastiti šum, što možete detektirati ako zatvorite objektiv poklopcem i fotografirate fotografiju iste ekspozicije kao i kada ste snimali nebo. Takva tamna fotografija neće imati vrijednosti nula u pikselima, čemu je uzrok sama kamera. Uz sve to, dodatni problem je što sav taj šum varira od fotografije do fotografije. Šum može imati i strukturu ako dolazi od prašine na senzoru ili objektivu, a i sam objektiv stvara nejednoliko osvjetljavanje senzora kamere. Postoji znanost iza toga što i kako se sve generira šum i nepravilnosti na fotografiji. To je priča za neku drugu priliku, kao i procedure kako korigirati fotografiju da se šum svede na minimum. Za sada ćemo se zadovoljiti greškom mjerenja od vjerojatno i po par desetaka posto, što je dovoljno dobro za započeti se baviti fotometrijom.

Fotometriju je uobičajeno raditi u astronomskim programima koji traže da je vaša fotografija u FITS formatu koji se standardno koristi u



Primjer slike spektra Vege gdje su lijevo pikseli prije razdvajanja po boji, a desno taj isti dio slike gdje su pikseli separirani po boji. Potraži više informacija pod pojmom „Bayer filter“: https://en.wikipedia.org/wiki/Bayer_filter

astronomiji. Ako imate astrokameru (specifične kamere predviđene za astronomiju), onda vam fotografija može automatski biti spremljena u FITS formatu. Ako koristite fotoaparata, poput DSLR kamere, onda morate aktivirati spremanje fotografije u sirovom formatu (npr., .CR2 za Canon, .NEF za Nikon). Nipošto u .JPG jer se tim formatom gube informacije o točnom sjaju piksela! Taj ćete sirovi format kasnije pretvoriti u FITS format.

Ukoliko radite s astrokamerom, možete preskočiti ovaj članak i pričekati nastavak u idućem broju. Ako radite s fotoaparatom, evo nekoliko ključnih uputa kako snimati noćno nebo pomoću objektivna na fotoaparatu (preporuka je koristiti objektiv do maksimalno 135 mm):

1. Stavite način rada fotoaparata na ručno podešavanje (oznaka „M“).
2. Stavite ISO za početak na 400 do 800. Kasnije možete varirati ISO i promatrati kako utječe na fotografiju. Veliki ISO će lako prikazati i sam sjaj neba, ali pritom raste i šum stvoren u samoj kameri što može stvoriti problem kod fotometrije.
3. Ekspozicija ovisi o objektivu koji



Prvi je korak aktiviranje ručnog načina rada, prebacivanjem prekidača na oznaku „M“.

koristite: broj 300 podijelite sa žarišnom duljinom objektivna i dobili ste maksimalnu vrijednost ekspozicije. Na primjer, objektiv od 50 mm omogućuje ekspozicije do šest sekundi. Sve duže od toga izazvat će izdužene zvijezde zbog vrtnje neba.

4. Maksimalno otvorite blendu na objektivu, tj. postavite F-broj da bude minimalne vrijednosti.
5. Isključite automatski fokus i stabilizaciju fotografije.
6. Podesite prsten objektivna za fokus na beskonačnost i zatim ga za vrlo sitan pomak okrenite u suprotnom smjeru.

7. U praksi vjerojatno vam zvijezde neće biti odmah u fokusu, nego na prvim probnim fotografijama pogledajte možete li laganim pomacima prstena fokusa dobiti da vam zvijezde budu još sitnije (manjeg promjera) na slici.

Ako koristite fotoaparata na teleskopu, uvjet je da imate i uključeno praćenje te koristite sljedeće korake:

1. Stavite način rada fotoaparata na ručno podešavanje (oznaka „M“).
2. Stavite ISO za početak na 400 do 800, kao i u prethodnoj uputi za objektiv.
3. Ekspozicija sada nema ograniče-



Korak 2., 3. i 4. odrađuju se kroz izbornik fotoaparata gdje se mogu pratiti vrijednosti ekspozicije, blende i ISO vrijednosti.

nja zbog vrtnje neba. Ograničeni smo samo pozadinskim sjajem neba koji na fotografiji postaje sve sjajniji kako ekspozicija raste.

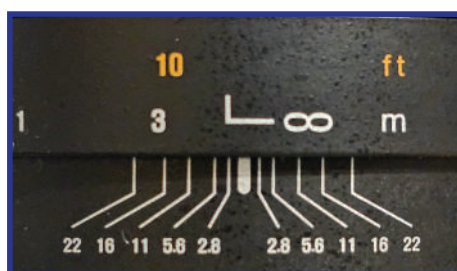
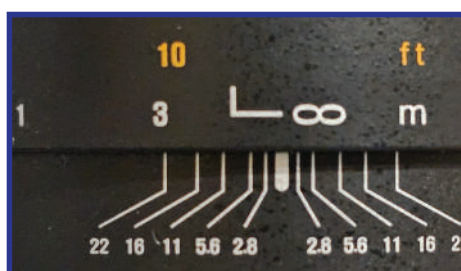
4. Fokusiranje je identično kao kod objektiva (točka 7 u uputama za objektiv) jedino što sada nemate prsten fokusa na objektivu, nego koristite fokuser na teleskopu.

Isprobavanje raznih kombinacija ISO vrijednosti i dužine ekspozicije je važno za postizanje kvalitetne fotografije, stoga samo strpljivo i pažljivo. S vremenom ćete skupiti iskustva kako podesiti vašu kameru na optimalan način.

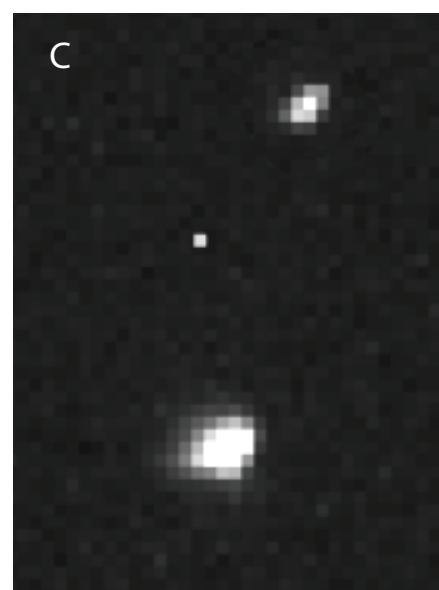
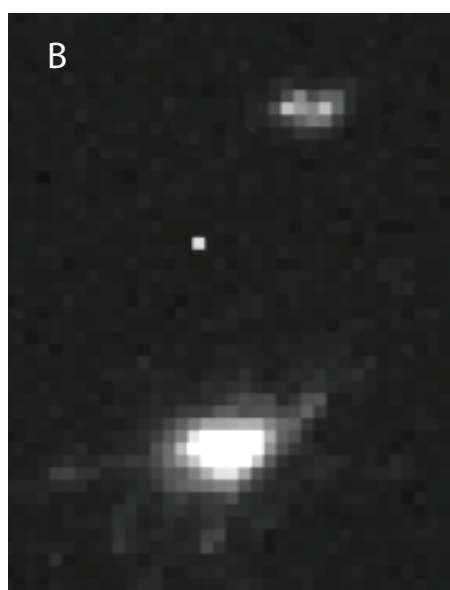
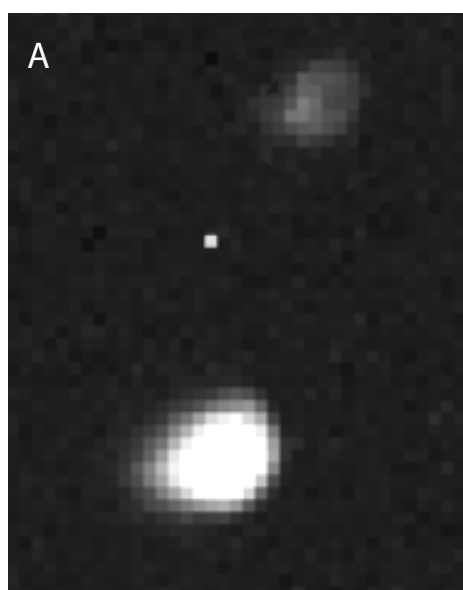
Dodatni problem je što fotoaparat sadrži crvene, zelene i plave piksele. To znači da sada kod konverzije u FITS format trebamo stvoriti tri FITS slike, za svaku boju zasebno. To se može napraviti raznim aplikacijama (oprez: morate biti sigurni da vam aplikacija nije „pametna“ pa je automatski poremetila vrijednosti piksela da fotografija bude ljepša), a mi ovom prilikom predlažemo instalaciju besplatnog programa ASTAP (<http://www.hn-sky.org/astap>). Učitajte svoju sirovu sliku u taj program, odaberite „Tools->De-mosaic Bayer matrix“, i nakon toga „File->Save as FITS file“. Kreirana FITS slika imat će u sebi zapisanu svaku boju zasebno.



