

ASTRONOMI V KMICI



devetnajstič

KAZALO

KMICINI 20 LET	3
PLAKETE OB 20. OBLETNICI DELOVANJA AD KMICA	4
XXIII. SANKT PETERBURŠKA ASTRONOMSKA OLIMPIJADA.....	7
KEPLERJEVI ZAKONI IN DINAMIKA	9
POVPREČNA LETNA OSVETLJENOST VODORAVNE POVRŠINE ZEMELJSKEGA POVRŠJA	12
HITROST GIBANJA SONČEVH PEG.....	14
ENAČBA ČASA.....	17
ORION	20
EVROPA GRE NA MARS.....	22
PRESENETLJIVO HLADEN DISK OKOLI MLADE ZVEZDE	24
NAVIDEZNO GIBANJE LUNE PO NEBU	25
CORIOLISOV POJAV	29
TLAK V SREDIŠČU ZEMLJE	31
POROČILO O POTUJOČI RAZSTAVI O ČRNIH LUKNJAH	33
POTOVANJE RAZSTAVE O ČRNIH LUKNJAH PO POMURJU.....	34
POROČILO O OSMEM DRŽAVNEM TEKMOVANJU IZ ASTRONOMIJE.....	34
TRADICIONALNI KMICIN ASTRONOMSKI TABOR.....	36
KMICINA KRIŽANKA.....	38

KMICINI 20 LET

Pričujoča številka publikacije »Astronomi v Kmici devetnajstič« je tudi slavnosten, saj sovpada s praznovanjem 20. obletnice Astronomskega društva Kmica. Astronomsko društvo Kmica ima zelo posrečeno izbrano ime, saj v prekmurščini ni primernejšega izraza za aktivnosti, ki so tako tesno povezane z nočjo. Ob imenu, ki ga, prav zaradi mnogih pohval, dajemo na prvo mesto, pa je Kmica, tudi z vsebino in vlogo v lokalnem in širšem prostoru, več kot upravičila svoj nastanek in obstoj. Veseli nas, da smo se ob 20. obletnici lahko spomnili bogate zgodovine in tudi nekaterih, ki so pomembno pripomogli k uspešnemu delovanju in dosežkom društva. Spomnili smo se jih s plaketami, spomnili smo se njihovega pomembnega prispevka pri razvoju društva in spomnili smo se tudi marsikatero zanimive dogodivščine, ki nam jih je druženje ob astronomskih dogodkih prineslo. Prav na slednje smo še posebej ponosni, saj je prav druženje in vzpostavljanje prijateljskih vezi tisto, kar društva dela velika. In ko nam uspe temu dati tudi izobraževalno noto, predvsem mladim, na prijeten način približati dodatna znanja, je cilj prav gotovo dosežen.

V publikaciji ponovno predstavljamo zanimive članke, ki so poučno branje za šolajočo se mladino in vse druge astronomske navdušence. Prispevki so strokovno pregledani, kar publikaciji ob

zanimivosti, zagotavlja tudi visoko strokovno raven. Še posebej ponosni smo na strokovno avtonomnost društva, saj vse od organizacije tabora, preko zanimivih predavanj tekom leta, priprave tradicionalnega astronomskega koledarja z lepo avtorsko fotografijo, do nastanka in strokovnega pregleda Astronomov v Kmici, uspevamo zagotavljati z lastnimi kadri.

Pomembno mesto ima tudi poročilo o tradicionalnem astronomskem taboru Astronomskega društva Kmica, ki vsa ta leta skrbi za popularizacijo astronomije med mladimi. Udeleženci na taboru dobijo prve izkušnje in si ustvarijo zelo pomembne temelje za nadaljnji razvoj na področju astronomije ali naravoslovja nasploh. Marsikdo se z astronomijo prične tudi profesionalno ukvarjati. Prav na te smo zelo ponosni, saj nam pogosto predstavijo najnovejša dognanja in znanstvena odkritja na področju astronomije. Tudi o teh lahko preberete v tej številki Astronomov v Kmici.

Vsem ob visokem jubileju Astronomskega društva Kmica izrekam iskreno zahvalo za sodelovanje in pomoč. V letu, ki se je pravkar pričelo pa vam želim veliko zanimivih astronomskih trenutkov ter čim več jasnih noči.

pom. akad. dr. Mitja Slavinec
predsednik AD Kmica

PLAKETE OB 20. OBLETNICI DELOVANJA AD KMICA

Predsedstvo AD Kmica je sprejelo sklep, da se ob dvajseti obletnici delovanja AD Kmica, najaktivnejšim članom in sodelavcem za dolgoletno požrtvovalno delo in pomoč pri realizaciji programa dela zahvali s Plaketami ali Zahvalami. Prvič smo jih podelili ob 10 obletnici, ko sta najvišje priznanje, Zlato plaketo prejela Rudi Cipot in Marjan Čenar. Pri izboru prejemnikov je tudi tokrat bil poseben pomen posvečen določitvi primernega števila prejemnikov, da se koga ne spregleda, hkrati pa da plakete ohranijo svojo vrednost, pomen in ekskluzivnost.

Eden od pomembnih je bila stalnost pri delovanju v društvu, kjer smo vrednotili vsaj 5 letno aktivno delo na različnih področjih delovanja Kmice.

Vsem prejemnikom plaket in zahval se lepo zahvaljujemo za prispevek in pomoč ter jim iskreno čestitamo.

ZLATI PLAKETI AD KMICA

pom. akad. dr Renato LUKAČ

Pom. akad. dr. Renato Lukač je eden od pobudnikov za ustanovitev AD Kmica in njen ustanovni član. Je dolgoletni podpredsednik društva, ki se posebej odlikuje po strateškem prispevku k delovanju in razvoju društva. Ob tem je kot vodja astronomskih krožkov pomembno prispeval k popularizaciji AD Kmica med šolajočo se mladino in dobremu sodelovanju Društva z zunanji partnerji. Prispeval je veliko člankov, s katerimi mladim poljudno približa mnoge zanimivosti s področja astronomije. Pom. akad. dr. Renato Lukač je od samega začetka tudi vodja državnih astronomskih tekmovanj na Gimnaziji Murska Sobota.

Johan LACO

G. Johan Laco je ravnatelj Osnovne šole Gornji Petrovci, ki vsako leto odigra ključno vlogo pri organizaciji in izvedbi našega osrednjega dogodka, Astronomskega tabora. Je bil tudi med organizatorji naših prvih mednarodnih taborov. Še posebej se odlikuje po osebni zavzetosti in naklonjenosti projektom, ki jih izvaja AD Kmica, predvsem na področju uvajanja astronomije v osnovne šole.

SREBRNI PLAKETI AD KMICA

pom. akad. dr. Andreja GOMBOC

Pom. akad. dr. Andreja Gomboc je na svojem področju ena vodilnih svetovnih astronomk, ki je za svoje znanstveno raziskovalne dosežke prejela že številne nagrade. Ob tem je ohranila tesno vez tudi s področjem ljubiteljske astronomije, saj je v projektu Mednarodno leto astronomije bila nacionalna koordinatorica za Slovenijo, kar sedaj nadaljuje kot predsednica Slovenskega odbora za astronomijo in predsednica nacionalne komisije za tekmovanje iz znanja astronomije. Bogate znanstvene in organizacijske izkušnje pom. akad. dr. Andreja Gomboc zmeraj z veseljem deli tudi z AD Kmica. Ob njenih zanimivih in zelo aktualnih predavanjih smo članice in člani AD Kmica ves čas seznanjeni z najaktualnejšimi dognanji sodobne astronomije.

Ernest HARI

Ernest Hari je od ustanovitve aktiven član AD Kmica. Izkazal se je kot začetnik meteorske sekcije AD Kmica. Vrsto let je bil tudi vodja Astronomskega tabora, pri čemer je uveljavil marsikatero novost glede organizacije in izvedbe. Posebej kaže izpostaviti njegovo skrb in prizadevanja za povezovanje dejavnosti na Kmicinih astronomskih taborih z gibanjem

Znanost mladini pri ZOTKS, za kar je prejel tudi številna priznanja. Drugo pomembno področje delovanja Ernesta Harija pa je organizacija in izvedba naravoslovnih dni po osnovnih in srednjih šolah, s čimer je ključno pripomogel k popularizaciji astronomije med šolajočo se mladino.

BRONASTE PLAKETE AD KMICA

Suzana ČURMAN

Ga. Suzana Čurman, sekretarka Regionalnega centra ZOTKS v Murski Soboti, je od samega začetka nenadomestljiva administrativno tehnična podpora pri delovanju Društva. Njeno vodenje evidenc, računovodstva in drugih z delovanje društva povezanih aktivnosti se odlikuje po natančnosti in zanesljivosti.

doc. dr. Robet REPNIK

Doc. dr. Robert Repnik, predstojnik oddelka za fiziko na Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru, je eden od najbolj izkušenih strokovnjakov na področju didaktike astronomije in organizacije izvenšolskih in obšolskih aktivnosti s področja astronomije pri nas. Svoje bogate izkušnje vsako leto prenaša na članice in člane AD Kmica s predavanji ali delavnicami na taboru, pogosto pa je pomagal zagotoviti tudi potrebno astronomsko opremo.

Darja KOZAR BALEK

Darja Kozar Balek je vodja regionalnega centra ZOTKS v Murski Soboti in vsa leta budno skrbi nad pripravo, organizacijo in tehnično izvedbo astronomskih taborov ter drugih aktivnosti AD Kmica. Še posebej nenadomestljiva je njena vloga pri povezovanju delovanja AD Kmica z ZOTKS in uspešni realizaciji naših skupnih projektov, kot je npr. Festival IZUM.

Sonja KEPE

Sonja Kepe je nosilka astronomskih dejavnosti na OŠ Beltinci in vrsto let organizacijska ter strokovna vodja astronomskih taborov AD Kmica. Njen prispevek je ključen za uspešen potek in izvedbo taborov, še posebej pomemben je njen prispevek z didaktičnega področja in uvajanja novih pristopov ter uvajanja novih vsebin na taborih.

Bojan JANDRAŠIČ

Bojan Jandrašič se odlikuje po odlični animaciji svojih in tudi drugih učencev ter njihovim povezovanjem z astronomijo ter AD Kmica. Izjemen je tudi njegov prispevek na mednarodnem področju, kjer je s svojimi učenci dosegel vrsto vrhunskih uspehov. Bojan Jandrašič je s svojim delom v AD Kmica prispeval zelo pomemben vidik mednarodnega delovanja in čezmejnega sodelovanja.

Rok VOGRINČIČ

Rok Vogrinčič sodi med mlajše člane AD Kmica, ki pa se je s svojim aktivnim in strokovnim delom zelo uveljavil pri delu in strukturah društva. Še posebej se odlikuje po odlični pripravi in izvedbi astronomskih taborov, astronomskih večerov ali opazovanj in s tem povezano popularizacijo astronomije med mladimi.

Darko KOLAR

Darko Kolar je ljubiteljsko astronomijo, s katero se je prvič srečal prav v AD Kmica, izbral tudi za svoj poklic, saj študira fiziko. V Društvu že vrsto let skrbi za visoko strokovno raven naših aktivnosti, odlikuje se po mnogih zanimivih predavanjih, ki jih je pripravil, nenadomestljiva pa je tudi njegova pomoč pri organizaciji in izvedbi taborov in drugih aktivnosti.

Andrej HANŽEKOVIČ

Andrej Hanžekovič sodi med ene najbolj izkušenih članov AD Kmica na področju organizacije in izvedbe astronomskih opazovanj

in drugih delavnic povezanih z astronomijo. Že zelo zgodaj je veliko skrbi namenjal lastni in klubski astronomski opremi, kar ga je profiliralo v

Mitja KELEMEN

Mitja Kelemen je fizik, ki se ob ljubiteljskem delovanju na področju astronomije odlikuje tudi po visoki strokovnosti ter zavzetem sodelovanju na številnih Kmicinih aktivnostih. Še posebej pomemben je bil njegov prispevek pri astronomskih taborih in številnih predavanjih ter delavnicah, ki jih je izvedel.

ZAHVALE AD KMICA

Tajda HORVAT

Tajda Horvat je odlična fotografinja, ki ji ni tuja niti astro-fotografija. Prav iz tega področja je pripravila tudi raziskovalno nalogo. Tajda v AD Kmica skrbi za povezovanje fotografije z astronomijo, prav tako pa je zelo pomemben tudi njen prispevek pri fotografski dokumentaciji Kmicinih aktivnosti.

izvrstnega astronoma. Prav zato je njegov prispevek izjemno pomemben pri praktično vseh aktivnostih AD Kmica.

Franc ŠLIHTHUBER

Franc Šlihthuber je dolgoletni župan občine Gornji Petrovci, v kateri smo že vrsto let zelo dobrodošli gostje z našim astronomskim taborom. Prav osebna naklonjenost, ki presega pričakovano podporo v okviru funkcije, je zmeraj do sedaj pripomogla, da so bili Kmicini tabori uspešno izvedeni, brez nepotrebnih zadreg ali težav.

doc. dr. Vladimir GRUBELNIK

doc. dr. Vladimir Grubelnik je dolgoletni prijatelj AD Kmica, ki se zmeraj rad odzove povabilu za sodelovanje. Še posebej so članicam in članom v spominu ostala številna njegova predavanja, ki se odlikujejo po zanimivosti, strokovnosti in zelo poljudnem pristopu in didaktični dovršenosti.

pom. akad. dr. Mitja SLAVINEC
predsednik AD Kmica

XXIII. SANKT PETERBURŠKA ASTRONOMSKA OLIMPIJADA

Bojan Jandrašič

Astra ad Astra



Komisija za tekmovanje v znanju astronomije pri DMFA Slovenije je letos izpeljala 7. tekmovanje v znanju astronomije za učence in dijake slovenskih osnovnih in srednjih šol. Gonilna sila komisije, tajnik Andrej Guštin, je navezal stike s kolegi astronomi in astrofiziki iz Rusije, kjer začetek tekmovanj iz astronomije sega v leto 1994. Tedaj je v mestu Sankt Peterburg potekalo prvo tekmovanje iz astronomije in vesoljske fizike, ki so ga poimenovali **Sanktpeterburška astronomska olimpijada**.

Število tekmovalcev se je postopno povečevalo, v zadnjih letih je tekmovanje postalo mednarodno. Sedaj je v tekmovanje vključenih v povprečju okrog pet tisoč tekmovalcev iz regije, sodelujejo pa še predstavniki iz 50 drugih ruskih regij in 10 drugih držav. Ena izmed teh držav je od lanskega leta tudi Slovenija.

Olimpijada je uvrščena na uradni seznam tekmovanj, v skladu s sklepom Ministrstva za šolstvo Ruske federacije "O potrditvi stopenj tekmovanj v študijskem letu 2015/16" dosega raven 1, kar je najvišja stopnja.

Slovenski dijaki in osnovnošolci so se v olimpijado vključili leta 2015. Že v prvem letu sodelovanja so se naši tekmovalci izkazali z osvojenimi priznanji. V kategoriji osnovnih šol so tri priznanja osvojili učenci OŠ Turnišče. Dosežena priznanja so dala odgovor na vprašanje, koliko smo z našim načinom dela primerljivi in konkurenčni v tekmovanju, ki se ponša z bogato tradicijo. Iz tega izhaja tudi odločitev za nadaljevanje sodelovanja na olimpijadi s povabilom najboljše uvrščenim učencem na državnem tekmovanju iz astronomije.

Na izbirno tekmovanje je bilo povabljenih 40 osnovnošolcev, od tega se jih je 37 odzvalo vabilu in

se preko izbirnega tekmovanja uspešno uvrstilo na teoretični, finalni del tekmovanja. Skupno s srednješolci je na finalnem delu tekmovalo 54 naših mladih astronomov.

Organizacijo finalnega dela tekmovanja za osnovne šole je prevzela OŠ Turnišče. Finalni del tekmovanja je potekal v dveh delih: teoretični del 13. februarja 2016 in praktični del 11. marca 2016. V prvem delu so tekmovalci reševali 5 teoretičnih nalog iz astronomije in astrofizike.

Med pisanjem teoretičnega dela (ki je trajalo 4 ure), so mentorji opravili strokovni posvet in si ogledali učno pot Sonce in planeti v Strehovcih. Astronomske pogovore sta popestrila gosta: avtor učne poti, gospod Anton Ivanič in mladi astronom Darko Kolar.

Glede na rezultate teoretičnega dela se je v finalni praktični del uvrstilo 28 slovenskih osnovnošolcev. Tudi na tej stopnji so bili zelo uspešni in tako znaša končni izkupiček neverjetnih **17 doseženih priznanj**: 5 zlatih medalj, 2 srebrni medalji in 10 bronastih medalj.

Pomurje so na tekmovanju zastopali učenci osnovne šole Turnišče: Jurij Šumak, Alen Gazdag in Leon Jerebic. Vsi trije so se uvrstili v finalni praktični del, najbolj se je izkazal Jurij Šumak, ki je osvojil bronasto priznanje. Vsi trije tekmovalci so člani AD Kmica.

Vsem tekmovalcem čestitam za izjemen uspeh! S skupnim rezultatom smo organizatorji dobili dragocene izkušnje in hkrati tudi potrditev o smislu vključevanja osnovnošolcev v to tekmovanje.

XXIII. Sanktpeterburška astronomska olimpijada 2016, Zaključni teoretični del, 7 klas (9. razred OŠ)

Prevod nalog: Andrej Guštin

1. Nek asteroid se giblje po krožni orbiti in vsakih šest let je ob eni od njegovih opozicij viden v ozvezdju Kozorog. Koliko časa po opozicij v Kozorogu bo asteroid v naslednji opoziciji? V katerem ozvezdju bo takrat?

2. Atomarni vodik je v Galaksiji razporejen v disku s polmerom okoli 20 kiloparsekov in debelino približno 50 parsekov. Celotna masa atomarnega vodika je približno 7×10^9 mas Sonca. Masa enega atoma vodika je 2×10^{-24} g. Oцени koncentracijo atomov vodika (število atomov na prostorninsko enoto) v disku Galaksije. Masa Sonca je 2×10^{30} kg.
3. Neko vesoljsko telo ima enako maso kot Sonce in sledečo lastnost: teža muhe na njegovem površju je enaka teži slona na površju Zemlje. Oцени gostoto tega vesoljskega telesa. kateri vrsti vesoljskih teles lahko pripada to telo?
4. Oцени, pri katerem največjem naklonu Venerine orbite glede na ekliptiko bi še lahko videli prehod Venere čez Sončevo ploskvico ob vsaki njeni spodnji konjunkciji.
5. Zamislite si, da jutri zjutraj (14. februar 2016), malo pred vzhodom Sonca, opazujete parado svetlih planetov in Lune na nebu. Kako si ta nebesna telesa sledijo (od vzhoda proti zahodu) na nebu? Pomagate si lahko s sledečimi podatki: 9. marca bo popolni Sončev mrk; pred tednom dni je bil Merkur v največji zahodni elongaciji; Venera je na nebu $28,5^\circ$ zahodno od Sonca; Mars je v ozvezdju Tehtnica; Jupiter bo 8. marca v opoziciji s Soncem; Saturn ni v nobenem od zodiakalnih ozvezdij.

