

ASTRONOMI V KMICI



šestnajstič



KAZALO

KMICA POSTAJA POLNOLETNA.....	3
BLIŽE K SONCU	8
DVAKRATNI SONČNI ZAHOD	10
PRIBLIŽEVANJE DVEH TELES POD	14
VPLIVOM GRAVITACIJSKE SILE	14
PRAVLJICE O SONCU, LUNI IN ZVEZDAH	17
VRTENJE JUPITRA	19
GLOBOK POGLED V MIKRO-KVAZAR.....	24
ASTRONOMSKI SEMINARJI V PROJEKTU E-ŠOLSTVO	25
NA GIMNAZIJI MURSKA SOBOTA SMO NAREDILI KOMET	30
DOLŽINA SONČNEGA MRKA.....	32

KMICA POSTAJA POLNOLETNA

UVOD

Letošnje leto se Astronomsko društvo Kmica (AD Kmica) poslavlja od »mladoletnosti«. V tem času je Kmica nedvomno upravičila razloge za ustanovitev in delovanje. Ne le da je prostor severovzhodne Slovenije pomembno zapolnila z astronomijo in naravoslovjem, aktivnosti sežejo po celotni Sloveniji in tudi v zamejstvo.

Društvo se je razvijalo in raslo ob pomembnih astronomskih dogodkih in drugih prelomnicah, na osnovi katerih smo se kadrovske krepili, tako da smo postali najštevilčnejše astronomsko društvo v Sloveniji. Ves čas smo se tudi opremljali. Razpolagamo z astronomsko opremo, ki omogoča javna opazovanja za širok krog udeležencev, pa tudi vrhunske astronomske dosežke in opazovanja.

Dejavnost astronomskega društva Kmica lahko razdelimo na tri področja: strokovni dogodki, izobraževanje in založniška dejavnost. Večina aktivnosti je z leti postala tradicionalna; raznolikost in neponovljivost nekaterih astronomskih pojavov pa program popestri in mu zagotavlja aktualnost.

Kmica astronomijo približa zainteresiranim množicam, bodočim profesionalnim astronomom pa zagotovi uspešno odskočno desko. Veseli nas, da je sodelovanje obojestransko in vsi ti sedaj, kot vrhunski znanstveniki, to povezavo negujejo in krepijo za svoje naslednike. Njihova predavanja in strokovna podpora, društvu zagotavljajo raziskovalno odličnost, aktualnost in informiranost z najnovejšimi znanstvenimi dognanji na področju astronomije.

ZMERAJ VEČJA KMICA

Astronomsko društvo Kmica je bilo aktivno že veliko pred njeno ustanovitvijo 8. junija leta 1996. Ni naključje, da je bila Kmica ustanovljena na srečanju Mladih raziskovalcev Slovenije, v organizaciji Zveze za tehnično kulturo Slovenije (ZOTKS), ki je pomembno pripomogla k razvoju društva, in Kmici v svojih prostorih na Borovnjakovi 1 v Murski Soboti, že od ustanovitve naprej, nudi dom.

Težko bi društvu tudi izbrali lepše in primernejše ime (kmica - tema). Po eni strani asociira na noč, ko se izvaja večina, z astronomijo in astronomskimi opazovanji povezanih aktivnosti, hkrati pa pomenljivo asociira, da je tudi: biti v temi, lahko prijetno in koristno.

Najpomembnejši cilji ob ustanovitvi društva so bili: popularizacija astronomije, povezovanje in izobraževanje ljubiteljskih astronomov, organizacija astronomskih opazovanj, predavanj, taborov, strokovnih ekskurzij in podobno, publicistična dejavnost, ter povezovanje in sodelovanje z drugimi astronomskimi društvi. Te cilje društvo še vedno zasleduje s tabori, javnimi opazovanji, astronomski večeri, astronomskimi krožki na osnovnih in srednjih šolah ter podobnim.

Ves čas delovanja, največ pomena namenjamo strokovnemu usposabljanju članic in članov. Zavedamo se, da je to edina pot do potrebnega znanja in izkušenj, na osnovi katerih lahko samostojno organiziramo kakovostne astronomske tabore, naravoslovne večere, predavanja, astronomska opazovanja in druge strokovne dogodke. V Kmico so včlanjeni tudi vsi pomurski

doktorji fizike, dva med njimi, pom. akad. dr. Andreja Gomboc in pom. akad. dr. Primož Kajdič, sta profesionalna astronomi.

Izmed strokovnih prireditev, je najpomembnejši mladinski astronomski tabor. Pri založniški dejavnosti izpostavljammo našo vsakoletno strokovno publikacijo Astronomi v Kmicu, Kmicin astronomski stenski koledar in Kmicino zvezdno karto. Oboje smiselno zaokrožuje izobraževalna dejavnost, v sklopu katere, vsako leto organiziramo več poljudnih predavanj in astronomskih opazovanj, namenjenih predvsem mladini, pa tudi drugi zainteresirani javnosti.

Društvo je bilo, skupaj z Astronomskim društvom Javornik, pobudnik in eden izmed ustanovnih članov Astronomske zveze Slovenije, preko katere se je pričelo krepiti tudi tesnejše sodelovanje z drugimi astronomskimi društvi v Sloveniji in tujini.

Astronomsko društvo Kmica svoje poslanstvo lahko uspešno izvaja, predvsem zaradi zelo tesnega in učinkovitega sodelovanja s številnimi partnerji, kot so poleg že omenjene ZOTKS, Pomurska akademija PAZU, Klub PAC, Fakulteta za naravoslovje in matematiko v Mariboru, mnoga podjetja ter seveda osnovne in srednje šole v Pomurju.

Tesna povezanost Kmice z ZOTKS je pripomogla, da je bil že po enem letu organiziran prvi mladinski astronomski tabor. ZOTKS je tabor omogočila tudi po materialni plati, saj je tik pred njegovim pričetkom, zagotovila večino potrebnih sredstev za prvi teleskop. Že pozimi 1998 je teleskop dobil svoj dom – astronomski observatorij pri Osnovni šoli Fokovci.

Avgusta leta 1999 se je Kmica prvič znašla v središču pozornosti slovenske javnosti, ko je bil v Sloveniji, samo iz Prekmurja, viden popolni sončni mrk. Takrat smo se pojavljali praktično v vseh slovenskih medijih, naše tiskovne konference so bile objavljene v osrednjem dnevniku, na TV Slovenija in na Pop TV. Ob sodelovanju podjetij Roto in Inoks, smo organizirali helikoptersko snemanje potovanja Lunine sence po površini Zemlje. Mrk nas je tako prevzel, da smo člani Kmice pozneje opazovali še dva sončna mrka, leta 2001 v Zambiji in leta 2006 v Turčiji.

Klubu PAC smo pomagali postaviti njihov observatorij na strehi zgradbe Zavarovalnice Triglav v središču Murske Sobotice. Kljub zelo zmogljivemu, računalniško vodenemu teleskopu Meade LX 200, pa ta observatorij, zaradi velikega svetlobnega onesnaženja v mestu, ni bil namenjen zahtevnim astronomskim opazovanjem, temveč bolj popularizaciji astronomije.

Kmalu smo kupili še en manjši, a za javna opazovanja priročnejši, računalniško vodeni teleskop Celestron. Poleg konvencionalne opreme za astronomsko fotografijo, smo se opremili še s CCD kamero Starlight Express MX7c.

Zelo pomembna prelomnica in velik zagon, je za društvo predstavljalo tudi mednarodno leto astronomije, katerega nacionalna koordinatorica je bila prav naša članica, pom. akad. dr. Andreja Gomboc. Kot nesporna strokovna avtoriteta, je društvo s svojimi člani, šolam svetovalo pri nakupih astronomske opreme. Učitelje in mentorje smo usposabljali za delo s teleskopi, ki jih je resorno ministrstvo v tem letu zagotovilo za vse slovenske šole. Pomurje je bila edina regija v Sloveniji, ki je regionalno organizirala otvoritev mednarodnega leta astronomije. Na štiridnevem maratonu: 100 ur astronomije, smo pogled skozi teleskop omogočili preko tisoč Pomurcem. Mednarodno razstavo astronomskih fotografij smo postavili na ogled v soboški galeriji. V Klubu Pac smo priredili razstavo avtorskih astronomskih fotografij naših članov in jo nadgradili z edino razstavo umetniških slik na temo astronomije, ki jih je posebej za to priložnost, naslikal naš član Lojze Veberič.

Društvo je ob številnih aktivnostih iz leta v leto raslo in kaj kmalu doseglo 100 članov, kar mu zagotavlja mesto največjega astronomskega društva v Sloveniji.

RAZVOJ KMICE SKOZI ASTRONOMSKE TABORE

Najpomembnejši pri delovanju AD Kmica, so prav gotovo mladinski astronomski raziskovalni tabori, ki jih v sodelovanju z ZOTKS organiziramo že od leta 1997. Tabori so svojevrstna »valilnica« novih kadrov, mnogim pa so na poljuden in prijazen način približali astronomijo in naravoslovje. Strokovno delovanje Kmice si zato oglejmo prav skozi optiko astronomskih taborov.

Prvi tabori so potekali na Osnovni šoli Fokovci, po skoraj desetletju, pa smo jih iz organizacijskih razlogov preselili na Osnovno šolo Gornji Petrovci, ki je bila zaradi bližine Madžarske, primernejša za naše čezmejne pobude. Na obeh šolah smo bili zmeraj zelo dobrodošli, zato se vodstvu in zaposlenim, zahvaljujemo za pomoč.

Na prvem taboru je bilo 20 udeležencev, ki so bili večinoma brez izkušenj z astronomijo. Strokovno je tabor omogočilo prijateljsko Astronomsko društvo Javornik z ekipo, pod vodstvom Nika Štritofa. Tabor je tudi za Javornik pomenil svojevrstno prelomnico, saj so tedaj prvič pomagali pri izvedbi tabora, ki ni bil v bližini njihovega observatorija, ali v bližini sedeža v Ljubljani. Prav prijateljsko sodelovanje med dvema astronomskima društvoma je pripomoglo, da se je Kmica pričela kadrovske krepiti, Javornik pa je pridobil pomembne organizacijske izkušnje. Mladi so na taborih običajno delali v treh skupinah. Na prvem so bile to: Osnove astronomije, Skupina za osončje in Skupina za spremenljivke.

Naslednje leto so na taboru že sodelovali mentorji iz treh društev, ob Javorniku še iz Mariborskega Astronomskega društva Orion in tudi iz Kmice. Nivo znanja udeležencev je bil višji, razveseljivo pa je bilo dejstvo, da so se tabora ponovno udeležili tudi nekateri udeleženci iz prejšnjega leta. Spremenjen je bil tudi pristop pri ustvarjanju biltena, ki je ob taborih pričel utrjevati vlogo pomembne strokovne publikacije društva. Namesto individualnih poročil, so udeleženci pripravili skupinska poročila, kar je pripomoglo k temu, da je bilten postal zanimivejši in preglednejši.

Tretji tabor po vrsti, je bil nedvomno najpomembnejši izmed vseh. Potekal je na državnem nivoju, saj ga je ZOTKS prvič uvrstila na nacionalni seznam raziskovalnih taborov. Potekal je od 9. do 14. avgusta 1999, udeležilo pa se ga je rekordno število 43 udeležencev, bilo pa bi ih vsaj 60, če bi jih lahko sprejeli. Tudi struktura udeležencev je bila nekoliko drugačna – 11 študentov, 8 srednješolcev in kar 24 osnovnošolcev!

Glavna tema tabora je bil seveda popolni Sončni mrk. Večina je mrk opazovala vizualno, pri tem pa so si oči zaščitili s posebnimi očali, ki smo jih na taboru, ob tehnični pomoči tiskarne Praprotnik, sami izdelali. Mrk so opazovali tudi kot projekcijo za teleskopom, nekateri pa so ga ujeli v fotografski aparat.

Člani Kmice so na različnih krajih potek mrka v živo komentirali, pomemben prispevek širši prepoznavnosti Kmice, pa je bil komentar mrka, med neposrednim prenosom na TV Slovenija in zvečer še sodelovanje v posebni oddaji o mrku.

Mrk nas je, kot najbolj veličasten spektakel, ki nam ga narava lahko pripravi na nebu, zelo očaral. Najbolj veseli in ponosni pa smo bili v društvu na to, da ni bila zabeležena nobena

poškodba oči, kar vsaj malo lahko pripišemo, tudi naši nenehni preventivni dejavnosti in opozarjanju preko vseh medijev za varno opazovanja mrka.

Naslednji tabori so sledili poslanstvu Kmicí, da čim širšemu krogu zainteresiranih, približamo astronomijo in omogočimo astronomska opazovanja. Glede na, takrat še zelo visoko ceno teleskopov, je bilo slednje, toliko bolj pomembno. Na vsak tabor smo povabili kakšnega eminentnega predavatelja, ki je udeležencem in drugi zainteresirani javnosti, predstavili najnovejša znanstvena dognanja s področja astronomije. Nič manj pa niso bila pomembna številna strokovna predavanja naših članov in drugih mentorjev, ki so pomembno dvigovala nivo splošne izobrazbe.

Naslednji mejnik je bil sedmi astronomski tabor leta 2003, ki je bil prvič mednarodni, saj je potekal na Osnovni šoli Gornji Petrovci in v Monoštru na Madžarskem. Sodelovalo je 31 udeležencev, od tega 24 iz Slovenije in 7 iz sosednje Madžarske. S tem smo ob strokovnih ciljih tudi vzpostavili vezi s Slovenci, živečimi v Porabju.

V astronomiji, kot najstarejši znanosti, se vedno znova uveljavljajo nove tehnološke pridobitve, ki omogočajo vedno globlji pogled v vesolje. Tako smo po nakupu CCD kamere, na taboru vzpostavili skupino Digitalna fotografija. Udeleženci so združili teleskop in CCD kamero ter naredili kar nekaj zavidanja vrednih fotografij objektov, katerih čari bi nam drugače ostali skriti. Na taboru leta 2004 se je rodil eden največjih strokovnih uspehov AD Kmicí. Po nasvetu Nika Štritofa, se je rodila ideja za fotografiranje planeta pri drugi zvezdi (eksoplaneta). Bil je ravno pravi čas. TrES-1 (ali GSC 2652:3142), v ozvezdju Lire, je bila visoko na nebu. Obhodni čas planeta je skoraj točno tri dni in prehod je tiste dneve potekal nekje med 11. uro zvečer in 2. uro zjutraj, tako da ni bilo problemov z iskanjem pravega dneva, ko bo prehod viden. Prvi prehod je bil že 29. avgusta, drugi pa en dan po taboru. Samu Smrketu, v času tabora opazovanje ni uspelo, zato je s fotografiranjem nadaljeval tudi po taboru in 1. septembra posnel 332 posnetkov, iz katerih je dobil krivulje, na katerih je bil jasno viden padec svetlosti za 0.02 magnitude (okoli 2%). To je bila prva amaterska potrditev prehoda tega planeta, po samo treh prehodih, od potrditve profesionalnih astronomov. Meritve so objavljene na Extrasolar Planets Encyclopaedia in na transitsearch.org, dosežek je omenjen tudi v Sky&Telescope, december 2004, vodilni svetovni astronomski reviji.

