

DRŽAVNO NATJECANJE IZ ASTRONOMIJE 2021. GODINE
2. RAZRED
TOČNI ODGOVORI

Zadaci za državno natjecanje iz astronomije 2021.

2. razred srednje škole
 12.-14. svibnja 2021. godine

ZADACI

12	
----	--

1. Tomislava i Marko raspravljaju o budućnosti u kojoj će na Mjesecu biti stalna znanstvena baza. Uz poznat promjer Mjeseca 3474,2 km i jakost gravitacijskog polja na površini koja iznosi 1/6 jakosti gravitacijskog polja Zemlje, žele odrediti:

- koju bi brzinu trebala postići raketa da s Mjesečeve površine dođe u kružnu putanju na kojoj bi se, 400 km iznad površine, nalazila Mjesečeva svemirska stanica;
- koju bi brzinu trebala postići raketa da s Mjesečeve površine izravno može putovati do Zemlje i dalje po Sunčevu sustavu.

Koji su nazivi kozmičkih brzina koje žele izračunati?

Uz prikaz postupka i same rezultate, potrebno je izvesti izraze za brzine i masu Mjeseca!

Gravitacijska konstanta iznosi $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$.

/Uputa: sve rezultate zapisati u obliku jedne cijele znamenke i dvije znamenke poslije decimalnog zareza, uz odgovarajuću potenciju/

$$D_{\text{Mj}} = 3474,2 \text{ km}$$

$$g_{\text{Mj}} = g_z / 6$$

$$h = 400 \text{ km}$$

$$v_1 = ?$$

$$v_2 = ?$$

Za daljnji račun potrebno je u metrima izraziti radius Mjeseca:

$$R = 3474,2 / 2 = 1737,1 \text{ km} = 1,74 \cdot 10^6 \text{ m} \quad (1 \text{ bod})$$

Također je potrebno odrediti g na površini Mjeseca:

$$g_{\text{Mj}} = 9,81 / 6 = 1,635 \text{ m/s}^2 = 1,64 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ bod})$$

Izraz za prvu kozmičku brzinu ili **brzinu kruženja**, dobit ćemo

tako da centripetalnu silu izjednačimo sa općim zakonom

gravitacije: (1 bod za naziv)

$$F_{\text{cp}} = F$$

$$\frac{m \cdot v_1^2}{r} = G \frac{m \cdot M}{r^2} \quad (1 \text{ bod})$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}, \text{ gdje je } r = R + h \quad (1 \text{ bod})$$

Masu Mjeseca odredit ćemo tako da gravitacijsku silu na površini

Mjeseca izjednačimo s općim zakonom gravitacije:

$$F_g = F$$

$$m \cdot g_{\text{Mj}} = G \frac{m \cdot M}{r^2} \quad (1 \text{ bod})$$

$$M = \frac{g_{Mj} \cdot r^2}{G} = \frac{1,64 \cdot (1,74 \cdot 10^6)^2}{6,67 \cdot 10^{-11}} = 7,3987 \cdot 10^{22} \text{ kg} = \mathbf{7,44 \cdot 10^{22} \text{ kg}}$$

/Napomena: priznati i rezultat **7,43 · 10²² kg**/ (1 bod)

Račun za prvu kozmičku brzinu, brzinu kruženja:

$$v_1 = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R+h}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,44 \cdot 10^{22}}{(1,74 + 0,4) \cdot 10^6}} = 1,5227 \cdot 10^3 \text{ m/s} = \mathbf{1,52 \text{ km/s}}$$

(1 bod)

Druga kozmička brzina naziva se još i **brzina oslobađanja**, a izraz ćemo dobiti tako da izjednačimo kinetičku energiju tijela i gravitacijsku potencijalnu energiju na površini Mjeseca: (1 bod za naziv)

$$E_k = E_p$$

$$\frac{m \cdot v_2^2}{2} = G \frac{m \cdot M}{R} \quad (1 \text{ bod})$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2 G M}{R}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,44 \cdot 10^{22}}{1,74 \cdot 10^6}} = 2,3883 \cdot 10^3 \text{ m/s} = \mathbf{2,39 \text{ km/s}}$$

(1 bod za izraz, 1 bod za rezultat)

11	
----	--

2. Jadran se zainteresirao za astronomiju gledajući prijenos spuštanja nove Marsove istraživačke misije s roverom Perseverance. U stručnoj literaturi pronašao je podatak da priklon rotacijske osi prema okomici na ravninu Marsove staze po kojoj kruži oko Sunca iznosi 25,19°. Zanima ga:

a) da se nalazi na Marsu na istoj sjevernoj aerografskoj širini kao što je njegov položaj na Zemlji od 42° 32' 16", na kojoj visini bi se za njega kao opažača tada nalazio sjeverni nebeski pol Marsa, a na kojoj Marsov sjeverni nebeski ekvator?

b) ako u idealnom slučaju zanemari utjecaj Marsove atmosfere, koja bi bila deklinacija zvijezde kojoj bi još mogao vidjeti i donju i gornju kulminaciju, uz potpuno otvoreni horizont?