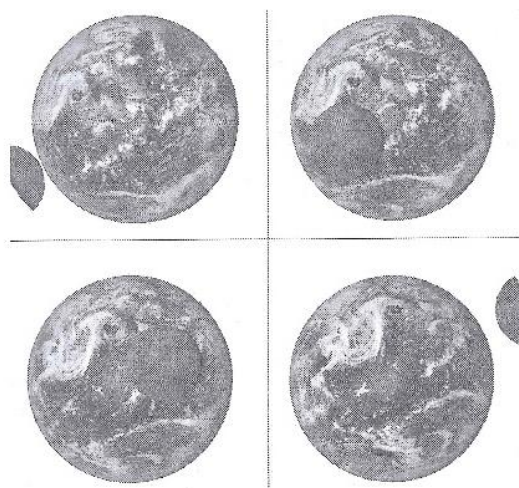
Povezave

<http://school.astro.spbu.ru/?q=node/519>

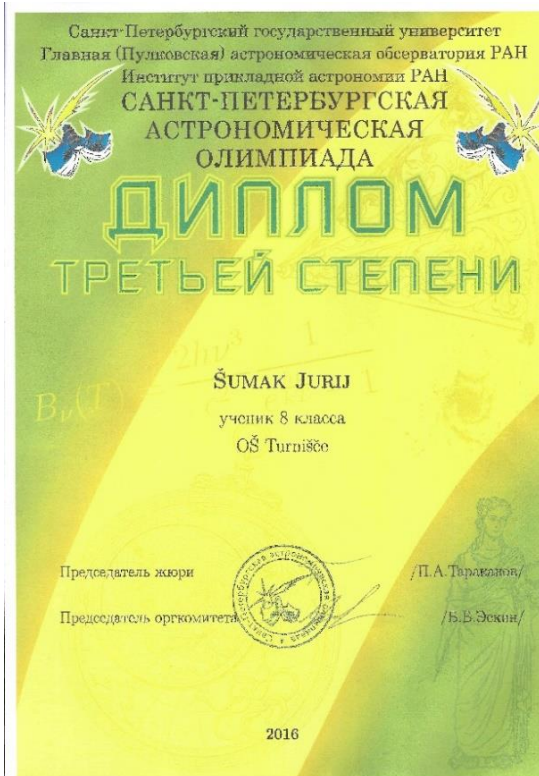
https://youtu.be/2r_N1JWmicl



1. Spojite fotografije Zemlje in Lune je posnela vesoljska sonda. Oцени oddaljenost sonde od Zemlje, ko je naredila te posnetke. Nariši razporeditev zemlje, Lune, Sonca in sonde v času nastanka posnetkov. Koliko časa je minilo med prvim in zadnjim posnetkom? Predpostavi, da je sonda sorazmerno daleč od Zemlje in od Lune. Polmer Lune je $\frac{1}{4}$ polmera Zemlje, razdalja med Zemljo in Luno pa znaša 60 polmerov Zemlje.



Slika 1: Primer praktične naloge za 9. razred



KEPLERJEVI ZAKONI IN DINAMIKA

doc. dr. Milan Ambrožič

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Uvod

Predpostavimo idealno kroženje tistih nebesnih teles (planetov, kometov itd.) okrog Sonca, katerih masa je zanemarljiva v primerjavi z maso Sonca, tako da Sonce v modelu miruje. Zaradi jedrnatosti bomo rekli nebesnemu telesu kar planet. To, da je gibanje planeta ravninsko in da je ploščinska hitrost glede na Sonce konstantna, je posledica centralne gravitacijske sile med Soncem in planetom, zaradi česar se ohranja vektor tirne vrtilne količine planeta. Do enačbe za eliptični tir v polarnem zapisu in do ustrezne Keplerjeve dinamične enačbe, ki implicitno podaja zvezo med časom in lego planeta, nas pripelje abstraktni Lagrange – Hamiltonov formalizem. V tem prispevku pa uberimo alternativno pot. Začnimo s predpostavko, da je tir planeta res eliptičen in da je Sonce v gorišču, potem pa dokažimo, da lahko s tem tirom zadostimo tako ohranitvi energije kot tirne vrtilne količine planeta. Izkaže se, da lahko namesto običajnega polarnega zapisa enačbe elipse, uporabimo parametrični zapis. Z njim se izognemo zahtevnim integralom in je matematika relativno preprosta.

Parametrična enačba elipse

Implicitna enačba elipse s polosema a in b je:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1. \quad (1)$$

Naj bo $a > b$. Gorišči elipse ležita na osi x simetrično glede na izhodišče in sta od njega oddaljeni za goriščno razdaljo e :

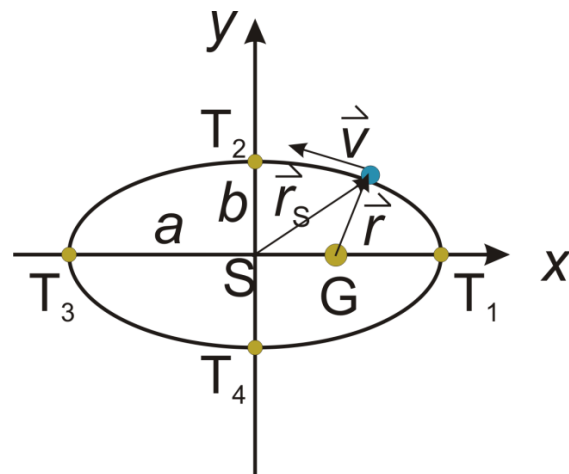
$$e^2 = a^2 - b^2. \quad (2)$$

Zanimalo nas bo samo desno gorišče, ki ga označimo z G in v katerem naj bo Sonce. Vpeljimo še izsrednost (ekscentričnost) elipse $\varepsilon < 1$:

$$\varepsilon = \frac{e}{a}. \quad (3)$$

Z enačbama (2) in (3) izrazimo kvadrat male polosi takole: $b^2 = a^2(1 - \varepsilon^2)$. Primeren parametrični zapis enačbe elipse namesto oblike (1) je z uporabo spremenljivke ψ . Velja $x = a \cos \psi$, $y = b \sin \psi$. Označimo to kot vektor r_s (krajevni vektor glede na središče elipse):

$$r_s = (a \cos \psi, b \sin \psi) \quad (4)$$



Slika 1: Elipsa, »krajevna« vektorja r_s in r , štiri temena in hitrost v . Sonce je v gorišču G . Teme T_1 ustreza periheliju (PH), teme T_3 pa afeliju (AF).

Spremenljivka ψ sicer ni polarni kot, vseeno pa zanjo velja $0 \leq \psi \leq 2\pi$. Zaradi zapisa (4), ki nas spominja na polarni zapis, bomo spremenljivki ψ vseeno rekli na kratko kar »kot«, čeprav se zanjo uporabljajo tudi druga imena. Štirim temenskim točkam elipse ustrezajo koti: $T_1(a, 0)$, $\psi = 0$; $T_2(0, b)$, $\psi = \pi/2$; $T_3(-a, 0)$, $\psi = \pi$; $T_4(0, -b)$, $\psi = 3\pi/2$. V zvezi z lego točke na elipsi pa bomo poleg krajevnega vektorja r_s uporabljali vektor r glede na desno gorišče, ki je tudi prikazan na sliki 1. Z odvajanjem enega ali drugega vektorja po času

izrazimo še hitrost točke (telesa), pri čemer naj kot ψ narašča s časom (točka se giblje v smeri nasprotno od urinega kazalca). Zapišimo nova vektorja:

$$\mathbf{r} = (a \cos \psi - e, b \sin \psi) \quad (5 \text{ a})$$

$$\mathbf{v} = (-a \sin \psi, b \cos \psi) \times \frac{d\psi}{dt}. \quad (5 \text{ b})$$

V nadaljnji izpeljavi bomo potrebovali še velikosti obeh vektorjev (5), ki ju izračunamo po Pitagorovem izreku iz obeh komponent:

$$r = a(1 - \varepsilon \cos \psi) \quad (6 \text{ a})$$

$$v = a \sqrt{\sin^2 \psi + (1 - \varepsilon^2) \cos^2 \psi} \times \frac{d\psi}{dt} \quad (6 \text{ b})$$

Zdaj smo pripravljeni na izpeljavo enačbe gibanja, to je enačbe za časovno odvisnost kota ψ .

Gibanje po elipsi zaradi gravitacije

Za obravnavo gibanja planeta okrog Sonca nam zadostujejo trije referenčni podatki: velika polos elipse a in njena izsrednost ε ter neka referenčna hitrost planeta v_0 . Najpreprosteje to hitrost definiramo kot:

$$v_0 = \sqrt{\frac{\kappa m_s}{a}}. \quad (7)$$

Pri tem je m_s masa Sonca, κ pa gravitacijska konstanta. S tolikšno hitrostjo bi se gibal planet okrog Sonca, če bi bil tir krožnica s polmerom a . To namreč pokažemo s poistovetenjem gravitacijske in centripetalne sile: $F_g = \kappa m_s m / a^2$, $F_c = m v_0^2 / a$, kjer je m masa planeta. Izpeljimo najprej hitrosti planeta v periheliju (PH) in afeliju (AF), ki ustrezata temenom elipse T_1 in T_3 na osi x . V teh dveh točkah je namreč zapis velikosti vrtilne količine in energije najenostavnejši. Razdalji teh točk od Sonca sta $r_{PH} = a - e$ in $r_{AF} = a + e$. Hitrosti ustrezno označimo z v_{PH} in v_{AF} . Vrtilni količini glede na Sonce sta $l_{PH} = m r_{PH} v_{PH}$ in $l_{AF} = m r_{AF} v_{AF}$. V resnici je vrtilna količina vektor, ki je v tem primeru pravokoten na ravnino gibanja, mi pa smo izrazili njeno velikost, ko sta krajevni vektor

\mathbf{r} (glede na Sonce) in hitrost pravokotna med seboj (to je res za PH in AF). Izenačimo vrtilni količini in energiji v obeh točkah:

$$m(a - e)v_{PH} = m(a + e)v_{AF} \quad (8 \text{ a})$$

$$\frac{1}{2} m v_{PH}^2 - \frac{\kappa m_s m}{a - e} = \frac{1}{2} m v_{AF}^2 - \frac{\kappa m_s m}{a + e}. \quad (8 \text{ b})$$

Iz obeh enačb izrazimo obe neznani hitrosti:

$$v_{PH} = v_0 \sqrt{\frac{1 + \varepsilon}{1 - \varepsilon}} \quad (9 \text{ a})$$

$$v_{AF} = v_0 \sqrt{\frac{1 - \varepsilon}{1 + \varepsilon}}. \quad (9 \text{ b})$$

Vstavimo ju v enačbi (8) in izračunamo vrtilno količino in energijo planeta, ki pa morata biti nazadnje enaka po vsem tiru:

$$l = m a v_0 \sqrt{1 - \varepsilon^2} = m b v_0 \quad (10)$$

$$E = -\frac{1}{2} m v_0^2. \quad (11)$$

Z enačbo (11) lahko preverimo, da je referenčna hitrost v_0 prav hitrost planeta v temenih T_2 in T_4 na osi y .

Najprej uporabimo enačbo (10), da ugotovimo pogoj (enačbo) za ohranitev vrtilne količine po vsej elipsi. V splošnem izračunamo tirno vrtilno količino kot vektorski produkt med krajevnim vektorjem in gibalno količino telesa: $l = \mathbf{r} \times m \mathbf{v}$. Za krajevni vektor (glede na Sonce) in hitrost uporabimo enačbi (8), pa dobimo enačbo:

$$l = m a b (1 - \varepsilon \cos \psi) \frac{d\psi}{dt} = m b v_0. \quad (12)$$

Po krajšanju mase in polosi b , nam ostane tale gibalna enačba, ki je samo malo drugačen zapis dobro znane Keplerjeve enačbe:

$$(1 - \varepsilon \cos \psi) \frac{d\psi}{dt} = \frac{v_0}{a}. \quad (13)$$

To je preprosta diferencialna enačba z ločljivima spremenljivkama ψ in t ; ločimo ju in integrirajmo enačbo. Vzemimo, da je v trenutku $t = 0$ planet v periheliju (teme T_1), $\psi = 0$. Rešitev zadnje diferencialne enačbe je torej:

$$\psi - \varepsilon \sin \psi = \frac{v_0 t}{a}. \quad (14)$$

To je res enolična zveza med t in ψ , ker je na levi strani enačbe naraščajoča funkcija ψ zaradi neenačbe $\varepsilon < 1$. Enačbe (4) in (13) si torej mislimo kot parametrični zapis za zvezo med časom t in lego planeta (x, y). Če v enačbo (13) vstavimo $\psi = 2\pi$ in za v_0 upoštevamo enačbo (7), dobimo znan izraz za obhodni čas:

$$t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{\kappa m_s}}. \quad (15)$$

Zapišimo še energijsko enačbo:

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{\kappa m_s m}{r} = -\frac{1}{2}mv_0^2. \quad (16)$$

Upoštevajmo enačbe (6 a) za r , (6 b) za b in (7), da izrazimo še maso Sonca v členu za gravitacijsko energijo, pa pristanemo spet pri enačbi (12). Ista dinamična enačba (12), če začnemo z ohranitvijo vrtilne količine ali pa energije, je posreden dokaz, da je elipsa zares pravi tir gibanja.

Če nas zanima še polarni kot ϕ , to je kot med vektorjem r in osjo x , ga izrazimo s kotom ψ :

$$\phi = \arctan \frac{y}{x - e} = \arctan \frac{b \sin \psi}{a(\cos \psi - \varepsilon)} \quad (16 \text{ a})$$

ali v elegantnejši obliki s polovičnimi koti:

$$\tan \frac{\phi}{2} = \sqrt{\frac{1 + \varepsilon}{1 - \varepsilon}} \tan \frac{\psi}{2}. \quad (16 \text{ b})$$

Nazadnje izračunajmo še, koliko časa potuje planet od temena T_1 (PH) do temena T_2 . To je četrtnina eliptičnega tira, vendar pa za to pot potrebuje planet manj kot četrt obhodnega časa, ker je bliže Soncu in se giblje hitreje. Vstavimo v (13) kot $\psi = \pi/2$, pa dobimo:

$$t = \frac{t_0}{4} \left(1 - \frac{2}{\pi} \cdot \varepsilon \right) \quad (17)$$

Sklep

S parametričnim zapisom enačbe elipse lahko preprosto pokažemo, da se nebesnemu telesu, ki se giblje okrog Sonca po eliptičnem tiru, zares ohranja tako tirna vrtilna količina kot energija. Hkrati izpeljemo in rešimo preprosto diferencialno enačbo za časovno odvisnost parametra ψ , ki podaja lego telesa na tem tiru.

Literatura

1. Goldstein, H. (1980) *Classical mechanics*, Addison-Wesley, Boston, ZDA.
2. Moore, P. (1999) *Atlas vesolja*, Mladinska knjiga, Ljubljana.
3. Rigutti, M. (1996) *Astronomija – Naravoslovni atlas*, Mladinska knjiga, Ljubljana.
4. Wikipedia, Johannes Kepler, dostopno na: http://sl.wikipedia.org/wiki/Johannes_Kepler.

POVPREČNA LETNA OSVETLJENOST VODORAVNE POVRŠINE ZEMELJSKEGA POVRŠJA

doc. dr. Vladimir Grubelnik

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

Uvod

Sonce oddaja v vesolje ogromne količine energije. Na povprečni oddaljenosti Zemlje od Sonca je gostota svetlobnega toka, ki pada s kvadratom oddaljenosti od Sonca, približno 1360 W/m^2 . Pri prehodu skozi atmosfero se lahko gostota svetlobnega toka bistveno zmanjša, saj je odvisna od sestave atmosfere, dolžine poti sončnih žarkov skozi atmosfero in seveda tudi od vremena [1]. V nadaljevanju temu problemu ne bomo posvečali posebne pozornosti, saj bomo predpostavili, da skozi atmosfero prehaja konstanten delež gostote svetlobnega toka.

Zanima nas, kolikšna je povprečna letna osvetljenost vodoravne površine zemeljskega površja zaradi spreminjanja višine sonca nad obzorjem. Predpostavimo, da v vseh primerih do zemeljske površine prihaja enaka gostota svetlobnega toka. Pri tem upoštevamo, da se položaj sonca na nebu neprestano spreminja zaradi vrtenja Zemlje okoli svoje osi in kroženja Zemlje okoli Sonca.

Višina Sonca nad obzorjem

Zaradi vrtenja Zemlje okoli osi in kroženja Zemlje okoli Sonca, se položaj Sonca na nebu neprestano spreminja. V prispevku »Višina sonca nad obzorjem« [2] smo podrobneje predstavili izpeljavo enačbe, ki določa višinski kot sonca nad obzorjem. Pokazali smo, da je:

$$\sin\gamma = \sin\delta\sin\varphi + \cos\delta\cos\varphi\cos\Omega, \quad (1)$$

pri čemer je γ višinski kot Sonca nad obzorjem, δ deklinacija Sonca, φ zemljepisna širina in Ω urni kot Sonca.

Deklinacija Sonca δ se preko leta spreminja, ker je Zemljina os nagnjena za $\delta_0 = 23,44^\circ$ glede na normalo ravnine kroženja Zemlje okoli Sonca. Spreminjanje deklinacije preko leta lahko za poljuben dan N v letu približno ocenimo z enačbo:

$$\delta = \delta_0 \sin\left(\frac{360^\circ}{365 \text{ dan}}(N - 81 \text{ dan})\right), \quad (2)$$

pri čemer upoštevamo, da ima leto 365 dni in je 1. januarja $N = 1$. Enačba dokaj natančno določa maksimalno ($\delta = \delta_0$, 21. junij, $N = 172$) in minimalno ($\delta = -\delta_0$, 21. december, $N = 355$) deklinacijo, medtem ko zaradi ekscentričnosti tira kroženja Zemlje okoli Sonca, pride do odstopanja pri pomladanskem in jesenskem enakonočju.