Mednarodno odmevni dosežek svetovnega formata je članicam in članom vtil veliko zagona in samozavesti. Kmicí je bila strokovno dovolj podkovan, da je tabore lahko organizirala in strokovno vodila z lastnimi kadri. Zaključna predstavitev rezultatov, s svečanim zaključkom in podelitvijo priznanj udeležencem, je prerasla v astronomske večere, na katerih so bili še posebej dobrodošli kolegi iz drugih društev, ki so nas podpirali na naših prvih taborih.

V tem času je naš član Igor Vučkí udejanjil svoje dolgoletne sanje in v Ivanovcih na Goričkem zgradil astronomski observatorij Magašov brejg, ki ga brez zadrege lahko postavimo ob bok observatorijem v Sloveniji in zamejstvu. Gre za neprecenljivo pridobitev, ki je Kmicí omogočila novi prostor delovanja, v svetlobno neonesnaženem delu Krajinskega parka Goričko, kar je zagotavljalo res vrhunske pogoje za opazovanja. Razsežen travnik ob observatoriju, je nudil tudi idealne pogoje za individualna opazovanja s prenosnimi teleskopi, kar je običajno meseca maja kulminiralo v enkratne astronomske noči tudi s preko 50 udeleženci.

Naslednja pomembna inovacija, je bila povezanost taborov z mladinskim raziskovalnim delom, pod okriljem gibanja Znanost mladini, v organizaciji ZOTKS. Udeleženci so na taboru pričeli s pripravo raziskovalne naloge, ki so jo potem v naslednjem šolskem letu razvijali naprej in predstavili na Srečanju mladih raziskovalcev. Tako lepo povežemo dve pomembni področji, mladinske raziskovalne taborne in mladinsko raziskovalno delo.

ASTRONOMI V KMICI

Osrednja publikacija astronomskega društva Kmica je imela ob svojem nastanku ambicijo, preko strokovnih člankov in poročil, delo društva predstaviti članom in drugim zainteresiranim. To se odraža tudi v njenem naslovu: Astronomi v Kmicu. Publikacija je kaj hitro prerasla raven biltena mladinskega tabora, v katerem svoje strokovne prispevke objavljajo tudi drugi astronomi, zaradi česar je postala zanimivo dopolnilno branje in študijsko gradivo tudi v šolah.

Vsakoletna stalnica je tudi Kmicin astronomski stenski koledar. Je edini astronomski koledar v Sloveniji, ki nas opozarja na zanimive astronomske dogodke, katere ne kaže spregledati. Zaradi praktičnosti in ker ga krasijo tudi avtorske astronomske fotografije naših članov, ga mnogi slovenski astronomi vsako leto z nestrpnostjo pričakujejo.

Nepogrešljiv pripomoček za orientacijo po zvezdnem nebu in pomoč pri astronomskih opazovanjih, je zvezdna karta. Prvič smo jo izdali že pred več kot desetimi leti, prav sedaj pa pripravljamo že drugi ponatis. Karta je še posebej praktična, zaradi njene velikosti in natisnjena s posebno tehniko, ki omogoča enostavnejšo uporabo v temi. Vse publikacije člani Kmice prejmejo brezplačno.

Ob naštetih, je Kmica izdala tudi več drugih priložnostnih publikacij, npr. predstavitveno zloženko, zelo pomembna pa je publicistična dejavnost naših članic in članov v mednarodnih revijah.

ZAKLJUČEK

V Astronomskem društvu Kmica smo se že večkrat spogledovali s pomembnimi dosežki in uspehi, nekaj pomembnih pa smo tudi dosegli. Za te si bomo prizadevali tudi v prihodnje. Naš pglavitni cilj pa vseeno ostaja, širiti astronomski duh in približati astronomijo čim širšemu krogu zainteresiranih. Če bo ta krog še naprej tako velik, širok in raznolik, bo to potrditev, da smo na pravi poti.

pom. akad. dr. Mitja Slavinec
predsednik AD Kmica

BLIŽE K SONCU

Primož Kajdič

ESTEC, Evropska vesoljska agencija, Noordwijk, Nizozemska

V enem izmed intervjujev za mehiško revijo *¿Cómo ves?* so profesorja Christopherja T. Russella, sivo eminenco med fiziki vesolja, vprašali, kaj bodo najpomembnejši cilji pri raziskovanju Osončja v bližnji prihodnosti. Russell je na to odgovoril, da obstajata dve relativno neraziskani meji Sončevega sistema – zunanja meja, ki se razteza za Plutonovo orbito, ter notranja, ki je Sonce. Trenutno potuje proti Plutonu in Kuiperjevemu pasu sonda New Horizons. Ta bo pritlikavi planet dosegla predvidoma julija 2015 in nam bo tako vsaj delno približala te oddaljene koticke Osončja.

Proti Soncu, na drugi strani, trenutno ne potuje nobena misija. Kljub temu, da Sonce nenehno opazujemo od daleč, s teleskopi na Zemlji in s sateliti, ki so povečini nameščeni v orbitah na heliocentričnih razdaljah ene astronomske enote, potrebujemo meritve fizikalnih pogojev (gostote, temperature, itd.) plazme, ki se nahaja v njegovi neposredni bližini. To vrzel bosta v prihodnje zapolnili dve misiji: sonda Solar Orbiter načrtuje ter izdeluje Evropska vesoljska agencija (ESA), medtem ko konstrukcijo Solar Probe Plus vodi ameriška NASA. V tem prispevku bomo na kratko opisali obe misiji, njun namen ter vprašanja, za katera se vesoljski fiziki nadejajo, da nam jih bosta pomagali odgovoriti.

POMEN MISIJ

Že vsaj 150 let vemo, da pojavi na Soncu vplivajo na dogajanje na Zemlji. Ogromni izbruhi na sončevem površju lahko sčasoma dosežejo naš planet, ter povzročijo močna nihanja Zemeljskega magnetnega polja, ki posledično povzročijo pojave, ki jih opišemo z izrazom vesoljsko vreme. Ko je magnetno polje močno perturbirano, govorimo o

geomagnetni nevihti. V zadnjih sto letih smo razvili mnogo tehnologij, ki so močno občutljive na vesoljsko vreme. Med te tehnologije spadajo naša električna omrežja, kabli ter optična vlakna, ki povezujejo kontinente ter države in so namenjeni komunikaciji, sateliti vseh vrst, sistemi za navigacijo GPS, ter Galileo, itd. V preteklosti se je že dogajalo, da je vesoljsko vreme povzročilo več deset-milijonsko škodo, s tem ko je prihajalo do ogromnih izpadov električne energije ali informacijskih mrkov, zaradi nedelovanja satelitov ali zaradi množičnih odpovedi ter preusmeritve komercialnih letalskih prevozov.

Vse več držav zdaj pospešeno ustanavlja centre za opazovanje vesoljskega vremena ter za napovedovanje potencialno škodljivih dogodkov z namenom, omejiti morebitno škodo (glej npr. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)/Space Weather Prediction Center <http://www.swpc.noaa.gov/>, Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation IZMIRAN, <http://forecast.izmiran.rssi.ru/indexE.htm>, Australian Government Bureau of Meteorology http://www.ips.gov.au/Space_Weather ter European Space Agency Space Weather Web Server, SWENET, <http://esa-spaceweather.net/>).

Da bi lahko določen dogodek napovedali za čim več dni vnaprej, je potrebno podrobno poznati mehanizme, ki do teh dogodkov pripeljejo. Trenutno znanstveniki uporabljajo podatke z misij, kot so Solar Terrestrial Relations Observatory (STEREO), Solar and Heliospheric Observatory (SOHO), Wind y Advanced Composition Explorer (ACE) ipd., ki

se vse po vrsti nahajajo v orbitah okoli Sonca na heliocentrični razdalji 1 AE. To pomeni veliko oviro pri proučevanju podrobnosti raznih struktur na sončevem površju.

Solar Orbiter ter Solar Probe Plus bosta imeli to prednost, da bosta lahko Sonce opazovali z veliko večjo ločljivostjo, hkrati pa bosta razne prehodne pojave v sončevem vetru zaznali v zelo zgodnji fazi njihovega razvoja. Poleg tega bosta sondi merili fizikalne pogoje (jakost magnetnega polja, gostota, hitrost, temperatura, itd.) sončevega vetra na zelo majhnih heliocentričnih razdaljah, kar do sedaj še ni bilo narejeno. S tem bosta znanstvenikom posredovali neprecenljive podatke o fizikalnih procesih, ki potekajo v neposredni bližini Sonca.

SOLAR ORBITER

Solar Orbiter bo proti Soncu poletela leta 2017. Tri leta bo trajalo, preden bo sonda dosegla točko, ko bo Soncu bližje kot katera koli druga sonda v preteklosti. Njena orbita bo zelo raztegnjena, sondino »leto« bo trajalo 168 zemeljskih dni. Njena najmanjša oddaljenost od naše zvezde, bo znašala le 0,28 astronomske enote (AE), oziroma 60 sončevih polmerov (trenuten rekord ima sonda Helios, ki se je Soncu približala na 0,29 AE). To je manj od polmera orbite najbolj notranjega planeta našega Osončja, Merkurja, ki znaša 0,30 AE. Na tej razdalji bo Solar Orbiter imela tako veliko hitrost, da bo lahko sledila vrtenju Sonca, ter bo tako nekaj dni opazovala isti del sončevega površja. S pomočjo Venerine gravitacije bo Solar Orbiter postopoma povečevala nagnjenost svoje orbite, glede na ravnino sončevega ekvatorja, kar ji bo omogočilo edinstveni pogled na polarna območja Sonca.

Sonda bo sestavljala veliko različnih inštrumentov. Štirje izmed njih bodo opravljali meritve lastnosti ter sestave, medplanetarnega magnetnega polja ter visoko-

energijskih delcev. Šest inštrumentov pa bo Sonce snemalo od daleč v vidni in ultravijolični svetlobi, ter v rentgenskem delu spektra.

Pri konstrukciji misije Solar Orbiter so znanstveniki morali rešiti kar nekaj tehnoloških problemov, med drugim, kako ohlajati satelit, ki ga bo Sonce obsevalo kar trinajstkrat močneje, kot obseva Zemljo. Pri tem so si nekaj rešitev izposodili od misije BepiColombo, ki bo proti Merkurju poletela leta 2015. Zaradi svoje majhne oddaljenosti od Sonca, bo Solar Orbiter dobila zelo podroben vpogled na dogajanje na Soncu. Tako bo lahko preučevala pojave, ki se bodo raztezali le 180 kilometrov. Sonda nam bo priskrbela podobe naše zvezde, ki bodo očarale, ne le strokovnjake, ampak tudi širšo laično javnost.

Misija Solar Orbiter bo znanstvenikom pomagala odgovoriti na sledeča vprašanja:

Kaj poganja sončev veter in od kod izvira koronalno magnetno polje?

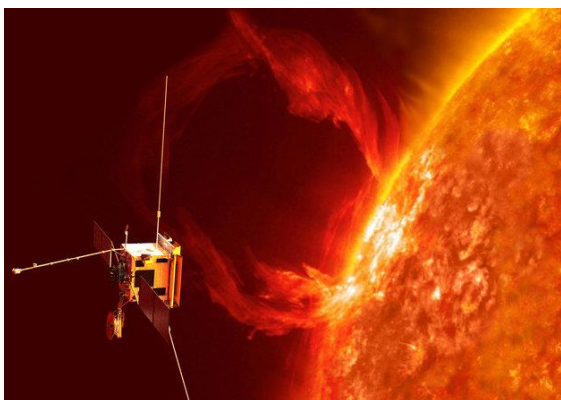
Kako prehodni pojavi, ki izvirajo s Sonca, spreminjajo heliosfero?

Kako izbruhi na Soncu proizvedejo sevanje energetskih delcev, ki polnijo medplanetarni prostor? Kaj poganja sončev dinamo?

SOLAR PROBE PLUS

Naslednja misija, ki bo poletela proti naši centralni zvezdi je Solar Probe Plus. Njena izstrelitev je predvidena za 30. julij 2018. Soncu se bo maksimalno približala na vsega 8,5 sončevih polmerov (0,034 AE), kar pomeni, da jo bo Sonce obsevalo kar 500 krat močneje kot Zemljo. Pred tem sevanjem bo sonda varoval ščit, izdelan iz posebnega materiala iz ogljika, ki lahko prenese temperature več kot 1400 stopinj Celzija.

Na poti do Sonca bo Solar Probe Plus kar sedemkrat letela mimo Venere, ter se s pomočjo planetarnega gravitacijskega polja postopoma utirjevala v končno orbito okoli Sonca. Skupaj bo Sonda obkrožila Sonce kar 24-krat v nekaj manj kot desetih letih.

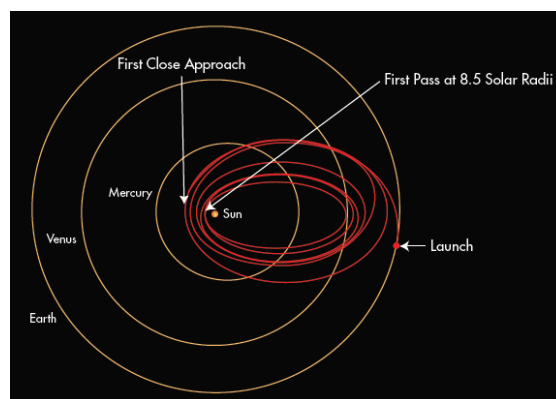


Slika 1: Umetniška upodobitev sonde Solar Orbiter ob izbruhu na površju Sonca. Vir: Evropska Vesoljska Agencija (http://spaceimages.esa.int/Images/2012/04/Solar_Orbiter_exploring_the_Sun_s_realm).

Solar Probe Plus bo prvi satelit, ki bo vstopil v sončevo korono, najbolj zunanjo plast sončeve atmosfere, ki jo je moč opazovati s prostimi očmi, med popolnim sončevim mrkom. Glavni namen sonde bo proučevanje tistih fizikalnih procesov v koroni, ki so odgovorni za gretje korone ter za pospeševanje sončevega vetra. Podobno kot Solar Orbiter, bodo tudi na Solar Probe Plus inštrumenti, ki bodo namenjeni meritvam „in-situ“ ter opazovanju sonca od daleč. Posebej velja izpostaviti Wide Field

Imager, teleskop, ki bo ustvarjal 3D posnetke sončeve korone, sončevega vetra ter prehodnih pojavov, kot so medplanetarni izbruhi koronalne mase ter medplanetarni udarni valovi.

Solar Orbiter ter Solar Probe Plus bosta v prihodnjih 15 letih priskrbeli množico pomembnih podatkov, ki nam bodo omogočili mnogo novih ter vznemirljivih odkritjih o Osončju, s tem pa bomo posledično nekaj korakov bliže razkritju, kako je nastala Zemlja, ter mi na njej.



Slika 2: Pot Solar Probe Plus od Zemlje k Soncu.

Vir: NASA (<http://solarprobe.jhuapl.edu/commo/content/SolarProbePlusFactSheet.pdf>)

DVAKRATNI SONČNI ZAHOD

Milan Ambrožič

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Koroška cesta 160, 2000 Maribor

UVOD

Polmer Zemlje se da izmeriti na različne načine. Znamenito oceno zanj je naredil na primer že grški matematik, geograf in astronom Eratosten (276 pr. n. št. – 194 pr. n. št.). Za to je uporabil nekaj znanja iz

trigonometrije ter podatke o kotih Sonca v Aleksandriji in na otoku Elefantina (območje v današnjem Asuanu v Egiptu). Neposredno je izračunal obseg Zemlje z napako, manj od 1 %. Tu pa bomo opisali zabaven način ocene Zemljinega polmera iz ameriškega učbenika za

visokošolsko fiziko *Fundamentals of Physics* (Halliday, Resnick, Walker, 1997).

