

Rješenja zadataka za državno natjecanje iz astronomije u školskoj godini
2024./2025. za 3. razred srednje škole

10	
----	--

1. Mjerite zvjezdanu veličinu dvojnog sustava koja većinu vremena iznosi 7.4 magnitude. U jednom dijelu perioda sjaj padne na 7.7 magnitude, a pad sjaja tumačite kao potpunu pomrčinu manje sjajne zvijezde. Koliko iznose zvjezdane veličine pojedinih zvijezda?

$$m_{uk} = 7.4 \text{ mag} \quad (1 \text{ bod})$$

$$m_1 = 7.7 \text{ mag} \quad (1 \text{ bod})$$

$$m_2 = ?$$

$$m_i - m_0 = -2.5 \log_{10} \frac{f_i}{f_0}, \quad i = 1, 2 \quad (1 \text{ bod})$$

$$m_{uk} - m_0 = -2.5 \log_{10} \frac{f_{uk}}{f_0} \quad (1 \text{ bod})$$

$$f_{uk} = f_1 + f_2 \quad (1 \text{ bod})$$

$$\frac{f_{uk}}{f_0} = 10^{-(m_{uk}-m_0)/2.5} \quad (1 \text{ bod})$$

$$\frac{f_i}{f_0} = 10^{-(m_i-m_0)/2.5}, \quad i = 1, 2 \quad (1 \text{ bod})$$

Iz prethodna tri izraza slijedi:

$$10^{-(m_{uk}-m_0)/2.5} = 10^{-(m_1-m_0)/2.5} + 10^{-(m_2-m_0)/2.5}$$

$$\text{ili: } 10^{-m_{uk}/2.5} = 10^{-m_1/2.5} + 10^{-m_2/2.5} \quad (1 \text{ bod})$$

Iz ovoga izrazimo traženi m_2 :

$$m_2 = -2.5 \log_{10} (10^{-m_{uk}/2.5} - 10^{-m_1/2.5}) \quad (1 \text{ bod})$$

$$m_2 = -2.5 \log_{10} (10^{-7.4/2.5} - 10^{-7.7/2.5}) = 8.94 \text{ mag} \quad (1 \text{ bod})$$

Sjajnija zvijezda je 7.7 magnitude, tj. ona koja se vidi pri potpunoj pomrčini manje sjajne zvijezde. Manje sjajna zvijezda je 8.94 magnitude.

Priznaju se i skraćeni postupci, npr. koji koriste gotove izraze za zvjezdane veličine u dvojnim sustavima.

2. Zadatak vam je opisati prihvatljiv teleskop za lokalni astronomski klub. Kriteriji koji su vam zadani odnose se na opažanja Jupitera: (1) razlučiti detalje koji su veličine najmanjeg od galilejanskih mjeseca (3100 km) i (2) svi galilejanski mjeseci zauzimaju pola vidnog polja teleskopa kada su u najširoj mogućoj konfiguraciji. Koristite se okularom žarišne daljine 12,5 mm i prividnog vidnog polja 52° . Koji su najmanji promjer objektiva i žarišna duljina objektiva teleskopa koji zadovoljavaju te kriterije? Velike poluosi staza galilejanskih mjeseca redom su 421 800 km, 671 100 km, 1 070 400 km i 1 882 700 km. Jupiter je trenutačno udaljen 611,6 milijuna kilometara od Zemlje. Zanemarite nagibe i ekscentricitete staza. Štapići u ljudskom oku imaju najveću osjetljivost za svjetlost valne duljine 498 nm.

$$d_{JZ} = 611.6 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$D_{\text{mjesec}} = 3100 \text{ km}$$

$$a_1 = 4.218 \cdot 10^5 \text{ km}$$

$$a_2 = 6.711 \cdot 10^5 \text{ km}$$

$$a_3 = 1.0704 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$a_4 = 1.8827 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$\text{PVP} = 52^\circ$$

$$f_{\text{okular}} = 12.5 \text{ mm}$$

Traženo kutno razlučivanje i veličina stvarnog vidnog polja (SVP):

$$\phi = \frac{D_{\text{mjesec}}}{d_{JZ}} = \frac{3.1 \cdot 10^6 \text{ m}}{6.116 \cdot 10^{11} \text{ m}} = 5.069 \cdot 10^{-6} \text{ rad} = 1.045'' \quad (4 \text{ boda})$$

$$\text{SVP} = 2 \cdot \frac{a_3 + a_4}{d_{JZ}} = 2 \cdot \frac{2.9531 \cdot 10^6 \text{ km}}{6.116 \cdot 10^8 \text{ km}} = 0.00966 \text{ rad} = 0.553^\circ \quad (5 \text{ bodova})$$

(Od gornjih 5 bodova: 2 boda za $a_3 + a_4$, 2 boda za SVP formulu, 1 za točno rješenje)

Kutno razlučivanje je određeno promjerom objektiva D_{tel} , a za valnu duljinu 498 nm na kojoj štapići imaju najveću osjetljivost u literaturi se nalazi drugi izraz:

$$\phi = 1.22 \frac{\lambda}{D_{\text{tel}}} \text{ (rad)} \quad \text{ili} \quad \phi \simeq \frac{120}{D_{\text{tel}}/\text{mm}} (") \quad (2 \text{ boda})$$