Korak 5 ovisi o vrsti objektiva koji koristite. Za isključiti automatsko fokusiranje objektiva, prekidač s AF (auto fokus) prebacite na MF (manual fokus). Kod nekih objektiva oznake mogu biti samo A i M, a M opet znači manual fokus. Stabilizaciju nemaju svi objektivni. Ako vaš objektiv ima stabilizaciju, prekidač stavite na OFF.



Za korak 6, podešavanje fokusa, koristite oznake za udaljenost koje se nalaze na objektivu. Prsten za fokus okrenite na beskonačno, a zatim ga za vrlo sitan pomak okrenite u suprotnom smjeru. Kod jeftinih objektiva postoji mogućnost da nisu upisane oznake za udaljenost. U tom slučaju kako bi prsten za fokus postavili na beskonačno, okrenite ga skroz ulijevo.



A: Slika nije u fokusu i zvijezde su previše razmrljane. B: Fotoaparat se tresao tijekom trajanja ekspozicije. C: Zvijezde su u fokusu (malo su izdužene jer nema praćenja vrtnje neba). Primijetite „vrući piksel“ na svim slikama – svijetli piksel koji dolazi zbog greške na kameri i predstavlja neželjeni šum kojeg se treba paziti kod fotometrije.

ASTRONOMIJA

Označavanje Sunčevih pjega

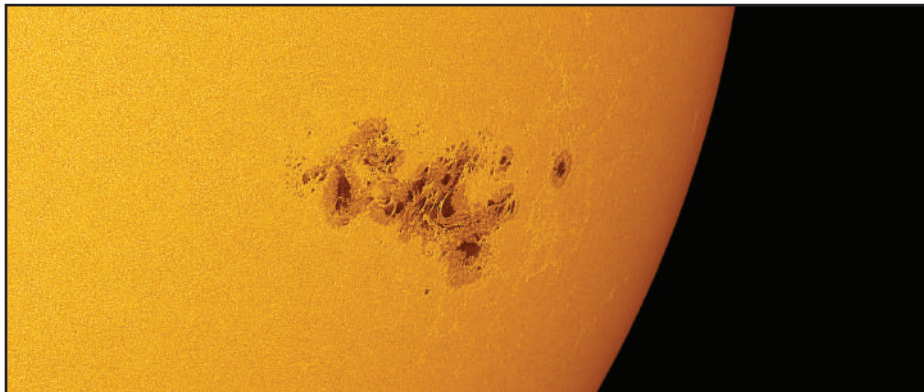
Piše:

Danijel Reponj
Zvezdarnica Apollo

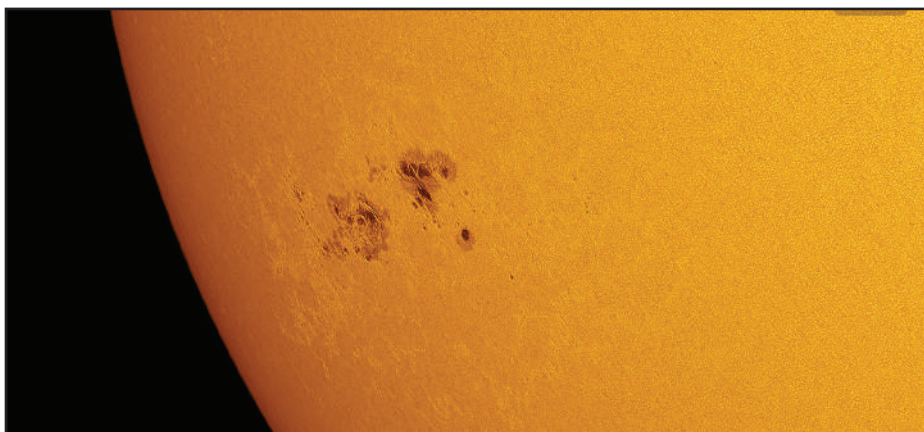
Još od prvih promatranja Sunca, od vremena Galilea pa sve do danas, postojala je potreba da se Sunčeve pjege nekako označe, odnosno da ih se evidentira. Američka Nacionalna uprava za oceane i atmosferu (NOAA) 5. siječnja 1972. godine počela je s označavanjem koje se i danas službeno koristi. Njihova metoda označava grupe pjega sa širim pojasom oko pjega. Ta površina nosi naziv Active region (aktivno područje), a označava se s dva slova, AR, koja označavaju pojam Active Region iz kojih slijedi četveroznamenkasti broj. A kako se dodjeljuju brojevi iz slovnih oznaka? Radi se o rednom broju koji ima četiri znamenke, a 1972. godine počelo je oznakom AR0001. I tako je to išlo sve do 14. lipnja 2002. godine kada se "izvrtio" brojač i na red je došla oznaka koja je trebala biti AR10000, no to se nije dogodilo. Iz praktičnih računalnih razloga zadržao se sustav brojanja s četiri znamenke pa se redni broj 10000 pisao kao 0000. Iako se i dalje pišu samo četiri znamenke, podrazumijeva se da je riječ o 1XXXX načinu označavanja.

Aktivna područja

Do kada vrijedi dodijeljena oznaka aktivnog područja? Oznaka dodijeljena aktivnom području na Sunčevoj površini nije trajna, nego traje točno koliko se to područje vidi. Budući da vidimo samo aktivna područja koja su na strani Sunca okrenutoj prema Zemlji, a Sunce se u prosjeku okrene oko svoje osi jednom u svakih 27 dana (ekvator rotira brže od polova), isto aktivno područje može se vidjeti više od jedanput (ako to traje dovoljno dugo). U tom slučaju, aktivno područje će dobiti



Grupa Sunčevih pjega oznake AR3664, snimljena 11. 5. 2024.



Grupa Sunčevih pjega AR3697 (prije AR3664) snimljena 30. 5. 2024. godine teleskopom MAK 127/1500 mm i astrokamerom ZWO ASI462MC kroz Baader AstroSolar filter

novi broj. Dakle, dugovječno aktivno područje može dobiti nekoliko brojeva. To znači da ako se na ekvatoru Sunca nalazi velika grupa pjega koja je dovoljno postojana da preživi taj ciklus Sunčeve rotacije od 27 dana, mi ćemo ju ponovo vidjeti kako se drugi put pojavljuje na istoku. Tada će se tom aktivnom području dodijeliti nova oznaka, a neće zadržati staru, prije dodijeljenju. No to su rijetki događaji. Klasični životni vijek Sunčevih pjega je oko dva tjedna i rijetke izdrže cijelu Sunčevu rotaciju. Jedna grupa upravo se ponovo pojavila ovih dana na istočnom rubu Sunčeve ploče. Na priloženim astrofotografijama vidimo skupinu Sunčevih pjega oznake AR3664 koja je izazvala spektakularnu polarnu svjetlost i nad našim krajevima. Na prvog

astrofotografiji ta se skupina pjega nalazi na zapadnom rubu Sunčeve ploče 11. 5. 2024. godine, dva dana prije nego će zaći iza ruba Sunca. Na drugoj astrofotografiji vidimo tu istu skupinu pjega koja se 30. 5. 2024. godine pojavila ponovo, na istočnom dijelu Sunčeve ploče. No kako smo rekli, sada je dobila novu oznaku AR3697 iako je riječ o istoj skupini pjega koja je ranije imala oznaku AR3664. Uspjela je preživjeti dovoljno dugo da se opet pojavi na strani Sunca koja je okrenuta prema nama. I još uvijek je aktivna, tako da je moguće da nas opet iznenadi nova serija polarne svjetlosti nad našim krajevima kojoj je uzrok ova skupina pjega. Kako vidimo, naša zvijezda je prepuna iznenađenja i trebamo ju držati na oku.