OCENA POLMERA ZEMLJE NA PLAŽI

Poleti ob lepem vremenu ležimo na plaži in opazujemo sončni zahod za morje. V trenutku, ko izgine zgornji rob Sonca za horizontom, vstanemo in še enkrat opazujemo dokončni zahod. Časovna zakasnitev je reda velikosti deset sekund, odvisno od višine opazovalca. Tako lahko ocenimo polmer Zemlje. Razložimo, kako. V času t od trenutka, ko vstanemo, se Zemlja zavrti za majhen kot φ , tako da je zgornja točka Sonca tik pod tangento na sliki 1. Iz trigonometrije označenega trikotnika vidimo:

$$\frac{R}{R+h} = \cos \varphi \quad (1)$$

Pri tem je R polmer Zemlje, h pa višina opazovalca, oziroma natančneje, višina njegovih oči od tal. Ker je kot φ majhen, razvijemo kosinusno funkcijo v Taylorjevo vrsto do kvadratnega člena: $\cos \varphi \approx 1 - \varphi^2/2$. Kot merimo v radianih. Po drugi strani pa seveda velja $h \ll R$, zato uporabimo naslednji približek za levo stran enačbe (1): $R/(R+h) \approx 1 - h/R$. S tega približkoma nadomestimo obe strani enačbe (1). Kot zasuka Zemlje pa je $\varphi = 2\pi t/t_0$, kjer je $t_0 = 24$ h. Tako dobimo namesto enačbe (1) naslednji zvezi:

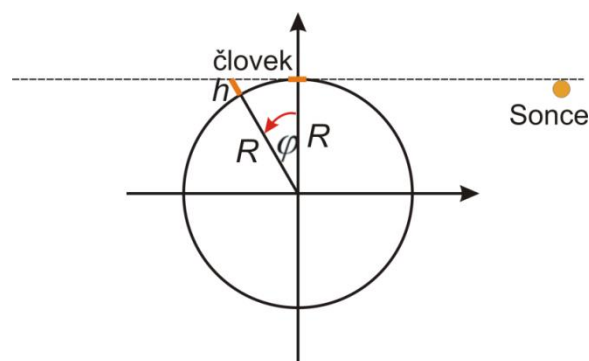
$$\frac{h}{R} = \frac{\varphi^2}{2} \quad (2 a)$$

$$\frac{h}{R} = \frac{2\pi^2 t^2}{t_0^2} \quad (2 b)$$

Če vzamemo grobo $t \approx 10$ s, $h = 170$ cm, izračunamo $R \approx 6430$ km.

Enačbo (2) pa lahko uporabimo tudi za drug naravni pojav, ki ima enak fizikalni vzrok kot

ponoven dokončni zahod Sonca, ko vstanemo. Ko Sonce zaide ob pretežno jasnem vremenu z nekaj oblaki nad nami, vidimo oblake še nekaj časa osvetljene. Recimo, da je ta čas enak deset minut. Iz enačbe (2) in znanega polmera Zemlje $R = 6400$ km ocenimo višino oblakov: $h \approx 6$ km. V zmernem klimatskem območju nastajajo visoki oblaki na višinah nekje med 5 km in 12 km.



Slika 1: Trigonometrija pri dvakratnem sončnem zahodu

POPRAVEK OCENE ČASA ZAKASNITVE SONČNEGA ZAHODA

Zgornja obravnava iz učbenika *Fundamentals of physics* pa ima nekaj pomanjkljivosti. Ne upošteva nagnjenosti rotacijske osi Zemlje glede na ekliptiko. Tako lahko pričakujemo, da bo časovna zakasnitev t odvisna tudi od geografske širine in letnega časa. Da niti ne govorimo o lomu svetlobe zaradi različnih temperatur plasti ozračja. Poskusimo izračunati čas zakasnitve ponovnega sončnega zahoda natančneje. Položaj Zemlje, njene osi in geografske lege je prikazan na sliki 2. »Vesoljski« koordinatni sistem S izberemo tako, da je os z pravokotna na ravnino kroženja Zemlje okrog Sonca. Zemljina os naj leži trenutno v ravnini (yz), njen odmik od osi z pa je $\alpha = 23,5^\circ$ (Moore, 1999). V zvezi z Zemljo definiramo zasukani koordinatni sistem S' , pri katerem se os z' ujema z rotacijsko osjo, os x'

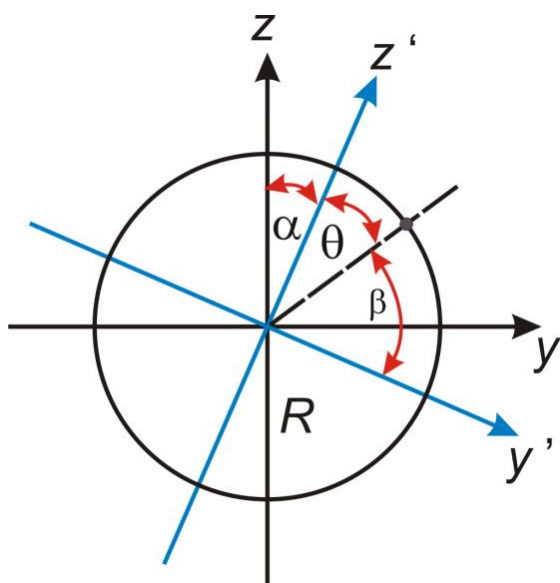
pa se ujema z osjo x sistema S . Ta sistem smo torej dobili z zasukom sistema S okrog osi x za kot α v smeri urinega kazalca. Geografsko širino kraja, kjer opazujemo sončni zahod, označimo z β . Vzemimo severno poloblo. V sistemu S' opišemo lego kraja s sferičnim koordinatnim sistemom:

$$x' = R \sin \theta \cos \varphi \quad (3 \text{ a})$$

$$y' = R \sin \theta \sin \varphi \quad (3 \text{ b})$$

$$z' = R \cos \theta \quad (3 \text{ c})$$

Polarni kot, ki ga običajno uporabljamo, je namreč $\theta = 90^\circ - \beta$, kot φ pa je azimutni kot.



Slika 2: Koordinatni sistem pri obravnavi Zemljine rotacije; os x ni prikazana in je pravokotna na ravnino slike.

Tu ga ne smatramo kot geografsko dolžino, ker gledamo v tej obravnavi tudi na sistem S' kot na mirujoči sistem, ki se ne vrti skupaj z Zemljo. Ko se Zemlja vrti, se s tem spreminja tudi azimutni kot vsake točke na njej. S transformacijo koordinatnega sistema (Goldstein, 1980), dobimo ustrezne koordinate v koordinatnem sistemu S :

$$x = R \sin \theta \cos \varphi \quad (4 \text{ a})$$

$$y = R(\cos \alpha \sin \theta \sin \varphi + \sin \alpha \cos \theta) \quad (4 \text{ b})$$

$$z = R(-\sin \alpha \sin \theta \sin \varphi + \cos \alpha \cos \theta) \quad (4 \text{ c})$$

Če pa je neka točka, kot so npr. človeške oči ali oblak, dvignjena za višino h nad Zemljo, veljajo zanjo tudi enačbe (4), le da namesto Zemljinega polmera R vzamemo povečan polmer $R + h$. Enačbe (4) so osnova za nadaljnje račune.

Preden se vrnemo k našemu problemu z dvakratnim sončnim zahodom, ilustrirajmo uporabo enačb (4) za izračun dolžine dneva ob poletnem ali zimskem sončnem obratu. Vzemimo npr. najdaljši dan v letu in izračunajmo dolžino noči. Glede na lego Zemlje na ekliptiki, prihajajo tedaj vzporedni sončni žarki z desne strani. Trenutka sončnega zahoda in vzhoda sta takrat, ko je $y = 0$. Ko vstavimo v enačbo (4 b) $y = 0$, dobimo naslednjo enačbo za ustrezni kot:

$$\sin \varphi_0 = -\frac{\tan \alpha}{\tan \theta} \quad (5)$$

z rešitvama:

$$\varphi_{0,1} = 180^\circ + \arcsin\left(\frac{\tan \alpha}{\tan \theta}\right)$$

$$\varphi_{0,2} = 360^\circ - \arcsin\left(\frac{\tan \alpha}{\tan \theta}\right)$$

Razlika obeh rešitev podaja dolžino noči:

$$\Delta \varphi = 180^\circ - 2 \arcsin\left(\frac{\tan \alpha}{\tan \theta}\right)$$

Pri geografski širini $\beta = 45^\circ$, čemur ustreza polarni kot $\theta = 45^\circ$, dobimo $\Delta \varphi = 128,5^\circ$, čemur ustreza dolžina noči 8,56 h. Enaka je dolžina svetlega dela dneva na zimski sončni obrat. Seveda tu nismo upoštevali loma

svetlobe v ozračju, pa tudi tega ne, da sta Sonce in Zemlja razsežni teles, itd.

Vrnimo se zdaj k našemu problemu časovne zakasnitve zahoda, ko človek na plaži vstane. Analizirajmo samo čas ob sončnem poletnem obratu, ko je kopanje zvečer najbolj prijetno, tako da prihajajo sončni žarki z desne, torej so vzporedni z osjo y . Človeške oči so dvignjene nad Zemljinim površjem in zdaj je pogoj za sončni zahod drugačen: $z_{\text{oči}}(x) = z_{\text{gk}}(x)$, ali, koordinata z lege oči, $z_{\text{oči}}(x)$, v sistemu S je enaka koordinati z glavne krožnice Zemljinega površja v ravnini (xz) pri enaki koordinati x , to je $z_{\text{gk}}(x)$. Gledalcu namreč zastre pogled na Sonce glavni krog. Enačba te krožnice $x^2 + z^2 = R^2$. Za koordinato z človeških oči, uporabimo enačbo (4 c) z modifikacijo $R \rightarrow R + h$. Tako moramo rešiti naslednjo enačbo za kot φ :

$$(R + h) \left[-\sin \alpha \sin \theta \sin \varphi + \cos \alpha \cos \theta \right] = \sqrt{R^2 - (R + h)^2 \sin^2 \theta \cos^2 \varphi} \quad (6a)$$

Enačbo (6 a) kvadriramo, nadomestimo na desni strani $\cos^2 \varphi = 1 - \sin^2 \varphi$, preuredimo in dobimo naslednjo kvadratno enačbo za $\sin \varphi$:

$$\sin^2 \varphi + 2 \frac{\tan \alpha}{\tan \theta} \sin \varphi - \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha} + \frac{1}{\tan^2 \theta} \right) + \left(\frac{R}{R + h} \right)^2 \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha \sin^2 \theta} = 0 \quad (6b)$$

Namesto da bi enačbo (6 b) rešili direktno, uporabimo raje trik, s katerim bo matematična slika rešitve postala preprostejša in jasnejša.

Ker vemo, da se rešitev za kot φ zelo malo razlikuje od tiste, ki ustreza enačbi (5), uporabimo nastavek $\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi$. Zaradi neenakosti $\Delta\varphi \ll \varphi_0$ uporabimo Taylorjev razvoj za sinus in kvadrat sinusa kota do kvadratnega člena:

$$\begin{aligned} \sin \varphi &\approx \sin \varphi_0 + \cos \varphi_0 \cdot \Delta\varphi - \frac{1}{2} \sin \varphi_0 \cdot (\Delta\varphi)^2 \\ \sin^2 \varphi &\approx \sin^2 \varphi_0 + \sin(2\varphi_0) \cdot \Delta\varphi + \cos(2\varphi_0) \cdot (\Delta\varphi)^2 \end{aligned}$$

Razen tega pa uporabimo približek do linearnega člena za naslednje razmerje:

$$\left(\frac{R}{R + h} \right)^2 \approx 1 - \frac{2h}{R}$$

Vse tri približke vstavimo v enačbo (6 b) in upoštevamo enačbo (5) za kot φ_0 , ki ustreza sončnemu zahodu, ko ležimo. V enačbi ostanejo samo kvadratni členi $(\Delta\varphi)^2$ v Taylorjevi vrsti za kot φ , tako da dobimo preprosto končno rešitev:

$$\Delta\varphi = \sqrt{\frac{2h}{R \sin(\alpha + \theta) \sin(\theta - \alpha)}} \quad (7)$$

namesto enačbe (2 a). Torej se čas zakasnitve sončnega zahoda (ali čas zakasnitve, ko še vidimo oblake nad seboj), v lepem poletnem večeru podaljša za faktor:

$$f = \sqrt{\frac{1}{\sin(\alpha + \theta) \sin(\theta - \alpha)}} \quad (8)$$

v primerjavi s preprosto enačbo (2 b). Pri zemljepisni širini 45° tako dobimo namesto časa 10 s daljši čas 17 s, pri opazovanju oblakov pa 17 minut namesto 10 minut.

VIRI

- Goldstein, H. (1980) *Classical mechanics*, Addison-Wesley, Boston, ZDA.
Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. (1997) *Fundamentals of Physics*, NY, ZDA.
Moore, P. (1999) *Atlas vesolja*, Mladinska knjiga, Ljubljana.

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Eratosten>

PRIBLIŽEVANJE DVEH TELES POD VPLIVOM GRAVITACIJSKE SILE

Vladimir Grubelnik

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Maribor

UVOD

Gibanje teles pod vplivom gravitacijske sile se na kvalitativni ravni obravnava že v osnovni šoli pri obravnavi gibanja lun okoli planetov ter gibanja planetov okoli Sonca [1,2]. V srednji šoli to nadgradimo s Keplerjevimi zakoni, ki opisujejo tirnice gibanja teles. Te so posledica delovanja gravitacijskega privlaka med telesi v vesolju [3]. Gravitacijski privlak med telesi lahko povzroči tudi trke teles. V prispevku se bomo osredotočili na preprosti primer približevanja dveh teles, ki na začetku mirujeta na določeni razdalji. Primer bomo rešili numerično, z uporabo preproste Eulerjeve metode [4], kjer diferencialne enačbe zapišemo v diferenčni obliki. Pri simulaciji si pomagamo s tabelarično orientiranimi računalniškimi programi, kot je Microsoft Excel [5], oziroma z grafično orientiranimi računalniški programi [6,7], ki na pregleden in enostaven način omogočajo izgradnjo in simulacijo dinamičnih sistemov. Zanima nas predvsem čas približevanja dveh teles, kjer podamo rezultate, za nekaj konkretnih primerov v vesolju. Numerične izračune primerjamo tudi z analitično izpeljano enačbo, ki temelji na gravitacijskem in Keplerjevem zakonu.

