

Velik uspeh slovenske ekipe na letošnji mednarodni astronomski olimpijadi

↓↓↓

ANDREJ GUŠTIN

→ Slovenski srednješolci, ki so se letos od 2. do 10. avgusta udeležili 13. mednarodne olimpijade iz astronomije in astrofizike (MOAA) v mestu Keszthely ob madžarskem jezeru Balaton, so se domov vrnili s srebrnima medaljama in pohvalo. Udeležba na olimpijadi je bila rekordna po številu držav (47), na njej pa je tekmovalo več kot 250 mladih astronomov s celega sveta. Tekmovanje je bilo zelo zahtevno, saj so srednješolce čakale različne preizkušnje (teoretične, opazovalne ter analiza podatkov).

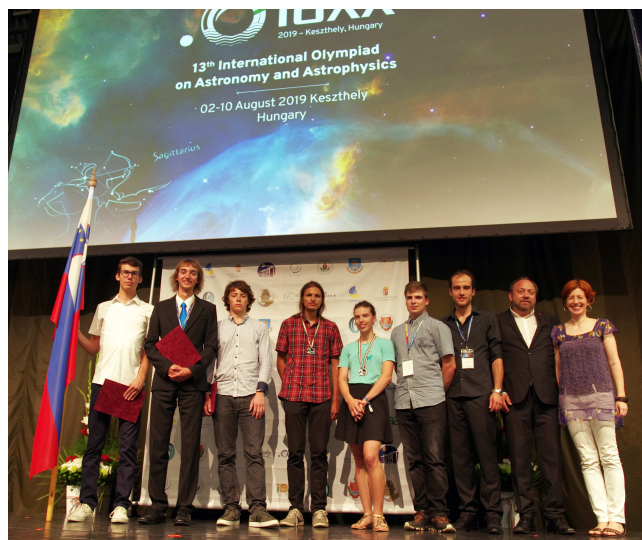
Letošnjo olimpijsko ekipo so sestavljali: Ema Mlinar (Gimnazija Vič), Marko Čmrlec (Gimnazija Bežigrad), Jon Judež (Gimnazija Novo mesto), Vito Levstik (II. gimnazija Maribor), Matej Mali (Gimnazija in srednja šola Rudolfa Maistra Kamnik). Izbrani so bili izmed najboljših uvrščenimi srednješolci na tekmovanju iz znanja astronomije za Dominkovo priznanje, ki ga od mednarodnega leta astronomije 2009 prireja Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije (DMFA Slovenije).

Izbor ekipe je potekal vse leto, saj so se srednješolci preizkusili tudi v opazovalnem tekmovanju Messierov maraton, sanktpeterburškem astronomskem tekmovanju in izbirnem postopku, v olimpijsko ekipo pa je bilo izbranih samo najboljših pet.

Izbrana ekipa se je v poletnih mesecih udeležila Tekmovanja treh dežel, kjer se je preizkusila z ekipama s Hrvaške in Madžarske, ter priprav, ki so jih vodili mentorji prof. dr. Andreja Gomboc (Univerza v

Novi Gorici), dr. Dunja Fabjan (Fakulteta za matematiko in fiziko), Katja Bricman (Univerza v Novi Gorici), Krištof Skok in Rok Kovač (študenta na Fakulteti za matematiko in fiziko) in Andrej Guštin (DMFA Slovenije).

Slovenija je na olimpijadi nastopila sedmič, pri tem sta člana ekipe Marko Čmrlec in Ema Mlinar osvojila srebrni medalji, Jon Judež pa pohvalo. Ekipo so spremljali glavni mentor Andrej Guštin ter študenta Rok Kovač in Krištof Skok.



SLIKA 1.

Slovenska ekipa po podelitvi na 13. MOAA. Od leve proti desni: Vito, Jon (pohvala), Matej, Marko (srebro), Ema (srebro) ter mentorji Rok, Krištof, Andrej in Dunja.





V nadaljevanju objavljamo nekaj najzanimivejših teoretičnih nalog 13. MOAA.

1. Slavni astronomski dogodki

Razvrsti naslednje astronomske dogodke po kronološkem vrstnem redu od najstarejšega do najnovejšega. Zapiši številko dogodka (med 1 in 11).

1. Izstrelitev Hubblovega teleskopa.
2. Sondi Viking prispeta na Mars.
3. Odkritje Fobosa in Deimosa.
4. Zadnje prisončje kometa 1/P Halley.
5. Odkritje Ceresa (asteroid / pritlikavi planet).
6. Odkritje Urana (planet).
7. Prva uspešna meritev paralakse zvezde.
8. Odkritje prve planetarne meglice.
9. Odkritje zvezdnih populacij I in II.
10. Prva identifikacija kvazarja z optičnimi opazovanji.
11. Odkritje širjenja vesolja.

2. Odklon radijskih valov v gravitacijskem polju telesa našega Osončja

A. Eddington in F. Dyson z otoka Principe ter C. Davidson in A. Crommelin iz Sobrala (Brazilija) so izmerili odklon svetlobe zvezd, ki so bile med popolnim Sončevim mrkom leta 1919 navidezno blizu Sonca. Meritve so se skladale s teoretično napovedjo 1,75".