KOZMIČKE ZVIJERI II. dio

Mjerenje svemirskih udaljenosti pomoću bijelih patuljaka koji postanu supernove

Piše:
dr. sc. Tomislav Jurkić

Jedan od temeljnih problema u astronomiji, od pradavnih vremena do danas, je kako odrediti udaljenosti nebeskih objekata. Problem je posebno izražen kada su u pitanju ogromne udaljenosti do dalekih galaksija. Astronomi su se dovinuli raznim metodama, a jedna od najvažnijih je korištenje „standardnih svijeća“, poput supernova, ali ne bilo kakvih nego posebnog tipa Ia. U prošlom broju Vega horizonta započeli smo priču o supernovama, a sada ćemo se osvrnuti na tu važnu podskupinu supernova i kakvu ulogu igraju bijeli patuljci u tome.

Bijeli patuljci

Bijele patuljke najjednostavnije je opisati kao ostatak gustog, vrućeg središta zvijezde slične Suncu, preostalog nakon što je zvijezda otpuhala svoje vanjske slojeve u završnim fazama svoga života, odnosno

evolucije. Nakon što zvijezda iscrpi vodik, svoje nuklearno gorivo, u središtu preostaje helij koji ne sudjeluje u nuklearnim reakcijama te se više ne oslobađa dovoljno energije za podršku visokom tlaku širenja koji se odupire gravitacijskom stezanju. Posljedica je gubitak ravnoteže i počinje kompresija (stezanje) središta zvijezde koje može dovesti i do potpunog kolapsa. To će omogućiti pokretanje nuklearnih reakcija fuzije helija pa nakon toga i težih elemenata, ali takve zvijezde manjih masa neće završiti u katastrofalnoj eksploziji jer više ništa ne može zaustaviti kompresiju.

Naime, prije potpunog urušavanja središte zbog kompresije postigne vrlo visoke gustoće pri kojima neobično kvantno ponašanje elektrona dolazi do izražaja. Elektroni se kod tih ekstremnih gustoća tvari opiru daljnjem međusobnom približavanju te stvaraju dodatni tlak koji uravnotežuje gravitacijski kolaps. Takvi se elektroni i elektronski plin

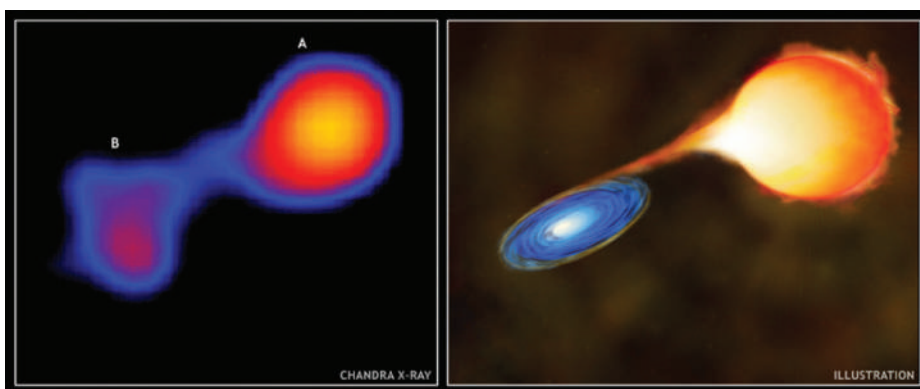
nazivaju degeneriranim. Ukoliko zvijezda otpuhne vanjske, nedeGenerirane slojeve, preostat će vruće, ogoljeno, degenerirano središte izravno vidljivo našim teleskopima. Takve se zvijezde, tj. ostaci zvijezda, nazivaju bijelim patuljcima i život započinju s površinskim temperaturama većim od 100.000 stupnjeva. Bijeli patuljci imaju masu sličnu Sunčevoj masi, no veličine su planeta Zemlje, milijun puta veće gustoće nego što je gustoća vode. Kada bismo zagrabili čajnom žličicom bijelog patuljka, u nju bismo smjestili oko pet tona materije bijelog patuljka.

Subrahmanyam Chandrasekhar, indijski astrofizičar, sredinom 1930-ih godina otkrio je da bijeli patuljci ne mogu biti stabilni ukoliko imaju masu veću od 1,4 Sunčevih masa (Chandrasekharova granica).

Supernove Ia

Ukoliko bijeli patuljak postigne masu iznad te vrijednosti, uslijedit će gravitacijski kolaps te nastanak supernove tipa Ia. S obzirom da je granična masa stabilnosti bijelog patuljka strogo određena, njihov kolaps oslobodit će uvijek istu gravitacijsku potencijalnu energiju te postići uvijek isti maksimalni sjaj. Stoga kolaps bijelog patuljka može objasniti supernove tipa Ia kao standardne svijeće. Tek je nedavno, 2014. godine, opažački potvrđeno da su bijeli patuljci odgovorni za nastanak supernova Ia.

Prirodno se nameće pitanje što uzrokuje prirast mase bijelog patuljka iznad Chandrasekharove granice? Trenutno su aktualna dva



Simbiotski dvojni sustav Omicron Ceti crvenog diva i bijelog patuljka: lijevo snimka u rendgenskom području, desno umjetnički prikaz sustava. (Credits: X-ray image NASA/CXC/SAO/M. Karovska et al.; Illustration: CXC/M.Weiss)

moгуća scenarija. Oba scenarija uključuju dvojne zvjezdane sustave u kojima je barem jedna komponenta bijeli patuljak. Većina zvijezda u svemiru nalaze se u dvojn timer i višestrukim zvjezdanim sustavima, no toliko su međusobno udaljene da ne utječu na međusobnu evoluciju komponenata. U manjem dijelu zvjezdanih sustava udaljenost između komponenata je toliko malena da dolazi do međudjelovanja u obliku toka plina i prijenosa mase s veće komponente na onu manju, kompaktniju i gušću. Ukoliko je kompaktnija komponenta bijeli patuljak, a druga komponenta divovska zvijezda, plin će s divovske zvijezde strujati u okolinu bijelog patuljka i formirati akrecijski disk kroz koji će padati na površinu bijelog patuljka.

U ovakvim simbiotskim sustavima može se prijenosom plina nagomilati dovoljno materije na površini bijelog patuljka da njegova masa pređe 1,4 Sunčeve mase, što će dovesti do gravitacijskog kolapsa i nastanka supernove tipa Ia. Primjer takvog dvojn timer sustava crvenog diva i bijelog patuljka mase bliske Chandrasekharovoj granici su RS Ophiuchi i T Corona Borealis. Nedostatak ovog scenarija je periodično aktiviranje termonuklearnih reakcija na površini bijelog patuljka kada se nakupi dovoljno materije te po-



Supernova tipa Ia, kodnog naziva SN1994D, u galaksiji NGC4526 (Credit: NASA/ESA HUBBLE HIGH-Z SUPERNOVA SEARCH TEAM)

sljedično povećanje sjaja poznatog pod imenom „nove“, što onemogućuje dostizanje Chandrasekharove granice i kolaps u supernovu. RS Ophiuchi je posljednju takvu erupciju nove doživio 2021. godine. Erupcija nove T Corone Borealis se očekuje do kraja ove godine kada bi trebala doseći sjaj Sjevernjače od oko dvije magnitude.

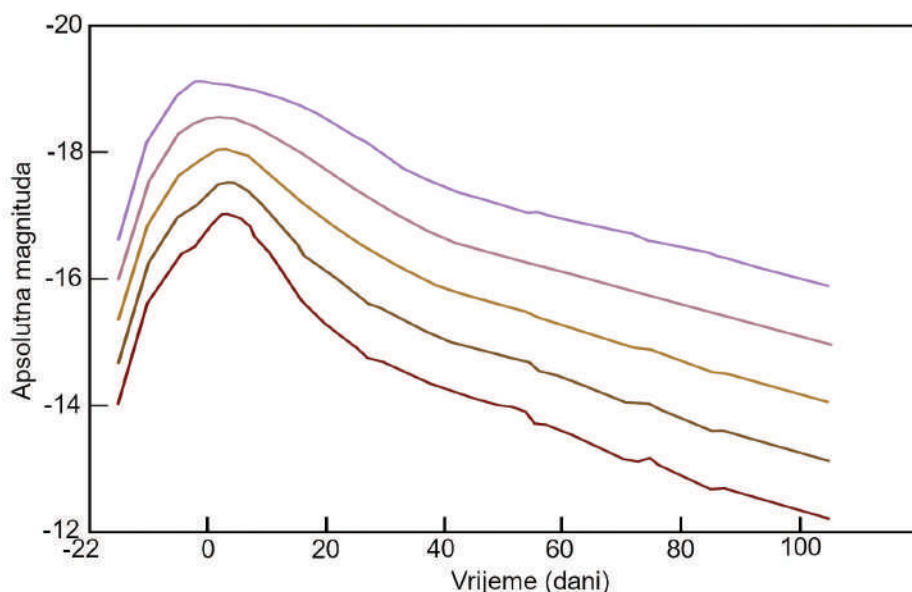
Još mogućnosti

Drugi scenarij nastanka supernove tipa Ia je stapanje dvaju bijelih patuljaka, komponenata dvojn timer zvjezdanog sustava. Pri takvom stapanju njihova ukupna masa biti će veća od Chandrasekharove granice i uzrokovati kolaps u supernovu. Nedavna istraživanja pokazala su da je učestalost pojavljivanja