MATEMATIČNI MODEL

Obravnavamo gravitacijski privlak med dvema homogenima okroglima telesoma z maso m_1 in m_2 ter polmeroma r_1 in r_2 (slika 1). Gravitacijska sila med njima je [3]:

$$F_g(t) = \frac{Gm_1m_2}{r(t)^2}, \quad (1)$$

pri čemer je $r(t)$ razdalja med težiščema teles ob času t in G gravitacijska konstanta, katere vrednost je $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg s}^2$. Zaradi delovanja gravitacijske sile \vec{F}_g , ki deluje na telo z maso m_1 in sile $-\vec{F}_g$, ki deluje na telo z maso m_2 (slika 1), se telesi gibljeta s pospeškoma:

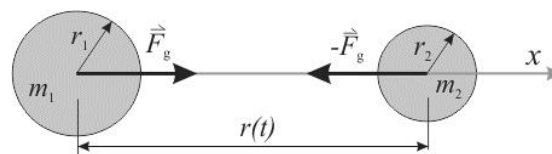
$$\vec{a}_1 = \vec{F}_g / m_1 \text{ in } \vec{a}_2 = -\vec{F}_g / m_2. \quad (2)$$

Predpostavimo, da telesi na začetku mirujeta ($\vec{v}_1(0) = 0$ in $\vec{v}_2(0) = 0$) na določeni razdalji $r(0) = x_2(0) - x_1(0)$. Iz pospeškov in hitrosti:

$$\vec{a}_1 = d\vec{v}_1 / dt \text{ in } \vec{a}_2 = d\vec{v}_2 / dt,$$

$$\vec{v}_1 = d\vec{x}_1 / dt \text{ in } \vec{v}_2 = d\vec{x}_2 / dt,$$

izračunamo lego teles $x_1(t)$ in $x_2(t)$ ter iz pogoja: $x_1(t_i) + r_1 = x_2(t_i) - r_2$ čas trka t_i .



Slika 1: Privlak med dvema telesoma v vesolju.

Z namenom numeričnega reševanja diferencialnih enačb 3 in 4, z uporabo

preproste Eulerjeve metode ($dx/dt = \Delta x/\Delta t = (x(t+\Delta t)-x(t))/\Delta t$ [4]), zapišimo enačbe v diferenčni obliki:

$$\begin{aligned} v_1(t + \Delta t) &= v_1(t) + a_1(t) \cdot \Delta t \\ v_2(t + \Delta t) &= v_2(t) + a_2(t) \cdot \Delta t, \end{aligned} \quad (3 \text{ a})$$

$$\begin{aligned} x_1(t + \Delta t) &= x_1(t) + v_1(t) \cdot \Delta t, \\ x_2(t + \Delta t) &= x_2(t) + v_2(t) \cdot \Delta t, \end{aligned} \quad (3 \text{ b})$$

pri čemer je $a_1 = F_g / m_1$, $a_2 = -F_g / m_2$,

$$F_g = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \text{ in } r = x_2 - x_1. \quad (4)$$

S tem smo sistem diferencialnih enačb prevedli na sistem preprostih algebrskih enačb, ki ob upoštevanju ustreznih začetnih pogojev:

$$x_1(0)=0, x_2(0)=r(0), v_1(0)=0, v_2(0)=0, \quad (5)$$

določajo hitrost in lego gibajočih se teles v nekem trenutku ($v_1(t)$, $v_2(t)$, $x_1(t)$, $x_2(t)$).

Pri tem velja omeniti, da se težišče teles z masama m_1 in m_2 ne spreminja, saj na sistem dveh teles deluje le gravitacijska sila med njima. V kolikor upoštevamo še velikost teles (r_1 in r_2), lahko izračunamo njihovo lego ob trku:

$$x_1(t_t) = x_t - \frac{m_2}{m_1 + m_2} (r_1 + r_2), \quad (6 \text{ a})$$

$$x_2(t_t) = x_t + \frac{m_1}{m_1 + m_2} (r_1 + r_2), \quad (6 \text{ b})$$

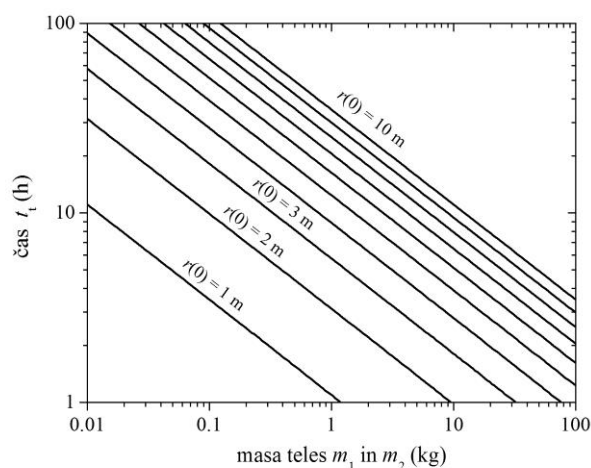
kjer je x_t njuno skupno težišče:

$$x_t = \frac{m_1x_1(0) + m_2x_2(0)}{m_1 + m_2}. \quad (7)$$

REZULTATI

V nadaljevanju bomo izvedli simulacijo matematičnega modela (enačbe 6a, b in 7a, b) za nekaj konkretnih primerov približevanja teles v vesolju.

Na začetku obravnavajmo približevanje dveh teles z enakima masama ($m_1 = m_2$). Zanima nas čas trka v odvisnosti od mase telesa. Pri tem predpostavimo, da je velikost telesa sorazmerna z njegovo maso, pri čemer upoštevamo, da je gostota teles enaka povprečni gostoti Zemlje $\rho = 5500 \text{ kg/m}^3$ [8]. Z reševanjem diferencialnih enačb 6a,b in 7a,b ter pogoja 5, dobimo rezultate prikazane na sliki 2.



Slika 2: Čas približevanja dveh teles v odvisnosti od njunih mas ($m_1=m_2$) za različne začetne razdalje med njima $r(0)$.

Iz slike 2 je razvidno, da na čas približevanja vpliva masa teles in začetna razdalja med njima. V kolikor se masa posameznega telesa poveča za 100-krat, se čas približevanja zmanjša za 10-krat ($t_t \propto m^{-1/2}$).

V nadaljevanju si oglejmo še nekaj primerov za masivnejša telesa v vesolju, kot so Luna, Zemlja, nekateri planeti in Sonce. V tabeli 1 so podane mase objektov, začetne razdalje med

njimi $r(0)$ in čas v katerem bi telesi trčili, če bi na začetku mirovali (t_t).

$$t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{r_0^3}{Gm_2}}. \quad (10)$$

Tabela 1: Časi trkov t_t različnih objektov v vesolju, ki na začetku mirujejo na razdalji $r(0)$.

telo 1 – telo 2	m_1 [kg]	m_2 [kg]	$r(0)$ [m]	t_t [dni]
Zemlja – Luna	$5,97 \cdot 10^{24}$	$7,35 \cdot 10^{22}$	$3,8 \cdot 10^8$	4,7
Zemlja – Sonce	$5,97 \cdot 10^{24}$	$1,99 \cdot 10^{30}$	$1,5 \cdot 10^{11}$	64,4
Merkur – Sonce	$3,3 \cdot 10^{23}$	$1,99 \cdot 10^{30}$	$5,8 \cdot 10^{10}$	15,5
Venera – Sonce	$4,9 \cdot 10^{24}$	$1,99 \cdot 10^{30}$	$1,1 \cdot 10^{11}$	40,6
Mars – Sonce	$6,4 \cdot 10^{23}$	$1,99 \cdot 10^{30}$	$2,3 \cdot 10^{11}$	123
Jupiter – Sonce	$1,9 \cdot 10^{27}$	$1,99 \cdot 10^{30}$	$7,8 \cdot 10^{11}$	767

Dobljene rezultate primerjajmo še z analitično rešitvijo, ki jo izpeljemo iz Keplerjevega zakona [9]. Predpostavimo, da v prvem primeru telo z maso m_1 kroži z obhodnim časom t_0 , na razdalji r_0 , okoli telesa z maso m_2 . V drugem primeru pa se giblje po popolnoma sploščeni elipsi, katere velika os je enaka r_0 . Za oba primera lahko zapišemo tretji Keplerjev zakon [9], pri čemer upoštevamo, da je čas trka t_t v drugem primeru enak polovici obhodnega časa:

$$\frac{t_0^2}{r_0^3} = \frac{(2t_t)^2}{(r_0/2)^3}. \quad (8)$$

Iz gravitacijskega zakona in iz pogoja ($F_g = m_1 a_r$):

$$G \frac{m_1 m_2}{r_0^2} = m_1 \left(\frac{2\pi}{t_0} \right)^2 r_0 \quad (9)$$

izrazimo obhodni čas t_0 :

Izraz 11 vstavimo v izraz 9 in dobimo čas trka:

$$t_t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{r_0^3}{2Gm_2}}, \quad (11)$$

pri čemer je m_2 masa telesa, kateremu se približujemo, in r_0 začetna razdalja med telesoma ($r_0 = r(0)$). Če v izraz (11) vstavimo podatke iz tabele 1, dobimo čase trkov, ki se zelo dobro ujemajo s časi v tabeli 1.

ZAKLJUČEK

V prispevku smo predstavili čas približevanja dveh teles v vesolju, pri čemer smo predpostavili, da telesi na začetku mirujeta. Pokazali smo, da je čas približevanja, odvisen od mase telesa in začetne razdalje med njima. V kolikor bi imeli telesi zaradi gibanja okoli skupnega težišča še hitrost v tangenti smeri, bi se čas približevanja povečal. Če bi bili tangenti hitrosti dovolj veliki, telesi tudi ne bi več trčili, ampak bi se gibal okoli skupnega težišča. Pokazali smo, da je obhodni čas t_0 telesa, ki kroži na razdalji r_0 , večji od časa približevanja t_t dveh mirujočih teles na razdalji r_0 . Razmerje med časoma je $t_0/t_t = 4\sqrt{2}$. Časi trkov nekaterih planetov s Soncem, ki smo jih predstavili v tabeli 1, so torej za faktor $4\sqrt{2}$ manjši od njihovih obhodnih časov. Podobno velja tudi za druge objekte, ki krožijo v vesolju.

VIRI

- [1] A. Demšar, *Zakaj se dogaja? Sile in energija 8*, Založba Rokus Klett, Ljubljana 2009, st. 31-53.
- [2] A. Demšar, *Zakaj se dogaja? Gibanje in elektrika 9*, Založba Rokus Klett, Ljubljana 2010, st. 22-25.

- [3] R. Kladnik, *Fizika za srednješolce 1 – Gibanje, sila, snov*, DZS, Ljubljana 1994, st. 111-113.
- [4] Z. Bohte, *Numerične metode*, DMFA, Ljubljana 1987.
- [5] Microsoft Corporation, Microsoft Excel, <http://office.microsoft.com>
- [6] R. Macea in G. Oster, *Berkeley Madonna*, University of California at Berkeley. Povzeto 4. 11. 2013 s strani: <http://www.berkeleymadonna.com>
- [7] W. Hupfeld, *Dynasys*. Povzeto 4. 11. 2013 s strani: <http://www.hupfeld-software.de>
- [8] *Zemlja*. Povzeto 4. 11. 2013 s strani: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Zemlja>
- [9] *Keplerjevi zakoni*. Povzeto 4.11.2013 s strani: http://sl.wikipedia.org/wiki/Keplerjevi_zakoni

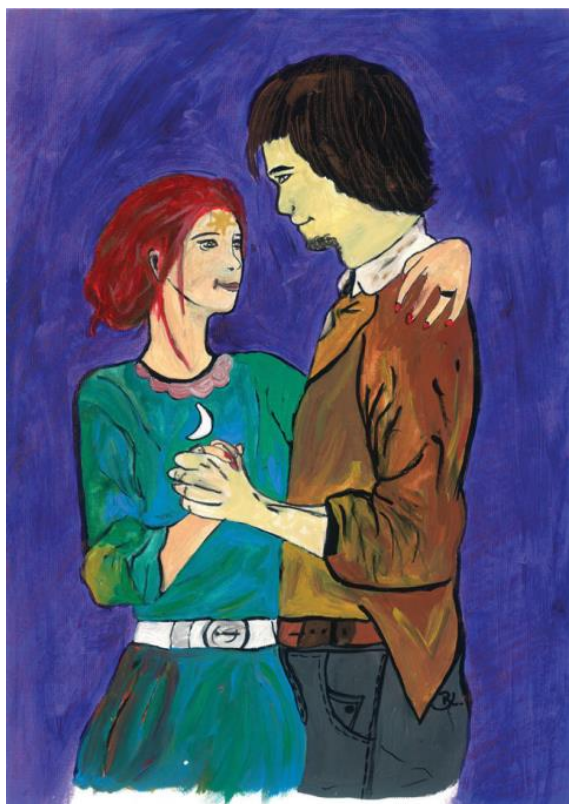
PRAVLJICE O SONCU, LUNI IN ZVEZDAH

Andreja Časar
AD Kmica

Nekoč je živela cesarjeva hči, ki je imela na čelu sonce, na prsih mesec in na hrbtu zvezde. Cesar je dal v kraljestvu razglas: kdor bo uganil znamenja njegove hčere, jo dobi za ženo. [1]

V ljudskih pravljicah se zrcali narava starodavnih verovanj, ljudskega človeka oziroma narava na sploh. Kar danes dojemamo le kot del magičnega ali pa kot del pravljice, je bilo nekoč pomemben element človeških življenj. Tudi meja med imaginarnim in obstoječim, med svetom živih in svetom mrtvih, med nebom, zemljo in podzemnim svetom, je bila veliko bolj prehodna. Junaki ljudskih pravljic zlahka pronicajo skozenjo, saj so fluidni del narave. Paralelni svet doživljajo kot samoumeven, ne čudijo se mu, v njem ne zaznavajo nevarnosti, z njim se zlijejo. Če si dovolimo poetizirano primerjavo: čas pravljic ne odteka linearno – Trnuljčici po stotih letih spanja še vedno isto mladostno cvetijo lica – in je kot tak blizu laičnemu (ne)dojemanju astronomskih razdalj.

Pravljice odpirajo razmislek o obredni hrani, vodi, življenju, smrti. In tudi Sonce, Luna, zvezde ali zgolj modrina neba imajo v ljudski pravljici svoj prostor simbolnega pomena. Sonce ima vlogo moškega pola, Luna ženskega. Ko pola združimo, dobimo slehernika, v katerem soobstaja ambivalentna moško-ženska narava. Luna raste, je nestalna, nenehno se spreminja. Enkrat na mesec »obhodi« Zemljo, in predvsem ženska ciklično utripa z Luno. Primerjava ženske Lune in moškega Sonca je patriarhalna, medtem ko bi bili podobi v matriarhalnem sistemu zamenjani. Kakorkoli, tale kratki utrinek je zgolj poskus poudariti bistrost ambivalentne človeške narave, ki jo izpričujejo pravljice. Sonce v ljudski pravljici, tako recimo zagleda prelepo mladenko, se vanjo zaljubi – kljub temu, da je le-ta zaprta v visokem stolpu in tako varna pred uresničitvijo prerokbe – ter v vsej svoji veličini posije nanjo. Mladenka rodi deklico, ki je sončeva hči, in se seveda ponaša s posebnimi čudežnimi sposobnostmi.



Dekle, ki je po navadi cesarjeva hči, nosi trojico simbolov. Na čelu sonce, na prsih luno in na hrbtu zvezde. Tovrsten ženski lik je zopet del, večno spreminjajočega se kozmosa. Prihaja v znamenju vzhajanja in zahajanja Sonca, lunarnega cikla, z zvezdo Jutranjico in Večernico. Ob koncu pravljice sta ljubimca ob zori (z jutranjo zvezdo) razkrita. Zora je prav tako spremljevalka trubadurske lirike. Alba oziroma pesem svitanica ali jutranjica označuje neizogibno slovo ljubimcev. Luna, ta vodnica *lunatičnih ljudi*, če uporabimo baudelairovsko sintagmo, je svoje literarno nebo našla predvsem v književnosti simbolizma.