Zapišimo še urni kot Sonca Ω , ki je posledica vrtenja Zemlje okoli svoje osi. Če upoštevamo, da se Zemlja zavrti okoli svoje osi v 24 h, je urni kot Sonca:

$$\Omega = \frac{360^\circ}{24h}(T - 12h), \quad (3)$$

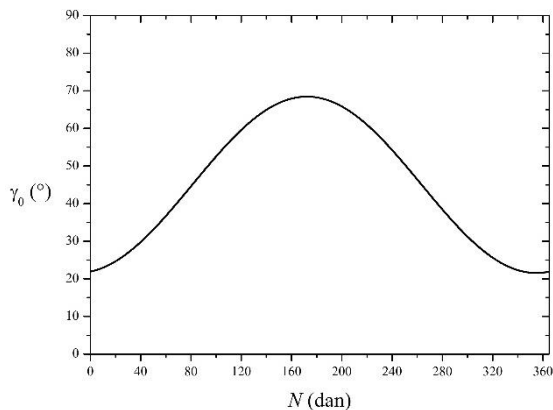
pri čemer je T lokalni čas (za naše kraje je to srednjeevropski zimski čas). Pri tem velja omeniti, da ta enačba za nadaljnje izračune popolnoma zadošča, čeprav le približno podaja urni kot Sonca, saj Sonce preko leta ne prečka krajevnega nebesnega meridiana vedno ob 12h [2].

Zapišimo še spreminjanje višine Sonca pri prehodu preko krajevnega meridiana ($\gamma_0 =$ najvišja višina Sonca v posameznem dnevu). Z upoštevanjem enačbe (1) in dejstva, da je pri prehodu Sonca preko krajevnega meridiana $\Omega = 0$, je:

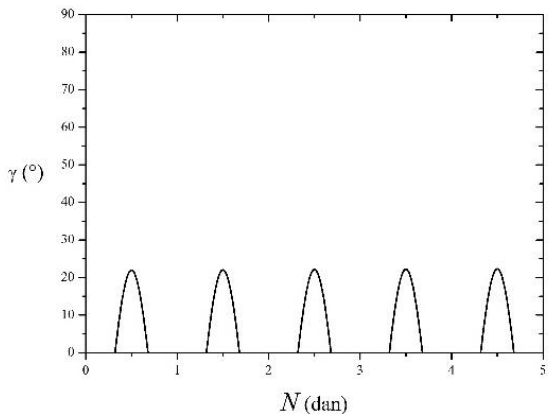
$$\sin\gamma_0 = \sin\delta\sin\varphi + \cos\delta\cos\varphi = \cos(\varphi - \delta). \quad (4)$$

Na sliki 1 je prikazana maksimalna višina Sonca v posameznem dnevu (γ_0 , enačba (4)) za zemljepisno širino $\varphi = 45^\circ$. Na sliki 2 pa je prikazano še dnevno spreminjanje višine Sonca (γ , enačba (1)) v zimskih (slika 2a) in letnih (slika 2b) dneh.

Iz slike 1 je razvidno, da je v zimskih dneh ($N = 1, 2, 3 \dots$) Sonce ob 12h nižje na nebu kot v poletnih dneh ($N = 170, 171, 172 \dots$). Prav tako vidimo, da je v poletnih dneh (slika 2b) Sonce v posameznem dnevu dlje časa nad obzorjem ($\gamma > 0$) kot v zimskih dneh (slika 2a).



Slika 1: Najvišja višina sonca (γ_0 , enačba 4) v posameznem dnevu N (1. januarja je $N = 1$).



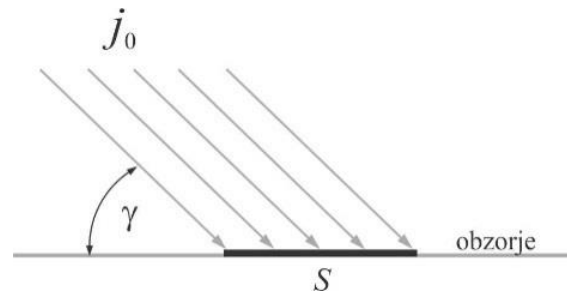
Slika 2: Dnevno spreminjane višine sonca (γ , enačba 1). a) zima b) poletje

Povprečna osvetljenost zemeljske površine

V nadaljevanju si oglejmo, kolikšen je povprečen svetlobni tok, ki pade na enoto vodoravne zemeljske površine za različne zemljepisne širine φ . Predpostavimo, da je gostota svetlobnega toka j_0 , ki doseže zemeljsko površje, konstantna. Ker se višina Sonca s časom spreminja (γ , enačba (1)), se s časom

spreminja tudi svetlobni tok, ki pade na površino S (slika 3):

$$P(t) = j_0 \sin \gamma S. \quad (5)$$



Slika 3: Svetlobni tok, ki pade na vodoravno površino S , pri višinskem kotu sonca γ (enačba 5).

Definiramo povprečno moč:

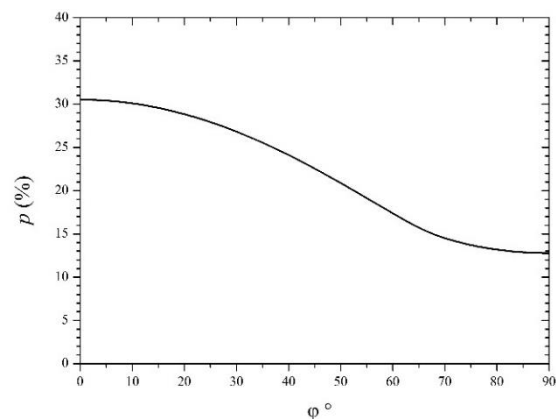
$$\bar{P} = \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} P(t), \quad (6)$$

kjer je $T_0 = 365$ dni (1 leto) in določimo, kolikšen delež p predstavlja povprečen svetlobni tok \bar{P} glede na maksimalni svetlobni tok P_0 :

$$p = \frac{\bar{P}}{P_0} 100 \%. \quad (7)$$

Maksimalni svetlobni tok $P_0 = j_0 S$ ($\gamma = 90^\circ$) in je dosegljiv le na zemljepisnih širinah, kjer Sonce dosega zenit. To je možno za zemljepisne širine φ , za katere velja $\gamma_0 = (90^\circ - \varphi) + \delta_0 \geq 90^\circ$.

Na sliki 4 je prikazano, kolikšen delež p predstavlja povprečen svetlobni tok \bar{P} glede na maksimalni svetlobni tok $P_0 = j_0 S$.



Slika 4: Delež p (enačba 7) v odvisnosti od zemljepisne širine φ .

Na sliki 4 lahko vidimo, da je povprečna moč, ki pade na enoto vodoravne površine na ekvatorju, dobrih 30 % P_0 , medtem ko je na severnem polu le okoli 13 % P_0 . Pri tem velja omeniti, da moramo za realne vrednosti osvetlitve površine, poleg omenjenih deležev zaradi gibanja Sonca, upoštevati še, da se lahko vrednost $P_0 = j_0 S$ preko leta precej spreminja. Kot smo že uvodoma omenili, je gostota svetlobnega toka nad atmosfero okoli 1360 W/m^2 , zaradi prehoda skozi atmosfero pa je vrednost j_0 lahko precej manjša.

Literatura

1. Rakovec, J. in Vrhovec, T. (1998). Osnove meteorologije za naravoslovce in tehnike, DMFA, Ljubljana.
2. GRUBELNIK, V. (2013) Višina Sonca nad obzorjem. V: SLAVINEC, Mitja (ur.). Astronomi v Kmici : petnajstič. Murska Sobota: AD Kmica: ZOTKS, 2013, str. 6-7.

HITROST GIBANJA SONČEVIH PEG

Tanja Holc¹ in Simon Ülen^{1,2}

¹Gimnazija Franca Miklošiča Ljutomer

²Alma Mater Europaea - ECM

1. Uvod

Izračun hitrosti gibanja Sončevih peg je nazoren in enostaven način določitve hitrosti vrtenja Sonca. Ker je Sonce plinasto telo, je njegova rotacija diferencialna, torej imajo območja na Soncu z različnimi heliografskimi širinami različne kotne oziroma obodne hitrosti. Območja na Sončevem ekvatorju se enkrat zavrtijo vsakih 25,05 dni, območja na polih pa vsakih 34,30 dni [1]. Bolj kot je Sončeva pega oddaljena od ekvatorja, manjša je njena hitrost.

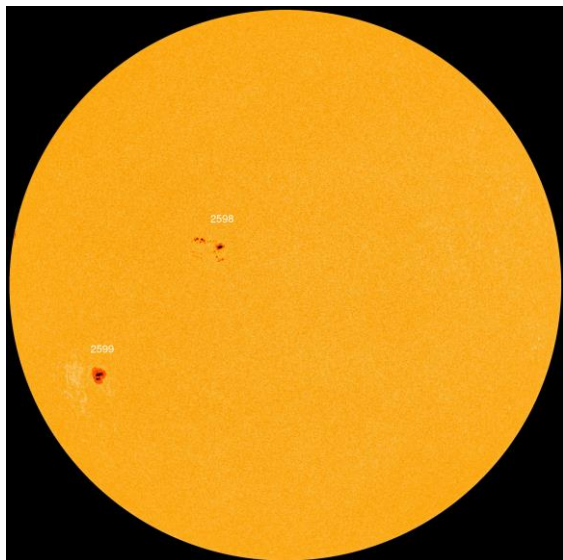
V prispevku je prikazan izračun hitrosti izbrane sončeve pege, ki leži južno od Sončevega ekvatorja. Primer takšne pege je pega št. 2599, ki je bila vidna v začetku oktobra 2016. Slika 1 prikazuje Sonce 6. oktobra 2016, Slika 2 pa 8. oktobra 2016. Na obeh slikah je označena pega št.2599[2]. V nadaljevanju predstavljamo način, kako določiti, izpeljati in izračunati količine, ki jih potrebujemo za izračun omenjene hitrosti.

2. Količine, potrebne za izračun hitrosti opazovane pege

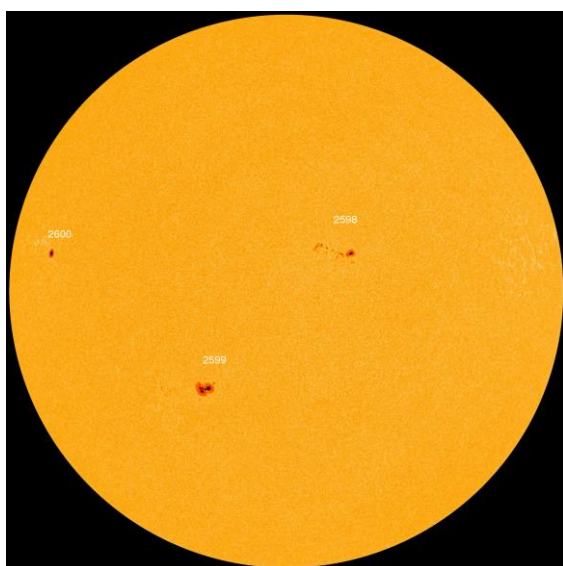
Za izračun hitrosti pege potrebujemo dve fotografiji Sonca. Časovni razmik med njima naj bo nekaj dni. Na fotografiji Sonca si moramo zarisati koordinatni

sistem pri katerem so na osi x nanizane heliografske dolžine na osi y pa heliografske širine. Količine, ki jih potrebujemo pri izračunu hitrosti pege in jih določimo na osnovi pridobljenih fotografij:

- φ – heliografska širina pege
- $r_{(y)}$ – razdalja med pego in osjo vrtenja Sonca v vodoravni smeri (polmer na heliografski širini φ)
- Δy – oddaljenost pege od ekvatorja (osi x) v navpični smeri
- Δx – oddaljenost pege od osi y v vodoravni smeri v položaju 1
- $\Delta x'$ – oddaljenost pege od osi y v vodoravni smeri v položaju 2
- α – kot med osjo y in pego v položaju 1 (pogled s spodnje strani)
- α' – kot med osjo y in pego v položaju 2 (pogled s spodnje strani)
- $\Delta \alpha$ – razlika med kotoma α in α'
- Δs – pot, ki jo je pega prepotovala med položajem 1 in položajem 2



Slika 1: Položaj pege št. 2599 6. oktobra 2016 [2].



Slika 2: Položaj pege št. 2599 8. oktobra 2016 [2].

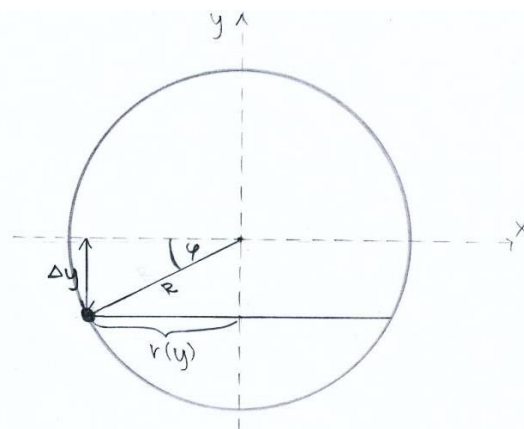
2.1 Določitev oziroma izračun omenjenih količin

Položaj 1 je položaj pege na prvi fotografiji, položaj 2 pa položaj pege na drugi fotografiji.

Razdalje Δy , Δx in $\Delta x'$ lahko določimo na različne načine (z različnimi enotami). Zelo natančen način določitve je s pomočjo pikselov oz. slikovnih pik fotografije. To lahko storimo s programom za obdelovanje slik, kot je na primer IrfanView, tako, da določimo število slikovnih pik med pego in osjo y

(za določitev Δx ali $\Delta x'$) oziroma pego in osjo x (za določitev Δy). Določimo tudi število slikovnih pik od enega do drugega roba Sonca, kar predstavlja Sončev premer. Iz razmerja med obema številoma pikselov in s poznavanjem premera Sonca lahko določimo Δy , Δx in $\Delta x'$ v kilometrih.

- $r_{(y)}$ in φ


 Slika 3: Prikaz razdalj $r_{(y)}$ in φ

Iz Slike 3 lahko razberemo, da je $r_{(y)}$ definiran kot

$$r_{(y)} = R \cdot \cos \varphi, \quad (1)$$

pri čemer je R polmer Sonca oziroma razdalja od položaja pege do središča Sonca.

Prav tako je razvidno, da velja

$$\sin \varphi = \frac{\Delta y}{R}, \quad (2)$$

iz česar sledi

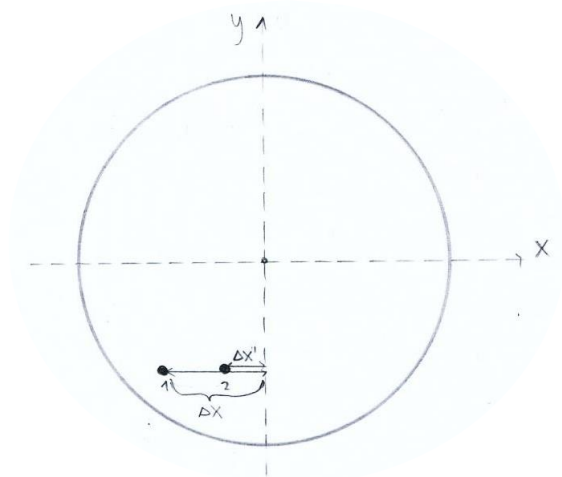
$$\varphi = \sin^{-1} \left(\frac{\Delta y}{R} \right). \quad (3)$$

Iz enačb (1) in (3) lahko izpeljemo enačbo za izračun $r_{(y)}$, in sicer:

$$r_{(y)} = R \cdot \cos \left(\sin^{-1} \left(\frac{\Delta y}{R} \right) \right). \quad (4)$$

- Δx , $\Delta x'$, α in α'

Razdalji Δx in $\Delta x'$ sta definirani kot razdalji od osi y v vodoravni smeri (Slika 4).



Slika 4: Prikaz razdalj in Δx in $\Delta x'$

Najlažje si zvezo med njima ter med kotoma α in α' predstavljamo, če narišemo sliko, ki ponazarja pego v položaju 1 in položaju 2, kot bi jo videli, če bi Sonce opazovali s spodnje strani (Slika 5). Pri pogledu na Sonce s spodnje strani si koordinatni sistem narišemo zgolj za pomoč pri odčitavanju kotov α' in α . Koordinate pege v tem primeru ne predstavljajo njene heliografske dolžine oziroma širine.

Iz Slike 5 sta razvidni enakosti

$$\sin \alpha = \frac{\Delta x}{r_{(y)}} \quad \text{in} \quad (5a)$$

$$\sin \alpha' = \frac{\Delta x'}{r_{(y)}}. \quad (5b)$$

Iz enačb (5a) in (5b) lahko izpeljemo enačbe za izračun kotov α in α' , in sicer

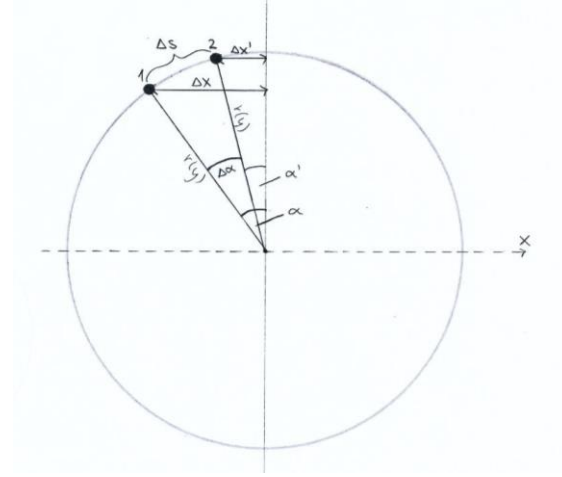
$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta x}{r_{(y)}}\right) \quad \text{in} \quad (6a)$$

$$\alpha' = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta x'}{r_{(y)}}\right). \quad (6b)$$

$\Delta\alpha$ in Δs

Da bomo pegi lahko izračunali hitrost, potrebujemo podatek o poti, ki jo je prepotovala med položajema 1 in 2 in ki jo označimo z Δs (Slika 5). Ker je Sonce krogla, bomo Δs računali kot dolžino krožnega loka, torej po enačbi:

$$l = \frac{\pi r \alpha}{180^\circ}, \quad (7)$$



Slika 5: Prikaz pogleda na Sonce s spodnje strani

pri čemer je r v našem primeru $r_{(y)}$, kot α pa $\Delta\alpha$ (Slika 5). Zgornjo enačbo preoblikujemo in za izračun poti dobimo:

$$\Delta s = \frac{\pi \cdot r_{(y)} \cdot \Delta\alpha}{180^\circ}. \quad (8)$$

Enačbo za $\Delta\alpha$, ki je definiran kot $\alpha - \alpha'$, dobimo iz enačb 6a in 6b:

$$\Delta\alpha = \alpha - \alpha' = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta x}{r_{(y)}}\right) - \sin^{-1}\left(\frac{\Delta x'}{r_{(y)}}\right). \quad (9)$$

Iz enačbe (9) sledi:

$$\Delta s = \frac{\pi \cdot r_{(y)} \cdot (\sin^{-1}\left(\frac{\Delta x}{r_{(y)}}\right) - \sin^{-1}\left(\frac{\Delta x'}{r_{(y)}}\right))}{180^\circ}. \quad (10)$$

3. Hitrost pege

Hitrost sončeve pege izračunamo iz enačbe

$$v_{pega} = \frac{\Delta s}{t}, \quad (11)$$

kjer je t časovni interval med posnetjem fotografij 1 in 2, Δs pa izračunamo iz enačbe (10).