dvojn timer sustava bijelih patuljaka u Mliječnom putu dovoljna za nastanak jedne supernove la svakih 100 godina. Problem ovog scenarija je različita moguća ukupna masa oba bijela patuljka, što može uzrokovati različit sjaj supernove i onemogućiti njihovu upotrebu kao standardne svijeće. Danas ne možemo pouzdano odrediti koji se od ova dva scenarija doista zbiva. Naime, supernove u Mliječnom putu i susjednim galaksijama vrlo su rijetke, s brзом promjenom sjaja, te je vrlo zahtjevno opaziti zvijezdu neposredno prije eksplozije. Zadnja supernova la u Mliječnom putu eksplodirala je 1604. godine u zvijezdu Ophiuchus te je postigla magnitudu sjaja od čak -2.5, što ju je činilo najsajnijom zvijezdom na noćnom nebu.

Luminozitet (količina energije izračena u jedinici vremena) supernova la ipak nije konstantan te možemo govoriti o standardiziranim, a ne standardnim svijećama. Naime, maksimalni sjaj, kao i oblik svjetlosne krivulje, odnosno opadanje sjaja tijekom vremena, ovisi o nizu drugih svojstava bijelog patuljka poput kemijskog sastava i mehanizma prijenosa mase, a koji nisu poznati. No poznavajući oblik svjetlosne krivulje i brzinu opadanja sjaja, moguće je korigirati luminozitet supernova i vrlo ih pouzdano koristiti u određivanju udaljenosti.

Supernove la ključne su za određivanje strukture, sastava i prirode svemira, njegovog nastanka i evolucije te potvrde kozmoloških modela. Veliki pregledi neba nastoje u kratkom vremenu opaziti što je moguće više supernova. Dark Energy Survey (DES), pregled neba kojemu je cilj odrediti sastav svemira i udio tamne energije, opazio je oko 1.500 novih supernova la od 2013. do 2019. godine. Drugi veliki pregled neba usmjeren opažanju promjenjivih zvijezda, Zwicky Transient Factory, u posljednje je tri godine opazio 3.000 novih supernova. S druge strane, pravu revoluciju u opažanju supernova donijet će opservatorij Vera C. Rubin gdje se očekuje otkriće 3 do 4 milijuna supernova u 10-godišnjem pregledu koji započinje 2025. godine.



Svjetlosne krivulje Supernova Ia – brzina opadanja sjaja ovisi o maksimumu sjaja

POSJETITELJI IZ SVEMIRA

Kometi, meteori i meteoriti

Piše:

Boris Štromar
AD Beskraj

Kad se na noćnom nebu pojavi "ono nešto s repom", u javnosti, a nažalost nerijetko i u medijima, nastane kaos oko imenovanja te pojave. Meteor ili komet? Asteroid ili meteoroid? Većini je to sve ista stvar, ali mediji bi se ipak trebali potruditi koristiti ispravne nazive pa se nadamo da će ovaj tekst pomoći u tome.

Najčešći pojmovi koji se miješaju su komet i meteor, dakle "ono nešto s repom" na noćnom nebu. U principu se u javnosti najčešće misli na meteor - sjajni trag koji ostavljaju male čestice kada iz svemira velikim brzinama ulijeću u zemljinu atmosferu. Budući da se radi o ogromnim brzinama, 20 - 70 kilometara u sekundi, svjetlosni trag izgaranja te čestice traje najviše nekoliko sekundi.

Veličina tih čestica je jako malena, poput zrnca pijeska ili graška, a ponekad bude i većih koji ostavljaju nezaboravne jake sjajne tragove. Dok putuju Sunčevim sustavom, nazivaju se meteoroidi. Te čestice su prašina koja je zaostala od stvaranja Sunčevog sustava ili nastala međusobnim sudarima raznih tijela u sustavu.

Komet

Kometi, koji se popularno nazivaju "zvijezde repatice", jedan su od izvora tih čestica. Za razliku od meteoroida, kometi su tijela znatno većih dimezija. Jezgra im je najčešće velika nekoliko kilometara. Kada se približe Suncu, zbog zagrijavanja dolazi do sublimacije materijala (prelazak iz čvrstog stanja direktno u plinovito) pa razvijaju rep koji se pruža u smjeru suprotnom



Meteor snimljen danju - isječak iz videa, snimio: Tomislav Čar; Meteorit Križevci iz 2011., foto: Hrvatska meteorska mreža

od Sunca. Treba im najčešće nekoliko desetaka, pa i tisuća godina, da naprave jednu orbitu oko Sunca, što znači da ih nikada nećete vidjeti da velikom brzinom lete po nebu! Oku će izgledati kao da su statični objekti na zvijezdnom nebu.

U Sunčevom sustavu je jako puno kometa, no izuzetno su rijetki oni koje možemo vidjeti okom, naročito iz svjetlosno onečišćenih gradova. Otkrića kometa se rade velikim profesionalnim teleskopima, što znači da ne možete jednu noć samo ležerno baciti oko na nebo i ugledati zvijezdu repaticu. Novootkrivenim kometima se precizno analiziraju putanje oko Sunca, iz čega astronomi mogu zaključiti hoće li neki biti vidljiv golim okom na nebo i kada. Komete koje možemo uočiti dvogledom smatramo da su prilično sjajni i da vrijedi potruditi se

i pronaći ih. Rep kometa, osim plina, sadrži i čestice prašine koje drukčijim brzinama nastavljaju svoj put oko Sunca otprilike u istoj orbiti kao i matični komet. Naš planet u svom putu oko Sunca ponekad presiječe orbitu nekog periodičnog kometa i tada nastaje meteorski pljusak - povećan broj meteora, sjajnih tragova koji su rezultat sudara tih čestica s našom atmosferom. Upravo to se događa za vrijeme popularnih ljetnih meteora "suza sv. Lovre" kada ih se može vidjeti i više od sto komada u jednom satu. Suze sv. Lovre astronomi nazivaju "perzeidi" jer im tragovi prividno izviru iz područja unutar zvijezda Perzej.

Meteor

Čestice koje stvaraju meteore uglavnom su toliko sitne da u potpunosti isparavaju u atmosferi i uglavnom ne uspijevaju doći do tla. Samo tijela koja su dovoljno velika i čvrsta mogu pre-



KAMENJE S NEBA

Hrašćinski meteorit iz 1751. godine

Mnogima je nepoznato da je jedan događaj u Hrvatskoj odigrao vrlo važnu ulogu u spoznaji da s neba može "padati kamenje". Dana 26. svibnja 1751. godine kod mjesta Hrašćina (u Krapinsko-zagorskoj županiji), viđen je ogroman bolid koji se uz tutnjavu raspao, nakon čega su neki očevici pronašli komade željeznog meteorita i odnijeli ga u župni dvor te je vikar zagrebačke biskupije, Vuk Kukuljević, napravio detaljan izvještaj. To je bilo prvi put na svijetu da je zabilježeno i dokazano kako objekti iz svemira doista padaju na Zemlju jer se do tada mislilo da su meteoriti vulkanskog porijekla. Hrašćinski meteorit je u potpunosti željezan i zabilježen je pronalazak dva primjerka od 39.76 i 8.96 kg, od kojih se veći čuva u Prirodoslovnom muzeju u Beču. Legenda kaže da je lokalno stanovništvo dio materijala meteorita prekovalo u čavle. Na obljetnicu pada Hrašćinskog meteorita Klub ljubitelja zavičajne baštine Hrašćina organizira manifestaciju "Hrašćinski astro" koja je ove godine imala svoje osmo izdanje uz brojna predavanja, opažanja teleskopima i posjet lokaciji pada ovog legendarnog meteorita.



