

Slovenska reprezentanca mladih astronomov uspešna na 10. mednarodni olimpijadi iz astronomije in astrofizike v Indiji



DUNJA FABJAN, MARUŠA ŽERJAL, ANDREJ GUŠTIN

→ Slovenska srednješolska ekipa se je na Mednarodni olimpijadi iz astronomije in astrofizike (MOAA) odlično odrezala, saj je vseh pet tekmovalcev prejelo odlikovanja: tri pohvale, bronasto in srebrno medaljo.

Mladi predstavniki Slovenije so se od 9. do 19. decembra 2016 udeležili 10. mednarodne olimpijade iz astronomije in astrofizike v indijskem mestu Bhubaneswar.

Letošnjo olimpijsko ekipo so sestavljali Luka Govedič (II. gimnazija Maribor), Anže Jenko (bivši dijak Gimnazije Bežigrad), Aleksej Jurca (Gimnazija Bežigrad), Jakob Robnik (bivši dijak Gimnazije Bežigrad) in Urban Ogrinec (Gimnazija in srednja šola Rudolfa Maistra, Kamnik). Izbrani so bili izmed najbolje uvrščenih srednješolcev in srednješolk na tekmovanju iz znanja astronomije za Dominkovo priznanje, ki ga od Mednarodnega leta astronomije 2009 prireja Društvo matematikov, fizikov in astronomov (DMFA) Slovenije.

Pod vodstvom in mentorstvom Andreja Guština (DMFA Slovenije), prof. dr. Andreje Gomboc (Fakulteta za naravoslovje, Univerza v Novi Gorici), dr. Dunje Fabjan (Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani) in v spremstvu dr. Maruše Žerjal (Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani) se je ekipa podala na težavno tekmovanje, ki ga sestavljajo štirje sklopi: teoretični, opazovalni, skupinski del ter obdelava podatkov.

Na letošnji olimpijadi je tekmovalo 234 srednješolcev iz 42-ih držav vseh celin. Skupno so organizatorji podelili 14 zlatih, 28 srebrnih in 50 bronastih medalj ter 48 pohval. Letošnja slovenska ekipa je bila še posebej uspešna: Aleksej Jurca je prejel srebrno medaljo, Jakob Robnik bronasto medaljo, Luka Govedič, Anže Jenko in Urban Ogrinec pa pohvalo. Slovenske ekipe srednješolcev so na mednarodni olimpijadi sodelovale že četrto leto in doslej osvojile skupno pet medalj in devet pohval.

Spletna stran 10. MOAA: www.ioaa2016.in.

www.presek.si

www.dmfa.si



SLIKA 1.

Slovenska olimpijska reprezentanca, od leve proti desni: mentor Andrej Guštin (DMFA), Jakob Robnik (bronasta medalja), Luka Govedič (pohvala), Anže Jenko (pohvala), Aleksej Jurca (srebrna medalja), Urban Ogrinec (pohvala), Maruša Žerjal (FMF, Univerza v Ljubljani).

Primeri nalog 10. mednarodne olimpijade iz astronomije in astrofizike

Drži ali ne drži

Označi, ali so naslednje trditve pravilne ali napačne.

- Na fotografiji jasnega nočnega neba s polno Luno bi bila pri dovolj dolgem času osvetlitve barva neba modra, tako kot podnevi.
- Astronom v Bhubaneswarju si vsak dan ob 05:00 UT zapiše trenutni položaj Sonca na nebu. Če bi bila Zemljina vrtilna os pravokotna na njeno orbitalno ravnino, bi ti zabeleženi položaji opisali lok velikega kroga.
- Če je obhodni čas nekega malega telesa, ki je v orbiti okoli Sonca na ekliptični ravnini, manjši od obhodnega časa Urana okoli Sonca, potem je njegova orbita zagotovo v celoti znotraj Uranove orbite.
- Težišče Osončja je ves čas pod Sončevim površjem.
- Foton potuje po praznem prostoru. Ker se vesolje razširja, se gibalna količina fotona zmanjšuje.