4. Zaključek

V prispevku je prikazana pot do izračuna hitrosti izbrane sončeve pege in sicer pege št. 2599, ki leži

južno od Sončevega ekvatorja in je bila vidna v začetku oktobra 2016. Prikazan je način, kako določiti, izpeljati in izračunati količine, ki jih potrebujemo za izračun omenjene hitrosti in v zaključku prikazana izpeljava enačbe, iz katere izračunamo hitrost pege.

Literatura

- [1] Differential rotation of the Sun. https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_rotation_of_the_Sun (2016-10-08).
 [2] Spaceweather–archive. <http://spaceweather.com/archive.php?view=1&day=04&month=10&year=2016> (2016-10-08).

ENAČBA ČASA

Aljaž Šabeder in doc. dr. Robert Repnik

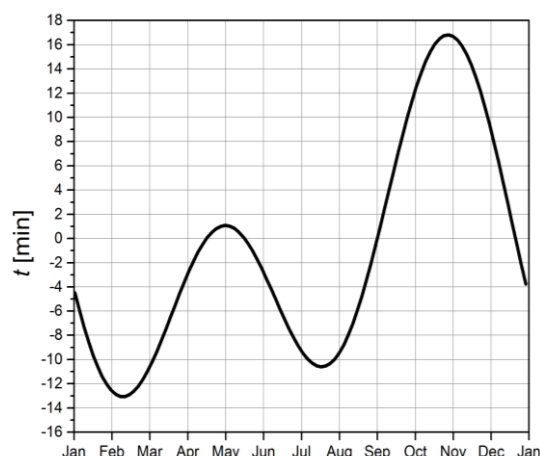
Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Uvod

Enačbo časa uporabimo pri obravnavanju Sončnih ur, kjer nastopa kot ena izmed korekcij med pravim Sončevim časom in časom, ki ga kaže ura, umerjena po časovnem pasu v katerem se slednja nahaja [1]. Enačba časa predstavlja časovno razliko med pravim in srednjim Sončevim časom v časovnem intervalu enega leta [2]. Do razlike med pravim in srednjim Sončevim časom pride zaradi neenakomerne hitrosti gibanja Zemlje okoli Sonca in nagnjenosti Zemljine osi vrtenja glede na ravnino tira. Srednji Sončev čas namreč predvideva, da se Zemlja okoli Sonca ves čas giblje z enakomerno hitrostjo (tir Zemlje bi bil popolni krog s Soncem v središču) ter da je njena os vrtenja pravokotna na ravnino gibanja okoli Sonca (os ni nagnjena) [3].

Enačba časa

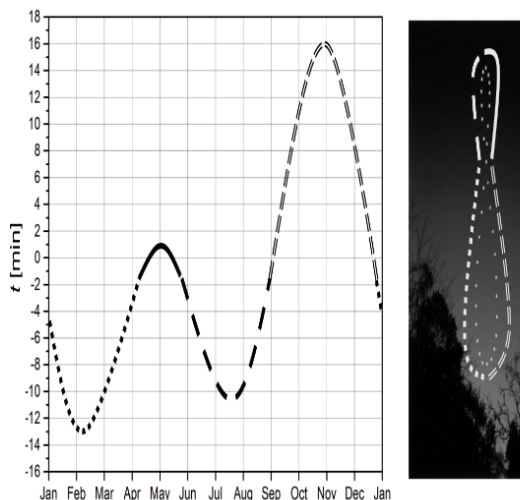
V prvem koraku lahko omenimo, da enačba časa (E) v matematičnem pomenu ne predstavlja enačbe, temveč nam predstavlja razliko med pravim (t_p) in srednjim (t_s) sončevim časom $E = t_p - t_s$. Enačba časa nam posledično predstavlja graf popravka (v minutah) v odvisnosti od časa periode (eno leto), iz katerega odčitamo razliko, in sicer: za koliko minut Sončna ura zaostaja ali prehiteva uro, ki je umerjena po ustreznem časovnem pasu v določenem delu leta (Slika 1).



Slika 1: Enačba časa. V primeru, ko enačba časa zavzema pozitivne vrednosti, pravo Sonce prehiteva srednje Sonce, obratno velja za negativne vrednosti.

Iz slednjega grafa lahko razberemo maksimum enačbe časa (+16,4 minute), ki nastopi v dneh okoli 4. novembra ter njen minimum (-14,4 minute), ki nastopi v dneh okoli 12. februarja. Med pravim in srednjim sončevim časom ni razlike v dneh okoli 15. aprila, 14. junija, 1. septembra in 25. decembra. Posledico enačbe časa nam predstavlja posebna krivulja v obliki osmice, ki ji rečemo analema. Analemo določimo tako, da vsak dan v roku enega leta ob točno določeni uri (brez upoštevanja menjave letnega in zimskega časa) posnamemo položaj Sonca na nebu [1]. Slika 2 nam prikazuje povezavo med enačbo časa in analemo, ki nam

prikazuje položaj Sonca ob točno določeni uri v roku enega leta.



Slika 2: Povezava med enačbo časa (levo) in analemo (desno). Vrsta črte v grafu se ujema s črto v analemi.

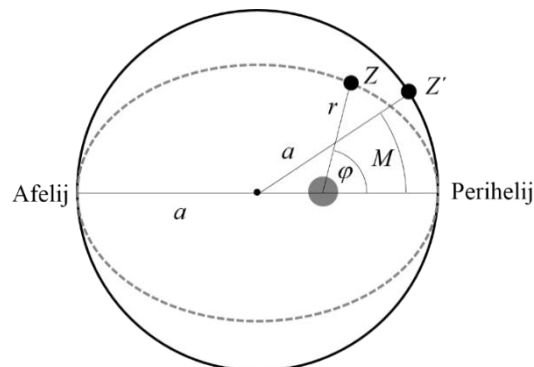
Vzroki enačbe časa

Prvi vzrok enačbe časa je posledica eliptične krivulje gibanja Zemlje okoli Sonca (Sonce je v enem izmed gorišč elipse), ki jo opisuje prvi Keplerjev zakon. Po drugem Keplerjevem zakonu sledi, da hitrost Zemlje pri potovanju okoli Sonca ni konstantna (Zemlja se najhitreje giblje v periheliju in najpočasneje v afeliju). V primeru, da bi se Zemlja okoli Sonca gibala po krožnici, bi bila njena hitrost ves čas konstanta.

Slika 3 nam prikazuje razliko gibanja Zemlje (Z) po elipsi z veliko polosjo a in Zemljo (Z'), ki se ves čas enakomerno giblje po krožnici s polmerom, enakim veliki polosi elipse a . Kót φ nam predstavlja pravo anomalijo in podaja kót med veliko polosjo elipse a in krajevnim vektorjem r med Soncem in Zemljo. Kót M predstavlja srednjo anomalijo in podaja kót med veliko polosjo elipse a ter Zemljo, ki se enakomerno giblje po krožnici s polmerom a .

Razlika kótov prave in srednje anomalije, preračunana v časovne enote, predstavlja prvi vzrok enačbe časa. Pri tem srednjo anomalijo izračunamo kot:

$$M = \frac{2\pi}{T} \Delta t, \quad (1)$$



Slika 3: Razlika med pravo (φ) in srednjo (M) anomalijo. Pri tem nam črtkana krivulja predstavlja eliptični tir Zemljine orbite, črna krivulja pa nam predstavlja navidezni krožni tir Zemljine orbite. Povzeto po [1].

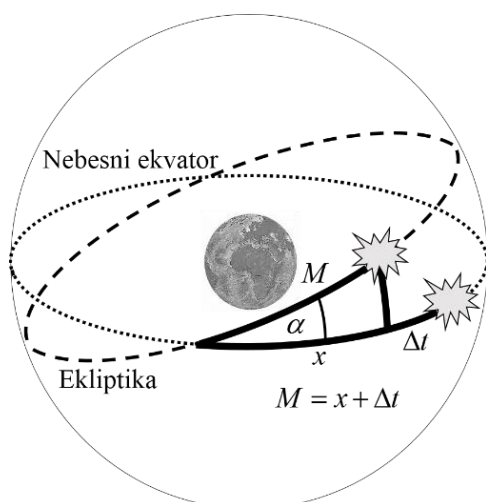
kjer je T obhodni čas Zemlje okoli Sonca in znaša približno 365,25 dni. Za elipso z zelo majhno vrednostjo numerične ekscentričnosti (ε), kot jo ima tudi Zemljin tir ($\varepsilon \approx 0,0167$), lahko v približku podamo zvezo med pravo (φ) in srednjo (M) anomalijo

$$\varphi = M + \frac{360^\circ}{\pi} \varepsilon \sin M.$$

Drugi vzrok enačbe časa je nagnjenost Zemljine osi vrtenja glede na ravnino gibanja okoli Sonca. Zemljina os vrtenja je namreč nagnjena glede na ravnino gibanja za približno $23,5^\circ$.

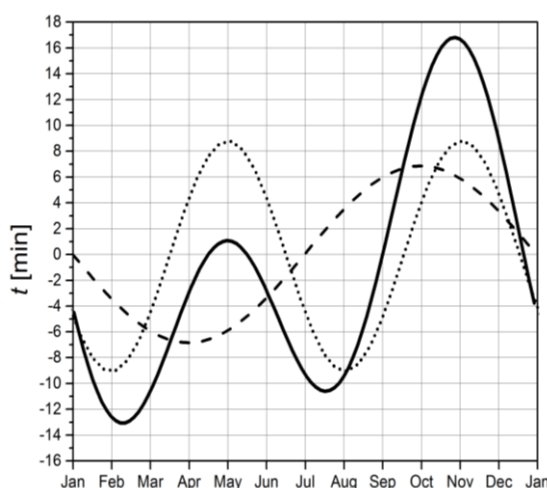
Pri izpeljavi bomo upoštevali, da se pravo in srednje Sonce ves čas gibljeta enakomerno. Pri tem se pravo Sonce giblje po ekliptiki, srednje Sonce pa po nebesnem ekvatorju. Upoštevamo, da tako pravo kot srednje Sonce v enakem časovnem intervalu opravita enako dolg lok, ki ga podamo v stopinjskih enotah in je enak kótu srednje anomalije iz enačbe (1). Zaradi nagnjenosti med nebesnim ekvatorjem in ekliptiko, pride pri pravokotni projekciji loka pravega Sonca na nebesni ekvator do časovne razlike. Za izračun časovne razlike med pravim in srednjim Soncem si pomagamo s pravokotnim sfernim trikotnikom, v katerem velja pravilo

$\tan x = \tan M \cos \alpha$, kjer je α nagnjenost ekliptike glede na nebesni ekvator (Slika 4)[4]. Časovna razlika (Δt) med pravim in srednjim Soncem je tako enaka $\Delta t = M - \arctan(\tan M \cos \alpha)$.



Slika 4: Prikaz navideznega gibanja pravega in srednjega Sonca. Povzeto po [1].

Izračun razlike med pravim in srednjim Sončevim časom lahko naredimo za vsak dan v letu, najenostavneje pa razliko predstavimo z grafom. Slika 5 predstavlja graf časovne enačbe, kjer vključimo prispevka obeh vzrokov enačbe časa.



Slika 5: Enačbo časa predstavimo s polno krivuljo in nastopa kot vsota posledice eliptičnega tira Zemlje

(črtkana krivulja) in posledice nagnjenosti Zemljine osi vrtenja (pikčasta krivulja).

Zaključek

Enačba časa je eden izmed glavnih vzrokov, ki pojasni časovno razliko med sončno in ročno uro. Njene vrednosti za poljubni dan v letu so hitro dostopne na spletu [5]. Kot zanimivost omenimo pojav zimskega solsticija (Sončevega obrata). Ob zimskem solsticiju je dolžina dneva najkrajša. S hitrim logičnim sklepanjem bi lahko prišli do zaključka, da Sonce na ta dan najkasneje vzide ter najhitreje zaide. Zaradi enačbe časa pa temu ni tako in Sonce, na primer, na ta dan ne vzide najkasneje (to se zgodi nekaj dni kasneje). Podoben razmislek je možen tudi pri poletnem solsticiju. Tabela 1 nam nazorno prikazuje čas vzhajanja in zahajanja Sonca v časovnem intervalu ob obeh solsticijih v letu 2015/2016 za mesto Maribor. Poudarjene so ekstremne vrednosti.

Literatura

1. Šabeder, A. (2016). *Sončne ure pri poučevanju matematičnih in fizikalnih vsebin (magistrsko delo)*. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
2. Avsec, F. in Prosen, M. (2006). *Astronomija*. Ljubljana: DMFA.
3. Yeow, T. (2002). *The analemma for Latitudinally-Challenged People*. Singapore: National University of Singapore.
4. <http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic1394393.files/Equation%20of%20time.pdf> (pridobljeno 22. 10. 2016).
5. <http://www.ppowers.com/EoT.htm> (pridobljeno 23. 10. 2016).
6. <http://vesolje.net/koledar/koledar.php?mesec=7&leto=2016&kraj=Maribor& pogled=mesec> (pridobljeno 24. 10. 2016).

Tabela 1: Čas vzhajanja in zahajanja Sonca ter dolžina dneva v časovnem intervalu ob obeh solsticijih. Podatki so pridobljeni za mesto Maribor v letu 2015/2016 (poletni solsticij v letu 2015 in zimski solsticij ob koncu leta 2015) [6]. Poudarjeno so navedene ekstremne vrednosti.

Poletni solsticij 2015				Zimski solsticij 2015/2016			
Datum	Vzhod	Zahod	Dolžina dneva [ure]	Datum	Vzhod	Zahod	Dolžina dneva [ure]
13. junij	05.03	20.51	15.48	14. december	07.33	16.11	8.38
14. junij	05.03	20.52	15.49	15. december	07.34	16.11	8.37
15. junij	05.03	20.52	15.49	16. december	07.34	16.10	8.36
16. junij	05.03	20.53	15.50	17. december	07.35	16.10	8.35
17. junij	05.03	20.53	15.50	18. december	07.36	16.11	8.35
18. junij	05.03	20.53	15.50	19. december	07.37	16.11	8.34
19. junij	05.03	20.54	15.51	20. december	07.37	16.11	8.34
20. junij	05.03	20.54	15.51	21. december	07.38	16.12	8.34
21. junij	05.04	20.54	15.50	22. december	07.38	16.13	8.35
22. junij	05.04	20.54	15.50	23. december	07.39	16.14	8.35
23. junij	05.04	20.54	15.50	24. december	07.39	16.14	8.35
24. junij	05.05	20.54	15.49	25. december	07.40	16.15	8.35
25. junij	05.05	20.54	15.49	26. december	07.40	16.15	8.35
26. junij	05.05	20.54	15.49	27. december	07.40	16.16	8.36
27. junij	05.06	20.54	15.48	28. december	07.40	16.17	8.37
28. junij	05.06	20.54	15.48	29. december	07.40	16.17	8.37
29. junij	05.07	20.54	15.47	30. december	07.41	16.18	8.37
30. junij	05.08	20.54	15.46	31. december	07.41	16.29	8.38
1. julij	05.08	20.54	15.46	1. januar 2016	07.41	16.20	8.39
2. julij	05.09	20.53	15.44	2. januar	07.41	16.21	8.40
3. julij	05.09	20.53	15.44	3. januar	07.41	16.22	8.41
4. julij	05.10	20.53	15.43	4. januar	07.41	16.23	8.42
5. julij	05.11	20.52	15.41	5. januar	07.40	16.24	8.44

ORION

Andreja Časar, AD Kmica

Ko naju več ne bo, Orion sijal bo še, je pesnil Gregor Strniša in Orion ujel v kultno popevko. V pesem uvrščena misel o povezanosti ozvezdja s prenehanjem človeškega bivanja ni nekaj neobičajnega. Zmago Šmitek pravi, da se je predstava pokojnikov v podobi zvezd – bila je znana že starim Egipčanom, kasneje so jo prevzeli še Grki

in Rimljani – v ljudskem izročilu evropskih narodov obdržala do danes (Šmitek, 2004, 99).

Orionovih sedem zvezd je razporejenih v štirikotnik z nizom treh zvezd na sredini, ki jih imenujemo Orionov pas. Med decembrom in marcem je to najsvetlejšje ozvezdje na nebu. (Orion – ozvezdje, 2016). Orion, ki ga prereže nebesni ekvator na pol, je viden iz vseh delov sveta. Ekvator

poteka v neposredni bližini Delte ali Mintake v Orionovem pasu, tako da je zvezda Rigel, za katero domnevajo, da seva 49.000-krat močnejše od Sonca, daleč na južni polovici neba, oddaljena 850 svetlobnih let (Ozvezdja: Orion, 2016).



Slika 1: *Uranometria Orion*.

Milko Matičetov pojasnjuje, da so za Orionov pas pri nas znana naslednja imena: kosci, mlatci, jarem, brana, drévo (priprava za oranje) (V Šmitek, 2004, 101). Po Orionu so ljudje merili nočni čas in letna obdobja (prav tam, 104). Starim kulturam Evrope ter Bližnjega in Srednjega vzhoda je predstavljal nebesni časovni mejnik za koledar. Obstoje tovrstnega koledarja v Evropi je potrdila analiza nekaterih geometričnih ornamentov na keramični posodi iz Vinkovcev, in sicer iz obdobja Vučedolske kulture (ok. 3000 pr. n. št.), na kateri so ponazorjena različna ozvezdja, predvsem Sonce in Orion. Šmitek domneva, da posode s tovrstnimi ornamentami govorijo tudi o usodi ljudi v onostranstvu, saj so večinoma najdene v grobovih (V Šmitek, 2004, 89). Nadalje pripominja (V Šmitek, 2004, 90), da so iz orfičnega čaščenja zvezd (ubesedenih v himnah, posvečenih Soncu in drugim nebesnim telesom) vzniknile tudi ideje o odrešitvi duše, o njeni

nesmrtnosti ter njenem potovanju skozi nebesne sfere.

Orion, sin boga morja Pozejzona, slovi kot atletski, lep moški. Pozejdon ga je naučil hoditi skozi morja tako, da ima glavo vedno na površju vode, pa tudi če korači po največjih globinah. Znan je kot največji lovec med smrtniki, toda tudi njegove ljubezenske prigode niso nič manj vznemirljive. Za premnoge ženske je fatalen, čeprav je njegovo ime zvezano tudi z nasiljem. Pregarjal je Plejade, sedem Atlasovih hčera, vse dokler jih ni Zevs spremenil v golobice in jih postavil na nebo, kjer jih Orion do brezčasnosti še danes neuspešno preganja.