živjeti prolazak kroz atmosferu. Tada je trag na nebu jako sjajan pa se takvi meteori nazivaju vatrene kugle. Izrazito veliki komadi mogu biti toliko sjajni da su vidljivi čak i danju. Trag tako sjajnog meteora koji se najčešće vidno raspadne na manje komade naziva se bolid. Jedan spektakularni bolid mogao se vidjeti 28. 2. 2020. iz Hrvatske u 10.30 ujutro, a dijelovi su pronađeni u Sloveniji.

Meteorit

Ostatak svemirskog tijela koje se pronađe na tlu naziva se meteorit. Meteoriti mogu biti metalni, kameni ili u nekom miješanom obliku, što znači da potječu od čvrstih tijela - asteroida. Asteroidima se smatraju svi čvrsti objekti u Sunčevom sustavu koji su ugrubo veći od 2 do 3 metra. Budući da su kometi najčešće grube kombinirane nakupine leda i prašine, njihovi dijelovi ne preživljavaju prolazak kroz atmosferu. Bez obzira kojeg je porijekla materijal koji prilikom ulaska u atmosferu ostavlja sjajni trag na nebu, taj trag se uvijek naziva meteor.

Mnogima je nepoznato da je jedan događaj u Hrvatskoj odigrao vrlo važnu ulogu u spoznaji da s neba može "padati kamenje". Dana 26. svibnja 1751. godine kod mjesta Hrašćina viđen je ogroman bolid koji se uz tutnja-



Komet Hale-Bopp, Foto Zoran Novak / AD Vega

vu raspao, nakon čega su neki očevici pronašli komade željeznog meteorita i odnijeli ga u župni dvor te je vikar zagrebačke biskupije, Vuk Kukuljević, napravio detaljan izvještaj. To je bilo prvi put na svijetu da je zabilježeno i dokazano kako objekti iz svemira doista padaju na Zemlju jer se do tada mislilo da su meteoriti vulkanskog porijekla. Hrašćinski meteorit je u potpunosti željezan i zabilježen je pronalazak dva primjerka od 39.76 i 8.96 kg,

od kojih se veći čuva u Prirodoslovnom muzeju u Beču. Legenda kaže da je lokalno stanovništvo dio materijala meteorita prekovalo u čavle.

Na obljetnicu pada hrašćinskog meteorita Klub ljubitelja zavičajne baštine Hrašćina organizira manifestaciju "Hrašćinski astro" koja je ove godine imala svoje osmo izdanje uz brojna predavanja, opažanja teleskopima i posjet lokaciji pada ovog legendarnog meteorita.

ARHEOASTRONOMIJA I.

Arheoastronomija u Hrvatskoj

Piše:

Antonio Manhard
mag. archeol.

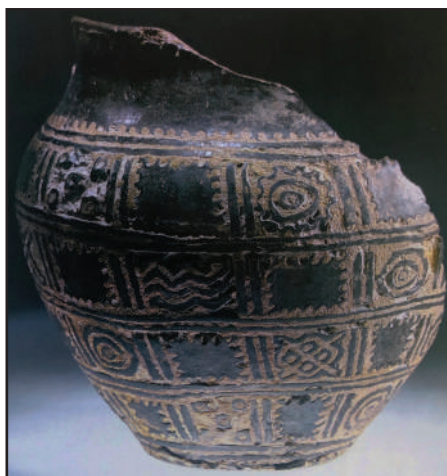
Arheoastronomija proučava ljudsku percepciju svemira kroz povijest. Ovo interdisciplinarno polje znanosti kombinira arheologiju, astronomiju, povijest i antropologiju u cilju boljeg razumijevanje načina na koji su ljudi tumačili nebeske pojave i kako je to utjecalo na njihovu kulturu i svakodnevni život. Promatranje zvijezda i astronomskih pojava aktivnost je koju možemo pratiti kod brojnih drevnih naroda od najranije ljudske povijesti. Iz ovih promatranja nastajale su cijele religije i vjerovanja koja su se asocijirala uz određenu nebesku aktivnost. No osim religijske važnosti, promatranje neba imalo je i osnovnu utilitarnu funkciju kao što je označavanje vremena kada je najbolje zasijati usjeve. Neki od najpoznatijih dokaza koji ukazuju na bavljenje astronomijom kod drevnih civilizacija su piramide u Egiptu, Stonehenge u Velikoj Britaniji, Newgrange u Irskoj, Chichén Itzá u Meksiku i brojni drugi. Začetke astronomskih promatranja također možemo pratiti i na području Hrvatske i to u razdoblju od prije skoro 5.000 godina na primjeru vučedolske kulture.

Vučedolski kalendar

Vučedolsku kulturu datiramo u razdoblje od oko 2900. do 2400. g. pr. Kr. Ova bakrenodobna kultura inicijalno se razvija na području istočne Slavonije, no kroz kontinuirano širenje pripadnike iste kulture možemo pronaći na prostoru gotovo cijele središnje i jugoistočne Europe. Vučedolci se u ranim fazama bave prvenstveno stočarstvom, no u kasnijim fazama sve veći fokus dobiva rudarenje i metalurgija bazirana na bakru. Nova rudonosna područja te njihova eksploatacija jedna su od glavnih motivacija za širenje po Europi. Prerada rudače i pro-

*Horizontalne trake predstavljaju godišnja doba*

izvodnja metala dovodi do značajnih tehnoloških inovacija kao što su višedijelni glineni kalupi, mijeh, legure ili kupolaste peći. Prilikom arheoloških istraživanja 1978. godine na lokalitetu Vinkovci - Hotel, otkrivena je jama koja je bila dio podnice kuće koja je pripadala vučedolskoj kulturi. Dno jame sadržavalo je dvodijelne glinene kalupe koji su služili za lijevanje bakrenih sjekira s posudom u kojoj se topio bakar. Osim kalupa pronađene su tri keramičke posude: trbušasta amforica s ušicama koje su služile za vješanje, takozvana kadionica koja je mogla služiti i kao zvečka budući da je u sebi imala tri kamene kuglice i, za nas najrelevantniji, bogato ukrašen lonac s prikazom kalendara. Lonac



*Vučedolski kalendar
(A. Durman, Vučedolski Orion
i najstariji europski kalendar,
Zagreb 2000, 99.)*

je ukrašen s četiri paralelne trake od kojih je svaka podijeljena u kvadrate. U potpunosti je sačuvana samo najniža traka koja je podijeljena u dvanaest kvadrata. Gledajući odozdo, svaki drugi kvadrat u prvoj traci sadržavao je drukčiji ukras. Paralelna traka iznad ukrašena je po istom rasporedu s drukčijim motivima s time da je sam raspored bio u stilu šahovnice tako da se iznad praznog kvadrata u prvoj traci nalazio ukrašen kvadrat u drugoj traci i obrnuto. Analizom ukrasa na posudi može se zaključiti da horizontalne trake predstavljaju četiri godišnja doba dok daljnja razdjeljivanja svake trake u dvanaest kvadrata predstavlja tjedne čime dobivamo četiri tjedna po mjesecu, odnosno tri mjeseca po svakom godišnjem dobu. Vučedolci su za označavanje godišnjih doba koristili simbole za Sunce, zvijezda i pojedine planete. Od planeta možemo prepoznati Mars i Veneru, a od zvijezda su vidljivi Orion, Plejade, Kasiopeja, Labud, Pegaz, Ribe i Blizanci. Kako su točno Vučedolci računali dane u jednoj godini i koje je značenje iza urezanih astronomskih simbola saznat ćemo u sljedećem broju.

1. Arheoastronomija. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. Pristupljeno 5.6.2024. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/arheoastronomija>

2 A. Durman, Celestial symbolism in the Vučedol culture, u: M. Budja (ur), Documenta Praehistorica XXVIII, Ljubljana 2001, 215. Dalje u tekstu Durman 2001.



INVAZIVNE VRSTE

Ljubimci, neprijatelji u prirodi

Piše:

Ivana Horvat

JU Međimurska priroda

Mnogi od nas ni ne znajući bili su, ili još uvijek jesu, vlasnici neke invazivne strane vrste. Pružaju nam zadovoljstvo kao kućni ljubimci u našem domu ili kao dio okućnice. Namjernim ili nenamjernim puštanjem izvan kućnog praga postaju jedna od najvećih prijetnji zavičajnoj prirodi.

Vrste koje u nekom području prirodno ne obitavaju, nego su u njega unesene, nazivamo stranim vrstama. Ako pritom ugrožavaju autohtone vrste zbog svojih invazivnih karakteristika (brzo i lako se šire, nemaju prirodnog neprijatelja, prenose bolesti, natječu se za hranu i stanište, mijenjaju uvjete na staništu, utječu na gospodarstvo ili zdravlje ljudi), nazivamo ih invazivnim stranim vrstama (engl. Invasive Alien Species, IAS). Zbog štete koju prouzrokuju globalni su problem i jedan od glavnih uzroka smanjenja bioraznolikosti.