Cesarjeva hči, ki ima na čelu sonce, na prsih luno in na hrbtu zvezde, se pojavi tudi v *Pravljicah iz Bukovine*, ki so pred kratkim izšle

v slovenskem prevodu. Pričujoča zbirka je starodaven biser pravljicne zakladnice in prinaša bogato simboliko. Leta 1874 jih je, skozi raziskovanje romskega jezika, v izvorni obliki in z medvrstičnim prevodom v latinski jezik, zapisal Franc Miklošič.

Ob omenjenih pravljicah se ustavimo še ob najbolj znani pravljicni konstanti, številu sedem. V eni izmed pravljic, junaku priskočijo na pomoč tri božanstva, poimenovana po dnevih. V romanskem jezikovnem prostoru so bili dnevi tedna poistoveteni s sedmimi božanstvi, vsak dan pa posvečen enemu božanstvu. Prenesimo še na polje astronomije: vsak dan je bil posvečen enemu izmed planetov, ki so bili človeku nekoč znani in obenem vidni s prostim očesom. Če preciziramo, gre za šest planetov in eno zvezdo, Sonce. Ponedeljek je bil tako zvezan z Luno, torek z Marsom, sreda z Merkurjem, četrtek z Jupitrom, petek z Venero, sobota s Saturnom in nedelja s Soncem. Povezava torej ni naključna, človek je bil nekoč pristen in natančen opazovalec narave. Danes si prizadeva biti matrona reda, okužen z obsesijo razčlenjevanja in pravil. Naravo, »divjino«, ki je izven njega, in rituale, bi želel čim podrobneje klasificirati in imeti pod nadzorom. Ob tem ni tako velika uganka, kateri je človek reda in kateri kaosa. Naš Sončni sistem pravi oboje: red in kaos obenem.

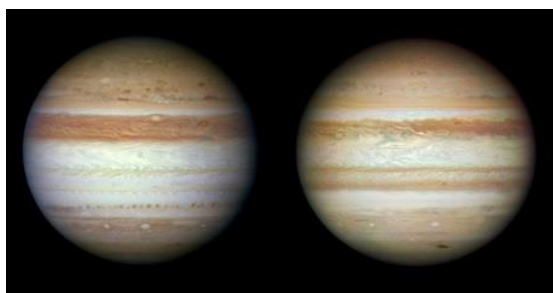
Citat in ilustracija:

[1] *Pravljice iz Bukovine*: zapisal Franc Miklošič. Ljutomer: Gimnazija Franca Miklošiča, 2013.

VRTENJE JUPITRA

*Tajda Horvat in Darko Kolar
Gimnazija Murska Sobota*

Peti planet od Sonca, Jupiter, je zagotovo tudi eden izmed najlepših objektov, ki jih je možno opazovati že z navadnim daljnogledom. Nosi ime vrhovnega rimskega boga, ki mu je bilo dodeljeno zaradi njegove veličastnosti. Planet sodi med plinaste velikane, je največji planet našega Osončja in po premeru kar 10x prekaša Zemljo. Podobno kot Saturn, ima tudi Jupiter obročje, vendar so ti vidni le s posebnimi filtri, poleg obročev pa ga obkrožajo tudi mnoge lune, med katerimi so še posebej znane 4 Galilejeve lune. Mnogi ga uvrščajo med „neuspele zvezde“, saj je njegova sestava skoraj enaka Sončevi, vendar ni bil dovolj masiven, da bi se v njegovi notranjosti sprožile jedrske reakcije. Da bi postal zvezda, bi moral imeti približno 7x večjo maso. V večini ga sestavljata vodik in helij, zasledijo pa se tudi drugi elementi. Ima zelo močno in veliko magnetosfero, ki sega skoraj do Saturnove tirnice.



Fotografiji prikazujeta atmosfero Jupitra v letu 2009 in 2010.

ASTROFOTOGRAFIJA

S pomočjo astrofotografije, smo raziskali vrtenje Jupitra. Astrofotografija nam je omogočila spremljanje Velike rdeče pege ter dogajanje v Jupitrovi atmosferi. Na kratko smo opisali CCD astrofotografijo. S CCD kamero so

namreč nastale fotografije Jupitra. Opisali smo metode, uporabo opreme, meritve in izračune za sploščenost Jupitra, pozicijo pasov in nekatere parametre Velike rdeče pege. S pomočjo tabel smo predstavili naše izračune. Rezultate smo primerjali z rezultati iz astronomske strokovne literature in ocenili napake, ki so nastale pri našem delu.

Za naše raziskovalno delo smo uporabili šolski teleskop s cevjo Skywatcher 300 mm, in montažo Skywatcher EQ 6 GOTO (fotografija 3). Optična cev, ki smo jo uporabili za izvajanje naših meritev, je Skywatcher 300mm Newton reflektor. Goriščna razdalja teleskopa je 1500 mm, goriščno razmerje pa f/5. Snemali smo v primarnem gorišču, brez dodatnih vmesnikov. Originalna odprtina fokuserja je 2 inča, mi pa smo uporabili pretvornik na 1,25 inč, ki nam je omogočil postavitve fotoaparata naravnost v fokuser. Montaža je popolnoma motorizirana in se jo upravlja preko ročnega upravljalnika. Motorizirana je tudi zato, da izniči navidezno gibanje neba in lahko ves čas sledi istemu objektu. Pri tem se zorno polje ne vrti, saj gre za ekvatorialno nastavitvev.

Za CCD sistem smo se odločili, ker ponuja odlično kakovost in veliko količino podatkov, kateri so lahko obdelani po naši želji. Za fotografiranje Jupitra smo uporabili monokromatsko CCD kamero, kar pomeni, da je zajemala sliko brez barve oz. samo v črno-beli, v odtenkih sive. Za takšno kamero smo se odločili, ker je, v primerjavi z barvnimi kamerami, veliko bolj občutljiva na svetlobo, sama barva fotografij pa pri našem raziskovalnem delu ni imela večjega pomena. Uporabili smo šolsko spletno CCD kamero Philips SPC900NC (fotografija 4), katero odlikuje čip formata 1/4 inč, z VGA resolucijo

640×480 slikovnih točk. Senzor ima velikost 4,6 mm × 3,97 mm (6,1 mm v diagonalni), površina posamičnega slikovnega elementa pa je 5,6 μm².

Dodatni posnetki so bili opravljeni 4. marca 2013 na Astronomsko-geofizikalnem observatoriju (AGO) na Golovcu. Pri tem je bil uporabljen teleskop Vega (fotografija 5), ki ima premer primarnega zrcala 71 cm, v primarnem gorišču pa goriščno razdaljo 2,031 m in goriščno razmerje 2,9 (skala je 0,914"/točkovni element). V sekundarnem gorišču je goriščna razdalja z dvolečnim korektorjem 5,831 m, goriščno razmerje 8,33, skala pa 0,319 "/slikovni element; v primeru brez korektorja pa goriščna razdalja 5,562 m, goriščno razmerje 8,0, skala pa 0,333 "/točkovni element.

Optična cev teleskopa na astronomskem observatoriju na Golovcu, je nameščena na montaži z avtomatskim sledenjem navideznemu premikanju našega neba in ima tudi GO-TO funkcijo, ki omogoča zelo preprosto iskanje nebesnih objektov. Kamera je bila nameščena na teleskop v observatoriju na Golovcu v primarno gorišče. Ta metoda fotografiranja, nam je omogočila pridobitev kvalitetnejše fotografije, saj med kamero in optičnimi elementi teleskopa ni nobenih dodatnih leč, katerih kakovost bi lahko zmanjšala končno kakovost fotografij.

Uporabljena je bila kamera Apogee-AltA U16 s 4096×4096 slikovnimi elementi, vsak izmed njih meri 9 x 9 μm². Dodatno je nastavljeno tudi robotizirano filtersko kolo s filtri po standardu U, B, V, R, I. Za namene opazovanja, smo posnetke naredili le v treh filtrih: B, V in R.

Na kameri je bilo pritrjeno kolo s filtri, ki so se po seriji 100 fotografij zamenjali. Tako so zajeli zadosti podatkov, da smo lahko na koncu dobili 200 fotografij, od katerih pa seveda niso bile vse uporabne.

Fotografije so bile zajete v intervalu po nekaj sekund, in sicer vsako fotografijo po 3-krat, da smo lahko posneli vse tri barve. Po tri slike, posnete v zaporedju skozi barvne filtre, smo nato v računalniškem programu MaxIm DL4, združili v eno samo in tako dobili podrobnosti Jupitra v treh barvnih spektrih. Po primerjavi barvne slike in slike posnete v vidnem delu spektra (filter V), smo ugotovili, da se podrobnosti bistveno bolje vidijo na sliki, posneti z V-filtrom, kot na sliki, združeni iz treh posnetkov. Vse izbrane (dovolj kvalitetne) fotografije, smo nato obdelali, izboljšali ostrino in kontrast, ter tako sliko optimizirali, da nam je dala največ finih podrobnosti, ki so bile nujno potrebne za naše delo.

Program MaxIm DL4, je zasnovan za sofisticirano obdelovanje astrofotografij, tako planetarnih, kot tudi fotografij raznih "deepsky" objektov. Z obdelanim zaporedjem fotografij, ki so bile zajete v določenem časovnem razmiku, smo dobili podatke o vrtenju Jupitra in obhodnem času pege.

Pogoji opazovanja

Opazovanja na našem šolskem dvorišču so bila opravljena dne 25. januarja v jasnem večeru, ko je bil »seeing« (razmazanost) bolj slab. Temperature so bile kar nekaj stopinj pod ničlo, relativna vlažnost pa se je gibala okoli 40%. Luna je bila med opazovanjem nad obzorjem, kar je motilo opazovanje, prav tako pa ga je motilo tudi svetlobno onesnaženje iz bližnjega trgovskega centra. Posnetih je bilo 10 eno-minutnih videov, v razmiku 15 minut. Opazovanje je trajalo od 19. ure do 24. ure.

Opazovanja na AGO so bila opravljena 4. marca v jasnem večeru, ko je bil »seeing« (razmazanost) bolj slab (meritev 2.3", modelska napoved pa 1,5 "). Luna je bila med opazovanjem pod obzorjem. Posneti sta bili po dve seriji po 100 fotografij Jupitra, za vsak filter (R, V, B). Opazovanje je trajalo od 19. ure do 24. ure.

Metode in meritve

Fotografije, ki smo jih prejeli iz Astronomskega observatorija na Golovcu, smo obdelali s pomočjo programa MaxImDL4.



Slika 1: Fotografija Jupitra (posneta z V filtrom), ki je bila izhodišče pri vseh meritvah.

Opazovanja

Izvedli smo dve opazovanji in sicer na šolskem dvorišču in na AGO. Zaradi boljše kakovosti slik smo meritve opravili na fotografijah iz drugega opazovanja.

Sploščenost Jupitra

Sploščenost Jupitra smo izračunali tako, da smo od ekvatorialnega premera Jupitra v pikslih ($r_x - J$) odšteli polarni premer Jupitra v pikslih ($r_y - J$), ter razliko delili z ekvatorialnim premerom Jupitra v pikslih.

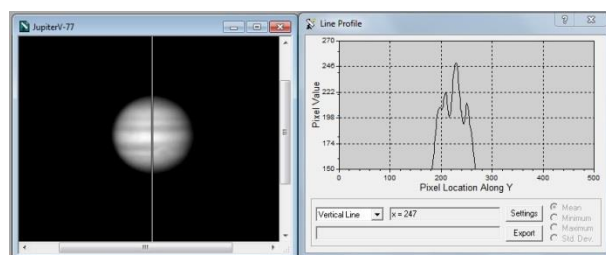
$$\text{sploščenost} = \frac{((r_x) - (r_y))}{r_x} \quad (1)$$

Pasovi

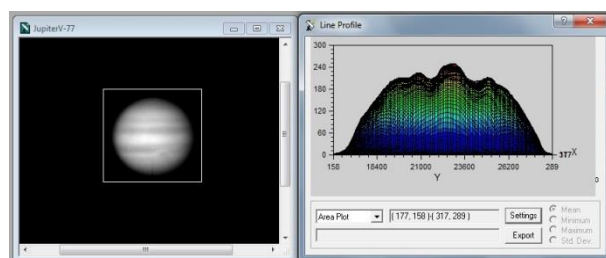
Pri meritvah pasov smo si izbrali kvalitetno fotografijo (fotografija V77), na njej je bilo najprej potrebno določiti ekvator. Določili smo ga tako, da smo iz posnetka najprej odčitali y

koordinate zgornjega in spodnjega roba Jupitra, vrednosti sešteli in delili z dva. Nato je bilo potrebno odčitati sredine posameznih pasov in con na grafu, ter iz tega izračunati oddaljenost roba pasu od ekvatorja. Geografsko širino pasov (φ), smo izračunali po naslednji enačbi (Δy = razdalja med ekvatorjem in pasom, r = polmer Jupitra):

$$\varphi = \sin^{-1} \frac{\Delta y}{r} \quad (2)$$



Slika 2: Polarni prerez posnetka Jupitra v programu Maxim DL



Slika 3: Prerez posnetka Jupitra v programu Maxim DL.

Velika rdeča pega

Na začetku smo spet izbrali kvalitetno fotografijo (V77), na njej smo najprej izmerili desni in levi rob Jupitra, zgornji in spodnji rob Jupitra ter določili ekvator (y_0) in meridian. Določiti smo morali še y koordinate pege y_{pega} ter navidezno oddaljenost pege od ekvatorja Δy . Zaradi čim natančnejših meritev smo morali za vse ostale fotografije določiti y koordinate pege s prištetjem Δy k y . To smo storili tako, da smo za prvo fotografijo izračunali razmerje med Δy (26 px) in polarnim polmerom (114 px), ter vrednost

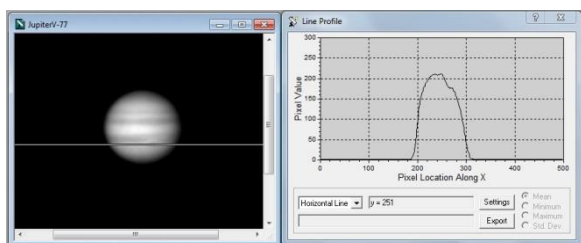
pomnožili s polarnim polmerom Jupitra na ostalih fotografijah r_y :

$$\Delta y = -\frac{26}{114} r_y \quad (3 \text{ a})$$

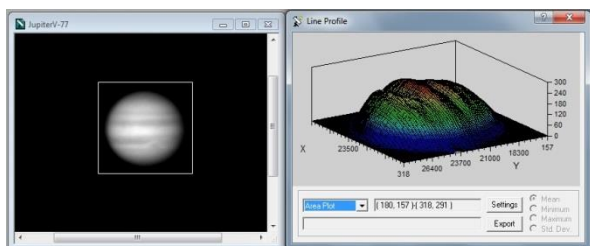
$$y_{pege} = y_0 + \Delta y \quad (3 \text{ b})$$

Za določevanje obodne hitrosti pege, je bilo potrebno določiti polmer okoli katerega pega kroži ($r(y)$):

$$r(y) = r \cos \varphi \quad (4)$$



Slika 4: Prerez vzporednika Jupitra na katerem se nahaja pega.



Slika 5: Prerez celotnega Jupitra.