Optika teleskopa

Nek optično popoln teleskop ima goriščno razmerje $f/5$, goriščna razdalja njegovega objektiva je 100 cm, okularja pa 1 cm.

- Kolikšna je povečava teleskopa m_0 ? Kolikšna je dolžina teleskopa L_0 – razdalja med objektivom in okularjem?

Pogosto goriščno razdaljo teleskopa povečamo tako, da med objektiv in njegovo primarno gorišče postavimo razpršilno lečo (Barlow). Prej omenjenemu teleskopu med objektiv in okular vtaknemo Barlowovo lečo z goriščno razdaljo 1 cm, tako da se njega povečava podvoji.

- Na kolikšni oddaljenosti d_B od primarnega gorišča objektiva moramo postaviti Barlowovo lečo, da bo povečava dvakrat večja kot prej?
- Za koliko se poveča dolžina teleskopa ΔL ?

V gorišče našega teleskopa pritrdimo CCD kamero brez okularja in Barlowa. Velikost slikovnega elementa (piksel) kamere je $10 \mu\text{m}$.

- Kolikšna bo oddaljenost n_p med središčema slik dveh zvezd na čipu te CCD kamere, če sta zvezdi na nebu $20''$ narazen? Razdaljo izrazi s številom slikovnih elementov (pikslov).

No.	T (tMDJ)	P (μs)	a (ms^{-2})
1	5740,654	7587,8889	$-0,92 \pm 0,08$
2	5740,703	7587,8334	$-0,24 \pm 0,08$
3	5746,100	7588,4100	$-1,68 \pm 0,04$
4	5746,675	7588,5810	$+1,67 \pm 0,06$
5	5981,811	7587,8836	$+0,72 \pm 0,06$
6	5983,932	7587,8552	$-0,44 \pm 0,08$
7	6005,893	7589,1029	$+0,00 \pm 0,08$
8	6340,857	7589,1350	$+0,00 \pm 0,04$
9	6335,904	7589,1358	$+0,00 \pm 0,02$

TABELA 1.

→ Dvojni pulzar

Med sistematičnim pregledovanjem neba v zadnjih desetletjih so astronomi odkrili veliko število milisekundnih pulzarjev. Rotacijska perioda (čas enega zasuka okoli lastne osi) milisekundnih pulzarjev je < 10 ms. Velika večina takih pulzarjev je dvojnih. Imajo skoraj krožne orbite.

V dvojnem sistemu pulzarjev se izmerjena rotacijska perioda posameznega pulzarja (P) in izmerjeni pospešek (a) (pospešek v smeri zveznice med Zemljo in pulzarjem), periodično spreminjata zaradi kroženja pulzarjev okoli skupnega težišča.

Za krožne orbite lahko te spremembe zapišemo z enačbo, ki vsebuje orbitalno fazo Φ ($0 \leq \Phi \leq 2\pi$):

$$\blacksquare P(\Phi) = P_0 + P_t \cos \Phi, \quad \text{kjer je } P_t = \frac{2\pi P_0 r}{c P_B}.$$

$$a(\Phi) = -a_t \sin \Phi, \quad \text{kjer je } a_t = \frac{4\pi^2 r}{P_B^2}.$$

P_B je orbitalna perioda dvojnega sistema, P_0 je lastna rotacijska perioda pulzarja, r pa je polmer orbite.

V tabeli 1 so podane meritve P in a za tak sistem, ob izbranih heliocentričnih časih T , ki so izraženi v modificiranem julijanskem datumu ($tMJD$). To je število dni po $MJD = 2440000$.

Če na graf narišemo $a(\Phi)$ v odvisnosti od $P(\Phi)$, dobimo parametrično krivuljo. Kot je razvidno iz zgornjih enačb, je taka krivulja elipsa.

V tej nalogi boš iz meritev v preglednici ocenil lastno rotacijsko periodo P_0 , orbitalno periodo P_B in polmer orbite r dvojnega sistema pulzarjev. Predpostavi, da sta orbiti pulzarjev krožnici.