Broj stranih i invazivnih stranih vrsta raste s rastom trgovine, ekonomije i turizma. U Europi je zabilježeno oko 14.000 stranih vrsta, a procjenjuje se da je 10 - 15 % njih invazivno. Kako bi se regulirala problematika invazivnih stranih vrsta, na razini Europske unije donesen je popis vrsta koje izazivaju



Crvenouha kornjača ponajprije se prepoznaje po crvenoj pruzi kod oka

zabrinutost u Uniji, tzv. Unijin popis.

88 vrsta

Na popisu se trenutno nalazi 88 vrsta od kojih je njih 28 zabilježeno u Republici Hrvatskoj. Najpoznatije su crvenouha kornjača, žljezdasti nedarak, prava svilenica, signalni rak, barska nutrija, sunčanica, crni somić, žljezdasti pajasen... Osim Unjinog popisa, na razini države donesena je crna i bijela lista kojom se također regulira

upravljanje s njima.

Borba s invazivnim stranim vrstama dugotrajna je, skupa i tehnički zahtjevnija i zato je najbolje prije svega spriječiti njihov unos u prirodu. Svako može pomoći u kontroli njihovog širenja. Ako ih uočite u prirodi, možete ih prijaviti putem aplikacije Invazivne vrste u Hrvatskoj ili mrežnog obrasca za dojavu nalaza na službenoj mrežnoj stranici Invazivne strane vrste.



Ružičasti cvjetovi u obliku "kacige" znak su raspoznavanja za žljezdasti nedarak



Signalni rak

NOVOSTI IZ UDRUGE

Aktivnosti članova Astronomskog društva Vega u svibnju u lipnju

Piše:**Dragutin Kliček****O svjetlosnom onečišćenju**

U idiličnom ambijentu dvora Trakošćan i ove godine je održana manifestacija "Noć tvrđava" koja je privukla brojne posjetitelje iz cijele regije. Bogat program održan u petak, 10. svibnja objedinio je povijest, kulturu, astronomiju i glazbu pa je večer započela otvaranjem izložbe "Žena u životu samostana Arouca". Nakon otvorenja izložbe član AD Vega Dragutin Kliček održao je predavanje za okupljene pod nazivom "Tamna strana svjetlosti" u kojem se osvrnuo na problem svjetlosnog zagađenja te utjecaj umjetne svjetlosti na floru, faunu i čovjeka. Nakon predavanja za posjetitelje je na istočnoj kuli dvorca organizirano promatranje neba teleskopom uz vodstvo kolega astronoma iz AD-a Meteor Zabok, a za tu prigodu ugašena je i rasvjeta oko samoga dvorca. Za kraj programa kao glazbena poslastica održan je koncert J. R. Augusta, nagrađivanog mladog glazbenika iz Zaboka.

STE(A)M festival

U Parku znanosti Centra znanja Međimurske županije, u petak, 10. svibnja te subotu, 11. svibnja održan je 2. STE(A)M festival. Manifestacija je

organizirana u sklopu obilježavanja Dana Europe, a organizirali su ju Javna ustanova za razvoj Međimurske županije REDEA i EUROPE DIRECT Čakovec, a tim povodom održane su brojne znanstvene radionice te aktivnosti za više stotina mladih, ali i odrasli. U sklopu festivala organiziran je i Dan tehničke kulture Međimurske županije pa se svojim aktivnostima predstavilo i astronomsko društvo Vega kao udruga članice Zajednice tehničke kulture Međimurske županije. Za posjetitelje je organizirano promatranje Sunca te posebno atraktivne Sunčeve pjega zaslužne za izbačaj plazme sa Sunca te posljedične aurore koja je time uzrokovana.

Povodom Dana špilje Vindije

Članovi astronomskog društva Vega iz Čakovca i astronomskog društva Beskraj iz Zagreba održali su zajedničku aktivnost u sklopu manifestacije "Dani špilje Vindije" u Donjoj Voči kod Varaždina. U sklopu manifestacije Općine Donja Voća, kojom se obilježava 60. godina od proglašenja špilje Vindije zaštićenim paleontološkim spomenikom prirode, predavanje pod zvjezdanim nebom održao je Vedran Vrhovac, potpredsjednik AD-a Beskraj, i voditelj portala Zvezdopisi.com. Osim o nebu danas te u vrijeme neandertalaca, odgovorio je na pitanja kako

daleko možemo vidjeti u prošlost svemira, koji su najdalji objekti koje možemo vidjeti bez teleskopa te koje su granice našega pogleda u beskonačnost svemira. Nakon predavanja predsjednik AD-a Vega Zoran Novak okupljenima je dao nekoliko savjeta za promatranje nebeskih objekata nakon čega se zavirilo kroz okular teleskopa s automatskim navođenjem te promatralo Mjesec, zvjezdane skupove i maglice. Navedene aktivnosti plod su međusobne suradnje udruga na aktivnostima, kao i suradnje udruga s jedinicama lokalne samouprave s ciljem približavanja astronomije široj javnosti te uključivanja udruga u rad na projektima kojima se promoviraju prirodne znanosti. Vrijedi istaknuti i da je zahvaljujući suradnji s Općinom za vrijeme predavanja na području Donje Voće ugašena javna rasvjeta čime su se uvjeti za promatranje znatno poboljšali.

Novi teleskop

Temeljem molbe AD-a Vega za zamjenu 47 godina starog teleskopa u čakovečkoj zvjezdarnici, Grad Čakovec odobrio je donaciju u iznosu od oko 22.800 eura za nabavku nove opreme. Postavit će se montaža za teleskope za noćno i dnevno promatranja, a opremit će se i kamerom te spektrometrom.

*Promatranje uz AD Meteor**Promatranje Sunca**Predavanje u suradnji s AD-om Beskraj / Foto: V. Braniša*

POTICANJE IZVRSNOSTI

57. Državno natjecanje iz astronomije

Članovi AD-a Vega sudjelovali su kod izrade praktičnih radova učenika svih uzrasta

Piše:

dr. sc. Dejan Vinković

U Varaždinu je na Elektrostrojarskoj školi od 20. do 22. svibnja 2024. godine održano Državno natjecanje iz astronomije na kojem je sudjelovalo 78 učenika od 5. razreda osnovne škole do 4. razreda srednje. Astronomsko društvo Vega je aktivno sudjelovalo u pripremi za natjecanje nekoliko učenika svih uzrasta, uglavnom kroz suradnju s Centrom izvrsnosti iz Varaždina i AD-om Varaždin. Teme koje su suradnjom obrađene su šarolike: mjerenje vrtnje neba, određivanje utjecaja sjaja neba na veličinu galaksija, snimanje galaksija, fotometrija zvijezda, mjerenje spektra satelita i njihova fotometrija, izrada HR dijagrama fotometrijom zvijezda na RGB slikama, mjerenje utjecanja *seeinga* na sjaj zvijezda te izrada radioteleskopa. Među tim učenicima bila je i pobjednica 6. razreda, Elizabeta Canjuga (VI. OŠ Varaždin, mentorica Milica Žabčić) s radom „Veličina maglica mjerena na slikama različitih ekspozicija“, a dvoje učenika zauzelo je treće mjesto: u 5. razredu Karlo Slunjski (OŠ Podrute, Donje Makojišće, mentorica Milica Žabčić) s radom „Vrtnja neba“, te u 1. razredu srednje škole Dino Bregović (Prva gimnazija Varaždin, mentor Denis Barčot) s radom „Izrada HR dijagrama RGB fotometrijom skupova zvijezda“.

„Morala sam uložiti mnogo truda, učenja i rada kako bih ostvarila ovakav rezultat. Mnogo su mi pomogli mentori s Centra izvrsnosti, a i otac mi je pomogao s matematikom. Nije bilo lako, no uz mnogo odricanja sve je moguće“, rekla nam je Elizabeta. Njezinom uspjehu uvelike je doprinio i trud njezine mentorice, profesorice Milice Žabčić. Primjećuje da je astronomija djeci vrlo atraktivna STEM



Elizabeta Canjuga, prvakinja iz astronomije za 6. razrede, i njezina mentorica Milica Žabčić, prof.

znanost. „Uz odlično opremu na Elektrostrojarskoj školi, gdje se i provodi nastava iz astronomije za učenike, spomenula bih i vanjske „pomagače“ odnosno važnu logističku i stručnu pomoć članova AD-a Vega i AD-a Varaždin koji pomažu kod terenskih radnji (rad na teleskopima i fotografiranje noćnog neba)“.

