

## 1. razred srednje škole

### PITANJA

#### Zaokruži slovo ispred točnog odgovora!

1. Razdoblje nakon kojega se Sunce, Zemlja i Mjesec nađu u gotovo istom razmješčaju i traje malo dulje od 18 godina zove se:

2	
---	--

- a) Platonova godina
- b) saros**
- c) precesijski period

2. Period vrtnje jednog planeta iznosi 25 h. Njegov se satelit giba u istom smislu kao i planet, s periodom obilaska od 7 h. Na kojemu horizontu izlazi satelit?

2	
---	--

- a) Na sjevernom.
- b) Na zapadnom.**
- c) Na istočnom.

3. U trenutku Sunčeva zalaza, koliko je zbog refrakcije njegovo stvarno središte ispod prividnog horizonta?

2	
---	--

- a) Četvrtinu stupnja.
- b) Pola stupnja.
- c) Tri četvrtine stupnja.**

4. Ablacija je:

2	
---	--

- a) pogreška sferne leće
- b) period između dva uzastopna prolaza Mjeseca perigejom
- c) trošenje meteoroida zbog prolaska kroz atmosferu**

5. Patuljasta nova zvijezda ima:

2	
---	--

- a) male dimenzije
- b) vrijeme između bljeskova od tjedna do godine**
- c) bljesak svake minute

**Odgovori ili nadopuni!**

6. Koje je hrvatsko ime za zvijezde Lacertae? Gušterica

2	
---	--

7. Kako se zove granična udaljenost od nekog tijela na kojoj bi plimne sile mogle razmrviti satelit? Rocheova udaljenost

2	
---	--

8. Kako se zove područje oko Zemlje u kojemu je njezino magnetsko polje oblikovano međudjelovanjem sa Sunčevim vjetrom? Magnetosfera

2	
---	--

9. Kako se zove proces u svjetlećoj međuzvjezdanoj maglici kojim svjetlost zvijezde ionizira atome? Fotoionizacija, apsorpcija fotona (svjetlosti) koja dovodi do ionizacije

2	
---	--

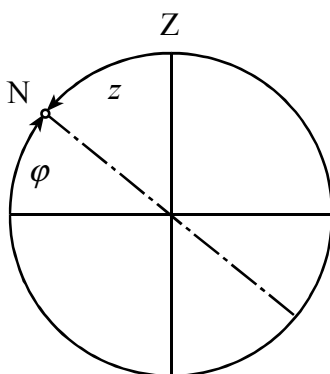
10. Okreće li se naša galaksija kao kruto tijelo? Ne

2	
---	--

**ZADACI**

1. Odredi zenitnu daljinu sjevernog nebeskog pola za geografsku širinu  $\varphi = 33^\circ 56' 44''$ .  
Izradi skicu!

4	
---	--

**Skica**

$$z = 90^\circ - \varphi$$

$$z = 90^\circ - 33^\circ 56' 44'' = 89^\circ + 59' + 60'' - 33^\circ - 56' - 44'' = 56^\circ 3' 16''$$

**1 bod****2 boda****1 bod**

2. Marsova sinodička godina traje 779,96 d. Izračunaj njegovu sideričku godinu u danima i godinama.

Uputa: siderička godina Zemlje iznosi 365,2564 d, a godina traje 365,2422 d.

3	
---	--

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{A} - \frac{1}{P}$$

1 bod

$$P = 686,96 \text{ d}$$

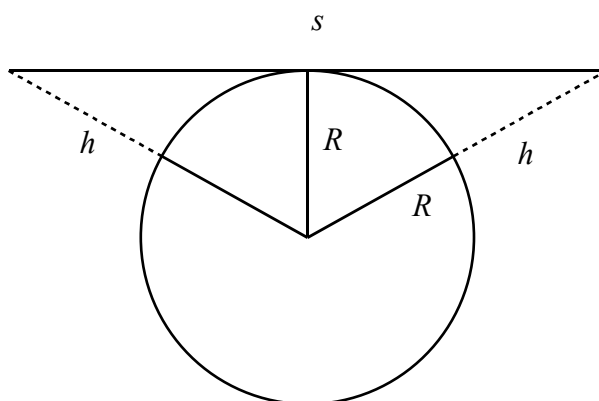
1 bod

$$P = 1,8808 \text{ god}$$

1 bod

3. Odredi Zemljin polumjer metodom koju je predložio Getaldić. S jednog otočkog brda visokog 1 km točno na horizontu, tik uz morsku razinu, vidite vrh drugog otoka, također visokog 1 km. Vrhovi su razmaknuti 225,88 km. Skiciraj!

7	
---	--



skica

3 boda

$$h = 1 \text{ km}$$

$$s = 225,88 \text{ km}$$

$$\left(\frac{s}{2}\right)^2 = (R+h)^2 - R^2$$

2 boda

$$\left(\frac{s}{2}\right)^2 = 2Rh + h^2$$

$$R \approx \frac{\left(\frac{s}{2}\right)^2}{2h}$$

1 bod

$$R = 6378 \text{ km}$$

1 bod

4. Odredi brzinu oslobađanja sa svemirskog tijela koje u polumjeru od 0,085 aj sadrži masu jednaku 5 milijuna Sunčevih masa. Napiši, o kakvom se svemirskom tijelu radi?  
Uputa: za gravitacijsku konstantu uzmi  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ , a za astronomsku jedinicu 150 milijuna kilometara.