D1.1) Iz podatkov v preglednici nariši graf pospeška v odvisnosti od periode. Za vsako točko nariši tudi velikost napake. Graf označi kot »D1.1«.

D1.2) Na isti graf »D1.1« nariši elipso, ki se najbolj prilaga podatkom.

D1.3) Iz grafa oceni P_0 , P_t in a_t . Pri tem oceni napake rezultatov, ki so posledica napake meritve.

D1.4) Zapiši izraza za P_B in r . Pri tem uporabi P_0 , P_t , a_t .

D1.5) Iz ocen iz naloge (D1.3) izračunaj približno vrednost P_B in r . Oceni napako rezultatov.

D1.6) Izračunaj orbitalno fazo Φ , ki ustreza opazovanjem z zaporednimi številkami 1, 4, 6, 8, 9 v preglednici.

D1.7) Izboljšaj oceno orbitalne periode P_B . Pri tem uporabi rezultate iz (D1.6) na sledeči način:

D1.7a) Najprej določi začetni čas T_0 , ki je najbližje ničelni fazi pred prvim opazovanjem ($\Phi = 0$).

D1.7b) Čas T_{calc} , ob katerem je sistem v fazi Φ ob posameznem opazovanju, podaja zveza:

$$\blacksquare T_{\text{calc}} = T_0 + \left(n + \frac{\Phi}{360^\circ} \right) P_B$$

n je število celih obhodov med časoma T_0 in T (ali T_{calc}). Oceni n in T_{calc} za vsako izmed petih opazovanj v nalogi (D1.6). Zapiši razliko $T_0 - C$ med opazovanima T in T_{calc} .

D1.7c) Nariši n v odvisnosti $T_0 - C$. Graf označi z »D1.7«.

D1.7d) S pomočjo grafa določi izboljšane vrednosti $T_{0,r}$ in $P_{B,r}$.

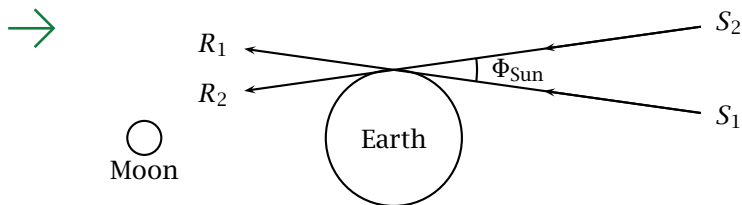


SLIKA 2.

Datum	R. A. (α)	Dec. (δ)	Kotna velikost (Θ)	Faza (Φ)	Elongacija
	h m s	" ' "	"		Lune
Sep 1	0 36 46,02	3 6 16,8	1991,2	0,927	148,6° W
Sep 2	1 33 51,34	7 32 26,1	1974,0	0,852	134,7° W
Sep 3	2 30 45,03	11 25 31,1	1950,7	0,759	121,1° W
Sep 4	3 27 28,48	14 32 4,3	1923,9	0,655	107,9° W
Sep 5	4 23 52,28	16 43 18,2	1896,3	0,546	95,2° W
Sep 6	5 19 37,25	17 55 4,4	1869,8	0,438	82,8° W
Sep 7	6 14 19,32	18 7 26,6	1845,5	0,336	70,7° W
Sep 8	7 7 35,58	17 23 55,6	1824,3	0,243	59,0° W
Sep 9	7 59 11,04	15 50 33,0	1806,5	0,163	47,5° W
Sep 10	8 49 0,93	13 34 55,6	1792,0	0,097	36,2° W
Sep 11	9 37 11,42	10 45 27,7	1780,6	0,047	25,1° W
Sep 12	10 23 57,77	7 30 47,7	1772,2	0,015	14,1° W
Sep 13	11 9 41,86	3 59 28,8	1766,5	0,001	3,3° W
Sep 14	11 54 49,80	0 19 50,2	1763,7	0,005	7,8° E
Sep 15	12 39 50,01	-3 20 3,7	1763,8	0,026	18,6° E
Sep 16	13 25 11,64	-6 52 18,8	1767,0	0,065	29,5° E
Sep 17	14 11 23,13	-10 9 4,4	1773,8	0,120	40,4° E
Sep 18	14 58 50,47	-13 2 24,7	1784,6	0,189	51,4° E
Sep 19	15 47 54,94	-15 24 14,6	1799,6	0,270	62,5° E
Sep 20	16 38 50,31	-17 6 22,8	1819,1	0,363	73,9° E
Sep 21	17 31 40,04	-18 0 52,3	1843,0	0,463	85,6° E
Sep 22	18 26 15,63	-18 0 41,7	1870,6	0,567	97,6° E
Sep 23	19 22 17,51	-17 0 50,6	1900,9	0,672	110,0° E
Sep 24	20 19 19,45	-14 59 38,0	1931,9	0,772	122,8° E
Sep 25	21 16 55,43	-11 59 59,6	1961,1	0,861	136,2° E
Sep 26	22 14 46,33	-8 10 18,3	1985,5	0,933	150,0° E
Sep 27	23 12 43,63	-3 44 28,7	2002,0	0,981	164,0° E
Sep 28	0 10 48,32	0 58 58,2	2008,3	1,000	178,3° E
Sep 29	1 9 5,89	5 38 54,3	2003,6	0,988	167,4° W
Sep 30	2 7 39,02	9 54 16,1	1988,4	0,947	153,2° W