O njegovem koncu obstaja več različic. Ena izmed njih govori o Artemidi, boginji lova, ki se je bila zaljubila v Oriona in se z njim želela poročiti. Toda njen brat Apolon se s tem ni strinjal, zato se je domislil krutega načrta. Ko je Orion nekoč korakal skozi morje, je Apolon povprašal Artemido, če vidi tisto majhno piko v daljavi in če jo lahko ustrelji s puščico. Artemida je storila, kot ji je bilo naročeno, in tako nehote ubila ljubljenega. Ko je ugotovila, kaj je storila, je Oriona postavila na nebo, med druge zvezde. Druga različica govori o tem, da se je Orion hvalisal naokrog, kako bo ubil vse živali na Zemlji. Ko je svoje besede udejanjal, je boginja Zemlje, Gea, nadenj poslala Škorpiona, da mu to prepreči. Tako sta na nebu Orion in Škorpion postavljena tako, da nikoli ne vidita drug drugega, kajti Orion se pojavi šele tedaj, ko Škorpion na nebu izgine. Poleg Oriona se na nebu pojavljata tudi njegova zvesta spremljevalca na lovu – Mali in Veliki pes (Povzeto po Mit o Orionu, 2016).

Literatura

1. Šmitek, Z. (2004). *Mitološko izročilo Slovencev*. Ljubljana: Študentska založba.
2. *Ozvezdja: Orion*. (2016). Vesolje.net. Pridobljeno 2. 11. 2016 s spletne strani <http://vesolje.net/efe/ozvezdja/orion.htm>.
3. *Orion (ozvezdje)*. (2016). Wikipedia. Pridobljeno 2. 11. 2016 s spletne strani [https://sl.wikipedia.org/wiki/Orion_\(ozvezdje\)](https://sl.wikipedia.org/wiki/Orion_(ozvezdje)).
4. *Mit o Orionu*. (2016). Astronomija. Pridobljeno 3. 11. 2016 s spletne strani <http://static.astronomija.org.rs/dubokisvemir/galaksija/sazvezdja/orion/mitoorionu.htm>.
5. Slika: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Uranometria_orion.jpg (2016).

EVROPA GRE NA MARS

pom. akad. dr. Primož Kajdič

Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México

Ste že slišali za eksobiologijo? Sliši se kot predmet, ki smo se ga učili v osnovni in srednji šoli, vendar nam predpona ekso namiguje da gre za nekaj bolj eksotičnega. In je res. Eksobiologija je namreč izraz, s katerim znanstveniki opišejo vejo biologije, katere namen je iskanje življenja izven Zemlje, torej na drugih planetih ter lunah, pa tudi pa preučevanje vpljiva okolij na teh telesih na živa bitja.

Eksobiologija na Marsu je naloga misije ExoMars, ki sta jo skupaj zasnovali Evropska vesoljska agencija ESA ter Ruska vesoljska agencija Roscosmos. Nekaj ste o tej misiji gotovo že slišali, predvsem o neuspelem pristanku modula Schiaparelli na rdečem planetu, toda pojdemo lepo po vrsti.

Misija ExoMars sestoji iz dveh pristajalnih modulov, enega orbitalnega modula ter enega roverja oziroma vozila. Dva od njih, Trace Gas Orbiter (TGO) ter pristajalni modul Schiaparelli so proti Marsu izstrelili 14. marca 2016. Naloga TGOja analiza plinov v marsovi atmosferi, služil pa naj bi kot telekomunikacijski modul za Schiaparelli osem marsovih dni (solov) po njegovem pristanku. Ob prihodu vozila ExoMars rover, ki bo izstreljeno predvidoma leta 2020, bo TGO zanj služil kot telekomunikacijski satelit. In ravno vozilo je najbolj zanimiv del misije ExoMars.

Vozilo ExoMars

Vprašanja, na katera bodo znanstveniki v sklopu misije ExoMars 2020 iskali odgovore, so:

- Ali je na Marsu kdaj obstajalo življenje oziroma ali je življenje trenutno prisotno na tem planetu.
- Kako je prisotnost vode na Marsu vplivala na geokemično sestavo planetovega površja.
- Kako je prisotnost vode vplivala na geokemično sestavo kot funkcijo globine pod marsovim površjem.
- Kateri plini so prisotni v Marsovi atmosferi in od kod izvirajo.

Po Marsu se je vozilo oz. se še vozi kar nekaj roverjev. Ameriška NASA je na rdeči planet leta

1997 poslala Sojourner, ki je bil sestavni del misije Mars Pathfinder. Leta 2003 sta bili lansirani vozili Opportunity in Spirit kot del misije Mars Exploration Rover. Opportunity je še danes aktivno vozilo. Novembra leta 2011 je bilo proti Marsu v okviru misije Mars Science Laboratory poslano vozilo Curiosity, ki nam je poslalo najbolj osupljive panoramske posnetke marsovega površja. Tudi to vozilo je še vedno aktivno.

Vozilo ExoMars se ne bo posvečalo le raziskovanju marsovega površja, temveč bo s posebnim svedrom jemalo vzorce tal do globine dveh metrov.

Vozilo ExoMars bo svoje inštrumente ter motor napajalo s pomočjo solarni celic, s katerimi bo proizvajalo električno energijo. Glede na to, da bo z modulom TGO lahko komuniciralo le tekom enega do dveh kratkih intervalov tekom posameznega sola, bo vozilo zelo avtonomno. Premikalo se bo s hitrostjo 100 metrov na sol. Za ta namen bodo znanstveniki naredili seznam primernih ciljev s pomočjo 3D posnetkov, ki bodo narejeni z dvema kamerama, ki sta sestavni del inštrumenta *Panoramic Camera (Pan-Cam)*, in ki bosta namontirani na posebnem jamborju. Fotografije teh kamer bodo narejene v razponu valovnih dolžin med 440 in 1000 nanomentrov. Dvanajst filtrov centriranih na različnih valovnih dolžinah bo omogočalo tudi preučevanje teksture skal ter določanje geoloških lastnosti marsovega okolja. Pan-Cam nadalje sestavlja še dodatna kamera za barvne posnetke visoke ločljivosti. Pan-Cam bo tudi pregledoval vzorce, ki jih bo pridobil sveder, preden bodo ti zdrobljeni za nadaljnjo analizo.

Na jamborju bo nameščen tudi *spektrometer ISEM*, ki bo deloval v infrardečem delu spektra in bo določal sestavo mineralov, ki se nahajajo v skalah na marsovem površju. Med najpomembnejšimi nalogami bo iskanje hidratiranih mineralov, torej takih, ki katerih nastanek je bil pogojen s prisotnostjo vode.

Close up imager – *CLUPI* je posebna kamera, ki bo nameščena v na svedru in bo delala posnetke vzorcev, ki jih bo ta pridobil. Posnetki bodo zelo velike ločljivosti – 7 mikrometrov/piksel. *CLUPI* bo namenjen študiju materiala v skalah v velikosti od milimetrov do centimetrov.

Inštrument *Wisdom* je radar, sestavljen iz dveh anten. Z njim bodo znanstveniki pridobivali informacije o prisotnosti vodnega ledu pod marsovim površjem, kar jim bo pomagalo pri sprejemanju odločitev kje naj vozilo zavrti v tla.

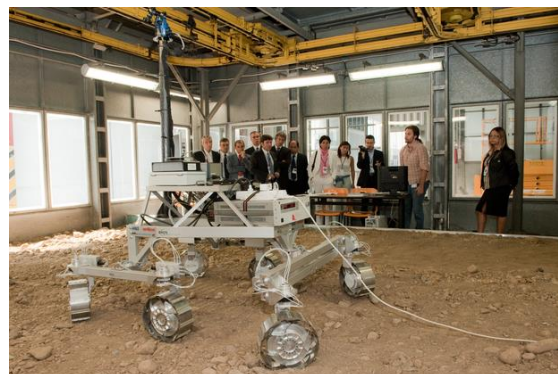
V svedru bo nameščen tudi *spektrometer Ma-MISS*, ki bo proučeval mineralno sestavo tal v vrtninah narejenih s svedrom. *Ma-MISS* bo nameščen na svedru (slika 2). Skozi posebno okence bo osvetljeval stene vrtnin in analiziral odbito svetlobo. *MicrOmega* je še en spektrometer, ki bo analiziral svetlobo v infrardečem delu spektra z namenom določiti mineralno ter molekularno sestavo vzorcev tal pridobljenih s svedrom. Spektrometer *Raman* bo s posebnim laserjem osvetljeval površje Marsa. Pri tem bo nekaj molekul s površja skal izparelo, nato pa bo Raman analiziral njihovo svetlobo, mineralno ter molekularno sestavo skal. *Moma* je še zadnji v vrsti spektrometrov na vozilu *ExoMars*. Njegov namen pa bo analiza organskih molekul ter določitev njihovega izvor.

Kraj pristanka

Primarni kraj pristanka misije *ExoMars 2020* so znanstveniki izbrali oktobra 2015 v sklopu konference *Third Landing Site Selection Workshop* v *European Space Research and Technology Centre (ESTEC)* na Nizozemskem. Glavni kriteriji pri izbiri so bili, da je kraj varen za pristanek, geologija ter zgodovina kraja ter večje možnosti najdbe ostankov živih bitij. Na koncu konference je bilo izbrano področje, ki se imenuje *Oxia Planum*.

Oxia Planum se nahaja vzhodno od območja *Chryse Planitia* in jugovzhodno of *Arabia Terra*. Njegovi geografska širina ter dolžina sta 18.20° severno in 335.45° vzhodno. Nadmorska višina *Oxia Planum* je med 5000 m in 1000 m. V *Oxia Planum* najdemo stare tvorbe, ki segajo v sam začetek Marsa, torej v eon *Noachian* (to obdobje je trajalo od pred 4 do 3.5 milijardami let). Po njem poteka več rečnih strug, pa

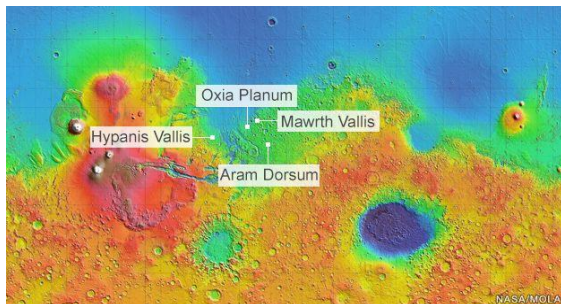
tudi en deltasti izliv (slika 4), kar pomeni, da je nekoč tam tekla reka, ki se je izlivala v morje ali jezero.



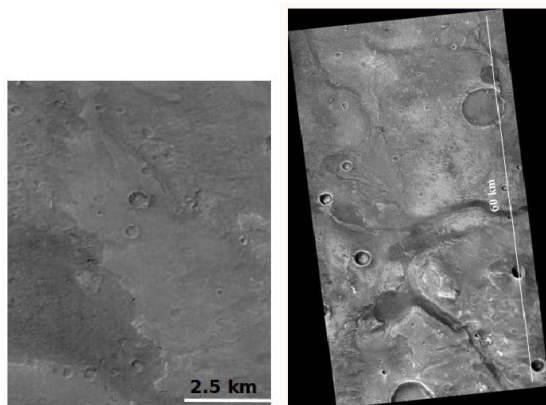
Slika 1: Prototip robotiziranega vozila *ExoMars rover*. Vir: Evropska vesoljska agencija, <http://exploration.esa.int/mars/47778-the-exomars-rover-prototype/>.



Slika 2: *Ma-MISS – Mars Multispectral Imager for Subsurface Studies*. Vir: Evropska vesoljska agencija, <http://exploration.esa.int/mars/45103-rover-instruments/?fbodylongid=2133>.



Slika 3: Štirje kraji, finalisti, za pristanek vozila Exomars: Hypanis Vallis, Marwth Vallis, Aram Dorsum ter Oxia Planum. Slednji je bil dokončno izbran kot kraj pristanka.



Slika 4: Primer rečnih strug (zgoraj) ter verjetnega

deltastega izliva (desno) v Oxia Planum. Fotografiji sta bili posneta s kamero HIRISE, ki je del misije Mars Reconnaissance Orbiter.

Pretekle misije so na površju Oxia Planum zaznale prisotnost več mineralov katerih tvorba je pogojena s prisotnostjo vode, kot so nontronit ($\text{Na}_0.3\text{Fe}_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), saponit ($(\text{Ca,Na})_0.3(\text{Mg,Fe})_3(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), vermiculit ($\text{Mg}_{0.7}(\text{Mg,Fe,Al})_6(\text{Si,Al})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), olivin (forsterit (Mg_2SiO_4) ter fayalit (Fe_2SiO_4)), opal ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), caolinit ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) ter montromillonit ($(\text{Na,Ca})_{0.3}(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Ravno prisotnost vode je bila med odločilnimi faktorji, da so se znanstveniki odločili za Oxia Planum.

Čeprav v tem trenutku ne vemo niti ali je na rdečem planetu kdaj obstajalo življenje niti ne moremo z gotovostjo trditi, da bo misija ExoMars 2020 našla fosile živih bitij, pa so si znanstveniki edini, da gre za eno najbolj razburljivih misij, ki smo jih kdaj poslali na Mars.

PRESENETLJIVO HLADEN DISK OKOLI MLADE ZVEZDE

pom. akad. dr. Milan Svetec

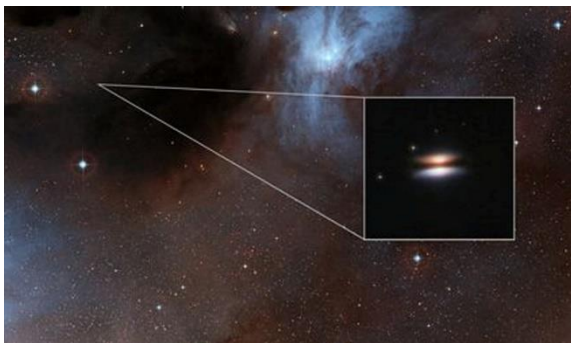
PORA, G. Radgona in Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Proto planetarni disk, ki ga včasih »domače« imenujemo »leteči krožnik« in leži v štiristo svetlobnih let oddaljenem območju »ro-ophiuchus«, kjer nastajajo zvezde, ni samo na astronomskih slikah zanimive oblike. Med opazovanjem tega objekta s teleskopi ALMA, so astronomi sprva opazili nesmiselne lastnosti: merjenja so pokazala negativno vrednost sevanja. Vendar pa se s tem, ko merilni postopek ALMA teleskopov поблиže spoznamo, te, sprva absurde rezultate, lažje razumemo. V ozadju je vsemu navkljub realna, ampak nepričakovana lastnost. Proti pričakovanjem je prah v tem disku hladnejši kot neposredno za njim ležeč molekularni oblak.

To je zelo nenavadno, saj podobne diske običajno segreva centralna zvezda. V tem primeru torej mora imeti tak disk zanimive lastnosti, ker je njegova temperatura samo sedem stopinj nad absolutno ničlo (torej 7 K). Merjenje temperature prahu v omenjenem disku sta sprožila Stephane Guilloteau iz univerze v Bordeauxu in Thomas Henning iz MPI (Max Planck Institut). Takih rezultatov nista pričakovala.

Običajni modreli izhajajo iz predpostavke, da so zrnca prahu kompaktna in kroglaste oblike. Vendar pa takšen oblak prahu, ki obdaja soncu podobno zvezdo, ne more biti tako hladen. Izmerjena temperatura nas napotuje na to, da so razmere

nekoliko zapletenejše. Prašna zrnca so lahko kompaktne, ne pa kroglaste oblike, zrnca so lahko npr. podolgovata, lahko gre za porozne strukture iz manjših kompaktnih zrn. Osrednja področja »letečega krožnika« lahko vsebujejo nenavadno velika prašna zrnca, ki imajo lahko drugačno temperaturo od plina, ki ta področja obdaja.



Slika 1: *Ro-Ophiuchus-območje nastajanja zvezd, 400 svetlobnih let oddaljeno od Zemlje. Manjša slika kaže infra rdeči posnetek proto planetarnega diska „leteči krožnik“, ki je bil posnet s Hubbleovim teleskopom. Novejše raziskave so pokazale, da je prah v tem disku nenavadno hladen. (Slika: DSS2/ESO/NASA/ESA)*

Glede na podatke, ki so dostopni, ni mogoče ugotoviti katera od omenjenih razlag je pravilna. Načrtujejo nadaljnja opazovanja v smeri, ki bi lahko razjasnila nastalo situacijo. Nenazadnje je lahko od oblike in lastnosti prašnih zrn marsikaj odvisno. Proto planetarni diski kot je ta, so »porodnišnice« zvezd in lastnosti prašnih zrn imajo pomembno vlogo pri tem. Med prvimi je združevanje oz.

sprijemanje prahu v večje enote, ki predstavljajo nastanek npr. proto-planetov. Majhni sprimki z dodajanjem vedno novih zrn prahu, naraščajo vedno bolj in bolj in sila teže postaja vedno pomembnejša. Korak za korakom nastajajo planeti. Površina prašnih zrn predstavlja tudi neke vrste mini-laboratorije. Nudijo primerne pogoje za kemijske reakcije pri katerih lahko nastajajo zelo zapletene organske spojine. To je lahko pomembno pri vprašanju, če se na novem planetu lahko razvije življenje ali ne.

Konec koncev pa na podlagi sevanja tega prahu lahko ugotavljamo skupno maso proto-planetarnih diskov. Pri tem se oceni količina prahu in na podlagi določenega faktorja se nato izračuna masa molekularnega plina. Tudi ta preračun se lahko spremeni, če ima prah v disku nenavadne lastnosti. To potegne za sabo tudi izračun mase diska in s tem tudi predvidevanje vrste planetov, ki se lahko v določenem disku kreirajo. Iz tega sledi: kogar zanima nastajanje planetov, se mora soočiti s poznavanjem prahu, ki se nahaja v proto-planetarnem disku. Leteči krožnik in lastnosti njegovega prahu nam povedo, da je prah vsaj v nekaterih primerih veliko bolj nenavaden kot je bilo mišljeno doslej.