6	
---	--

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

1 bod

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N m}^2}{\text{kg}^2}$$

$$M = 5 \cdot 10^6 M_o$$

$$M_o = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

1 bod

$$M = 10^{37} \text{ kg}$$

1 bod

$$R = 0,085 \text{ aj}$$

$$1 \text{ aj} = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$R = 1,275 \cdot 10^{10} \text{ m}$$

1 bod

$$v = 3,23 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 bod

Brzina oslobađanja veća je od brzine svjetlosti,  $3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

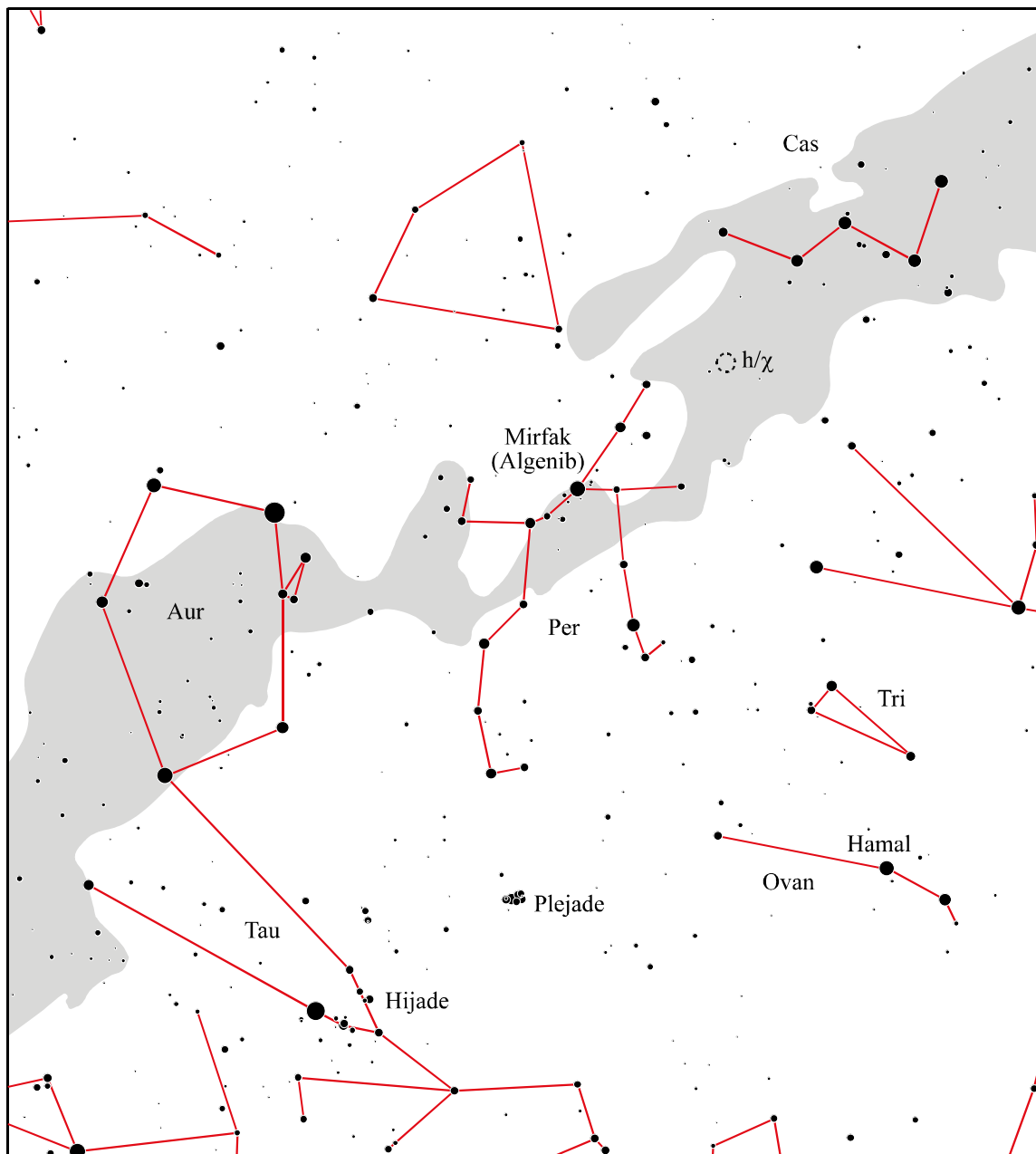
Objekt je crna rupa.

1 bod

5. Na karti neba:

- upiši latinske kratice zvijezda: Kočijaš, Bik, Kasiopeja, Ovan, Perzej i Trokut.
- upiši imena najsjajnijih zvijezda zvijezda Ovna i Perzeja.
- označi položaj Hijada i dvostrukog skupa  $h$  i  $\chi$

10	
----	--



Svaki točan odgovor

po 1 bod

## 2. razred srednje škole

### PITANJA

**Zaokruži slovo ispred točnog odgovora!**

1. Koliko ima dnevnih kružnica između nebeskog ekvatora i sjevernog nebeskog pola?

2	
---	--

- a) 90.
- b) 180.
- c) Beskonačno.**

2. Period vrtnje jednog planeta iznosi 25 h. Njegov se satelit giba u istom smislu kao i planet, s periodom obilaska od 7 h. Na kojemu horizontu izlazi satelit i koliko puta u danu?

2	
---	--

- a) Na sjevernom, dva do tri puta.
- b) Na zapadnom, tri do četiri puta.**
- c) Na istočnom, četiri do pet puta.

3. Kada pri zalazu Sunce dodirne astronomski horizont, koliko je njegovo središte ispod horizonta?

2	
---	--

- a) Četvrtinu stupnja.**
- b) Pola stupnja.
- c) Jedan stupanj.