Pega kroži po krožnici z radiem $r(y)$, mi pa vidimo gibanje kot premo gibanje preko Jupitra. Na posnetku vidimo premik pege Δx in $\Delta x'$, pri računanju obodne hitrosti in obhodnega časa t_0 , pa rabimo dejansko opravljeno pot točke Δs :

$$\Delta s = r(y) \left(\sin^{-1} \frac{\Delta x}{r(y)} - \sin^{-1} \frac{\Delta x'}{r(y)} \right) \quad (5)$$

Sledilo je določanje časovnih razmikov med posameznimi posnetki (Δt) ter končen izračun obodne hitrosti (v_0) in obhodnega časa pege (t_0):

$$v_0 = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (6)$$

REZULTATI

Sploščenost Jupitra smo izmerili dokaj natančno (v povprečju 5,9%), saj od prave vrednosti odstopa manj kot 1% (6,5%).

Iz slik smo razbrali 3 izrazitejšee cone (svetlejša območja), 4 pasove (temnejša območja) in 2 polarni regiji. Po primerjavi izračunanih geografskih širin pasov in dejanskih območij, ki jih ti zavzemajo, smo ugotovili, da smo območja, ki jih zavzemajo pasovi in cone južneje od ekvatorja, izračunali dokaj natančno, pri pasovih in conah, ki se nahajajo na severnih geografskih širinah, pa je opazno neujemanje med izračunanimi območji in dejanskimi območji, kar pa je lahko posledica nenatančnih merite, ali pa spreminjanje širine pasov, kar pa ni nič nenavadnega.

Kar pa se tiče izračuna obhodnega časa pege, rezultati niso bili najbolj natančni. Razlike so precejšnje, saj od prave vrednosti (9 h 55 m 42 s) odstopajo kar 5 h. Vse to je posledica premajhnega števila kvalitetnih fotografij in premajhnega časovnega razmika med posameznimi fotografijami, saj ta znaša samo 230 s med prvo in zadnjo fotografijo, ki smo ju porabili za meritve. Tudi „najnatančnejši“ izračun meritve obhodnega časa pege, ki smo ga izračunali iz prve in zadnje fotografije, odstopa od prave vrednosti dobre 4ure. Če privzamemo, da se pega in ostale tvorbe, gibljejo skupaj s pasom v katerem se nahajajo, lahko rečemo, da je obhodni čas pasu, enak obhodnemu času tvorbe, ki se nahajajo na njem.

V našem primeru je povprečna geografska širina pege na naših posnetkih, enaka 25,4° južno, torej sodi v 1. južno cono oziroma Južno tropsko cono. Izračunan povprečni obhodni čas Južne tropske cone torej 5 h 35 m 52 s.

$$t_0 = \frac{2\pi r(y)}{v_0} \quad (7)$$

INTERPRETACIJA UGOTOVITEV

Pri delu smo naleteli na več problemov pri obdelavi fotografij. Fotografije posnete z našim šolskim teleskopom niso bile dovolj kvalitetne, zato smo imeli probleme pri odčitavanju podrobnosti iz njih. Osredotočili smo se na fotografije z Astronomskega observatorija na Golovcu. Na podlagi teh fotografij smo prišli do določenih rezultatov, vendar smo tudi tukaj naleteli na določene probleme (odčitavanje podrobnosti), prav tako tudi te fotografije niso imele dovolj dobre resolucije, kar posledično pomeni, da je vidno manj podrobnosti. Med vsemi posnetimi fotografijami smo lahko uporabili le najboljše, to je tiste, za katere je bil vpliv razmazanosti najmanjši, in zato posledično imeli malo meritev. Dodatno pa vreme v obdobju, ko je bil Jupiter v najlepši legi za opazovanja, ni bilo ugodno.

Napake pri naših končnih rezultatih so nastale zaradi več faktorjev, ki so bili prisotni, tako pri računanju, kot tudi pri samem merjenju in odčitavanju iz fotografij. K napakam so največ prispevali premajhni časovni razmiki med posameznimi fotografijami, pa tudi velikost slike, saj manjše vrednosti od piksla nismo mogli izmeriti.

Naše metode so se izkazale za uspešne, saj smo prišli do rezultatov, ki so nam prinesli ugotovitve in podatke, ki se ujemajo s podatki iz astronomske literature. Svoje rezultate bomo izboljšali tako, da bomo fotografije posneli v observatoriju v Ivanovcih, kjer nam bo na voljo primernejša oprema za opazovanje planetov in bomo lahko naredili več meritev.

VIRI IN LITERATURA

[1] <http://en.wikipedia.org/wiki/Jupiter> (11.3.2013)

[2] MORISON, Ian. Introduction Astronomy and Cosmology, John Wiley&Sons, 2008

[3] <http://nineplanets.org/jupiter.html> (14.3.2013)

[4] MOORE, Patrick. Atlas vesolja, Ljubljana: Mladinska knjiga, 1999

[5] <http://www.astronom.si> (14.3.2013)

[6] [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Jupiter_on_2009-07-](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Jupiter_on_2009-07-23_%28captured_by_the_Hubble_Space_Telescope%29.jpg)

[23_%28captured_by_the_Hubble_Space_Telescope%29.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Jupiter_on_2010-06-07_%28captured_by_the_Hubble_Space_Telescope%29.jpg) (18.3.2013)

[7] [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Jupiter_on_2010-06-](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Jupiter_on_2010-06-07_%28captured_by_the_Hubble_Space_Telescope%29.jpg)

[07_%28captured_by_the_Hubble_Space_Telescope%29.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Jupiter_on_2010-06-07_%28captured_by_the_Hubble_Space_Telescope%29.jpg) (18.3.2013)

[8] BIZJAN, Gorazd. Osem veličastnih, revija Spika, str. 39-41 januar 2002

[9] DI CICCIO, Dennis. Amaterji in CCD revolucija, revija Spika [prevod in priredba članka Amateurs and CCD Revolution], str. 496-499, november 1999.

[10] KAMBIČ, Bojan. Jupiter in Saturn na filmu, revija Spika, str. 440-441, oktober 1999.

[11] <http://www.astronom.si/forum/showthread.php?t=4094> (20.3.2013)

[12] <http://astro.ago.fmf.uni-lj.si/vega/pmwiki.php?n=Main.TeleskopVega> (22.3.2013)

[13] http://www.cyanogen.com/maximdl_dl.php#more

[14] KAMBIČ, Bojan. Kako deluje CCD detector?, revija Spika, str. 542-545, december 1999.

[15] MADARASI, Friderik. Fotografija planetov, revija Spika, str. 92-94, februar 2010

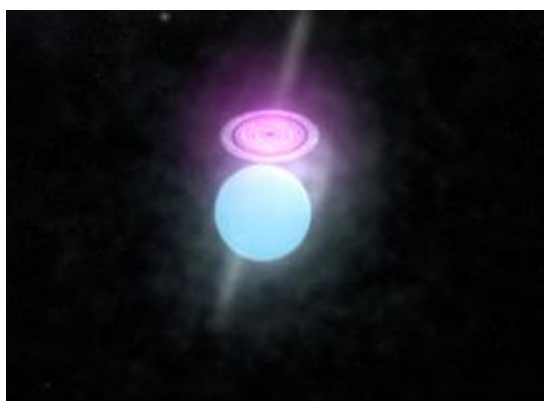
[16] <http://solarsystem.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Jupiter&Display=Facts> (25.3.2013)

[17] http://en.wikipedia.org/wiki/File:Jupiter_Belt_System.svg (26.3.2013)

GLOBOK POGLED V MIKRO-KVAZAR

*pom. akad. dr. Milan Svetec,
RRA Mura d.o.o.*

Raziskovalci so vesoljski teleskop Fermi, ki deluje na področju gama žarkov, usmerili v skrivnostni sistem: mikro-kvazar Cygnus (labod) X-3. Rezultati raziskav kažejo, da gre v omenjenem sistemu za visoko-energetsko sevanje.



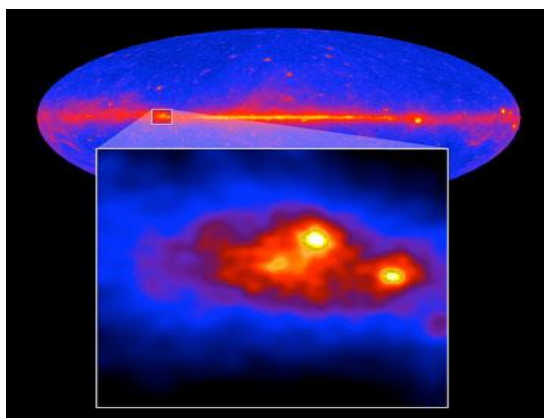
Slika 1: V sistemu Cygnus X-3 kroži okrog vroče masivne zvezde kompaktni objekt (nevtrońska zvezda ali črna luknja) s svojo akrecijsko ploščo. Gama sevanje lahko razložimo kot posledico interakcije med relativističnimi elektroni izven akrecijske plošče in UV svetlobo masivne zvezde. Fermi lahko detektira intenzivnejše gama sevanje, ko se kompaktni objekt z akrecijsko ploščo nahaja na orbiti, ki je od nas nagnjena nekoliko vstran. (Slika: Walt Feimer, NASA/Goddard Space Flight Center)

Sistem Cygnus X-3 je sestavljen iz masivne vroče zvezde in iz kompaktnega objekta, katerega identitete še niso odkrili (lahko je nevtrońska zvezda ali pa črna luknja). Posebej zanimiv je ta sistem zaradi obojestranskega snovnega curka, ki ima hitrost približno polovico svetlobne hitrosti. Takšne sisteme, zaradi podobnosti z drugimi objekti, ki ustvarjajo curke (kvazarji), imenujemo mikro-kvazarji. Po mnenju raziskovalcev opazovane

lastnosti, kot so izbruhi na širokem elektromagnetnem spektru, opazne spremembe svetlosti na različnih časovnih skalah, pa tudi izbruhi v radijskem področju, kažejo na to, da so mikro-kvazarji objekti v mlečni cesti, se pravi miniaturne oblike izvengalaktičnih kvazarjev, katerih emisije poganjajo masivne črne luknje. Cygnus X-3 so opazili že okrog leta 1960, ko so opazili zelo močno sevanje na radijskem področju. Od takrat naprej so predvidevali, da radijske izbruhe spremljajo tudi visoko-energijski izbruhi, kar bi pomenilo, da bi mikro-kvazarji predstavljali enega prvih začetkov gama-astronomije. Vendar pa so kasnejša merjenja pokazala, da so premalo natančno izmerili fotone z visokimi energijami, zato domneve niso mogli potrditi.

Z Nasinim Large Area Telescope (LAT) Fermijevim vesoljskim teleskopom za odkrivanje gama žarkov, so dolgoletno uganko ponovno preiskali in jo končno dokončno razrešili. Kompaktna zvezda obkroži masivno partnersko zvezdo vsake 4,8 ure. Za identifikacijo zvezdnega sistema so bile značilne tudi stalne spremembe jakosti gama-izbruhov, ki so nastopale istočasno z rentgenskimi oz. radijskimi izbruhi. Cygnus X-3 seva »svetleje« na področju gama žarkov, ko se kompaktna zvezda (skupaj s svojim akrecijskim diskom iz plina in prahu), nahaja za svojo partnersko zvezdo. Znanstveniki menijo, da gre tukaj za interakcijo med relativističnimi elektroni iz akrecijskega diska in nizko-energetskimi fotoni iz sevalnega polja ogromne svetle partnerske zvezde, ki se imenuje Wolf-Rayetova zvezda. Ultravijolični fotoni naletijo na delce, ki se hitro gibljejo in pri tem pridobijo energijo, ki jih nato požene do področja gama sevanja. Proces poteka

bolje, če se energetske bogati elektroni, gibljejo v našo smer in pride do frontalnih



Slika 2: Svetlejša barve so povezane z večjim številom detektiranih gama delcev v Fermijevem teleskopu. Mikrokvazar Cyg X-3 se nahaja v področju ozvezdja labod (levo). Svetlejša točka predstavlja že znane pulzarje. (Slika: NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration)

Med 11. oktobrom in 20. decembrom 2008 ter med 8. junijem in 2. avgustom 2009 je bil mikrokvazar še posebej aktiven. Visoko-

trkov s fotoni.

energijsko gama sevanje so lahko zaznali že pet dni po tem, ko je bilo zaznati izbruhe v področju radijskih valov. Povezava med visoko in nizko energijskimi izbruhi je tako zelo verjetna. Z identificiranjem prvega mikrokvazara na podlagi gama sevanja in opisa visokoenergetskih lastnosti, lahko dobimo podatke, ki nam dajo globlji vpogled v pospeševanje delcev v okolici teh objektov. Na podlagi novih podatkov lahko sedaj tudi ločijo med ponavljajočimi se emisijskimi fazami in sporadičnim spreminjanjem aktivnosti gama svetlobe.

LITERATURA

- Abdo et. al.: Modulated High-Energy gamma-ray emission from the Microquasar Cygnus X-3. *Science Express*, 26. November 2009;
- Spletna stran Fermijevega teleskopa pri Nasi: fermi.gsfc.nasa.gov

ASTRONOMSKI SEMINARJI V PROJEKTU E-ŠOLSTVO

doc. dr. Robert Repnik

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

V sklopu Slovenskega izobraževalnega omrežja (SIO) [1] je bil izveden, za slovensko izobraževanje, pomemben projekt "E-šolstvo" [2]. Takratno resorno ministrstvo je na javnemu razpisu za razvoj in izvedbo svetovanja in podpore šolam, e-gradiv ter usposabljanje učiteljev za uporabo IKT pri poučevanju in učenju za obdobje 2008–2013, izbralo projekte, katerih cilj je bila nadgradnja

obstojećih dejavnosti na področju: a) Usposabljanja učiteljev in drugih strokovnih sodelavcev, ter b) Svetovanja, didaktične podpore in tehnične pomoči vzgojno-izobraževalnim zavodom.

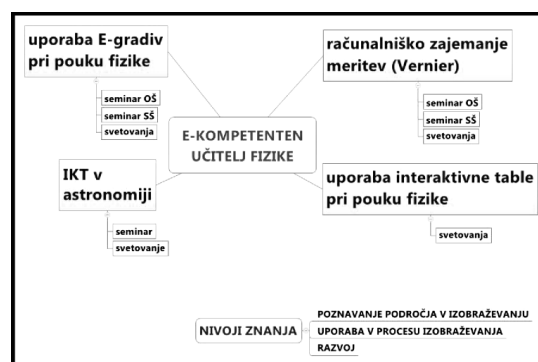
V projektu E-šolstvo sta se združevala dva projekta. Projekt E-kompetentni učitelj, v sklopu katerega je bila izvedena razvejana paleta dejavnosti, med katere so sodili

priprava programov novih seminarjev, izvajanje seminarjev iz kataloga storitev e-šolstva, organizacija in izvedba mednarodne konference SIRIKT, koordinacija izvajalcev e-gradiv, natečaji za zbiranje manjših e-gradiv, in stalno iskanje in vključevanje novih sodelavcev, ki so si želeli pridobiti nova znanja in se seznaniti s sodobnimi pristopi pri poučevanju, učenju in vodenju šole [2]. Drugi projekt se je imenoval Projekt E- podpora, v sklopu katerega so Vzgojno-izobraževalni zavodi z vključitvijo v projekt, pridobili lastnega svetovalca z rešitvami na številnih področjih. Najprej se je pripravil posnetek stanja na področju uporabe IKT, ki je bil osnova za pripravo operativnega načrta za izvajanje svetovanja vodstvu šole, didaktično podporo učiteljem ter tehnično pomoč [2]. Oba projekta: izobraževanje (projekt E-kompetentni učitelj ali Sklop III) in svetovanje (projekt E-podpora ali Sklop II), sta potekala v okviru E-središča na vzgojno-izobraževalnih zavodih vzporedno in povezano pod skupnim imenom projekta E-šolstvo. Del projekta E-šolstvo so bila tudi E-gradiva (Sklop II), kjer so se zbrala, pregledala, ustrezno razporedila in ovrednotila E-gradiva za različna vsebinska področja, pomembna za slovensko izobraževalno vertikalo (Slika 1). Tako izobraževanja kot svetovanja so bila za udeležence in šole brezplačna.