Napravite skicu na kojoj su jasno označeni: horizont i zenit, sjeverni nebeski pol i ekvator, kao i deklinacija zvijezde.

c) ako je satni kut proljetne točke na Zemlji u trenutku opažanja 12h, a rektascenzija zvijezde 6 sati, kolika bi trebala biti deklinacija te zvijezde da se, u trenutku opažanja, nalazi točno na horizontu?

Skicirajte tako da budu vidljivi svi elementi traženi u prethodnoj skici za Mars, uz označen položaj proljetne točke, kao i prikaz rektascenzije i položaj zvijezde.

Treba li Jadranu za odgovore na gornja pitanja podatak o priklonu rotacijske osi? Navedite jedan primjer u kojemu mu taj podatak može biti koristan!

a) $\phi = 42^\circ 32' 16''$ sj.a.š.

$h_{\text{pol}} = ?$

$h_{\text{ekvator}} = ?$

Visina nebeskog pola jednaka je geografskoj širini na kojoj se nalazi opažač:

$$\mathbf{h_{pol} = \phi = 42^\circ 32' 16''} \quad (1 \text{ bod})$$

Visina ekvatora iznad horizonta određuje se prema:

$$90^\circ = \phi + h_{\text{ekvatora}}$$

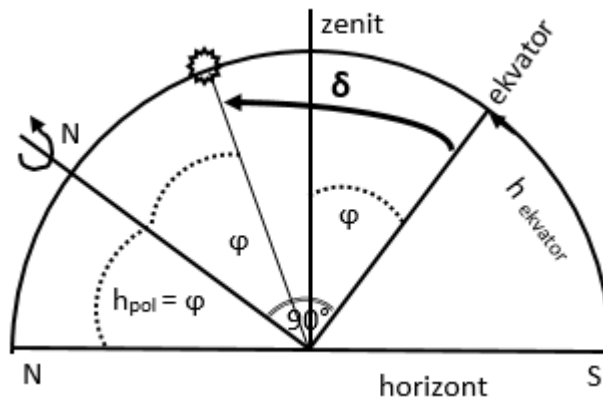
$$h_{\text{ekvatora}} = 90^\circ - \varphi = 89^\circ 59' 60'' - 42^\circ 32' 16'' = 47^\circ 27' 44''$$

(1 bod)

b) Zvijezda će u donjoj i gornjoj kulminaciji biti jednako udaljena od pola:

$$90^\circ = \varphi + \delta \rightarrow \delta = 90^\circ - \varphi = 47^\circ 27' 44'' \quad (1 \text{ bod za izraz, 1 bod za rezultat})$$

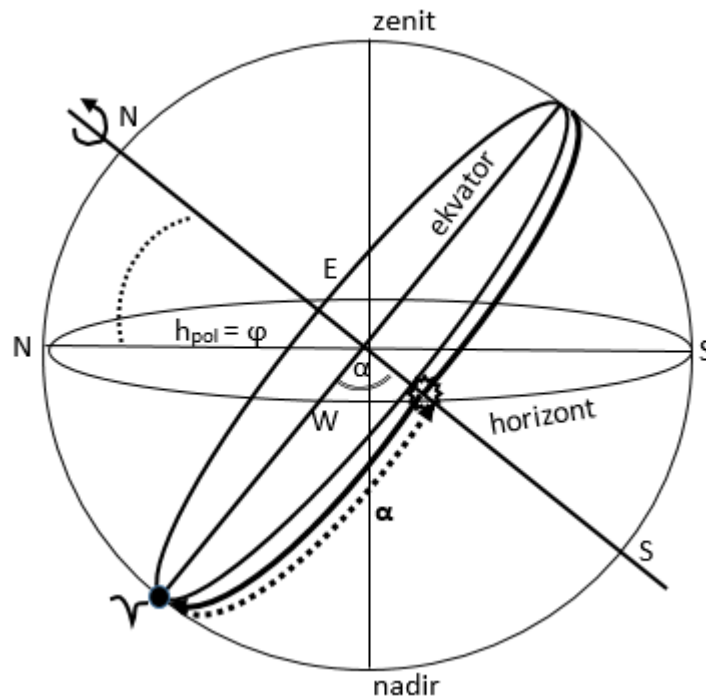
Skica 1.:



(0,5 boda za označene: horizont, zenit, N i ekvator, deklinacija zvijezde; ukupno 2,5 boda)

c) Uz uvjet da se zvijezda s rektascenzijom 6 h kada je satni kut proljetne točke 12 h nalazi na horizontu, njezina bi deklinacija trebala biti 0° (vidjeti skicu). (1 bod)

Skica 2.:



(0,5 boda za označene: položaj proljetne točke, rektascenija i zvijezda; ukupno 1,5 bod)

Jadranu za odgovore pod a), b) i c) **ne treba** podatak o priklonu rotacijske osi Marsa.

(1 bod)

Sunce se uvijek nalazi na Marsovoj ekliptici, tj. putanji Marsa oko Sunca, te bi mu ovaj podatak trebao kod računa za **visinu Sunca** tijekom izmjene godišnjih doba na Marsu.

(1 bod)

3. Natalija rješava nastavni listić iz optike koji je dobila na astronomima. Pomozite joj da pravilno popuni rubrike u Tablici 1 i 2.

Tablica 1. Osnovni tipovi teleskopa

Naziv	Tip	Objektiv	Okular
Newtonov teleskop	reflektor (1 bod)	Konkavno sferno zrcalo /priznati i: 'udubljeno sferno zrcalo' ili 'parabolično zrcalo'/ (1 bod)	sabirna ili konvergentna leća
Astronomski ili <u>Keplerov</u> teleskop	refraktor (1 bod)	sabirna ili konvergentna leća	sabirna ili konvergentna leća (1 bod)
Terestrički ili <u>Galileiev</u> teleskop	refraktor	sabirna ili konvergentna leća (1 bod)	rastresna ili divergentna leća (1 bod)

Tablica 2. Povećanje i duljina astronomskog tipa teleskopa

Promjer objektiva	f-broj	Povećanje	Žarišna daljina objektiva	Žarišna daljina okulara	Duljina teleskopa
D = 6 cm	f-broj = 10	P = 30 x	F_{OB} = 60 cm (1 bod)	f_{ok} = 2 cm (1 bod)	l = 62 cm (1 bod)

Postupak za određivanje žarišnih daljina objektiva i okulara, kao i za određivanje duljine teleskopa:

$$F_{OB} = D \cdot f\text{-broj} = 6 \text{ cm} \cdot 10 = \mathbf{60 \text{ cm}} \quad (1 \text{ bod za postupak})$$

$$P = \frac{F_{OB}}{f_{ok}} \rightarrow f_{ok} = \frac{F_{OB}}{P} = \frac{60}{30} = \mathbf{2 \text{ cm}} \quad (1 \text{ bod za postupak})$$