4. Masa smeđih patuljaka mjerena Sunčevom masom nalazi se u rasponu:

2	
---	--

- a) 0,1 – 0,01
- b) 0,05 – 0,001
- c) 0,08 – 0,01**

5. Tully-Fisherova metoda, koja se koristi opažanjem spektara, odnosi se na:

2	
---	--

- a) određivanje apsolutne magnitude spiralnih galaksija**
- b) određivanje radijalne brzine kuglastih skupova
- c) mjerenje veličine crne rupe

**Odgovori ili nadopuni!**

6. Postoji li kutno povećanje prilikom snimanja neba kada je u glavnom žarištu teleskopa dvodimenzionalni detektor (CCD, fotografska ploča)? Ne

2	
---	--

7. Koja su dva planetska satelita veća od Merkura? Ganimed i Titan

2	
---	--

8. Kako se zove izvor zvjezdane energije koji djeluje prilikom njezina formiranja iz međuzvezdanog materijala, a učinkovit je i u nekim drugim razvojnim fazama? gravitacijski izvor energije, gravitacijska kontrakcija

2	
---	--

9. Kako se zvala letjelica za opažanje kozmičkog mikrovalnog zračenja na temelju čijih rezultata su istraživači J. Mather i G. Smooth dobili Nobelovu nagradu za 2006. godinu? COBE / Cosmic Background Explorer

2	
---	--

10. Prema kojem su objektu nazvani blazari – vrsta kvazara? BL Lacertae

2	
---	--

**ZADACI**

1. Izračunaj prividni promjer Sunca za promatrača na Plutonu. Na Zemlji prividni promjer Sunca iznosi  $30'$ . Bi li promatrač na Plutonu – kada je ovaj udaljen 40 astronomskih jedinica mogao prostim okom razaznati Sunčev krug? Oko može razlučiti najviše  $1'$ .

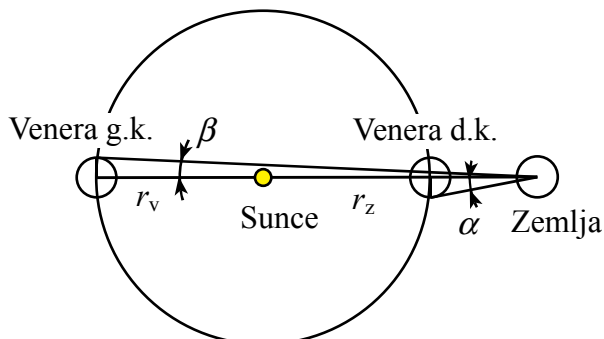
4	
---	--

**Prividni promjeri su obrnuto razmjerni udaljenostima.  $30' : 40 = 0,75'$ .      2 boda**

**Promatrač na Plutonu ne bi prostim okom mogao razaznati Sunčev krug.      2 boda**

2. Izračunaj udaljenost Venere od Sunca u astronomskim jedinicama pomoću podatka da je Venera prividni promjer u donjoj konjunktiji 6,22 puta veći od prividnog promjera u gornjoj konjunktiji. Skiciraj!

<b>10</b>	
-----------	--



**Skica**

**3 boda**

**Prividni se promjeri odnose obrnuto razmjerno udaljenostima.**

**1 bod**

**Udaljenost u gornjoj konjunktiji je  $r_z + r_v$ .**

**1 bod**

**Udaljenost u donjoj konjunktiji je  $r_z - r_v$ .**

**1 bod**

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{r_z + r_v}{r_z - r_v} = \frac{1 + \frac{r_v}{r_z}}{1 - \frac{r_v}{r_z}} = \frac{1 + r}{1 - r}$$

**1 bod**

$$r = \frac{\frac{\alpha}{\beta} - 1}{\frac{\alpha}{\beta} + 1}$$

**1 bod**

$$\frac{\alpha}{\beta} = 6,22, r = 0,723$$

**Venera je od Sunca udaljena 0,723 aj.**

**2 boda**



3. Izračunaj koliko puta više od punog Mjeseca sjaji Sunce na Plutonovu nebu kada je Pluton od Sunca udaljen 40 astronomske jedinice. Magnituda punog Mjeseca iznosi  $-12,7$ , a magnituda Sunca na daljini Zemlje iznosi  $-26,7$

4	
---	--

**Ozračenost opada s kvadratom udaljenosti**

$$\frac{E_1}{E_{40}} = 40^2 = 2,512^{m(40)-m(1)} \quad \text{2 boda}$$

$$+2 \log 40 = (m(40) - m(1)) \cdot 0,4$$

$$m(40) = m(1) + 5 \log 40 = -26,7 + 5 \cdot 1,602 = -26,7 + 8,01 = -18,69 \quad \text{1 bod}$$

$$\frac{E_{\text{SuncePluton}}}{E_{\text{Mjesec}}} = 2,512^{-12,7-(-18,69)} = 2,512^{5,99} \approx 250 \quad \text{1 bod}$$

4. Odredi brzinu oslobađanja sa svemirskog tijela koje u polumjeru od 0,085 astron. jed. sadrži masu jednaku 5 milijuna Sunčevih masa. Napiši, o kakvom se svemirskom tijelu radi?

Uputa: za gravitacijsku konstantu uzmi  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ , a za astronomske jedinice 150 milijuna kilometara.

6	
---	--

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad \text{1 bod}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N m}^2}{\text{kg}^2}$$

$$M = 5 \cdot 10^6 M_o$$

$$M_o = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg} \quad \text{1 bod}$$

$$M = 10^{37} \text{ kg} \quad \text{1 bod}$$

$$R = 0,085 \text{ aj}$$

$$1 \text{ aj} = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$R = 1,275 \cdot 10^{10} \text{ m} \quad \text{1 bod}$$