Astronomske vsebine so prisotne predvsem v Sklopu II in Sklopu III. V tem prispevku posebej ne izpostavljam E-gradiv v zvezi z astronomskimi vsebina iz Sklopa II, temveč se osredotočimo na Sklop II, kjer so bile astronomske vsebine, združene z drugimi cilji na področju fizike, v shemi "E-kompetentnega učitelja fizike" (Slika 2) [3]. Te vsebine so bile izvedene predvsem v obliki seminarjev z naslovom "IKT v astronomiji", saj si sodobne šole, brez informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT), ne moremo več predstavljati.



Slika 1: Organizacijska shema projekta E-šolstvo [2].



Slika 2: Področja dela pri E-kompetentnem učitelju fizike [3].

Seminar IKT v astronomiji, je obravnaval uporabo teh tehnologij v astronomiji, ter je vpeljeval načrtovanje in izvajanje opazovanj z računalniško vodenimi teleskopi (Meade, SkyWatcher, Celestron). V delavnicah so si udeleženci pridobili kompetence za nastavitve teleskopa in izvedbo praktičnih opazovanj nebesnih pojavov. Izvajalci seminarja so bili: Samo Božič, Bojan Dintinjana, Robert Repnik

in Sebastjan Zamuda [4]. Pričakovane E-kompetence seminarja so bile: zmožnost iskanja, zbiranja, obdelovanja, vrednotenja (kritične presoje) podatkov, informacij in konceptov. Namenjen je bil udeležencem iz različnih vsebinskih področij (razredni pouk, tehnika in tehnologija, naravoslovje, fizika, geografija, matematika) in/ali področij dela (vrtci, osnovne in srednje šole, dijaški domovi) [5]. V dejavnostih seminarja so udeleženci a) spoznali nastavitve in uporabili računalniško vodene teleskope, b) razvijali zmožnosti načrtovanja in priprave na praktično opazovanje, c) razvijali zmožnost iskanja, zbiranja, obdelave, predstavitve in vrednotenja informacij iz astronomskih podatkovnih zbirk ter d) na temelju izkušnje vrednotili didaktično vrednost uporabe računalniško vodenega teleskopa pri opazovanju. Trajanje seminarja je bilo 16 ur, pri čemer je bil izveden v treh terminih. Prvi in zadnji termin sta potekala v živo, srednji termin pa je bil izveden na način izobraževanja na daljavo. Na uvodnem srečanju (v trajanju 8 ur) je bilo najprej izvedeno predavanje "Uvod v opazovanje nebesnih pojavov", nato delavnica o uporabi zvezdne karte, računalniškega programa Stellarium in iskanja po bazah podatkov, sledilo je predavanje o uporabi teleskopa in dodatne opreme ter še dve delavnici: "Nastavitev teleskopa, nastavitev avtomatike in uporaba opreme za vizualno opazovanje in za astrofotografijo" ter opazovanje. Drugi termin, v obsegu 4 ure, je potekal kot delo na daljavo in je vseboval delo doma, izvedbo enega opazovanja s šolskim teleskopom, oddajo naloge, razpravo v forumu in sestavljanje wiki strani z opombami. Vse je bilo izvedeno v spletni učilnici seminarja. Zaključno srečanje, v obsegu 4 ure, je ponovno potekalo v živo. Takrat so udeleženci seminarja v delavnici predstavili svoje izvedene naloge in zaključke razprave v forumu, na temo iskanja astrofizikalnih

podatkov in teleskopov. Udeleženci so bili pozvani, da že na uvodno srečanje prinesejo svoj (ali šolski) teleskop, ter da za domače delo potrebujejo, na računalniku z internetnim dostopom naloženo, programsko opremo Stellarium in Aladin.

Naloge na uvodnem srečanju so bile: a) priprava efemerid za opazovanje z uporabo programa Stellarium in izpolnitev tabele za določitev trajanja mraka, b) priprava efemerid za opazovanje z uporabo programa Stellarium in izpolnitev tabele trenutkov vzhodov in zahodov Lune ter planetov, c) iz seznama zvezd, za nastavitev teleskopa s programom Stellarium, poiskati pet zvezd, ki so na dan izvedbe seminarja vidne in jih bo mogoče uporabiti za nastavitev teleskopa, d) z iskanjem po astronomskih zbirkah, izmeriti kotno velikost objektov in jih vnesti v tabelo in e) sestaviti svoj (šolski) teleskop in ga usposobiti za opazovanje.

Naloge pri delu na daljavo so bile: a) pripraviti načrt opazovanja s teleskopom pri pouku, za najmanj pet objektov, ki jih bo mogoče opazovati in zanje določiti najprimernejši čas opazovanja, b) postaviti teleskop na izbranem opazovališču, nastaviti krmilno elektroniko in izvesti opazovanje nebesnih objektov po pripravljenem načrtu - če je le mogoče, izvesti opazovanje z učenci, c) dokumentirati opazovanje tako, da se napiše kratko poročilo, d) sodelovati v diskusiji na forumu, e) v skupni wiki vpisati svoje opombe, izkušnje in posebnosti, ki so bile pomembne za uspešno opazovanje astronomskih pojavov s teleskopom in f) pripraviti in oddati kratek esej z utemeljitvijo po kriterijih, na temo varnosti na spletu pri astronomiji.

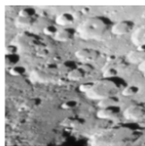
Naloga na zaključnem srečanju je bila ena sama: v 5 minutah predstaviti izvedbo opazovanja in nato v 5 minutah odgovarjati na vprašanja ostalih udeležencev seminarja. Naloge drugega in tretjega srečanja so se točkovale. Za uspešen zaključek seminarja je

bilo potrebno zbrati več kot polovico možnih točk. Točkovnik je bil znan v naprej [6]

V SIO spletnem okolju, v programu Moodle, sta bili za potrebe seminarja pripravljene dve spletni učilnici. Prva z naslovom "Fizika-K3: IKT v astronomiji" [7] je dostopna le za udeležence seminarja. Osnovnim podatkom o seminarju

IKT v astronomiji

Spostovani udeleženci seminarja!



Pred vami je 16 urni seminar, na katerem boste:

- pridobili znanja o vključevanju opazovanja nebesnih objektov z računalniško vodenim teleskopom pri pouku,
- spoznali nastavitve in uporabo računalniško vodenih teleskopov, načrtovali in pripravili praktično opazovanje,
- iskali, zbirali, obdelovali, predstavili in vrednotili informacije iz astronomskih podatkovnih zbirk.

Na seminarju boste prednostno razvijali kompetenco (iz modela e-kompetentnega učitelja) zmožnost iskanja, zbiranja, obdelovanja, vrednotenja (kritične presoje) podatkov, informacij in konceptov.

Prvi in tretji del seminarja potekata v živo, drugi del poteka na daljavo.

Želimo vam veliko uspešnega dela.

Uvodno srečanje

delo v živo



na uvodnem srečanju boste:

- pridobili znanja za načrtovanje opazovanja nebesnih pojavov, uporabo zvezdne karte, računalniškega programa Stellarium in iskanja po bazah podatkov,
- spoznali nastavitve in uporabo računalniško vodenih teleskopov in dodatne opreme,
- ob lepem vremenu izvedli opazovanje.

Predavanje in delavnica:

Uvod v opazovanje nebesnih teles

- Prosojnice za predavanje: Uvod v opazovanje nebesnih teles
- Navodila za izvedbo delavnice: Uvod v opazovanje nebesnih teles
- Delovni list za delo v delavnici
- Oddaja delovnega lista z izpolnjenimi vrednostmi
- Gradivo za delo v delavnici
- Dodatni viri, povezave in programska oprema

Predavanje in delavnica:

Uporaba teleskopa in dodatne opreme

- Prosojnice za predavanje: Uporaba teleskopa in dodatne opreme
- Navodila za izvedbo delavnice
- Gradiva, dodatni viri in priročniki za teleskope
- Seznam zvezd za nastavitve
- Seznam zvezd za nastavitve urejen po rektascenziji

Delavnica:

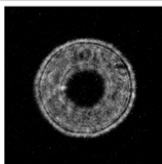
Opazovanje, vodeno praktično delo

- Navodila za izvedbo opazovanja
- Galerija astronomskih slik

sledijo podrobne informacije o vsakem izmed navedenih treh srečanj ter vsi podporni materiali, kakor prosojnice s predavanj, delovni listi, navodila za izvedbo delavnic, viri, povezave in programska oprema. Zaslonske prikaze te spletne učilnice vidimo na sliki 3.

Delo na daljavo - načrtovanje in izvedba opazovanja

Samostojno delo



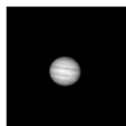
v delu na daljavo boste:

- pripravili načrt za opazovanje s teleskopom,
- izvedli opazovanje s teleskopom,
- napisali kratko poročilo,
- sodelovali v diskusiji v forumu,
- sodelovali pri sestavljanju wikijs,
- razmišljali na temo varnosti na spletu pri astronomiji.

- Naloga za preverjanje zmožnosti na seminarju IKT v astronomiji
- Wiki za opombe udeležencev
- Forum za delo na daljavo
- Iskanje podatkov
- Diskusija o teleskopih
- Točkovnik in opisniki za vrednotenje
- Galerija astronomskih slik udeležencev
- ODDAJA POROČILA O IZVEDENEM OPAZOVANJU (skupaj z esejem Varnost: splet in astronomija)

Zaključno srečanje - analiza in diskusija

Delo v živo



na zaključnem srečanju boste:

- predstavili svojo izvedbo opazovanja s teleskopom,
- predstavili kratko refleksijo glede uporabe pridobljenega znanja pri pouku in
- sodelovali v diskusiji

- Naloga na zaključnem srečanju

Slika 3: Zaslonske slike spletne učilnice za udeležence seminarja IKT v astronomiji [7].

V dodatno pomoč udeležencem seminarja ter tudi vsem drugim, ki iščejo dodatne in uporabne informacije o astronomiji, predvsem s ciljem, da bi jih uporabili v šoli, pa je bila pripravljena še ena spletna učilnica v SIO okolju z naslovom "Astronomija". Pomembna prednost te učilnice je, da je vstop omogočen prav vsem, saj lahko zainteresirani uporabniki iz izhodiščne spletne strani [1] izberejo področje "SPLETNE SKUPNOSTI" [8], izberejo iskalnik "Poišči svojo spletno učilnico" in nato vnesejo iskalni niz "Astronomija". Sicer pa je ta

spletna učilnica uvrščena v Arhiv / E-šolstvo / Svetovanja. V spletno učilnico Astronomija [9] se zainteresirani brez vstopnih gesel lahko prijavijo kot "gost". Zaslonske prikaze te spletne učilnice vidimo na sliki 4.

Spletna učilnica Astronomija sestoji iz treh sklopov. V prvem so predstavljene DIDAKTIČNE VSEBINE, od predšolske astronomije, astronomskih krožkov, izbirnih predmetov, astronomskih vsebin. V sklopu osnovnošolske in srednješolske fizike, pa tudi

dosežkov, ter tudi o obsežnejšem širjenju razvoja področja IKT v astronomiji. E-svet je mladim blizu, za astronomske vsebine pa so tudi zelo zainteresirani. Uspešno sodelovanje obeh področij zagotovo vodi k učinkoviti šoli ter s tem k trajnim in aplikativnim znanjem.

Literatura:

- [1] <http://www.sio.si/> (pridobljeno 15.12.2013)
- [2] http://www.sio.si/sio/projekti/e_solstvo/ (pridobljeno 15.12.2013)
- [3] Božič, Samo, Zavod RS za šolstvo, Predmetna skupina za fiziko, Erjavčeva 2, 5000 Nova Gorica (osebna komunikacija 13.1.2011)

[4] <http://skupnost.sio.si/course/info.php?id=3129> (pridobljeno 15.12.2013)

[5] <http://www.sio.si/sio/izobrazevanje/seminarji/katalog/> (pridobljeno 15.12.2013)

[6] <http://skupnost.sio.si/mod/resource/view.php?id=259051> (pridobljeno 15.12.2013)

[7] <http://skupnost.sio.si/course/view.php?id=3129> (pridobljeno 15.12.2013)

[8] <http://skupnost.sio.si/> (pridobljeno 15.12.2013)

[9] <http://skupnost.sio.si/course/view.php?id=7992> (pridobljeno 15.12.2013)

NA GIMNAZIJI MURSKA SOBOTA SMO NAREDILI KOMET

pom. akad. dr. Renato LUKAČ

Gimnazija Murska Sobota in Ekonomska šola Murska Sobota, Višja strokovna šola

Na Gimnaziji Murska Sobota je bilo 11. 1. 2014 peto državno tekmovanje iz astronomije, ki je potekalo hkrati na treh lokacijah po državi. V Murski Soboti je naloge reševalo 120 osnovnošolcev in srednješolcev, ki so se pred mesecem dni najbolj izkazali na kvalifikacijskih šolskih tekmovanjih. Tekmovalce in njihove mentorje sta nagovorila ravnatelj Roman Činč in podpredsednik AD Kmice, pom. akad. dr. Renato Lukač. Izpostavila sta pomen izvajanja izbirne vsebine astronomija in izpostavila prepletenost te vede z ostalimi, kar pomeni, da učenci in dijaki pridobijo pri astronomiji zelo širok spekter znanj. Predstavniki organizatorja DMFA Andrej Guštin je podal podatek, da je letos v kvalifikacijah sodelovalo približno desetino več udeležencev in pohvalil naše tekmovalno območje, ki si je letos, z zelo uspešnim reševanjem nalog na šolskih tekmovanjih, uspelo zagotoviti bistveno večji

delež kvalificiranih tekmovalcev za državno tekmovanje. Pri nas je bilo skoraj toliko tekmovalcev kot na preostalih dveh lokacijah skupaj.

Letos so poseben pečat tekmovanju dali mediji, ki jih je pritegnilo vabilo, v katerem smo jim obljubili, da bo na otvoritvi demonstriran pravi model kometa. Gostitelji smo zagotovili varovalno opremo in sestavine (voda, zemlja in suhi led), Andrej Guštin pa je naredil pravi spektakel, model jedra kometa (Slika 1).

S sušilcem za lase smo zapihali proti modelu in dobili smo tudi značilen rep. Ta model je v odlično izolirani posodi preživel na šoli še teden dni in so ga občudovali naši dijaki. S preostalim suhim ledom pa smo naredili še par zanimivih poskusov.