Svetlobni curek (ali foton), ki leti na razdalji d od središča Sonca, se odkloni za kot

$$\Delta\theta \propto \frac{4GM_{\odot}}{dc^2}.$$

Današnja ločljivost sistema anten VLBI (Very Long Baseline Interferometry) v območju radijskih valov je 0,1 mas (kotne milisekunde). Ali je z VLBI mogoče zaznati odklon radijskih valov kvazarja zaradi gravitacijskega vpliva (a) Jupitra, (b) Lune? Oцени kot odklona za oba primera.

3. Supermasivni črni luknji v središču naše Galaksije in galaksije M 87

Prvo sliko črne luknje je pred kratkim sestavila mednarodna ekipa programa Event Horizon Telescope (EHT). Fotografirano območje obdaja supermasivno črno luknjo v središču galaksije M 87. Opazovanja za končno sliko so izvedli pri valovni dolžini $\lambda = 1,3$ mm, kjer medzvezdna ekstinkcija ni prevelika.

- Kolikšen mora najmanj biti premer teleskopa, da bi z njim razločili senco supermasivne črne luknje v središču galaksije (polmer ujetja fotonov je trikrat večji od polmera dogodkovnega horizonta)? Zapiši rezultat kot funkcijo razdalje d in mase M črne luknje.
- Rezultat podaj v enotah polmera Zemlje za
 - supermasivno črno luknjo v središču M 87 ($d_{\text{BH-M87}} = 5,5 \cdot 10^7$ svetlobnih let, $M_{\text{BH-M87}} = 6,5 \cdot 10^9 M_{\odot}$);
 - in Sgr A*, supermasivno črno luknjo v središču naše Galaksije ($d_{\text{Sgr A*}} = 8,3$ kpc, $M_{\text{Sgr A*}} = 3,6 \cdot 10^6 M_{\odot}$).
- Katero tehnologijo potrebujemo, da ustvarimo tako napravo?
 - Gravitacijsko lečenje zaradi temne snovi.
 - Interferometrija z mrežo radijskih teleskopov.
 - Upočasnitev fotonov v gostem mediju.
 - Zmanjševanje učinka popačenja vpadnih valovnih front.
 - Fokusiranje nevtrinov z močnimi elektromagnetnimi polji.

4. Nadgradnja reflektorskega teleskopa

Učenec ima Cassegrainov teleskop povprečne kvalitete s primarnim in sekundarnim zrcalom, ki imata aluminijasto prevleko z odbojnostjo $\varepsilon_1 = 91$ %.

- Kolikšna bo izboljšava mejne magnitude teleskopa, če učenec zamenja prevleko zrcala z bolj kakovostno prevleko z $\varepsilon_2 = 98$ %?
- Učenec ima v fokuserju teleskopa z zrcali z odbojnostjo ε_1 še diagonalno z odbojnostjo ε_1 . Kolikšna je izboljšava, če zamenja diagonalno z modelom z odbojnostjo $\varepsilon_3 = 99$ %, zrcali teleskopa pa z modeloma z odbojnostjo ε_2 ? (Diagonala je ravno zrcalo, ki je nagnjeno za 45° na optično os.)

- Ali je ta razlika očitno opazna s človeškim očesom? Upoštevaj celotno območje vidnih valovnih dolžin in zanemari kakršnekoli odvisnosti od valovne dolžine in geometrijske efekte.

5. Pečica na prasevanje

Človeško telo je v glavnem sestavljeno iz vode, zato je dober absorber za mikrovalove. Privzemi, da je astronautovo telo popoln sferičen absorber z maso $m = 60 \text{ kg}$ in s povprečno gostoto ter toplotno kapaciteto kot voda, torej $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$ in $C = 4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

- Kolikšno moč prasevanja v wattih bi astronaut absorbiral v medgalaktičnem prostoru? Za spekter prasevanja lahko privzameš spekter črnega telesa s temperaturo $T_{\text{CMB}} = 2,728 \text{ K}$.
- Približno koliko fotonov prasevanja astronaut absorbira vsako sekundo?
- Če zanemariš ostalo prejeto in oddano energijo, koliko časa je potrebno, da se astronautovo telo ogreje za $\Delta T = 1 \text{ K}$?

6. Višina dimnika elektrarne Tiszaújváros

Program European Copernicus Earth-observation upravlja z dvema satelitoma Sentinel-2. Ta satelita krožita okoli Zemlje na polarnih orbitah, sinhronih s Soncem, na višini približno 800 km. Do preleta nekega dela površja pride vsakih nekaj dni in takrat vsakič ob istem lokalnem času posnameta fotografije površja (na nekaj minut natančno). Kamere so občutljive na 13 različnih spektralnih pasov v vidnem in bližnjem IR delu spektra. Ločljivost fotografij je 10 metrov.