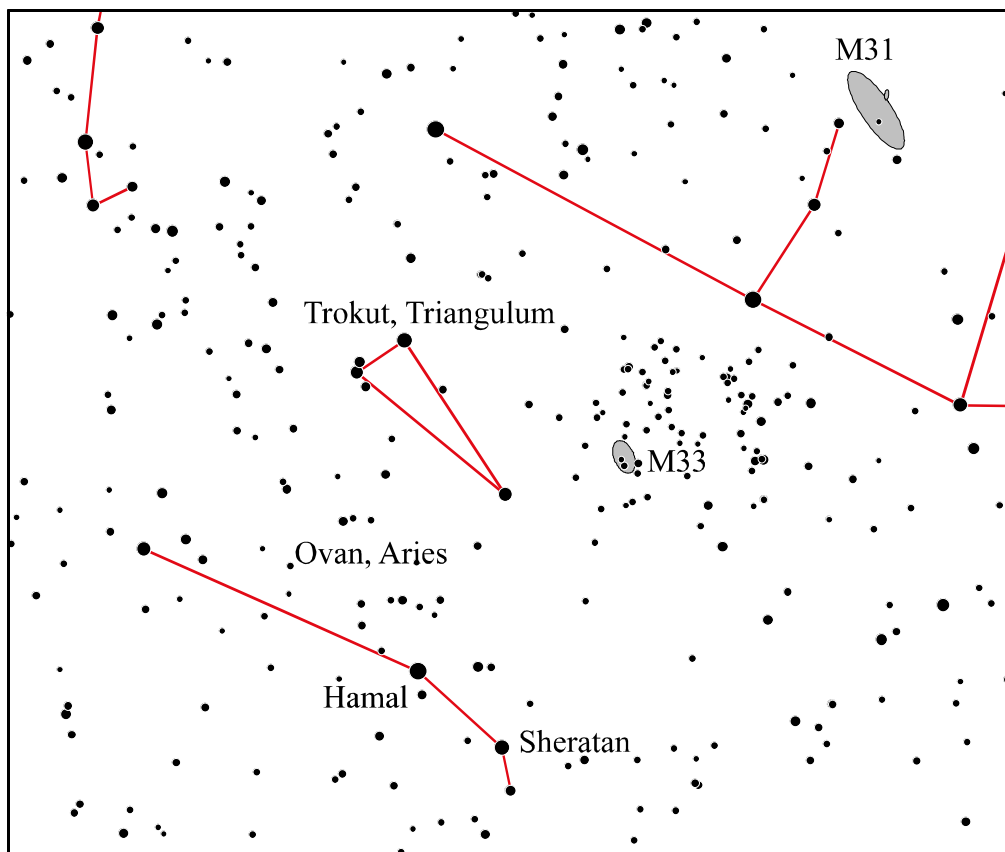
$$v = 3,23 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{1 bod}$$

Brzina oslobađanja veća je od brzine svjetlosti,  $3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Objekt je crna rupa. 1 bod

5. Upiši hrvatska i latinska imena dvaju donjih zvijezda i imena dviju najsjajnijih zvijezda najdonjeg zvijezda.

6



**Trokut, Triangulum, Ovan, Aries, Hamal, Sheratan. Svaki točan odgovor po 1 bod**

### 3. razred srednje škole

#### PITANJA

**Zaokruži slovo ispred točnog odgovora!**

1. Polumjer naše galaksije iznosi oko:

2	
---	--

- a) 50 godina svjetlosti
- b) 500 godina svjetlosti
- c) 5 000 godina svjetlosti
- d) 50 000 godina svjetlosti**
- e) 500 000 godina svjetlosti

2. Planete izvan Sunčevog sustava pronalazimo pomoću metode (dva točna odgovora):

2	
---	--

- a) Mikrogravitacijske leće**
- b) Pozadinskog usporavanja
- c) Povećanja aktivnosti pozadinske zvijezde
- d) Radijalnih brzina**
- e) Hipernova

3. Prosječna brzina Sunčevog vjetra iznosi oko:

2	
---	--

- a) 4 km/s
- b) 400 km/s**
- c) 4000 km/s
- d) 40 000 km/s

4. Koja od boja zvijezda odgovara najvišoj površinskoj temperaturi?

2	
---	--

- a) Crvena
- b) Plava**
- c) Žuta
- d) Zelena

5. Koji od ovih planeta ima najjače magnetsko polje?

2	
---	--

- a) Merkur
- b) Venera
- c) Zemlja**
- d) Mars

**Odgovori ili nadopuni!**

6. Krajnji produkt termonuklearne fuzije u jezgrama zvijezda velike mase je element željezo.

2	
---	--

7. Zvijezde  $\alpha$  i  $\beta$  Kasiopeje zovu se Šedir i Kaf.

2	
---	--

8. Vrijeme između dva uzastopna prolaska iste zvijezde mjesnim meridijanom zove se zvjezdani/siderički dan.

2	
---	--

9. Instrument koji elektromagnetsko zračenje istog izvora prima pomoću dva ili više objektivna i stvara zajedničku sliku interferencijom nazivamo interferometar.

2	
---	--

10. Područje Sunčevog sustava s velikim brojem ledenih objekata, koje se proteže iza staze Neptuna pa do unutrašnjeg ruba Oortovog oblaka nazivamo Kuiperov pojas.

2	
---	--

**ZADACI**

1. Zvijezdi se u dva dana promijenila prividna veličina sa +15 na +2. Odredi koliko se puta povećao njezin luminozitet.

3	
---	--

$$m_1 - m_2 = 2,5 \cdot \log \frac{L_2}{L_1} \quad \text{1 bod}$$

$$15 - 2 = 2,5 \cdot \log \frac{L_2}{L_1} \Rightarrow \log \frac{L_2}{L_1} = 5,2 \quad \text{1 bod}$$

$$L_2 = 1,58 \cdot 10^5 \cdot L_1 \quad \text{1 bod}$$

2. Odredi pri kojem bi periodu rotacije  $T$ , nebesko tijelo s masom  $M = 14 M_{\text{Sunce}}$  imalo obodnu brzinu na ekvatoru jednaku četvrtini brzine svjetlosti? Izračunaj i polumjer. ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ,  $M_{\text{Sunce}} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )

<b>5</b>	
----------	--

$$\frac{mv^2}{R} = G \frac{mM}{R^2} \Rightarrow \frac{1}{4}c = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