Interes za astronomiju

Pitali smo prof. Žabčić i kako se lokalna sredina nosi s interesom djece za astronomiju. „Po mom mišljenju, izrazito je malo mogućnosti gdje bi djeca učila astronomiju. U školama se astronomija tek rijetko pojavljuje kao izvannastavna aktivnost, a u Varaždinskoj županiji tek se na samo četiri škole provodi kao ista. Zbog velikog interesa prije šest godina osnovan je Centar izvrsnosti iz astronomije kao jedan velik i uspješan projekt Županije u kojem su apetiti djece za tom znanosti prepoznati pa je djeci na taj način omogućeno da usavršavaju svoje znanje i nauče nešto novo kroz astronomske radionice. Polaznici Centra zapravo su visoko motivirana djeca, a njihov rast i razvoj u učenju astronomije omogućuje im kvalitetna naobrazba koju provodimo mi, mentori“. Natjecatelji su imali pisani test i



Učenici su u zvjezdarnici Čakovec usvajali teorijska znanja, a potom na terenu praktična

praktični rad koji su nosili maksimalno 50 bodova svaki. Tako su, uz Elizabetu, ukupni pobjednici po uzrastima bili: Vito Majić, 5. razred (OŠ Bogumila Tonija, Samobor, mentorica Snježana Horvatić) s radom „Mjerenje kutnih udaljenosti između zvijezda u zvijezdu Orion i trenutni položaj Mjeseca među zvijezdama“, Jerčić, Marta, 7. razred (OŠ Kman – Kocunar, Split, mentor Tomislav Taфра) s radom „Mjerenje visine satelita u orbiti oko Zemlje“, Sofija Dumančić, 8. razred (OŠ Augusta Šenoje, Zagreb, mentorica Štefica Dumančić Poljski) s radom „Kako nastaju pomrčine“, Petra Grubeša, 1. srednje (XV. gimnazija, Zagreb, mentorica Stela Vugrinčić) s radom „Određivanje brzine rotacije Sunca pomoću sunčevih pjega“, Ema Donev, 2. srednje (XV. gimnazija, Zagreb, mentor Marko Movre) s radom „Pronalaženje Blazhko zvijezda izvan skupova zvijezda“, Lukas Jagodić, 3. srednje (Prirodoslovna škola Vladimira Preloga, Zagreb, mentorica Suzana Galović) s radom „Spektroskopija otvorenog skupa Plejade“, i Mihael Lovrić, 4. srednje (Gimnazija Matija Mesić, Slavonski Brod, mentorica Marina Gojković) s radom „Određivanje udaljenosti galaksija prema njihovom spektru“.

VIDLJIVO NA NEBU

Što nas očekuje u nadolazećim noćima?

Donosimo pregled nebeskih pojava i objekata vidljivih iz naših krajeva koje možete uočiti na noćnome nebu golim okom ili dalekozorom

Piše:

Miroslav Smolić

Već tradicionalno donosimo vam pregled nebeskih pojava i objekata koji su dobro vidljivi iz naših krajeva, a promatrati se mogu bez posebne opreme. Pregled je za razdoblje srpanj i kolovoz 2024. g. Priložena karta je za sredinu toga razdoblja, odnosno 1. kolovoza 2024. u 2 sata ujutro.

Zemlja je u afelu, odnosno najdalje od Sunca 5. srpnja. Sredinom razdoblja astronomski sumrak počinje oko 22.30, a završava nešto prije 4 sata ujutro. U kolovozu će biti vidljive i suze sv. Lovre, odnosno meteorski roj Perzeidi.

MJESEC je u fazi mlađaka 6. 7. i 4. 8., a u fazi punog mjeseca 21. 7. i 19. 8. Nakon dužeg perioda na noćnom nebu opet ćemo vidjeti čak tri planeta, iako će biti vidljivi tek nakon ponoći.

MARS se polako vraća na naše nebo. Vidljiv je kao jutarnji objekt. Sredinom srpnja izlazi oko 1.30, a sredinom kolovoza oko 00.30. Visina će mu biti 30 stupnjeva iznad istočnog horizonta i svaki dan će se povećavati da bi krajem razdoblja prešla 45 stupnjeva. Moći ćete ga promatrati dok se ne izgubi u dnevnom svjetlu.

JUPITER će pratiti Mars. On će sredinom srpnja izlaziti malo kasnije od Marsa, oko 2 sata ujutro, dok će u kolovozu „prestići“ Mars pa će krajem kolovoza izlaziti nešto ranije od Marsa, a i visina će mu biti par stupnjeva iznad. Bit će zanimljivo pratiti ova dva planeta, a najljepše će biti sredinom kolovoza.

KONJUNKCIJA Jupitera i Marsa 14. 8. Jupiter će proći samo 18' južno od Marsa. Ovakve konjunkcije planeta su puno rjeđe nego planeta i Mjeseca. Par će biti vidljiv od 00.40 pa do jutro kad će se izgubiti u dnevnom svjetlu. Jupiter će biti na mag -2,2, a Mars na

mag 0,8, oba u zvijezdu Bik/Taurus. Najveća visina koju će dosegnuti je 43 stupnja. Par će biti dovoljno blizu da stane u vidno polje teleskopa, stoga astrofotografij pozor.

SATURN će početkom srpnja biti vidljiv od ponoći, oko 11 stupnjeva visoko na istoku. Svakim danom izlaziti će sve ranije pa tako u drugoj polovici kolovoza postaje vidljiv nakon 22 sata. Najviša visina bit će oko 37 stupnjeva iznad južnog horizonta. Moguće ga je promatrati do jutro. Najzanimljiviji događaj vezan uz Saturn je svakako **okultacija Mjeseca i Saturna**. Ovu pojavu možemo promatrati 21. kolovoza od 05.35 ujutro što znači da će već početi svitanje. O čemu se zapravo radi? Okultacija nekog nebeskog objekta, u našem slučaju Saturna i Mjeseca, je pojava kada jedan objekt prividno „prelazi“ preko drugoga, daljeg objekta. U ovom slučaju Mjesec prelazi svojim diskom preko Saturna. Ovakva pojava ima dvije faze, tzv. nestajanje i izlazak, odnosno vrijeme kad objekt (Saturn) zalazi iza Mjeseca i izlazak odnosno kad se ponovno pojavljuje na drugoj strani mjeseca (engl. disappearance/reappearance). Početak ove lunarne okultacije, nestanak Saturna iza Mjeseca, je u 05.35, dakle u jutarnji sumrak, a njegovo ponovno pojavljivanje na drugoj strani Mjeseca će biti 06.36, no tada će već biti dan.

Od ostalih konjunkcija kojih ima dosta izdvojiti ćemo najzanimljivije:

1. 7. Mars i Mjesec, u zvijezdu Ovan/Aries, nakon ponoći

3. 7. Mjesec i Jupiter u zvijezdu Bik/Taurus, nakon 02.00 ujutro

24. 7. Mjesec i Saturn u zvijezdu Vodenjak/Aquarius, nakon ponoći

31. 7. Mjesec i Jupiter uz Mars u blizini, rano jutro iza pola dva ujutro

27. 8. Mjesec i Jupiter u zvijezdu Bik/Taurus, nakon ponoći

28. 8. Mjesec i Mars, u Biku/Taurusu, nakon ponoći

Zanimljivost je da se kod većine ovih konjunkcija uvijek u blizini nalazi još jedan planet pa je ovo zahvalno razdoblje za promatranja planeta, ali treba napomenuti da ih je najbolje promatrati nakon ponoći, prema jutru.