Tretja največja zgradba na Madžarskem je dimnik elektrarne blizu mesta Tiszaújváros. V nadaljevanju sta natisnjeni dve fotografiji s satelitov Sentinel-2 v nepravih barvah, posneti leta 2016. Sliko 2a so posneli 29. junija, sliko 2b pa 16. decembra, torej blizu poletnega in zimskega solsticija. Orientacija fotografij je taka, da je sever zgoraj, vzhod pa desno.

Ocenjeni dolžini senc na slikah sta $x_1 = 125 \text{ m}$ in $x_2 = 780 \text{ m}$. Odgovori na naslednja vprašanja:

- Na kateri dan pričakujemo, da bo senca daljša?
 - 29. junija.
 - 16. decembra.

- V katerem delu dneva sta satelita Sentinel-2 letela čez to območje?
 - Zgodaj zjutraj.
 - Dopoldne.
 - Zgodaj popoldne.
 - Pozno popoldne.
- Na podlagi danih dolžin senc oceni višino dimnika. Za ta izračun (samo za ta izračun) privzemi, da sta satelita fotografije posnela ob lokalnem pol dnevu.
- Kaj bi lahko vplivalo na natančnost izračuna višine dimnika (možnih je več odgovorov)?
 - Oblika Zemlje je sploščeni sferoid.
 - Omejena ločljivost satelitskih posnetkov in nejasen rob sence.
 - Nadmorska višina spodnjega dela dimnika.
 - Razlike v nagnjenosti Zemljine rotacijske osi v različnih letnih časih.
 - Upoštevanje učinka atmosferske refrakcije.



SLIKA 2.



→ 7. Učinek Sončevih peg na izsev Sonca

Od leta 1978 dalje so detektorji na umetnih satelitih ves čas merili solarno konstanto. Te natančne meritve so pokazale variacije solarne konstante v mesecih, letnih časih, letih in še daljših obdobjih. Vzrok za variacije v letnih časih je periodično spreminjanje razdalje med Zemljo do Soncem, desetletja dolge in približno ciklične spremembe pa so v glavnem posledica ciklov Sončeve aktivnosti.

- Izračunaj vrednost solarne konstante (nad ozračjem) na razdalji 1 astronomske enote za »mirno Sonce«. Predpostavi, da Sonce seva kot idealno črno telo.
- Izračunaj vrednost solarne konstante (nad ozračjem) popolnoma mirnega Sonca v začetku januarja in v začetku julija ter določi njuno razmerje.
- Ponovno izračunaj solarno konstanto na oddaljenosti 1 a.e., če se blizu ekvatorja Sonca nahaja pega s povprečno temperaturo $T_{sp} = 3300$ K in premerom $D_{sp} = 90\,000$ km. Izračunaj razmerje vrednosti, če na Soncu ni peg ali pa je na v fotosferi Sonca taka pega.
Pego obravnavaj kot krog in zanemari učinek sferične projekcije pege. Predpostavi tudi, da se Sonce vrti dovolj hitro, da je njegov izsev še vedno izotropen.
- V resnici pa Sonce ne seva izotropno. Izračunaj razmerje med obsevanostjo Zemlje, ko pega z Zemlje ni vidna, in v primeru, ko je vidna na sredini ploskvice Sonca.

× × ×

Popravek

↓↓↓

ANDREJ GUŠTIN

→ V 1. številki letošnjega Preseka je v članku Najdaljši čas trajanja Luninega zakritja zvezde Marjana Prosen napaka, na katero so nas opozorili naši zvesti bralci.

Luna ne zakrije zvezde zaradi vrtenja Zemlje, kot je to mogoče sklepati iz zadnjih odstavkov Prose-

novega članka, temveč zaradi navideznega gibanja Lune okoli Zemlje. Izračunajmo hitrost, s katero se torej Luna giblje glede na zvezde. Ker gre za grobo oceno časa zakritja zvezde, lahko predpostavimo, da je to gibanje enakomerno, ne upoštevamo deklinacije Lune in zvezd itd. Siderski obhodni čas Lune okoli Zemlje, torej glede na zvezde, je približno 27,3 dneva. To pomeni, da se Luna glede na zvezde giblje s kotno hitrostjo $\omega = 360^\circ / 27,3 \text{ dan} = 13,2^\circ / \text{dan} = 0,55^\circ / \text{h}$. Pri najdaljšem zakritju Luna zvezdo prečka s premerom ploskvice. Navidezni zorni kot Lune na nebu je $0,5^\circ$, zato je najdaljši čas zakritja zvezde $t_{\text{maks}} = 0,5^\circ / 0,55^\circ / \text{h} = 0,9 \text{ h} = 54 \text{ minut}$. Groba ocena najdaljšega zakritja zvezde da vrednost okoli ene ure, ne pa dve minuti, kot je to zapisano v članku.

× × ×

Barvni sudoku

↓↓↓

→ V 8×8 kvadratkov moraš vpisati začetna naravna števila od 1 do 8 tako, da bo v vsaki vrstici, v vsakem stolpcu in v kvadratih iste barve (pravokotnikih 2×4) nastopalo vseh osem števil.

			6		5		8
4							3
1			2	6			
		6					
	5	2			7		
6		3		5			
3	4					2	
		8					4

× × ×