**1 bod**

$$R = GM \left( \frac{4}{c} \right)^2 = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot 14 \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ kg} \cdot \left( \frac{4}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \right)^2 =$$

$$= 332018 \text{ m}$$

**1 bod**

$$v = \frac{2R\pi}{T} \Rightarrow \frac{2R\pi}{T} = \frac{1}{4}c$$

**1 bod**

$$T = \frac{8R\pi}{c}$$

**1 bod**

$$T = \frac{8 \cdot 332017 \cdot 3,14}{3 \cdot 10^8} \text{ s} = 0,0278 \text{ s}$$

**1 bod**

3. Zvijezda spektralnog tipa B0 ( $T_{ef} = 30\,000 \text{ K}$ , s bolometrijskom korekcijom  $-3,17$ ) ima vizualnu apsolutnu magnitudu  $M = 4,1$ . Kolika je njezina apsolutna bolometrijska magnituda, a koliki luminozitet u odnosu na Sunčev ( $L_0$ )? Bolometrijska magnituda Sunca iznosi 4,74.

<b>5</b>	
----------	--

$$M_{bol} = M + \text{B.C.} = 4,1 - 3,17 = 0,93$$

**2 boda**

$$M_{bol0} - M_{bol} = 2,5 \cdot \log \frac{L}{L_0}$$

**2 boda**

$$4,74 - 0,93 = 2,5 \cdot \log \frac{L}{L_0}$$

$$L = 33,4 L_0$$

**1 bod**

4. Zvijezda male mase giba se oko primarne zvijezde dvojnog sustava kružnom stazom u ravnini okomitoj na dohlednicu, s periodom od 4,4 godina. Kutni razmak komponenti iznosi  $5,6''$ . Kolika je masa primarne zvijezde ako njezina godišnja paralaksa iznosi  $p = 0,5''$ ? Udaljenosti izrazite u metrima. ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ .)

7	
---	--

$$T = 4,4 \text{ godina} = 1,39 \cdot 10^8 \text{ s}$$

1 bod

$$d_{pc} = 1/p'' = 2 \text{ pc} = 6,52 \text{ gs} = 6,17 \cdot 10^{16} \text{ m}$$

1 bod

$$\alpha = 5,6'' = 0,00156^\circ \text{ ili } 2,71 \cdot 10^{-5} \text{ rad}$$

1 bod

Kako se radi o malom kutu može se koristiti izraz  $r = d \operatorname{tg} \alpha$ , ili  $r = d \cdot \alpha$  gdje je  $\alpha$  u radijanima

$$r = 1,68 \cdot 10^{12} \text{ m}$$

1 bod

Iz III. Keplerova zakona:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}, v = \frac{2r\pi}{T}, \frac{r^3}{T^2} = \frac{G}{4\pi^2} M \text{ (ili izravno kao III Keplerov zakon)} \quad 2 \text{ boda}$$

$$\frac{4\pi^2 r^3}{T^2 G} = M$$

$$M = \frac{4 \cdot 3,1416^2 \cdot (1,68 \cdot 10^{12})^3}{(1,39 \cdot 10^8)^2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11}} \text{ kg}$$

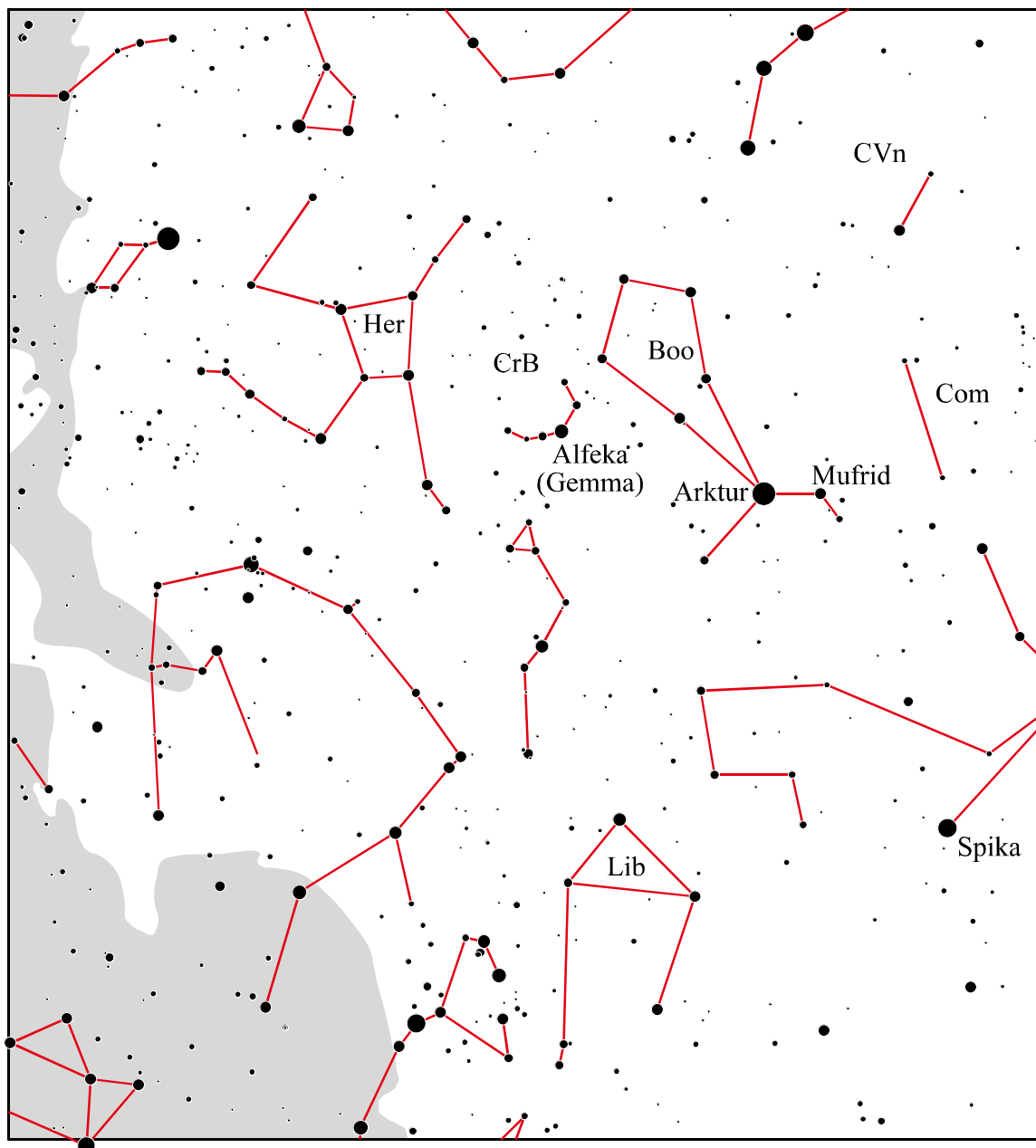
$$M = 1,45 \cdot 10^{32} \text{ kg ili } 72,5 M_\odot$$