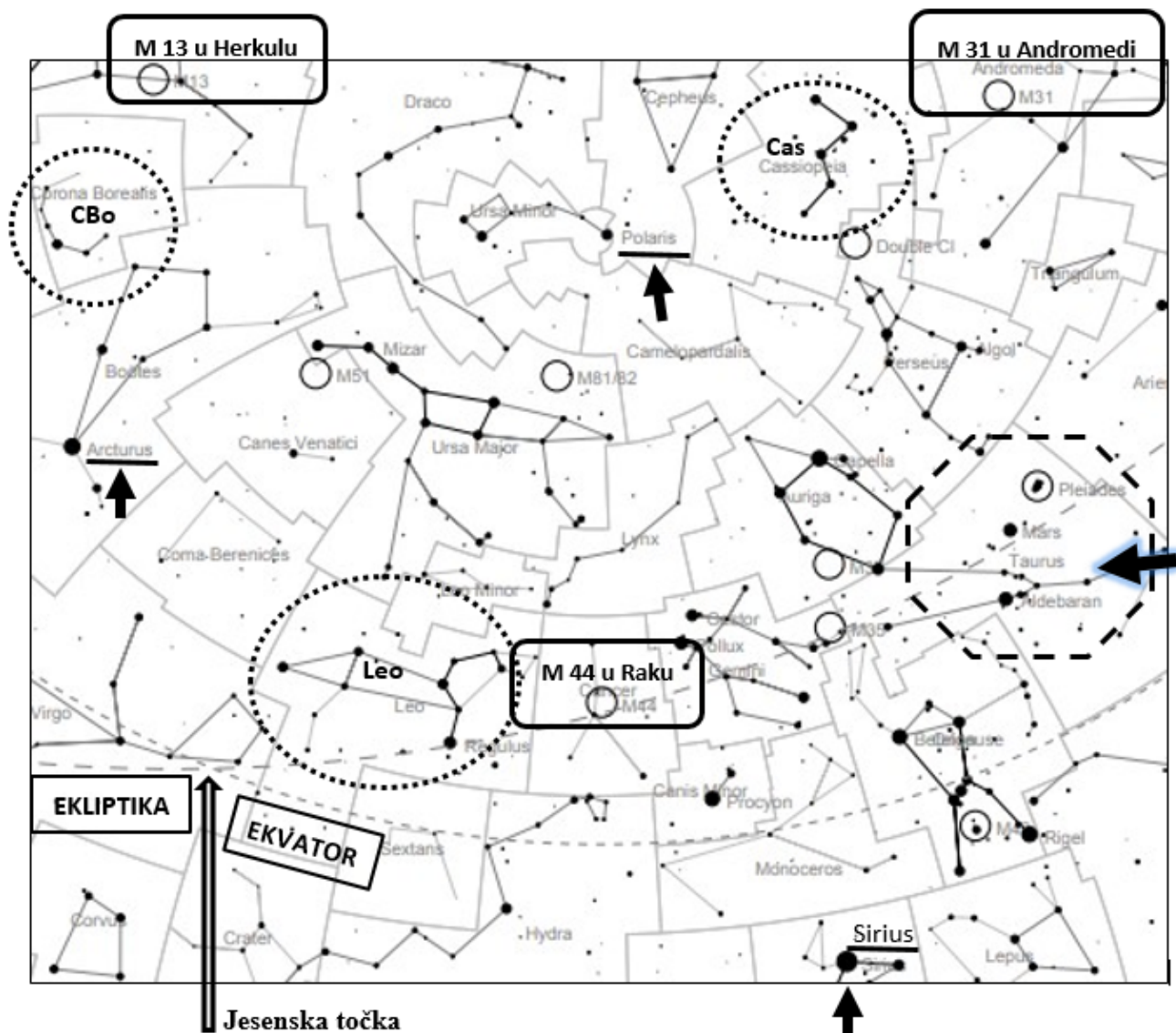
$$l = F_{OB} + f_{ok} = \mathbf{62 \text{ cm}} \quad (1 \text{ bod za postupak})$$

Da je u nazivu Tablice 2 umjesto astronomskog bio naveden terestrički tip teleskopa, koji bi rezultat izračuna bio drugačiji i zašto?

Duljina teleskopa, zato što je žarišna daljina divergentne leće unutar žarišne daljine konvergentne leće. $l = F_{OB} - f_{ok}$

/Napomena: priznati i odgovor 'Žarišna daljina divergentne leće (jer bi imala negativan predznak) i duljina teleskopa' (1 bod, priznati ili opisno riječima ili izraz)

4. Na zvjezdanoj karti:



- povežite zvijezde u prepoznatljive likove zviježđa Sjeverna Kruna, Lav, Kasiopeja i uz zviježđa navedite njihove kratice; (1 bod za svako zviježđe, ukupno 3 boda)
- označite položaj Sjevernjače, Arcturusa i Siriusa; (1 bod za svaku zvijezdu, ukupno 3 boda)
- navedite latinski i hrvatski naziv zviježđa u kojem se nalazi Mars: **Taurus, Bik** (0,5 boda za svaki naziv, ukupno 1 bod)
- navedite u kojim se zviježđima nalaze i kakvi su objekti M 13, M 44 i M 31:

	Zviježđe:	Tip objekta:
M 13	Herkul /priznati i: 'Hercules'/	kuglasti skup
M 44	Rak /priznati i: 'Cancer'/	otvoreni skup
M 31	Andromeda	spiralna galaktika

(0,5 boda za svaki točan odgovor, ukupno 3 boda)

e) označite ekvator, ekliptiku i njihovo presjecište, te odredite naziv i ekvatorske koordinate presjecišta: (0,5 boda za točno označene ekvator i ekliptiku, ukupno 1 bod)

Naziv presjecišta:	jesenska točka 0,5 boda za oznaku presjecišta i 0,5 boda za naziv, ukupno 1 bod)
Ekvatorske koordinate presjecišta:	$\alpha = 12h$ $\delta = 0^\circ$ /umjesto oznaka, priznati i riječima: 'rektascenzija' (α) i 'deklinacija' (δ)/ (1 bod za svaku koordinatu, ukupno 2 boda)