Literatura

S. Guilloteau et al.: The shadow of the Flying Saucer: A very low temperature for large dust grains, *Astron. Astroph.* 586, L1 82016); DOI: 10.1051/0004-6361/201527620

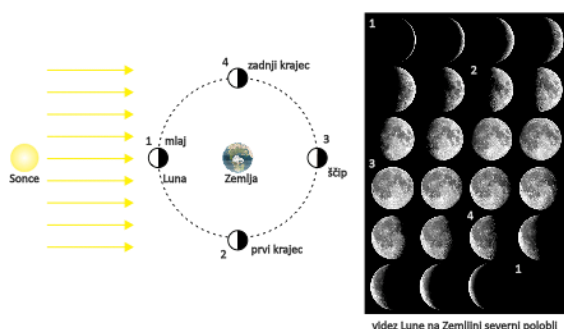
NAVIDEZNO GIBANJE LUNE PO NEBU

*pom. akad. dr. Andreja Gomboc
Univerza v Novi Gorici*

Zaradi vrtenja Zemlje se Luna, tako kot druga nebesna telesa, tekom dneva navidezno giblje po nebu: vzhaja, kulminira in zahaja. Poleg tega pa se Lunin navidezni položaj glede na oddaljene zvezde

spreminja iz dneva v dan, ker se Luna giblje okoli Zemlje in skupaj z njo potuje okoli Sonca.¹

Lunino gibanje med zvezdami je še bolj opazno kot Sončevo², ker naredi Luna en obhod v slabem mesecu, Sonce pa za to potrebuje celo leto. Luna se okoli Zemlje giblje v ravnini, ki je nagnjena glede na ekliptiko (ravnino gibanja Zemlje okoli Sonca) za $5,14^\circ$, njena orbita pa ni popolna krožnica, ampak je nekoliko sploščena. Čas, v katerem naredi Luna en obhod okoli Zemlje glede na oddaljene zvezde (360°), imenujemo **siderski mesec** in je $P^* = 27,3$ dni. Posledica gibanja Lune okoli Zemlje in dejstva, da Luna ne oddaja lastne svetlobe, ampak le odbija Sončevo svetlobo (ob vsakem trenutku Sonce osvetljuje le polovico Lune), so **Lunine mene** ali **faze**.



Slika 1: Lunine mene.

Ko je Luna na isti strani Zemlje kot Sonce (slika 1), nam kaže neosvetljeno stran. Tej Lunini meni pravimo **mlaj** ali **prazna luna**. Sonce in Luna sta na nebu blizu skupaj, Luna vzhaja zjutraj in zahaja zvečer. Na dnevnem nebu je slabo opazna. Ko je Sonce tik pod obzorjem, je včasih vidna celotna ploskev Lune, ki jo osvetljuje **pepelinata sveloba** - to je Sončeva svetloba, ki se je odbila od Zemlje in osvetlila Lunino temno stran.

Približno teden dni pozneje je Luna opravila četrtno obhoda okoli Zemlje. Z Zemlje vidimo osvetljeno polovico Lune: za opazovalce na severni polobli Zemlje je osvetljen desni del Lune, levi pa je

neosvetljen. Luna ima obliko črke D (se debeli). Tej fazi pravimo **prvi krajec**. Luna in Sonce sta na nebu 'pod pravim kotom', Luna vzhaja opoldne in zahaja okrog polnoči.

Četrto obhoda kasneje je Luna na drugi strani Zemlje kot Sonce in nam kaže svojo osvetljeno stran. Tej fazi pravimo **ščip** ali **polna luna**. Ker je na nasprotni strani neba kot Sonce, vzhaja zvečer in zahaja zjutraj.

Še četrto obhoda ali približno teden dni pozneje vidimo z Zemlje spet osvetljeno le polovico Lune, a tokrat je za opazovalce na severni polobli Zemlje to leva stran Lune, desna pa je v temi. Luna spominja na črko C (crkuje). Tej fazi pravimo **zadnji krajec**. Luna in Sonce sta na nebu spet pod pravim kotom: Luna vzhaja opolnoči in zahaja opoldne.

Nato se zgodba ponovi.

Lunine mene so torej odvisne od položaja Lune glede na Zemljo in Sonce. Po kolikšnem času se ponavljajo: koliko časa mine od enega do drugega mlaja (prvega krajca, ščipa, zadnjega krajca)? Toliko, kolikor traja, da pride Luna spet v enak položaj glede na Sonce in Zemljo (slika 2). V času, v katerem Luna naredi en obhod okoli Zemlje glede na zvezde ($P^* = 27,3$ dni), se Zemlja na svoji poti okoli Sonca premakne za kot $\cong 360^\circ \times 27,3 \text{ dni} / 365,25 \text{ dni} \cong 27^\circ$ in s tem se je navidezno premaknilo tudi Sonce. Da pride Luna v enak položaj glede na Sonce, potrebuje še približno $27^\circ / 360^\circ \times 27,3 \text{ dni} \cong 2$ dni. Lunine mene se ponavljajo s periodo, v kateri naredi Luna en obhod okoli Zemlje glede na Sonce - tej periodi rečemo **sinodski mesec** in znaša $P^S = 29,5$ dni.

Zaradi gibanja Lune okrog Zemlje Luna navidezno potuje med zvezdami in se vsak dan premakne med njimi za okoli 13° . Zato ne vzhaja/zahaja vsak dan ob približno isti uri, tako kot zvezde, ampak okrog 50 minut kasneje kot prejšnji dan.

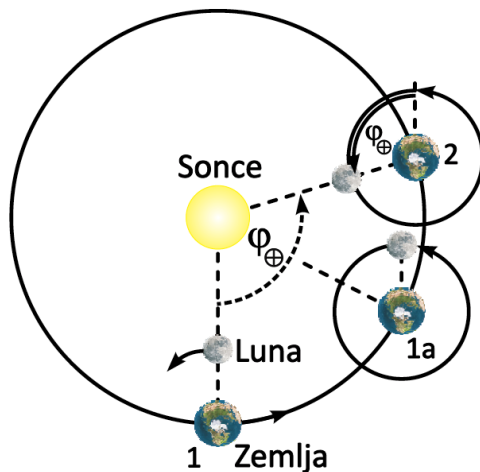
Luna se vrti okoli lastne osi. Zaradi delovanja plimskih sil med Zemljo in Luno se je perioda vrtenja Lune okoli lastne osi sinhronizirala z obhodnim

¹ Vrtenje Zemlje in Lune ter njuno gibanje okoli Sonca oz. Zemlje je v isti smeri: če bi bili daleč nad Zemljinim severnim polom in bi pogledali navzdol, bi videli, da se Zemlja vrti okoli lastne osi v nasprotni smeri urinih kazalcev, v isti smeri pa se tudi giblje

okoli Sonca. V nasprotni smeri urinih kazalcev se tudi Luna vrti okoli lastne osi in se giblje okoli Zemlje.

² Glej: *Navidezno gibanje Sonca po nebu*. Astronomi v Kmici: osemnajstič, str. 33-36, 2016.

časom okoli Zemlje: Luna se enkrat zavrti okrog lastne osi v enakem času kot naredi en obhod okoli Zemlje. Zaradi te istočasnosti kaže proti Zemlji vedno isto stran. Kakšna je druga, proč od nas obrnjena, stran Lune je človeštvo izvedelo šele iz posnetkov, ki so jih naredili sateliti.



Slika 2: *Sinodski in siderski mesec*: Da naredi Luna en obhod okoli Zemlje (360° - od situacije 1 do 1a) potrebuje 27,3 dni ali en siderski mesec; da pride spet v enak položaj glede na Sonce (od 1 do 2) pa potrebuje 29,5 dni ali en sinodski mesec.

Lunina tirnica je elipsa z ekscentričnostjo $e=0,055$. Zato se njena oddaljenost od Zemlje pri enem obhodu spreminja za $\pm 5\%$ in posledično se za $\pm 5\%$ spreminja navidezna velikost Lune na nebu. Druga posledica eliptičnosti tira (in 2. Keplerjevega zakona oz. ohranitve vrtilne količine) je, da se Luna po tirnici giblje hitreje, ko je blizu Zemlji, in počasneje, ko je od nje dalj. Ker pa je njena hitrost vrtenja okoli lastne osi nespremenljiva, to pomeni, da na enem delu poti Lunino vrtenje zaostaja za njenim tirnim gibanjem, na drugem delu pa ga prehiteva. Zato lahko enkrat pokukamo za levi rob Lune in drugič za desni (za okrog $\pm 8^\circ$). Tako lahko vidimo z Zemlje več kot polovico Lunine površine. Temu pojavu, ko se zdi, da Luna 'pleše', pravimo **libracija**. Točneje rečemo temu pojavu *libracija v dolžini*. Poznamo pa tudi *libracijo v širini*, ki je posledica tega, da je os vrtenja Lune nekoliko nagnjena (za okrog $6,7^\circ$) glede na pravokotnico na ravnino njene tirnice okoli Zemlje. Zato z Zemlje vidimo enkrat malce večji del

okrog Luninega severnega pola, drugič pa okrog njenega južnega pola (okrog $\pm 7^\circ$). Obstaja pa tudi *dnevna ali paralaktična libracija*, ki je posledica našega premikanja zaradi vrtenja Zemlje: ob vzhodu Lune vidimo malenkost pod njen zahodni rob, ob zahodu Lune pa malenkost pod njen vzhodni rob (za okrog $\pm 1^\circ$). Če si ogledamo katerega od na spletu dostopnih sestavljenih eno-mesečnih posnetkov Lune (npr. http://www.wvu.edu/skywise/lunar_libratation.html), vidimo efekt libracije: zaradi libracije v dolžini in dnevne libracije je Luna videti, kot da odkimava (premik levo-desno), zaradi libracije v širini pa kot da prikimava (gor-dol). Če upoštevamo vse tri vrste libracije, je z Zemlje vidnih okrog 59% Lunine površine.

Sončevi in lunini mrki

Kadar se Luna na svoji poti okoli Zemlje znajde točno med Zemljo in Soncem, pride do **Sončevega mrka**. Luna je okrog 400-krat manjša od Sonca in okrog 400-krat bližje Zemlji kot Sonce, zato sta navidezni velikosti Lune in Sonca zelo podobni, okrog $0,5^\circ$, in lahko Luna popolnoma zakrije Sonce. Takrat pravimo, da pride do **popolnega Sončevega mrka**. Kadar Luna zakrije le del Sonca, je **delni Sončev mrk**. Ob poravnavi s Soncem meče Luna na Zemljo senco in polsenco. V kraje, ki ležijo v popolni senci, ne dospe svetloba z nobenega dela Sonca. Tam imajo popolni Sončev mrk. V krajih, ki so v Lunini polseni, vidijo del Sonca, del pa je zakrit. Tam imajo delni Sončev mrk. V krajih, kjer ni ne sence ne polsence, je Sonce videti kot običajno. Senca, ki jo meče Luna na površino Zemlje, je zelo majhna. Njena širina je odvisna od trenutne Lunine oddaljenosti od Zemlje, običajno pa je široka okrog 100-160 km, in potuje po površju Zemlje od zahoda proti vzhodu po t.i. *poti totalnosti*. Senca potuje zaradi gibanja Lune v smeri od zahoda proti vzhodu. V tej smeri (od zahoda proti vzhodu) se tudi vrtilna Zemlja (obhodna hitrost na ekvatorju je okrog 28 km/min), vendar je gibanje sence zaradi gibanja Lune običajno precej hitrejše, zato je skupni rezultat, da senca potuje od zahoda proti vzhodu (zaradi vrtenja Zemlje nekoliko počasneje, kot bi sicer). Skupno senca na svoji poti običajno pokrije manj kot 1% Zemljinega površja, zato je popolni Sončev mrk viden samo z majhnega dela Zemlje. Lunina polsenca je običajno precej širša

(več kot 6000 km), zato je območje, od koder vidijo delni Sončev mrk, večje. Zanimiv podatek je tudi trajanje mrka. Delni mrki so lahko dolgi nekaj ur, popolna faza mrkov pa običajno traja nekaj minut (popolni lahko trajajo do 7,5 min, kolobarjasti pa tudi 11 min), odvisno od oddaljenosti Lune in od tega, kje na poti totalnosti se nahajamo.

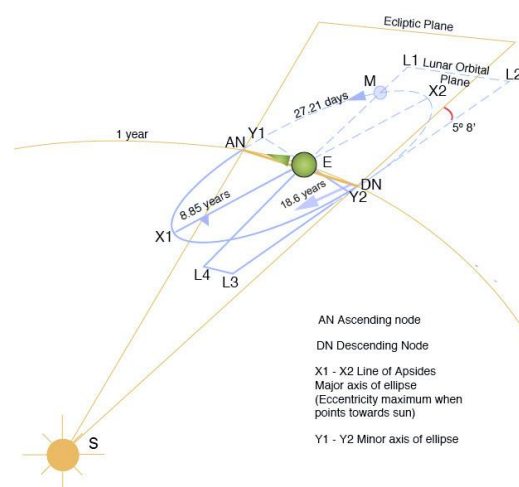
Ker sta tir Lune okoli Zemlje in tir Zemlje okoli Sonca nekoliko eliptična, se spreminjata Lunina in Sončeva oddaljenost od Zemlje in s tem njuni navidezni velikosti. Lahko se zgodi, da je ob točni poravnavi Sonce-Luna-Zemlja, navidezna velikost Lune manjša od Sončeve in Luna ne uspe zakriti celotnega Sonca. V tem primeru pride do **kolobarjastega Sončevega mrka**. Zaradi ukrivljenosti Zemlje se lahko tudi zgodi, da mrk z enih delov Zemlje vidijo kot popoln, z drugih pa kot kolobarjast. Takemu mrku pravimo **hibridni Sončev mrk**.

Kadar se Luna znajde na drugi strani Zemlje kot Sonce in pride v Zemljino senco, nastopi **Lunin mrk**. Če se celotna Luna skriva v Zemljino senco je **popolni Lunin mrk**. Kadar pa je le del Lune v Zemljini sencu, vidimo **delni Lunin mrk**. Redko se zgodi, da Luna zaide le v Zemljino polsenco ne pa tudi v senco - takrat imamo **polsenčni mrk**, ki pa ga opazi le izkušen opazovalec.

Zemljina senca je na Lunini oddaljenosti od Zemlje široka približno 9000 km ali za 2,7 Luninih premerov. Zato traja Lunin mrk dalj časa kot Sončev: popolna faza popolnega Luninega mrka lahko traja do 107 min, celoten mrk do okrog 6 ur. Zaradi širine Zemljine sence za nastanek popolnega Luninega mrka ni nujno, da se Sonce, Zemlja in Luna poravnajo točno na isti premici, kot je to pri Sončevem mrku. Lunine mrke lahko opazujemo pogosteje kot Sončeve, saj je takrat, ko se mrk zgodi, viden iz vseh tistih krajev na Zemlji, kjer je takrat Luna nad obzorjem (imajo noč), ne le z majhnega koščka Zemlje kot pri Sončevem.

A tudi kadar je Luna v Zemljini sencu, ni v popolni temi. Osvetljuje jo Sončeva svetloba, ki se je na poti skozi tanek obroč Zemljinega ozračja lomila proti Luni. Luna je sicer temnejša kot običajno, a kljub mrku vidna in rdečkaste barve. Rdečkasta barva je posledica sipanja svetlobe v Zemljinem ozračju: modra svetloba se bolj siplje v ozračju kot rdeča, zato je svetloba, ki pride skozi in do Lune, rdečkasta (podobno kot ob vzhodu in zahodu Sonca in Lune).

Kako močno je Luna osvetljena med mrkom z lomljeno in sipano svetlobo, je odvisno od razmer v Zemljinem ozračju. Če je v njem veliko oblakov ali vulkanskega pepela, pride do Lune malo svetlobe. Sončevi mrki se lahko zgodijo le ob mlaju, Lunini mrki pa le ob ščipu. Če bi ravnina Luninega tira okoli Zemlje sovpadala z ravnino Zemljinega tira okoli Sonca (če ne bi bila nagnjena za okrog $5,14^\circ$), bi ob vsakem mlaju nastopil Sončev mrk, ob vsakem ščipu pa Lunin mrk. Ker pa je ravnina Lunine tirnice nagnjena, je Luna ob mlaju in ščipu običajno nekoliko nad ali pod premico, ki povezuje Zemljo in Sonce, in do mrka ne pride. Tirnica Lune je pravzaprav precej komplicirana (slika 3): apsidna črta - daljica, ki povezuje perigej in apogej, se suka progradno s periodo 8,85 let, Luna pa potrebuje za cel obhod od perigeja do perigeja 27,55 dni ali en **anomalistični mesec**. Vozelna črta, ki je presečišče ekliptike in ravnine Luninega tira, se suka retrogradno s periodo 18,6 let. Povprečnemu času med dvema zaporednima prehodoma Lune skozi dvižni vozle (en obhod glede na vozelnno črto) pravimo **drakonski mesec** in traja nekoliko manj kot siderski mesec, 27,2 dni. Sončev in Lunin mrk se lahko zgodita le takrat, ko je vozelnna črta blizu poravnave s smerjo proti Soncu, kar se zgodi dvakrat letno, približno vsakih 173,3 dni. Da pride do mrka, mora takrat na tej črti biti tudi Luna, torej mora takrat nastopiti mlaj ali ščip.



Slika 3: Orbita Lune. Vir:

https://en.wikipedia.org/wiki/Orbit_of_the_Moon.

Kot so odkrili že babilonski astronomi, se Sončevi mrki ponavljajo s **periodo Sarosa**. Ta traja 18 let, 10 dni (ali 11 dni - odvisno od števila vmesnih prestopnih let - 4 ali 5) in 8 ur. Izvor periode Sarosa je v tem, da je 223 sinodskih mesecev približno enako dolgih kot 242 drakonskih mesecev in enako kot približno 239 anomalističnih mesecev (ta aproksimacija drži do dveh ur natančno). Ker v eni periodi Sarosa mine celo število sinodskih, drakonskih in anomalističnih mesecev, bo razpored Zemlja-Sonce-Luna skoraj identičen - po preteku ene periode Sarosa bo Luna v enaki fazi, v enakem vozlu in na enaki oddaljenosti od Zemlje. Ker je perioda Sarosa blizu celih 18 let (le 10 ali 11 dni več),

bo tudi Zemlja na približno enaki oddaljenosti od Sonca in v enakem letnem času. Po tem času se torej medsebojna geometrija Sonca, Lune in Zemlje ponovi. Če je nekega dne prišlo do mrka, se bo skoraj čisto enak mrk (mrk iste družine) zgodil čez eno periodo Sarosa. Ker pa perioda Sarosa ne šteje celega števila dni, Zemlja pa se vrti, mrk ne bo viden z istih krajev na Zemlji, ampak iz krajev, ki so glede na prve 'oddaljeni' za 8 ur oziroma eno tretjino obrata Zemlje. Da se enak mrk ponovi na istem delu Zemlje, je potrebno počakati tri periode Sarosa. V času ene periode Sarosa se bo zgodilo še okrog 40 drugih Sončevih in Luninih mrkov, a z nekoliko drugačno geometrijo.

CORIOLISOV POJAV

asist. Eva Klemenčič in pom. akad. dr. Mitja Slavinec

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Uvod

Pri spremljanju vremenske napovedi se mogoče kdo sprašuje zakaj se velike zračne gmote vrtijo v določeni smeri in ali je smer vrtenja povezana z vrtenjem Zemlje?

Gibanje teles običajno obravnavamo v okviru Newtonove mehanike, ki velja za nepospešene ali inercialne opazovalne sisteme. V nekaterih primerih pa si je gibanje teles preprosteje predstaviti v pospešenem ali neinercialnem opazovalnem sistemu [1].