TABELA 2.





SLIKA 3.

Oddaljenost Lune

V tabeli 2 so podane geocentrične efemeride Lune za september 2015. Vse meritve so bile opravljene ob 00:00 UT.

Sestavljena slika 2 prikazuje zaporedje posnetkov ob različnih fazah popolnega Luninega mrka, ki je bil septembra 2015. Posamezna fotografija Lune je bila narejena tako, da je bil posnetek centriran na Zemljino senco.

Pri tej nalogi predpostavi, da je opazovalec v središču Zemlje. Kotna velikost se nanaša na kotni premer nebesnega telesa oz. sence.

D2.1) Luna je bila septembra 2015 v apogeju. Kakšna je bila takrat približno njena mena? Razlaga ni potrebna. Možni odgovori so: mlaj / prvi krajec / ščip / zadnji krajec.

D2.2) V kateri meni je bila Luna septembra 2015, ko je bila najbližje dvižnemu vozlu svoje orbite? Razlaga ni potrebna. Možni odgovori so: mlaj / prvi krajec / ščip / zadnji krajec.

D2.3) Iz podatkov oceni ekscentričnost e Lunine orbite.

D2.4) Oceni kotno velikost (premer) Zemljine sence Φ_{umbra} v enotah kotne velikosti Lunine ploskvice Φ_{Moon} . Postopek meritve prikaži na sliki.

D2.5) Sončevi žarki iz enega in drugega roba Sonca S_1R_1 in S_2R_2 (glej sliko 3, ki seveda ni v merilu) se na robu Zemlje sekajo pod kotom Φ_{Sun} . Zaradi tega ima Zemlja Senco in polsenco. Na dan Luninega mrka iz te naloge je bil $\Phi_{\text{Sun}} = 1915,0''$. Izračunaj kotno velikost polumesce Φ_{penumbra} . Rezultat izrazi s Φ_{Moon} . Predpostavi, da je opazovalec v središču Zemlje.

D2.6) Naj bo kot Φ_{Earth} kotna velikost Zemlje, kot bi jo videli iz središča Lune. Izračunaj kotno velikost Lune Φ_{Moon} , kot bi jo videli iz središča Zemlje na dan mrka. Rezultat izrazi s Φ_{Earth} .

D2.7) Iz zgornjih rezultatov oceni polmer Lune R_{Moon} v kilometrih.

D2.8) Oceni najmanjšo (r_{perigee}) in največjo oddaljenost (r_{apogee}) Lune od Zemlje.

D2.9) Iz podatkov za 10. september oceni razdaljo med Zemljo in Soncem d_{Sun} .

× × ×

Barvni sudoku

↓ ↓ ↓

→ V 8×8 kvadratkov morate 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.

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

× × ×