Naloge za srednješolce so bile tudi letos razdeljene na dva skopa. Sklop A je sestavljalo

10 nalog. Pri vsaki so bili navedeni štiri možni odgovori. Za pravilnega je tekmovalec prejel 2 točki, za napačnega pa mu je bila odbita točka. Vsak tekmovalec je prejel na začetku 10 točk z namenom, da ne bi bilo na koncu število točk negativno. Sklop B so sestavljale štiri naloge, s katerimi je tekmovalec lahko osvojil največ 30 točk. Prva naloga je zastavljala štiri probleme, ki jih je bilo treba rešiti s pomočjo zvezdne karte. Vsak pravilno rešen problem je prinašal dve točki, skupaj torej osem točk. Druga naloga se je nanašala na meritve oddaljenosti bližnjih vesoljskih teles s paralakso. Podan je bil podatek, da je opažen asteroid na obzorju iz observatorija na južnem polu Zemlje, hkrati pa tudi iz observatorija na ekvatorju na nebesnem poldnevniku 89,2 stopinj nad južnim obzorjem. Določiti je bilo treba oddaljenost asteroida od središča Zemlje. Pravilen odgovor je prinesel šest točke. Tretja naloga je spraševala po hitrosti, s katero bi Zemlja padla na Sonce, če bi se nenadoma zaustavila. Prinašala je osem točk, podobno kot zadnja naloga, ki se je nanašala na Stefanov zakon. Spraševala je po razmerju

polmerov zvezd iz dvozvezdja, pri čemer sta bile podani temperaturi zvezd in podatek, da je v primeru, ko gre hladnejša zvezda pred zvezdo z višjo temperaturo, takrat gostota svetlobnega toka dvozvezdja na Zemlji 10 % manjša kot takrat, ko gre zvezda z višjo temperaturo pred hladnejšo zvezdo.

Med srednješolci nas je spet razveselil Darko Kolar s tretjim mestom, s čimer si je prislužil zlato priznanje in tretjo nagrado. Za zmagovalcem je zaostal za samo dve točki, za drugo uvrščenim, le eno točko. Darko je član ekipe, ki je imela na Bledu že priprave za izbirno tekmovanje za olimpijsko astronomsko ekipo. Darku želimo dosti uspeha in upamo, da se bo uvrstil na olimpijado v Romuniji.

Med sedmošolci sta prejela zlato priznanje Zala Janža (OŠ Beltinci) in Leon Jerebic (OŠ Turnišče), med osmošolci Tanja Holc (OŠ Gornja Radgona) in Barbara Pal (OŠ Beltinci), med devetošolci pa Sara Šadl (OŠ Gornja Radgona).

Tudi naslednje leto se bomo potrudili, da bo državno tekmovanje potekalo pri nas in da bomo kot regija uspešni.



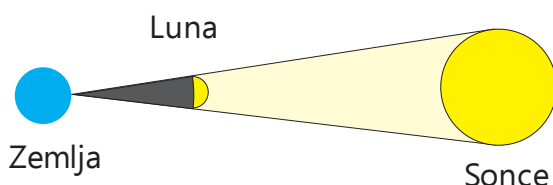
Slika 1: Andrej Guštin drži model jedra kometa (Foto: Renato Lukač)

DOLŽINA SONČNEGA MRKA

pom. akad. dr. Mitja Slavinec

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

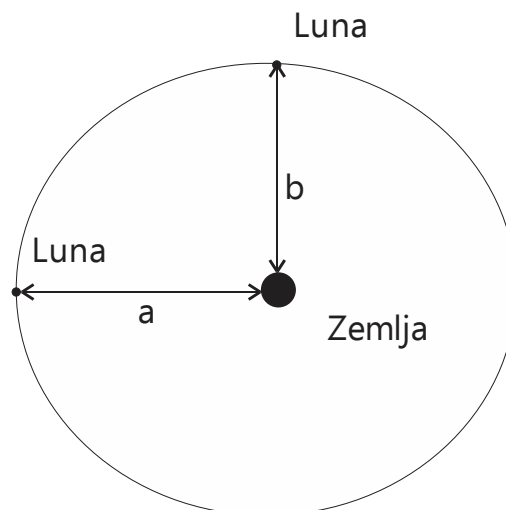
Luna na svoji poti včasih zakrije Sonce in takrat na Zemlji opazujemo sončni mrk. Mrki trajajo zgolj nekaj minut, saj tako Luno kot Sonce z Zemlje vidimo pod približno enakim kotom $0,5^\circ$. Sonce je ravno približno 400 krat večje od Lune in od Zemlje tudi približno 400 krat dlje kot Luna.



Slika 1: Luno in Sonce z Zemlje vidimo pod približno enakim kotom. Razmerja na gornji sliki niso realna. Sonce je zaradi nazornosti zelo pomanjšano in približano.

Povprečna oddaljenost Lune od Zemlje je približno 380.000 km (1,3 svetlobne sekunde). Če to primerjamo s polmerom Zemlje, ki je približno 6.400 km, vidimo da je med njima prostora za več kot 30 Zemelj.

Lunina največja oddaljenost od Zemlje je 406.000 km, najmanjša pa 363.000 km. Luna se okrog Zemlje giblje po dokaj sploščeni elipsi, katere ekscentričnost je 0,05. Ta ekscentričnost je približno tri krat večja od ekscentričnosti elipse po kateri se Zemlja giblje okrog Sonca, zato jo bomo pri nadaljnjih izračunih zanemarjali. Zavedati pa se moramo, da na medsebojno lego in oddaljenosti med Zemljo, Luno ter Soncem vpliva tako ekscentričnost Luninega kot Zemljinega tira.



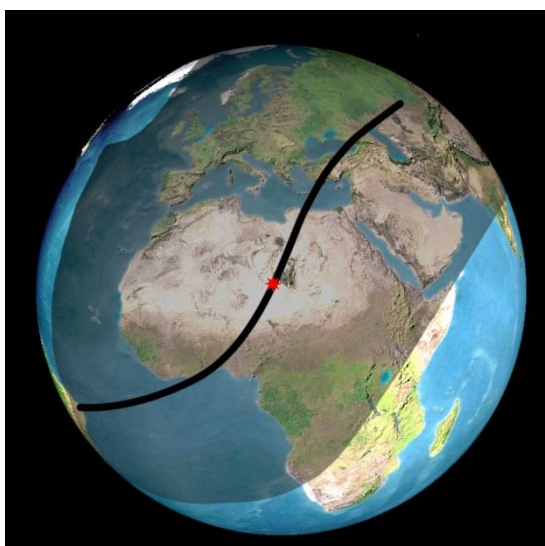
Slika 2: Oddaljenost med Luno in Zemljo se spreminja in je odvisna od položaja Lune na elipsi.

Kako dolgo bodo na nekem območju opazovali sončni mrk je odvisno od velikosti sence, ki jo Luna meče na Zemljo in kako hitro ta senca potuje. Če je premer sence npr. 120 km, senca pa po površini Zemlje potuje s hitrostjo 1 km na sekundo, kratek račun pokaže, da bo na središču sence mrk moč opazovati dve minuti. Bolj proč od potovanja središče sence se nahajamo, krajši je mrk. Izven področja popolne sence pa Luna ne zakrije celotne Sončeve ploščice zato del Sončne svetlobe vseeno pade na Zemljo. Tam lahko opazujemo delni sončni mrk.

HITROST POTOVANJA SENCE

Kako Lunina senca potuje po površini Zemlje je odvisno od lege in medsebojnega gibanja nebesnih teles, pa tudi od tega kje na Zemlji je mrk viden. Glede na te dejavnike se spreminja tudi hitrost potovanja sence. Senca ne potuje vzdolž vzporednikov, kot bi na prvi pogled

lahko pričakovali zaradi vrtenja Zemlje okrog svoje osi, ampak je to zaradi relativnega gibanja med Zemljo in Luno, zavita krivulja ki jo nakazuje slika 3. Iz slike 3 je med drugim tudi razvidno, da je bil ta mrk bil iz naših krajev viden kot delni sončev mrk.



Slika 3: potovanje Lunine sence po površini Zemlje med sončnim mrkom 29. marca 2006.

Kljub temu, da je izračun za posamezni mrk dokaj zapleten, pa vseeno lahko naredimo grobo oceno o redu velikosti hitrosti sence.

Najprej opazujemo zgolj gibanje sence zaradi vrtenja Zemlje. Če senca pade na ekvator, se bo gibala z enako hitrostjo, kot se gibljejo točke na ekvatorju. Upoštevamo, da je obseg ekvatorja o približno 40.000 km in da Zemlja za en obhod potrebuje $t_0 = 1$ dan. Preprost račun pokaže, da je hitrost točk na ekvatorju v_e enaka:

$$v_e = \frac{o}{t_0} = \frac{4 \cdot 10^7 \text{ m}}{86400 \text{ s}} = 460 \text{ ms}^{-1}. \quad (1)$$

Senca bi se po površini gibala s hitrostjo približno 0,5 km/h. Hitrost velja za ekvator, pri višjih zemljepisnih širinah θ pa je ustrezno manjša (pada s $\cos(\theta)$). To gibanje prispeva

predvsem potovanju mrka vzdolž zemeljskih vzporednikov (zahod-vzhod).

Drugi prispevek pa ocenimo iz medsebojnega gibanja med Luno in Zemljo. Izračunajmo s kolikšno obodno hitrostjo se Luna giblje okrog Zemlje. S tolikšno hitrostjo bi se morali torej gibati po površini Zemlje, da bi sledili Luni, torej ob mrku Lunini senci. Že enostaven razmislek kaže, da bo ta hitrost približno dva krat večja od v_e . Obhodni čas Lune je približno 30 krat daljši od obhodnega časa Zemlje, Lunina oddaljenost pa je približno 60 Zemeljskih polmerov.

$$v_L = \frac{2\pi d_{zL}}{t_{oL}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 3,8 \cdot 10^8 \text{ m}}{28 \cdot 86400 \text{ s}} = 990 \text{ ms}^{-1}, \quad (2)$$

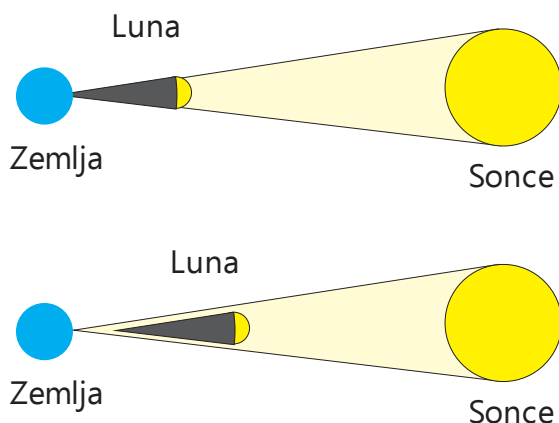
kjer je d_{zL} povprečna razdalja med Zemljo in Luno, t_{oL} pa obhodni čas Lune okrog Zemlje. V skladu s pričakovanji vidimo, da je v_L približno 1 km/s.

Ocenili smo red velikosti hitrosti sence. Prava vrednost se seveda tekom mrka lahko tudi bistveno spreminja, red velikosti pa je pravilen.

VELIKOST SENCE

Že v uvodu smo poudarili, da Luno in Sonce vidimo pod približno enakim kotom, zato se velikost Lunine sence kritično spreminja z Lunino oddaljenostjo od Zemlje (že uvodoma smo opozorili, da k temu v manjši meri prispeva tudi spreminjanje razdalje med Zemljo in Soncem).

V nadaljevanju pokažimo kako se med seboj razlikujejo Sončni mrki, ki jih na Zemlji lahko opazujemo, če je Luna takrat na krajši osi svoje elipse okrog Zemlje ali če je na daljši osi.



Slika 4: Lunina senca je na Zemlji tem večja, čim bližje je Luna. Če je Luna med mrkom na svoji največji oddaljenosti Sonca ne zakrije v celoti in mrk ki ga lahko opazujemo je kolobarjast – viden je zunanji rob Sonca (slika spodaj).

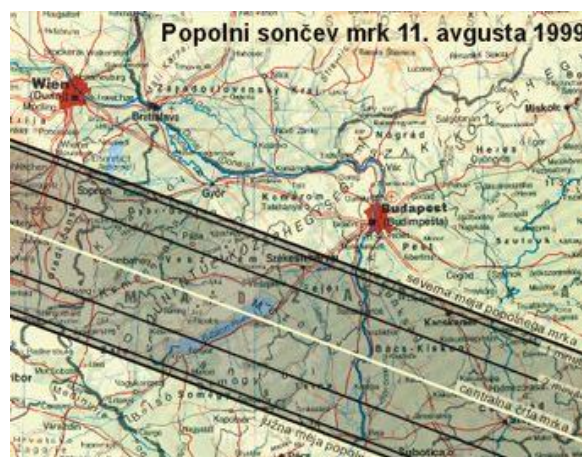
Iz zgornje slike vidimo, da je velikost sence tem večja, čim bližje je Luna Zemlji. V najmanj ugodnih razmerah za nastanek mrka nastopijo celo razmere, ko Luna ne zakrije celotnega Sonca in je mrk kolobarjast (na robu je viden kolobar sončeve ploskvice).

V najbolj ugodnih razmerah pa bi kratek račun pokazal, da je Lunina senca lahko velika do 270 km.

Zaključek

Kako dolgo lahko opazujemo mrk je odvisno od tega, kako velika je senca in kako hitro potuje. Na oboje vpliva medsebojna lega in medsebojne oddaljenosti Zemlje, Lune in Sonca.

Hitrost sence smo v prvem približku ocenili na 1 km/s, velikost sence pa je nekaj 100 km (senca mrka 1999, ki so ga opazovali pri nas je imela premer približno 120 km). Iz teh podatkov vidimo, da mrki trajajo le nekaj minut, najdaljši nekaj preko 6 minut.



Slika 5: Širina sence med mrkom 11. avgusta 1999 je bila približno 120 km.

Naj na koncu opozorimo še na žalostno dejstvo, da se Luna od Zemlje zaradi njune medsebojne interakcije preko bibavice oddaljuje in bodo mrki zmeraj krajši.

Viri in literatura:

- [1] M. Ambrožič, M Gosak (2012), Drugi Keplerjev zakon, Astronomi v Kmicí 14., Murska Sobota
- [2] H. Goldstein (1980), Classical mechanics, Addison-Wesley, Boston, ZDA
- [3] J. Strnad (2011), Fizika 1, DMFA, Ljubljana
- [4] M. Slavinec, Energija Lune, Astronomi v Kmicí 14.
- [5] R. Repnik, (2004), Keplerjevi zakoni, Pedagoška fakulteta, Maribor
- [6] M. Slavinec, Površinska hitrost planetov, Astronomi v kmicí 15.
- [7] http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/sola/2000/ura/hajdinjak/soncev_mrk_nastanek.htm

Urednik:

pom. akad. dr. Mitja Slavinec

Strokovni pregled:

pom. akad. dr. Milan Svetec

pom. akad. dr. Mitja Slavinec

Oblikovanje in prelom:

Tajda Horvat

Tisk:

AIP Praprotnik

Naklada:

250 izvodov

Založnik:

AD Kmica in ZOTKS, Murska Sobota, 2014

zanju: pom. akad. dr. Mitja Slavinec

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

520/524:379.825-053.6(497.4-18)(082)

ASTRONOMI v Kmici : šestnajstič / [urednik Mitja
Slavinec]. - [Murska Sobota] : AD Kmica : ZOTKS,
2014

ISBN 978-961-92312-3-4 (AD Kmica)

1. Slavinec, Mitja

COBISS.SI-ID 72761601