Perzeidi

Očekuje nas i najpoznatija nebeska pojava u ovom razdoblju, meteorski roj Perzeida. Oni su vidljivi od 17. do 24. 8., a maksimum aktivnosti očekuje se u noći s 12. na 13. 8. Ovogodišnja je procjena da je maksimum oko 16 sati 12. 8. a vrijeme najbolje za promatranje od sumraka nadalje. Točno vrijeme samoga maksimuma varira iz godine u godinu, no točan sat je zapravo još uvijek prilično nezahvalno pretpostaviti. Očekivani ZHR je 150 meteora. (ZHR - satna zenitna frekvencija - odnosno prosječni broj meteora vidljivih golim okom kad je zvijezde Perzej u zenitu, a uvjeti idealni). Kod opažanja meteora nema pravila, a stvarni broj uočenih meteora uvijek je manji od ovog idealnog. Meteor Perzeida se vide kad god je radijantna točka kiše, u zvijezdu Perzej, iznad horizonta pri čemu će se broj vidljivih meteora povećavati što je radijantna točka na nebu viša. Radijant je točka na nebeskoj sferi iz koje se prividno širi roj meteora. Iz Međimurja je točka radijanta cirkumpolarna, što znači da je uvijek iznad horizonta i pljusak će biti aktivan cijelu noć. Perzeidi su svoj naziv dobili po zvijezdu Perzeja u kojemu se nalazi njihov radijant. Na isti način su i svi drugi meteorski potoci i rojevi dobili naziv, prema zvijezdu u kojem se nalazi njihov radijant. Roditeljska kometa perzeida je komet 109 P/ Swift-Tuttle. Kometu 109 P/ Swift-Tuttle otkrili su 1862. američki astronomi Lewis Swift i Horace Tuttle. Ova kometa oko

Karta neba 1. studenog, 2.02

Izvor: In-the-sky-org

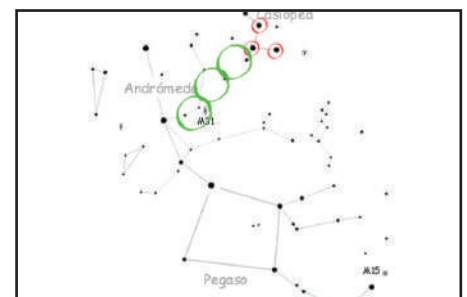
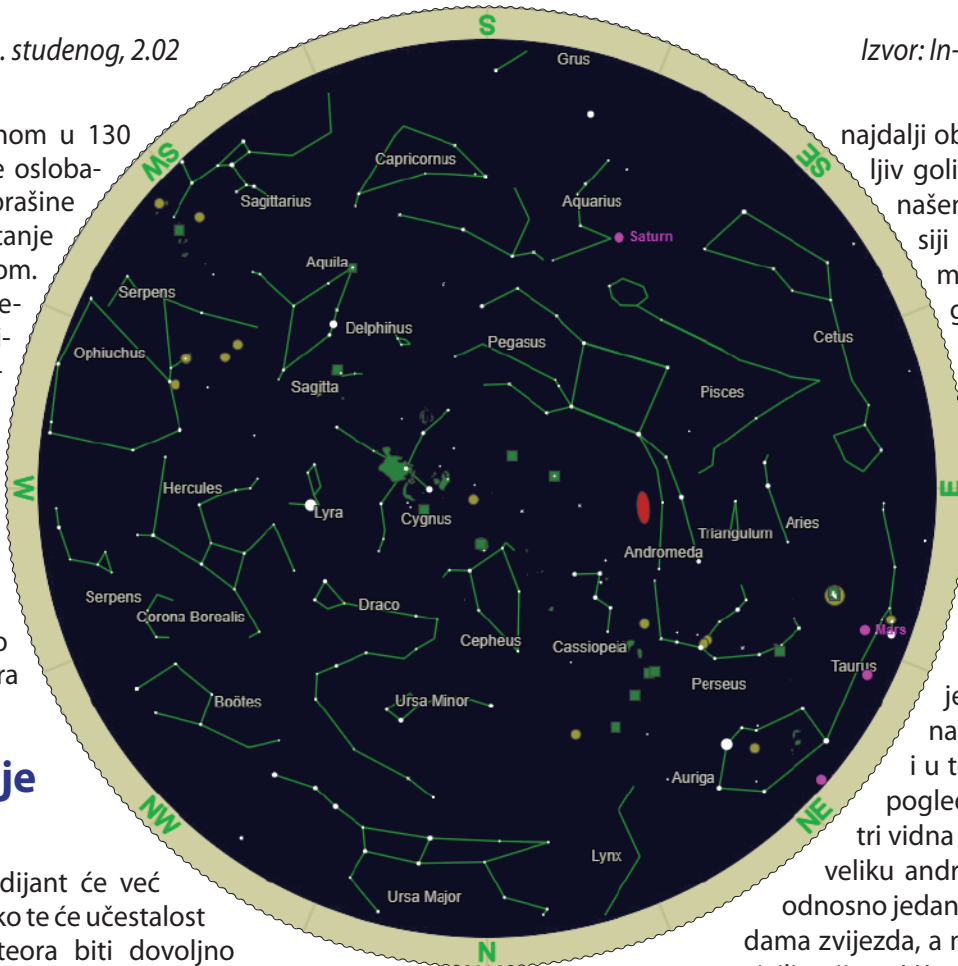
Sunca obiđe jednom u 130 godina i pri tome oslobađa čestice leda i prašine koje nastavljaju kretanje njezinom putanjom. Kad Zemlja presječe tu putanju, ulijeće u oblak čestica s komete koje potom nazivamo meteorskim rojem ili potokom. Te čestice se sudaraju s našom atmosferom i tada imamo puno veći broj meteora od uobičajenoga.

Promatranje Perzeida

Nakon ponoći radijant će već biti dovoljno visoko te će učestalost pojavljivanja meteora biti dovoljno velika. Osnovno pravilo kod opažanja meteora je naoružati se strpljenjem. Često se događa da nekoliko minuta nema ništa, a onda se u svega nekoliko sekundi pojavi desetak sjajnih meteora! Za početak potrebno je otići izvan područja koja su svjetlosno onečišćena. Najpovoljniji položaj za opažanje je ležeći. Potrebno je dobro se odijenući (i ljeti su noći hladne!), uzeti vreću za spavanje (ili deku) i ispod nje postaviti plastičnu prostirku.

Tempirajte vrijeme opažanja, počevši od oko 22.00 nadalje, a najbolje iza ponoći. Nije potrebno gledati u nekom određenom pravcu. Najbolje je gledati prema zenitu jer meteora će ionako biti posvuda na nebu. Neka vam zvijezde Perzej bude u vidnom polju. Za kraj vam predlažemo da, ako imate bilo kakav dalekozor ili binokular poput 10×50, potražite na ljetnom nebu Andromedinu galaksiju-M31,

najdalji objekt u svemiru vidljiv golim okom. Riječ je o našem "susjedu", galaksiji udaljenoj oko dva milijuna svjetlosnih godina i vrlo sličnoj našem Mliječnom putu. Prvo potražite na nebu zvijezde Kasiopēja, lako se pronalazi zbog specifičnog oblika slova W ili okrenutog slova M. Zatim se poslužite trima zvijezdama (označeno na slici) kao strelicom i u tom smjeru spustite pogled dalekozorom za tri vidna polja i ugledat ćete veliku andromedinu galaksiju, odnosno jedan novi svijet s milijardama zvijezda, a možda čak i drugim civilizacijama! Krugovi označavaju otprilike vidno polje dalekozora 10×50.



Andromedina galaksija

ASTROFOTOGRAFIJA - FOTOGRAFIJA NA POSLJEDNJOJ STRANICI

Otvoreni skup NGC225 i refleksijska maglica VdB4

Svemir nije ni prazan ni statičan i prepun je raznih objekata i pojava koji stvaraju krasne i ponekad neočekivane vizualne kompozicije. Otvoreni skup zvijezda NGC225 u Kasiopiji (plave zvijezde u sredini slike) je skup mladih zvijezda za koji se vjerovalo da je star oko 120 milijuna godina, no neka posljednja istraživanja govore da je čak mlađi i od 10 milijuna godina. Jedna vari-

jabilna zvijezda iz skupa (V594 Cas) osvjetljava dio okolne prašine od koje se svjetlost reflektira i to vidimo kao refleksijsku maglicu VdB4 koja pomalo podsjeća na raka. Ta refleksijska maglica je vjerojatno ostatak nakon formiranja skupa zvijezda. Područje oko skupa bogato je međuzvjezdanom prašinom iako je jedno područje tog oblaka prašine potpuno tamno. Foto-

grafija je snimljena u periodu od 11. do 22. 8. 2023. Mazinu u Lici i Globočecu u Zagorju s dva različita teleskopa. Teleskopi: APM/LZOS 100/800, s veTEC571 kamerom na GEM28EC montaži te Esprit 120/840 s QHY268M kamerom na CEM70G montaži. Ukupno vrijeme ekspozicije je bilo 38 sati.

FOTO: S. Prugovečki
AD Meteor i AD Beskraj