Vrtenje velikih zračnih gmot pojasnimo s Coriolisovo silo, ki je posledica obravnave gibanja v neinercialnem opazovalnem sistemu.

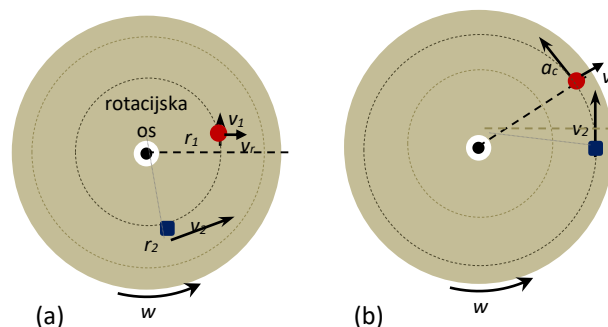
Vrteči se opazovalni sistem

Z opisom gibanja v neinercialnem opazovalnem sistemu je potrebno uvesti nove sistemske sile, ki ne izvirajo iz medsebojnega delovanja teles, ampak so posledica opisa gibanja v pospešenem opazovalnem sistemu [1]. V vrtečem se opazovalnem sistemu sta sistemske sile dve: centrifugalna sila, ki deluje radialno na krožeče telo, in Coriolisova sila, ki z vidika opazovalca v danem opazovalnem sistemu povzroči odklon od prvotne poti.

Enakomerno vrteči opazovalni sistem kroži okoli rotacijske osi s konstantno kotno hitrostjo $\vec{\omega}$ (slika 1a). Obodna hitrost telesa je odvisna od oddaljenosti od rotacijske osi (r) [1]:

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}. \quad (1)$$

Telo bližje rotacijski osi (krog na sliki 1a) kroži z manjšo obodno hitrostjo (\vec{v}_1) od telesa, ki se nahaja na večji oddaljenosti od rotacijske osi (kvadrat na sliki 1b). Če se telo v vrtečem se opazovalnem sistemu radialno oddaljuje od rotacijske osi s hitrostjo \vec{v}_r (slika 1b), se obodna hitrost povečuje.



Slika 1. Telo, ki se v vrtečem se opazovalnem sistemu oddaljuje od rotacijske osi, prične krožiti z večjo obodno hitrostjo.

Glede na opazovalca v inercialnem opazovalnem sistemu (I) ima telo v vrtečem (R) hitrost [2]:

$$\vec{v}_I = \vec{v}_r + \vec{\omega} \times \vec{r}. \quad (2)$$

Z upoštevanjem definicije hitrosti in odvajanjem enačbe (2) po času dobimo izraz za pospešek, ki glede na inercialni opazovalni sistem deluje na vrteče telo [2]:

$$\left. \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} \right|_I = \left. \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} \right|_R + 2\vec{\omega} \times \vec{v}_r + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}). \quad (3)$$

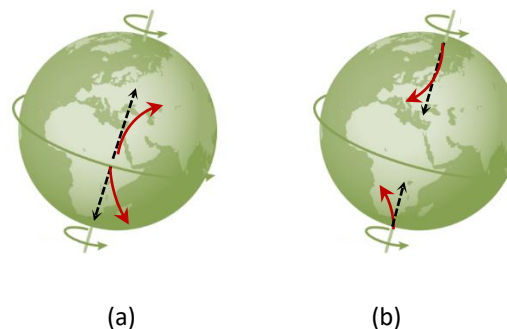
Drugi člen v enačbi (3) predstavlja tangencialni ali Coriolisov pospešek \vec{a}_C , zadnji člen pa centrifugalni pospešek. Coriolisova sila deluje v smeri tangencialnega pospeška in je po 2. Newtonovem zakonu za telo z maso m enaka:

$$\vec{F}_C = 2m\vec{\omega} \times \vec{v}_r. \quad (4)$$

Zemlja kot vrteči se opazovalni sistem

Zaradi vrtenja Zemlje okoli svoje osi bi lahko sisteme na Zemlji obravnavali v vrtečih se opazovalnih sistemih. Če upoštevamo, da se Zemlja v enem dnevu (23 h 56 min 4 s) zavrti okoli svoje osi za kot 360° , izračunamo kotno hitrost rotacije $7,27 \cdot 10^{-5}/s$, kar lahko v večini primerov zanemarimo in gibanja obravnavamo v inercialnih opazovalnih sistemih. Ne smemo pa pozabiti, da se ob konstantni kotni hitrosti rotacije Zemlje spreminja obodna hitrost. Nad ekvatorjem je telo najdlje oddaljeno od rotacijske osi in ima zato največjo obodno hitrost (463,2 m/s), ki se s približevanjem proti poloma zmanjšuje. Vrtenje Zemlje ima tako pomemben vpliv predvsem na gibanje teles po geografski širini

Zemlje. Poglejmo si Coriolisov pojav na primeru gibanja zračnih gmot.



Slika 2. Coriolisov pojav zaradi rotacije Zemlje.

Zaradi vrtenja Zemlje proti vzhodu se zračna gmeta, ki se giblje od ekvatorja proti severnemu ali južnemu polu (slika 2a), pod vplivom Coriolisove sile odkloni od prvotne poti (črtkana pot) proti vzhodu, saj se obodna hitrost s približevanjem proti poloma zmanjšuje. Pri gibanju zračnih gmot od polov proti ekvatorju (slika 2b) pa se obodna hitrost povečuje, kar povzroči odklon proti zahodu [3]. Podobno velja za morske tokove.

Enako razložimo vrtenje ciklonov in anticiklonov na severni in južni polobli. Anticiklon je območje visokega zračnega pritiska, nastaja nad ekvatorjem in se giblje proti poloma. Na severni polobli se pod vplivom Coriolisove sile anticiklon prične vrteti v smeri urinega kazalca, med tem ko se na južni polobli prične vrteti v nasprotni smeri urinega kazalca. Pri ciklonih se zračne gmete gibljejo proti ekvatorju, kar pomeni vrtenje v nasprotni smeri urinega kazalca na severni polobli.

Zaključek

Večino gibanj, ki se vršijo na Zemlji, lahko opisujemo v okviru inercialnega opazovalnega sistema. Neinercialni opazovalni sistemi za obravnavo v okviru Newtonove mehanike zahtevajo uvedbo sistemskih sil.

Zaradi vrtenja Zemlje okoli svoje osi smo priča t.i. Coriolisovemu pojavu, ki ga lahko razložimo z opisom gibanja v enakomerno vrtečem se opazovalnem sistemu z uvedbo centrifugalne in Coriolisove sile.

Coriolisov pojav je vzrok za nasprotni smeri vrtenja zračnih gmot in morskih tokov na severni in južni polobli. Zmotno pa je mišljenje, da se pod vplivom Coriolisove sile voda v odtoku na severni polobli zavrti v nasprotni smeri kot na južni polobli, saj je v tem primeru Coriolisova sila zanemarljiva [3].

Literatura

- [1] J. Strnad, *Fizika 1*, DMFA.
- [2] S. Pahor, *Uvod v analitično mehaniko*, DMFA.
- [3] J. Zupan, *Zakaj je nebo modro?*, Krtina.

TLAK V SREDIŠČU ZEMLJE

pom. akad. dr. Mitja Slavinec in asist. Eva Klemenčič
Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Uvod

Med potapljanjem v bazenu ali na morju v ušesih začutimo silo tlaka, ki v vodi z globino tlak narašča. Marsikomu se zastavi vprašanje, kako pa se tlak spreminja proti središču Zemlje in kolikšen je tlak v njenem središču? Ker podobne razmere veljajo tudi pri drugih planetih, še posebej pa je to zanimivo pri zvezdah, si oglejmo nekaj enostavnih modelov, s katerimi lahko ocenimo tlak v notranjosti planetov ali zvezd.

Tlak v tekočinah nastane zaradi njihove lastne teže. Odvisen je od težnega pospeška, gostote tekočine in globine [1,2]. V trdnih snoveh so razmere nekoliko bolj zapletene, vendar ima Zemlja le tanko trdno lupino na površini. Večina Zemlje je iz mehke snovi, ki jo lahko obravnavamo kot kapljevino.

Tlak v tekočinah

Tlak v tekočinah opisuje enačba[1]:

$$p = \rho gh, \quad (1)$$

kjer je ρ gostota tekočine, g težni pospešek in h globina tekočine. Tako se v vodi tlak vsakih 10 m globine poveča za 1 bar. Enačba (1) velja, če so vse našteje količine konstantne in ne velja npr. za atmosfero, saj se gostota zraka z višino zmanjšuje. Če bi Zemlja bila zgrajena iz vode in bi njen težni pospešek bil tudi v njeni notranjosti ves čas enak vrednosti na površini $g_0 = 10 \text{ ms}^{-2}$, bi iz enačbe (1) za tlak v njenem središču dobili:

$$p = \rho_V g_0 R_Z = 640.000 \text{ bar}, \quad (2)$$

kjer je $\rho_V = 1.000 \text{ kgm}^{-3}$ gostota vode in $R_Z = 6.400 \text{ km}$ polmer Zemlje. Vidimo, da je tlak v notranjosti Zemlje izredno velik, približno milijon krat večji, kot smo ga vajeni iz vsakdanjega življenja na njeni površini. Na to dejstvo pogosto pozabljajo mnogi režiserji znanstveno fantastičnih knjig ali filmov, ki špekulirajo s potovanjem skozi središče Zemlje.

Gostota Zemlje je večja od gostote vode, sicer voda ne bi plavala na površini našega planeta. Povprečno gostoto Zemlje ρ_Z lahko izračunamo iz podatka o masi Zemlje m_Z in njeni prostornini V_Z :

$$\bar{\rho}_Z = \frac{m_Z}{V_Z} = 5.500 \text{ kgm}^{-3}, \quad (3)$$

Če v enačbo (2) vstavimo povprečno gostoto Zemlje iz enačbe (3) dobimo, da je tlak v približno **3,5 milijone bar**.

Težni pospešek v notranjosti planetov

Težni pospešek na površini Zemlje g_0 lahko izrazimo iz Newtonove enačbe za gravitacijsko silo med dvema telesoma:

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{d_{1,2}^2}, \quad (4)$$

kjer je G gravitacijska konstanta, m_1 in m_2 sta masi teles ter $d_{1,2}$ njuna medsebojna oddaljenost. Težni pospešek na površini Zemlje dobimo, če v enačbo (4) za m_2 uporabimo maso Zemlje m_Z , razdalja do površine pa je polmer Zemlje R_Z :

$$F_g = G \frac{m m_Z}{R_Z^2} = m g_0. \quad (5)$$

Iz gornje enačbe lahko izrazimo težni pospešek na površini Zemlje:

$$g_0 = G \frac{m_Z}{R_Z^2}. \quad (6)$$

Le en korak nas loči do znanega izraza, kako se težni pospešek spreminja z oddaljenostjo od Zemlje:

$$g = g_0 \frac{R_Z^2}{r^2}, \quad (7)$$

kjer je r razdalja od središča Zemlje.

Za izračun tlaka v notranjosti Zemlje pa nas bolj zanima odvisnost težnega pospeška v njeni notranjosti. V ta namen bomo maso Zemlje v enačbi (5) izrazili s povprečno gostoto in razdaljo od središča r :

$$m_Z = \bar{\rho}_Z \frac{4\pi}{3} r^3. \quad (8)$$

Ko izraz iz enačbe (8) uporabimo v enačbi (5) dobimo:

$$F_R = G \frac{\bar{\rho}_Z \frac{4\pi}{3} r^3}{r^2} m = m g_0 \frac{r}{R_Z}. \quad (9).$$

Iz enačbe (9) vidimo, da težni pospešek v notranjost Zemlje enakomerno narašča od njenega središča, kjer je enak nič, do površine.

Ker smo v enačbi (2) tlak v središču Zemlje računali tako, da smo uporabili vrednost težnega pospeška na površini g_0 , je ocenjeni tlak prevelik. Natančnejšo vrednost bi dobili, če bi silo teže integrirali vzdolž polmera Zemlje. V prvem približku pa lahko uporabimo kar povprečje med težnim pospeškom na površini Zemlje in njenem središču:

$$\bar{g} = \frac{g_0 + 0}{2} = \frac{g_0}{2}. \quad (10)$$

Če v enačbi (2) uporabimo povprečno gostoto Zemlje in povprečen težni pospešek, dobimo:

$$p = \bar{\rho}_Z \bar{g} R_Z = 1,8 \cdot 10^6 \text{ bar}. \quad (11)$$

Zaključek

Tlak v središču Zemlje je v primerjavi s tlaki na njeni površini nepojmljivo velik. Uporabljene približke izračuna tlaka na osnovi povprečne gostote in povprečnega težnega pospeška lahko uporabimo tudi za druga podobna nebesna telesa, katerih večina je iz tekočega materiala. Pri zvezdah je zaradi velikosti tlak v njihovem središču ustrezno večji. Dovolj velik, da se v njihovi notranjosti prične zlivanje atomskih jeder, pri čemer se sprošča veliko jedrske energije, zaradi česar se zvezda zelo segreje. Izredno velika temperatura dodatno vpliva na tlak v notranjosti zvezd.

Pri naši oceni smo privzeli, da je snov iz katere je Zemlja zgrajena nestisljiva, kar je povsem običajen približek za kapljevine na površini Zemlje. Ker pa je v notranjosti Zemlje tlak približno milijon krat večji kot na površini, bi pri natančnejših izračunih bilo treba upoštevati tudi to, da tlak vpliva tudi na gostoto, podobno kot se z višino spreminja gostota zraka v atmosferi.

Našteti popravki presegajo obseg tega prispevka, hkrati pa rezultata ne spremenijo bistveno, zato je pričujoča ocena lep primer, kako lahko zgolj z osnovnimi matematičnimi operacijami in upoštevanjem povprečnih vrednosti snovnih količin, pridemo do zadovoljivo natančnega rezultata. Ne smemo pa pozabiti, da približek velja za planete zgrajene iz nestisljivih tekočin. Pri plinastih planetih ali zvezdah pa je treba upoštevati vpliv stisljivosti.

Literatura

- [1] J. Strnad, *Fizika 1*, DMFA.
- [2] H. Goldstein, *Classical Mechanics*, Addison-Wesley, 1981.

POROČILO O POTUJOČI RAZSTAVI O ČRNIH LUKNJAH

pom. akad. dr. Andreja Gomboc, Univerza v Novi Gorici

V letu 2016 je imela Slovenija čast gostiti prvi simpozij Mednarodne astronomske zveze (International Astronomical Union) v Sloveniji. Ob 100. obletnici Schwarzschildove teoretične napovedi črnih lukenj ga je organizirala Univerza v Novi Gorici, nosil pa je naslov *Nova obzorja v astrofiziki črnih lukenj* (www.blackholes2016.si). Simpozij je potekal od 12. do 16. septembra 2016 v Cankarjevem domu v Ljubljani. Na njem se je zbralo 130 svetovno priznanih astrofizikov in je bil tako največji dogodek profesionalne astronomije v Sloveniji doslej. Glavne teme simpozija so bile: razlike in podobnosti sistemov s črnimi luknjami, izbruhi sevanja gama, dogodki plimskih raztrganj v bližini črnih lukenj, aktivna galaktična jedra, testiranje temeljnih teorij fizike s pomočjo črnih lukenj, gravitacijski valovi ter pomembni obstoječi in bodoči opazovalni instrumenti. Simpozij je spremljalo več dogodkov za širšo javnost, med njimi javno opazovanje Sonca in delavnica o črnih luknjah za učitelje pod vodstvom Andreja Guština in javno poljudno predavanje, v katerem je prof. dr. Sheila Rowan, direktorica Instituta za gravitacijske raziskave na Univerzi v Glasgouu in sodelavka observatorija LIGO, predstavila izjemno zgodbo o odkritju gravitacijskih valov. Predavanje je bilo 14. septembra, točno na prvo obletnico prve neposredne detekcije gravitacijskih valov, v nabito polni Kosovelovi dvorani Cankarjevega doma (posnetek predavanja si lahko ogledate na spletni strani: videolectures.net/single_rowan_gravitationa_l_waves/).

Simpozij je spremljala tudi razstava o črnih luknjah, ki so jo pripravili Univerza v Novi Gorici, Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije in Prirodoslovni muzej Slovenije. V tednu simpozija je bila na ogled v Državnem zboru Republike Slovenije in v preddverju Cankarjevega doma. Med drugim je razstava bila tudi na skupščini Društva matematikov fizikov in astronomov na Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru, trenutno pa je en

izvod razstave na ogled v Prirodoslovnem muzeju Slovenije, drugi izvod pa potuje po šolah in knjižnicah po Sloveniji.



Razstava je pripravljena tako, da je čim bolj poljudna, saj je namenjena najširšemu krogu zainteresirane javnosti. Seveda ni enostavno eno najtežjih tem astrofizike predstaviti preprosto, a ustvarjalci smo se trudili po svojih najboljših močeh. Idejo za razstavo je dala podpisana, zasnova in izvedba razstave sta delo Bojan Kambiča, pri tekstih pa je tvorno sodeloval Andrej Guštin. Razstava v sliki in besedi na enajstih panojih prikaže to, kar naj bi vedeli o črnih luknjah: kdo jih je proučeval in jih še proučuje, kako nastanejo, kako jih astronomi v vesolju odkrivajo, kako so videti in kaj se dogaja okoli njih ter kje so jih uporabili v popularni kulturi na filmu in v znanstvenofantastičnih knjigah.

Če želite gostiti razstavo, pišite na admin@blackholes2016.si (razstava je brezplačna).

POTOVANJE RAZSTAVE O ČRNIH LUKNJAH PO POMURJU

Bojan Jandrašič

Osnovna šola Turnišče

Aktualna razstava o črnih luknjah je neposredno iz Državnega zbora Republike Slovenije najprej romala v Pomurje. Zahvala za to gre naši rojakinji pom. akad. dr. Andreji Gomboc, profesorici astronomije na Univerzi v Novi Gorici, in dejstvu, da nam posameznikom, zbranim okoli Astronomskega društva Kmica, še vedno uspeva navduševati mlade za astronomijo.

Prva gostiteljica razstave je bila OŠ Turnišče, kjer so njeno predstavitev in odprtje obeležili z astronomskim dogodkom. V sklopu projekta International Observe the Moon Night so v soboto, 8. oktobra 2016, izvedli astronomski večer. Osrednji dogodek večera je bilo astronomsko



predavanje, ki ga je pripravil študent astrofizike in član AD Kmica Darko Kolar. Spregovoril je o črnih luknjah. Seveda ni lahko eno najtežjih tem astrofizike predstaviti na preprost način, a Darko se je zelo potrudil in prisotne navdušil z razlago. Ob tem je predstavil razstavo, ki dopolnjuje simpozij *Nova obzorja v astrofiziki črnih lukenj*.