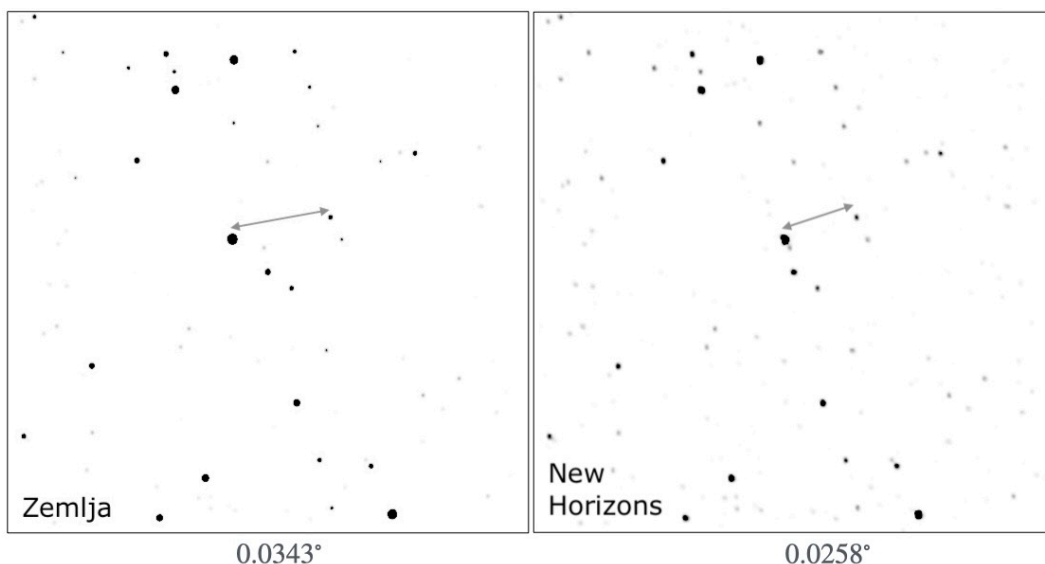
$$D_{\text{tel}} = \frac{120''}{1.045''} \text{ mm} = 114.8 \text{ mm} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\text{Povećanje: } A = \frac{f_{\text{teleskop}}}{f_{\text{okular}}} = \frac{\text{PVP}}{\text{SVP}} \quad (2 \text{ boda})$$

$$f_{\text{teleskop}} = f_{\text{okular}} \frac{\text{PVP}}{\text{SVP}} = 12.5 \text{ mm} \frac{52^\circ}{0.553^\circ} = 1174.8 \text{ mm} \quad (2 \text{ boda})$$

Priznaju se i rješenja koja za razlučivost razmatraju središnju valnu duljinu vidljivog područja 550 nm ili 500 nm. Priznaju se i rješenja dobivena zaokruživanjem na manji broj značajnih znamenki u međurezultatima (najmanje dvije).

3. Na slici su prikazane snimke zvjezdanog polja istodobno snimljenog s letjelice New Horizons i sa Zemlje. Položaj zvijezde lijevo od središta slike očito je različit. Sivim je strelicama označena mjerena kutna udaljenost te zvijezde do sljedeće, a ispod slike napisan je iznos te kutne udaljenosti. Odredite udaljenost zvijezde od Zemlje. U trenutku snimanja položaj New Horizons bio je takav da je signal do Zemlje putovao 5,96033 sati.



$$t = 5.96033 \text{ sati}$$

$$d_1 = 0.0258^\circ$$

$$d_2 = 0.0343^\circ$$

$$D_{\text{zvijezda, Zemlja}} = ?$$

Radi se o paralaksi, s duljinom baze L_{Baza} koja je jednaka udaljenosti od Zemlje do NH.

$$L_{\text{Baza}} = 2D_{\text{zvijezda, Zemlja}} \tan \frac{p}{2} \simeq D_{\text{zvijezda, Zemlja}} \cdot p_{\text{rad}}, \quad (4 \text{ boda})$$

gdje je p_{rad} izražen u radijanima (i točan i aproksimativni izraz daju isti rezultat).

Signal putuje brzinom svjetlosti pa je:

$$L_{\text{Baza}} = 5.96033 \text{ svj. sati} = 0.0006804 \text{ s.g.} = 0.0002086 \text{ pc} = 6.437 \cdot 10^{12} \text{ m} \quad (2 \text{ boda})$$

Kut paralakse:

$$p = d_2 - d_1 = 0.0343^\circ - 0.0258^\circ = 0.0085^\circ = 30.6'' = 0.00014835 \text{ rad} \quad (2 \text{ boda})$$

Slijedi:

$$D_{\text{zvijezda, Zemlja}} \simeq \frac{L_{\text{Baza}}}{p_{\text{rad}}} = \frac{0.0006804 \text{ s.g.}}{0.00014835 \text{ rad}} = 1.40619 \text{ pc} = 4.5864 \text{ s.g.} \quad (2 \text{ boda})$$

4. Priložena karta neba prikazuje nekoliko zvijezda sjevernoga neba.

- Na karti napišite latinski i hrvatski naziv bijelo osjenčanog zvijezda u sredini karte. (svaki naziv 1 bod)
- Na karti označite najsjajniju zvijezdu tog zvijezda i napišite njezino ime. (oznaka na ispravnom mjestu 1 bod, ime 1 bod)
- Na karti označite približan položaj maglice Rakovice i napišite njezinu Messierovu oznaku. (oznaka na ispravnom mjestu 1 bod, Messierova oznaka 1 bod)
- Na karti označite vizualno dvojni zvijezdu vidljivu golim okom u tom zvijezdu i napiši njezinu Bayerovu oznaku. (oznaka na ispravnom mjestu 1 bod, oznaka θ ili θ_1, θ_2 1 bod)
- Na krati napišite imena dvaju objekata unutar tog zvijezda koja su označena iscrtkanim elipsama. (svaki naziv 1 bod)
- Koje su točno vrste ta dva objekta?
Otvoreni skup zvijezda ili otvoreno zvjezdano jato (2 boda)
- Koji je od tih dvaju objekata bliži Sunčevu sustavu?
Hijade su bliže Suncu. (1 bod)