V nadaljevanju programa sta Živa Litrop in Tamara Trajbarič predstavili Model osončja na hodniku, ki sta ga skupno z mentorjem ustvarili v lanskem šolskem letu. Model bo poučno in koristno učno sredstvo pri izobraževanju generacij, ki prihajajo. Za zaključek je Jurij Šumak prejel bronasto priznanje s 23. Sanktpeterburške astronomske olimpijade, ostali aktivni udeleženci astronomskega večera pa certifikat o sodelovanju v projektu International Observe the Moon Night.

V naslednjih tednih je razstava o črnih luknjah obiskala DOŠ Dobrovnik, OŠ Ljudski vrt Ptuj, OŠ II Murska Sobota, OŠ Bogojina, Gimnazijo Murska Sobota in Gimnazijo Frana Miklošiča Ljutomer. Nato se seli v osrednji slovenski prostor, v primeru večjega zanimanja jo lahko spet dobimo v Pomurje. Zainteresirane šole pošljite povpraševanje na bojan.adastra@gmail.com.

POROČILO O OSMEM DRŽAVNEM TEKMOVANJU IZ ASTRONOMIJE

pom. akad. dr. Renato Lukač

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

Na Gimnaziji Murska Sobota je bilo 14. januarja osmo državno tekmovanje iz astronomije, ki je potekalo hkrati na treh lokacijah po državi. V Murski Soboti je naloge reševalo 143 osnovnošolcev in srednješolcev, ki so se pred mesecem dni najbolje izkazali na kvalifikacijskih šolskih tekmovanjih.

Tekmovalce in njihove mentorje so nagovorili ravnatelj Gimnazija Murska Sobota Roman Činč, vodja tekmovanja na šoli in podpredsednik AD Kmice pom. akad. dr. Renato Lukač ter predsednica nacionalne tekmovalne komisije pom. akad. dr. Andreja Gomboc.

Tekmovalci so imeli za reševanje nalog na razpolago 120 minut. Podobno kot prejšnja leta so bile tudi letos naloge za srednješolce razdeljene na dva skopa. Sklop A je sestavljalo 10 nalog izbirnega tipa s štirimi možni odgovori. Za pravega je tekmovalac prejel 2 točki, za napačnega pa mu je bila odbita točka. Skupaj je bilo možno doseči v tem sklopu 20 točk. Vsak tekmovalac je prejel na začetku 10 točk z namenom, da ne bi slučajno pri komur na koncu bilo število točk negativno.



Slika 1: Začetek reševanja nalog (Foto: Bojan Jandrašič)

V sklopu A so imeli dijaki z reševanjem največ preglavic z nalogo A7:

»Mali in Veliki Magellanov oblak sta

(A) plinasti meglici v Galaksiji; (B) kroglasti kopici v haloju naše Galaksije; (C) satelitski galaksiji naše Galaksije; (D) satelitski galaksiji Andromedine galaksije.« [1]

Pravilen odgovor (C) je zaokrožilo le 41 % tekmovalcev. Navedeni satelitski galaksiji sta vidni na južnem nebu. Polovično uspešnost so imeli dijaki pri nalogi A3:

»Kako še pravimo Messierjevemu objektu M1?

(A) Meglica Rakovica. (B) Meglica Konjska glava. (C) Meglica Severna Amerika. (D) Plejade.« [1]

Pravilen odgovor je (A). Meglica Rakovica je ostanek supernove v ozvezdju Bik in nosi v Messierjevem katalogu [2] oznako M1. Pri ostalih nalogah so bili dijaki več kot polovično uspešni.

Letos je bila s točkovanjem podana bistveno večja teža na sklopu B. Še vedno je bilo pet nalog, vendar je bilo namesto dosedanjih 40 točk možno osvojiti kar 70 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 osem točk. Kljub temu, da so bile te naloge drugačne v zahtevnem poznavanju uporabe zvezdne karte, je velika večina dijakov osvojila šest ali več točk. Tudi druga naloga je bila ovrednotena z 8 točkami. Podajala je sliko, ki je bila posneta tako, da je bil fotoaparatusmerjen na nepremičnem stojalu usmerjen v nebo in je bil čas osvetlitve 80 minut. Na sliki je bilo potrebno z »X« označiti Severnico in sledi 7 svetlih zvezd asterizma Veliki voz. Vsaka pravilna označba je prinesla točko. Kar polovica dijakov je v tej nalogi osvojila vse možne točke. Tretja naloga je bila ovrednotena s 15 točkami. Določiti je bilo potrebno zemljepisno širino kraja na severni polobli, iz katerega je bil viden geostacionarni satelit v ekvatorialni krožni orbiti pod kotom 40° nad južnim obzorjem. Ker je za geostacionarne satelite obhodni čas 24 ur, je določljiva tudi višina satelita, katero dobimo s kombinacijo gravitacijskega zakon in zveze za centripetalni pospešek satelita. Iz ustrezne skice je bilo možno videti, da lahko z uporabo sinusnega izreka za trikotnik z oglišči v središču Zemlje, satelitu in točki, za katero iščemo zemljepisno širino, izrazimo iskano zemljepisno širino. Skoraj polovica dijakov je nalogo rešila brezhibno, tretjina ni pri nalogi zapisala nič pravega, ostali pa so večinoma prejeli tretjino točk. Četrta naloga je bila ovrednotena s 15 točkami. Iz slike, na kateri je bil komet, je bilo potrebno oceniti premer njegove kome. Podana je bila še njegova oddaljenost 2 astronomski enoti od Zemlje in podatek, da je daljša stranica slike pokrivala 10° neba. Lahko smo izmerili dolžino slike in premer kome ter izrazili s pomočjo kotne funkcije in znane oddaljenosti oceno za premer kome. Ta naloga ni predstavljala problema za večino dijakov, saj jo je več kot dve tretjini rešilo pravilno, večina preostalih pa je prejela okoli 10 točk. Peta naloga je bila vredna kar 24 točk. Podala je ugotovitev, da imajo vse supernove la približno enak maksimalen sij, ki ustreza absolutni magnitudi -19 , absolutna magnituda pa je magnituda, ki bi jo imelo vesoljsko telo na oddaljenosti 10 parsekov. V preglednici so bile podane meritve maksimalnega navidezne sija supernov in rdeči premiki galaksij,

v katerih so zasvetile. Treba je bilo določiti oddaljenost galaksij in njihovo hitrost oddaljevanja, nato narisati na milimetrskem papir graf hitrosti v odvisnosti od oddaljenosti galaksij in nato z grafa oceniti Hubblovo konstanto. Podanih je bilo tudi nekaj teoretičnih izhodišč, katera so omogočila reševanje naloge tudi takim, ki nimajo dovolj teoretičnega znanja s tega področja. Z uporabo Pogsonovega zakona in dejstva, da gostota svetlobnega toka pada s kvadratom oddaljenosti, je bilo možno določiti oddaljenost supernov. Iz rdečega premika se je dalo določiti hitrosti oddaljevanja supernov. S tem smo dobili vrednosti, potrebne za risanje grafa. Skozi točke je bilo potrebno potegniti premico, katere naklon je iskana

Hubblova konstanta. Tudi pri tej nalogi je skoraj polovica dijakov osvojila vse točke, večina preostalih pa 4 točke.

Iz naše regije je osvojil zlato priznanje Jurij Dumič, 7. razred OŠ Gornja Radgona pod mentorstvom Branka Bezneca.

Viri

[1] Komisija za tekmovanje v znanju astronomije: <https://www.dmfa.si/Tekmovanja/As/>, uporabljeno 15.1.2017.

[2] Wikipedia: List of Messier objects: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Messier_objects, uporabljeno 15.1.2017.

TRADICIONALNI KMICIN ASTRONOMSKI TABOR

Sonja Kepe

Osnovna šola Beltinci

Na OŠ Gornji Petrovci je od 27. junija do 1. julija 2016 potekal tradicionalni Kmicin tabor, ki so se ga udeležili učenci in dijaki iz cele Slovenije. Med njimi so bili tudi tisti, ki so se udeležili prejšnjega tabora. Tudi tokrat je bilo znanje udeležencev različno – gostili smo tako državnega prvaka v tekmovanju iz znanja astronomije za Dominkovo priznanje, udeleženca Sankt Peterburške olimpijade ter mnoge dobitnike bronastih, srebrnih in zlatih Dominkovih priznanj. Tabora so se udeležili tudi učenci in dijaki, ki imajo manj izkušenj s področja astronomije.

Tabor je potekal po že ustaljenem urniku preteklih Kmicinih taborov: prebujanje ob 12. uri, zajtrk, priprava ogrođa za raziskovalne/seminarske naloge, kosilo, predavanja mentorjev in gostov, priprava na nočno opazovanje ter nočno opazovanje na Pindži. Seveda nismo pozabili na športne aktivnosti in prosti čas.

Udeležence smo mentorji Andrej Hanžekovič, Sonja Kepe, Darko Kolar in Rok Vogrinčič razdelili v 2 skupini. Manj izkušenim smo mentorji ponudili osnove navigacije po nebu, naučili so se rokovati z zvezdno karto, spoznavali našo sosedo Luno, njene značilnosti in mene, različne astronomske instrumente, odpravili pa so se tudi na potovanje med zvezde, kjer so spoznali marsikaj o zvezdah, in se seznanili najbolj znanimi ozvezdji in asterizmi naše poloble. Izkušenejše smo postavili pred izzive srednješolske fizike s področja astronomije, Rok pa jih je seznanil tudi z orientacijo po Soncu.

Prvi dan sta Andrej in Rok udeležencem predstavila vrste astronomskih instrumentov, ki smo jih uporabljali pri opazovanju ter udeležencem demonstrirala, kako pripraviti teleskop za opazovanje. Tako so lahko udeleženci na taboru pomagali pripravljati svoje in Kmicine teleskope na opazovanje in jih tudi samostojno voditi. Na tokratnem taboru nam Luna ni ponagajala, saj je

vzhajala šele po 3. uri zjutraj. Opazovalne razmere so bile odlične, nočno nebo je bilo gosto posejano z zvezdami, tako da smo se kar morali potruditi, da smo jih lahko povezali v znana ozvezdja. Rimska cesta je bila zelo izrazita. Opaziti je bilo mogoče le manjše svetlobno onesnaženje iz sosednje Avstrije. Opazovanje nam je pokvarila le manjša nevihta, ki nas je v četrtek s kraja opazovanja odgnala pred polnočjo. Teleskopi so nam omogočili opazovanje Saturna, Marsa, Jupitra, planetarnih meglic M57, M27, M13 ter drugih nebesnih objektov, s prostim očesom pa smo opazili tudi več utrinkov ter satelitov Iridium. Vsa ta opazovanja so udeleženci zabeležili v svoje dnevnik opazovanja.

Popoldnevi in večeri so bili namenjeni različnim predavanjem in delavnicam. Pom. akad. dr. Mitja Slavinec je udeležence poučil o izdelavi raziskovalnih nalog, ki so sestavni del aktivnosti na Kmicinem taboru. Udeleženci so si lahko izbrali katero izmed predlaganih tem s področja astronomije. Na taboru opravljeno raziskovalno delo je dobra osnova za nadgradnjo raziskovalne naloge, s katero lahko udeleženci sodelujejo na Srečanju mladih raziskovalcev. Dr. Renato Lukač je udeležencem podrobneje predstavil tekmovanje iz znanja astronomije za Dominkovo priznanje ter jih seznanil z majhnimi skrivnostmi in triki, ki pomagajo

k boljšemu rezultatu na tekmovanju. Andrej nam je odstrl tančice astrofotografije in udeležencem predstavil osnove le-te. Praktično je astrofotografijo prikazal Rok na samem opazovanju na Pindži. Ker vemo, da se pogled skozi teleskop, namenjen domači uporabi, razlikuje od pogleda skozi tiste, ki jih uporabljajo v različnih vesoljskih agencijah, je Darko pripravil predstavitev o tem, kako so vidni različni vesoljski objekti v različnih teleskopih. Pripravili smo tudi pripomoček za lažje prepoznavanje ozvezdij in izdelali sončno uro, katere natančnost smo preverili na šolskem igrišču, ter opazovali Sonce. Opravili smo tudi strokovno ekskurzijo v Observatorij Magašov brejg na meji med Fokovci in Ivanovci, kjer nam je Igor Vučklič predstavil svoj observatorij z motorizirano kupolo premera 4 m in teleskop na dobson montaži. Sledila je sprostitve v Murski Soboti z bowlingom in ogledom filma.

Svoje delo in občutke so udeleženci tabora zainteresirani javnosti predstavili na prireditvi ob 20-letnici delovanja Astronomskega društva Kmica, ki je bila v petek, 1. julija. Na tej prireditvi sta nam ravnatelj Johan Laco in župan Franc Šlihthuber obljubila, da nas bosta šola in občina z veseljem gostila tudi v prihajajočih letih.

Vodoravno

- 1 Astronom Galilei (7)
- 8 Začetnice avtorja te križanke (2)
- 9 Tisti, ki se ukvarja s površjem Lune (10)
- 11 Naprava za določanje strani neba (6)
- 13 Ena srna, dve (4)
- 14 Energija, ki se sprošča pri gorenju (7)
- 18 Senca obratno (5)
- 20 Noga nad kolenom (6)
- 21 Vas v Izraelu, 14 km južno od Nazareta (4)
- 22 Žveplov monoksid (2)
- 23 Škotski igralec Connery (4)
- 24 Tri izžrebane številke v eni vrsti na tombolski srečki (5)
- 27 John Mayer (2)
- 28 Naselje na Goričkem, katerega posebnost je Ledavsko jezero (6)
- 29 Andreja Gomboc (2)
- 31 Pomembno, junaško dogajanje, brez črke a (6)
- 32 Najpomembnejši grški heroj v boju za Trojo (4)
- 33 Abscisna in ordinatna (2)
- 34 Plin z oznako Ne (4)
- 36 Drago Ulaga (2)
- 37 Vzidana peč z odprtim kuriščem (5)
- 40 Otok v Severni Dalmaciji (3)
- 42 Avtomobilska oznaka za Indijo (2)
- 43 Hoja, zapisana v obratnem vrtnem redu (4)
- 45 Angleški supermodel Eliane Campbell, zapisano v obratnem vrstnem redu (5)
- 47 Oznaka za spiralno galaksijo brez prečke (2)
- 48 Ozvezdje, ki po obliki spominja na črko W (9)
- 50 Ozvezdje s kratico And (9)
- 58 Ribi podoben morski sesalec (3)
- 60 Bela, lahko taljiva kovina (3)
- 61 Najjužnejša obmorska država v Srednji Ameriki (6)
- 62 Skrajni del polotoka (2)
- 63 Meteorski roj, ki je viden vsako leto okoli 17. novembra (7)
- 64 Strelno orožje z dolgo cevjo (3)
- 65 Priloga k spisu ali pogodbi (5)
- 67 Združeni Narodi (2)
- 68 Domača žival za čuvanje doma (3)
- 70 Zastar. kača (5)
- 72 Internet Protocol (2)
- 74 Telesna tekočina (3)
- 75 Infra rdeča (2)
- 76 Mesto v Siriji (4)
- 78 Simbol za lumen (2)
- 80 Bitka druge svetovne vojne za japonski otok Iwo (4)
- 82 Zveza Anglije, Francije in Rusije pred prvo svetovno vojno (7)
- 83 2532 metrov visok Kamniško-Savinjski vrh (5)

Navpično

- 1 Dvojčka v latinščini (6)
- 2 Majhno mesto in občina v severni Kataloniji (3)

- 3 Ameriška igralka Thompson (3)
- 4 Instant brez ant (4)
- 5 Eden izmed Torresovih otokov (2)
- 6 Država v Severni Afriki (5)
- 7 Olli Rehn (2)
- 8 Radijska frekvenca (2)
- 9 Nam najbližja zvezda (5)
- 10 Točka eliptičnega tira nebesnega telesa, ki je najbolj oddaljena od Zemlje (6)
- 11 Četrto največje mesto v Sloveniji (5)
- 12 Mezon, ki vsebuje čudni kvark ali čudni antikvark (4)
- 15 Sistem teles, ki ga sestavljajo Sonce in množica drugih teles, ki kroži okrog njega. (7)
- 16 Snov, iz katere so sestavljena drevesa (3)
- 17 Najtrši drag kamen, zapisan v obratnem vrstnem redu (7)
- 19 Termodinamična količina, ki si jo telesa izmenjujejo, ko izmenjujejo toploto (9)
- 22 Velika, čebeli podobna žuželka (5)
- 25 Edgar Allan Poe (3)
- 26 Prvi in tretji samoglasnik (2)
- 28 Avtomobilska oznaka Koper (2)
- 30 Osnovni delec, ki posreduje močno jedrsko silo (5)
- 31 European Space Agency (3)
- 32 Japonska animacija (5)
- 33 Operacijski sistem Windows po domače (4)
- 35 Alkoholna pijača iz slada, hmelja, vode in kvasa, zapisano v obratnem vrstnem redu (4)
- 38 Kulturna ali divja rastlina z mlečkom in velikimi zvezdastimi cveti (3)
- 39 Naprej štrleči del obraza (3)
- 41 Da prost bo vsak, ne vrag, le сосед bo mejak! (5)
- 42 Znani fizik Newton (5)
- 44 Dvaindvajseta črka grške abecede (2)
- 46 Adria Airways (2)
- 49 HyperText Transfer Protocol (4)
- 51 Reka v Severni Afriki (3)
- 52 Reka, ki teče po ozemlju Rusije, Belorusije in Ukrajine (6)
- 53 Membrana (4)
- 54 Mesto v Nemčiji (5)
- 55 Bolezen, omejena na določen kraj, določeno področje (8)
- 56 Koktajl z rumom in limetinim sokom (7)
- 57 Americij (2)
- 59 Ironičen človek (6)
- 64 Tomaž Zwitter (2)
- 66 Simon Jenko (2)
- 68 Primož Kajdič (2)
- 69 Masa krat pospešek (4)
- 71 Žgana pijača, navadno iz riža (4)
- 73 Levi pritok Savinje (4)
- 77 Staroegipčanski bog sonca (2)
- 79 Mangan (2)
- 81 Murska Sobota (2)

Urednik:

pom. akad. dr. Mitja Slavinec

Strokovni pregled:

pom. akad. dr. Milan Svetec

pom. akad. dr. Mitja Slavinec

pom. akad. dr. Andreja Gomboc

Oblikovanje in prelom:

Nina Jug

Tisk:

AIP Praprotnik

Naklada:

250 izvodov

Založnik:

AD Kmica in ZOTKS, Murska Sobota, 2016

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 : devetnajstič / [urednik Mitja
Slavinec]. - [Murska Sobota] : AD Kmica : ZOTKS,
2016

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

I. Slavinec, Mitja

COBISS.SI-ID 72761601