1 bod

5. Na karti neba:

- upiši latinske kratice zviježđa: Volar, Sjeverna kruna, Herkul, Vaga, Berenikina kosa i Lovački psi.
- Označi zvijezde Arktur, Mufrid, Spika i Alfeka (Gemma)

10	
----	--



Svaki točan odgovor

po 1 bod

## 4. razred srednje škole

### PITANJA

**Zaokruži slovo ispred točnog odgovora!**

1. M83 u Vodenoj zmiji je:

2	
---	--

- a) Kuglasti skup zvijezda
- b) galaksija**
- c) apsorpcijska maglica
- d) otvoreni ili galaktički skup zvijezda
- e) dvostruka zvijezda
- f) kvazar

2. Komet koji je početkom ove godine (preciznije od 10. – 15. siječnja) bio vidljiv iz naših krajeva na zapadu u sumrak, bio je:

2	
---	--

- a) McNaught 2006 P1**
- b) Schwassmann-Wachmann-3
- c) Kopff
- d) Honda-Mrkos-Pajdušakova

3. Udaljenost od Velikog Magellanovog oblaka do Mliječne staze iznosi približno:

2	
---	--

- a) 1 600 gs
- b) 16 000 gs
- c) 160 000 gs**
- d) 1 600 000 gs

4. Bijeli patuljak ne može postojati s masom:

2	
---	--

- a)  $>0,825 M_{\text{Sunca}}$
- b)  $> 1,4 M_{\text{Sunca}}$**
- c) između  $1 M_{\text{Sunca}}$  i  $1,4 M_{\text{Sunca}}$

5. Najdužu sinodičku godinu ima:

2	
---	--

- a) Neptun
- b) Mars**
- c) Merkur
- d) Jupiter



**Odgovori ili nadopuni!**

6. Šest Neptunovih satelita otkrila je 1989. godine svemirska letjelica Voyager 2.

2	
---	--

7. Zvijezde  $\alpha$  i  $\beta$  Lava zovu se Regul i Denebola.

2	
---	--

8. Zašto svijetle međuzvjezdane maglice? Jer su ozračene svjetlošću okolnih zvijezda (ranijih spektralnih razreda)

2	
---	--

9. Sjeverna i južna polarnica nalaze se na 66,5° sjeverne geografske širine i južne geografske širine, a na 23,5° sjeverne geografske širine i južne geografske širine, nalaze se sjeverna i južna obratnica.

2	
---	--

10. Bijeli patuljci su građeni od degeneriranog plina.

2	
---	--

**ZADACI**

1. Zvijezda ima masu približno jednaku Sunčevoj ( $2 \cdot 10^{30}$  kg), dok je efektivna temperatura njezine površine 29 500 K. Izračunajte polumjer i gustoću zvijezde ako njezina apsolutna bolometrijska magnituda iznosi 10,2. Bolometrijska magnituda Sunca je 4,75, Sunčev luminozitet iznosi  $3,86 \cdot 10^{26}$  W, a Štefan-Boltzmanova konstanta je  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$  W m<sup>-2</sup> K<sup>-4</sup>.

5	
---	--

$$M_{\text{bol10}} - M_{\text{bol}} = 2,5 \cdot \log \frac{L}{L_0}$$

1 bod

$$4,75 - 10,2 = 2,5 \cdot \log \frac{L}{3,8 \cdot 10^{26} \text{ W}}$$

$$L = 2,55 \cdot 10^{24} \text{ W}$$

1 bod

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4 \Rightarrow R = \sqrt{\frac{L}{4\pi \sigma T^4}}$$

1 bod

$$R = 2,17 \cdot 10^6 \text{ m}$$

1 bod

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{3m}{4\pi R^3} = 4,67 \cdot 10^{10} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

1 bod

2. Zemlja reflektira 36% ukupne energije koju primi od Sunca. Odredite njezinu ravnotežnu temperaturu ako je luminozitet Sunca jednak  $L = 3,86 \cdot 10^{26} \text{ W}$ , udaljenost od Zemlje do Sunca  $r = 150 \cdot 10^9 \text{ m}$  i Štefan-Boltzmanova konstanta  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ .

5	
---	--

$$L_{\text{Sunca}} = S_0 4 r^2 \pi$$

1 bod

*Solarna konstanta je:*

$$S_0 = \frac{L}{4\pi r^2} = \frac{3,86 \cdot 10^{26} \text{ W}}{4 \cdot 3,14 \cdot (150 \cdot 10^9 \text{ m})^2} = 1,365 \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

1 bod

*Energija dolazi na kružni presjek Zemlje, a izrači je čitava Zemlja:*

$$(1 - 0,36) S_0 R^2 \pi = 4 R^2 \pi E,$$

1 bod

$$E = 0,64 \frac{S_0}{4}$$

*Uz uvjet termalnog zračenja:*

$$E = \sigma T^4$$

1 bod

$$T = \left( \frac{E}{\sigma} \right)^{\frac{1}{4}} = \left( \frac{0,64 S_0}{4\sigma} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$T = \left( \frac{0,64 \cdot 1365 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{4 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}} \right)^{\frac{1}{4}} = 249 \text{ K}$$

1bod

3. Nebeska tijela se gibaju oko središta mase po kružnim stazama u ravnini okomitoj na doglednicu, s periodom od 44 godina. Prividne kutne udaljenosti komponenti od središta mase su  $2,1''$  i  $3,5''$ . Kolike su mase komponenti, ako godišnja paralaksa komponenti iznosi  $p = 0,5''$ ? Udaljenosti izrazite u metrima.  
( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ .)

5	
---	--

$$T = 44 \text{ godina} = 1,39 \cdot 10^9 \text{ s}$$

$$d_{pc} = 1/p'' = 2 \text{ pc} = 6,52 \text{ gs} = 6,17 \cdot 10^{16} \text{ m}$$

$$\alpha_1 = 2,1'' = 0,000583^\circ \text{ ili } 1,018 \cdot 10^{-5} \text{ rad}$$

$$\alpha_2 = 3,5'' = 0,000972^\circ \text{ ili } 1,700 \cdot 10^{-5} \text{ rad}$$

Kako se radi o malim kutovima može se koristiti izraz  $r = d \operatorname{tg} \alpha$ , ili  $r = d \alpha$  gdje je  $\alpha$  u radijanima

$$r_1 = d \sin \alpha_1 = 6,17 \cdot 10^{16} \sin 0,000583^\circ = 6,28 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

$$r_2 = d \sin \alpha_2 = 6,17 \cdot 10^{16} \sin 0,000972^\circ = 1,05 \cdot 10^{12} \text{ m}$$

$$r = r_1 + r_2 = 1,68 \cdot 10^{12} \text{ m}$$

1 bod

1 bod

Za dvojni sustav vrijedi:

$$M_1 \cdot r_1 = M_2 \cdot r_2 \Rightarrow M_1 = 1,67 \cdot M_2$$

1 bod

Također je  $F_{cp} = F_g$  i  $v = \frac{2r\pi}{T}$  i iz toga možemo dobiti masu jedne komponente.

III Keplerov zakon:  $\frac{r^3}{T^2} = \frac{G}{4\pi^2} (M_1 + M_2)$

1 bod

$$\frac{4\pi^2 r^3}{T^2 G} = 2,67 M_2$$

$$M_2 = \frac{4 \cdot (3,14)^2 \cdot (1,68 \cdot 10^{12})^3}{(1,39 \cdot 10^9)^2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2,67} \text{ kg}$$

$$M_2 = 5,43 \cdot 10^{29} \text{ kg}$$

$$M_1 = 9,07 \cdot 10^{29} \text{ kg}$$

1 bod

4. Ukoliko nam je poznato Hubbleovo vrijeme  $t_0 = 13,6 \cdot 10^9$  godina i brzina svjetlosti  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s, odredite koliko je udaljena galaksija čiji je pomak prema crvenom  $z = 0,02$ . Iz dobivene Hubbleove konstante odredite i kritičnu gustoću svemira. ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N m<sup>2</sup> kg<sup>-2</sup>)

5	
---	--

$$H = \frac{1}{t_0} = \frac{1}{13,6 \cdot 10^9 \text{ god}} = 73,529 \cdot 10^{-12} \frac{1}{\text{god}} = 2,33 \cdot 10^{-18} \frac{1}{\text{s}} \quad \text{1 bod}$$

$$z = \frac{v}{c} \Rightarrow v = c \cdot z = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,02 = 6 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{1 bod}$$

$$d = \frac{v}{H} = \frac{6 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2,33 \cdot 10^{-18} \frac{1}{\text{s}}} \\ d = 2,58 \cdot 10^{24} \text{ m} \quad \text{1 bod}$$

izjednačavanjem kinetičke i potencijalne energije za granični slučaj dobivamo:

$$\frac{v^2}{2} = G \frac{M}{r}$$

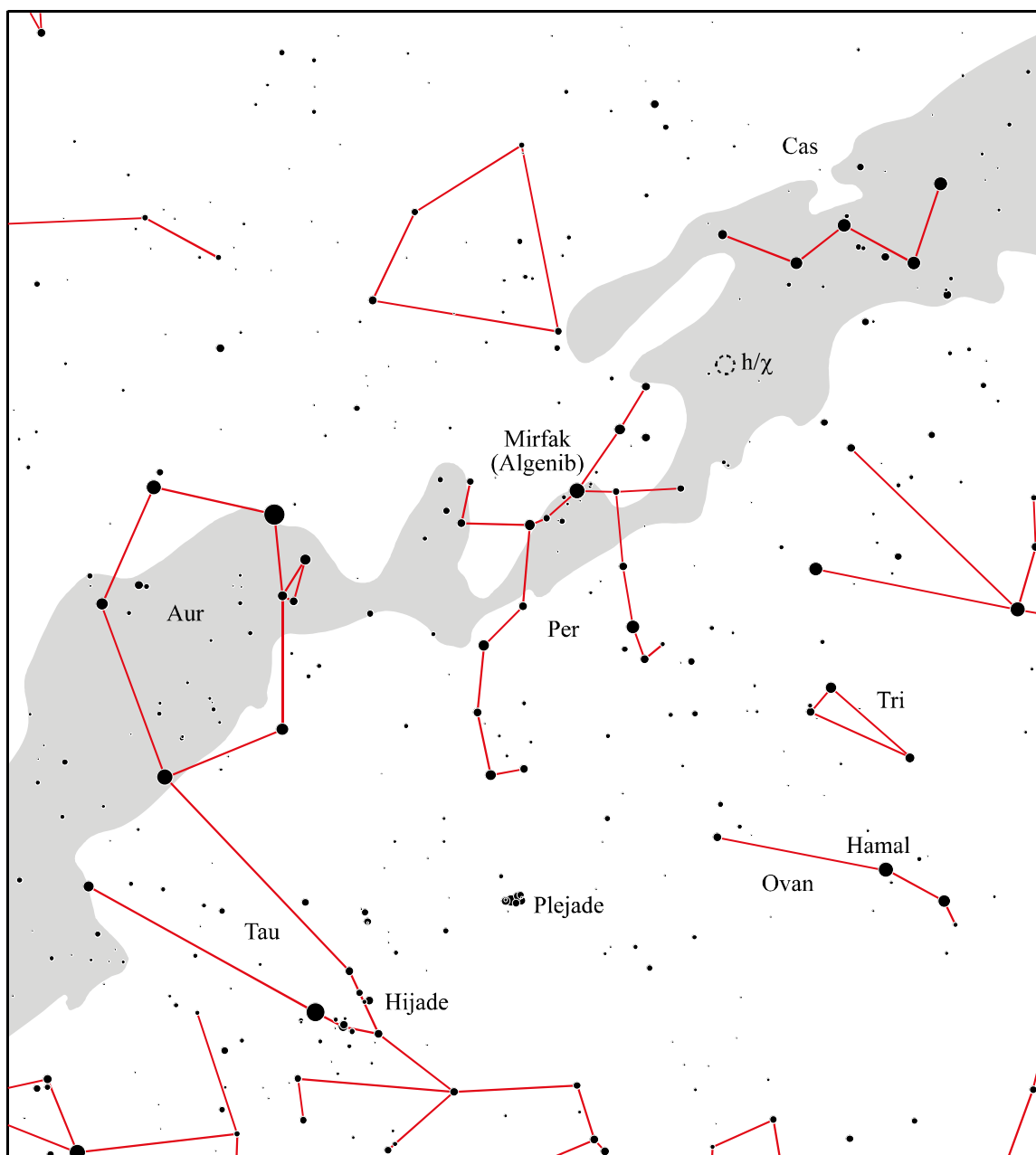
$$\text{te iz } M = \frac{4}{3} r^3 \pi \rho \text{ i } v = Hr \Rightarrow \rho_{\text{kritični}} = \frac{3H^2}{8\pi G} \quad \text{1 bod}$$

$$\rho_{\text{kritični}} = 9,72 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{1 bod}$$

5. Na karti neba:

- upiši latinske kratice zvijezda: Kočijaš, Bik, Kasiopeja, Ovan, Perzej i Trokut.
- upiši imena najsjajnijih zvijezda zvijezda Ovna i Perzeja.
- označi položaj Hijada i dvostrukog skupa  $h$  i  $\chi$

10	
----	--



Svaki točan odgovor

po 1 bod

## 5. razred osnovne škole

### PITANJA

**Zaokruži slovo ispred točnog odgovora!**

1. Tko je od navedenih ličnosti živio u vrijeme antike i zastupao heliocentrični sustav?

2

- a) **Aristarh sa Samosa.**
- b) Johannes Kepler.
- c) Galileo Galilei.
- d) Isaac Newton.

2. Može li se dogoditi da neke godine ne bude nijedne pomrčine Sunca?

2

- a) Može
- b) **Ne može.**

3. Zvijezda najbliža Suncu udaljena je oko:

2

- a) 10 godina svjetlosti
- b) 15 godina svjetlosti
- c) 100 godina svjetlosti
- d) **4 godine svjetlosti.**

4. Koji se od ovih planeta najsporije okreće oko svoje osi?

2

- a) **Venera.**
- b) Mars.
- c) Merkur.
- d) Zemlja.

5. Venera ne može biti u:

2

- a) donjoj konjunktiji
- b) gornjoj konjunktiji
- c) **opoziciji**
- d) zapadnoj elongaciji

6. Koordinate horizontskog sustava su:

2

- a) rektascenzija i deklinacija
- b) satni kut i deklinacija
- c) visina i satni kut
- d) **visina i azimut**

**Odgovori ili nadopuni!**

7. Kako se zove zvijezda koja je na nebu najsjajnije? Sirijus.

2	
---	--

8. Koja je zvijezda najsjajnije na sjevernoj nebeskoj polukugli? Arktur.

2	
---	--

9. Kako se zove točka u kojoj je Mjesec najbliži Zemlji? Perigej.

2	
---	--

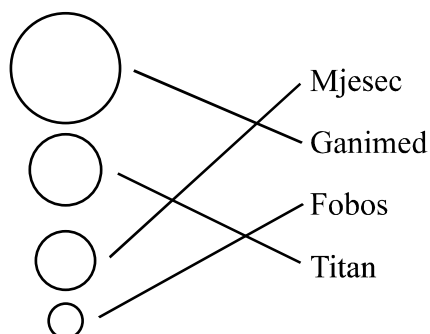
10. Navedi planete bez satelita. Merkur i Venera.

2	
---	--

**ZADACI**

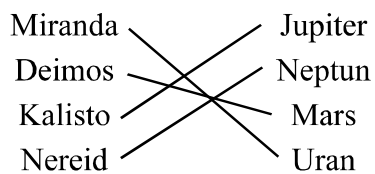
1. Poveži satelite po veličini:

4	
---	--



2. Poveži satelit s njegovim planetom:

4	
---	--



3. Zemlja se oko Sunca giba brzinom od 30 km/s. Izračunaj brzinu kojom meteoroid koji se giba brzinom od 40 km/s udara u Zemlju, ako je u prvom slučaju sudar s čela, u drugom otpozadi!

4	
---	--

$$40 \frac{\text{km}}{\text{s}} + 30 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 70 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

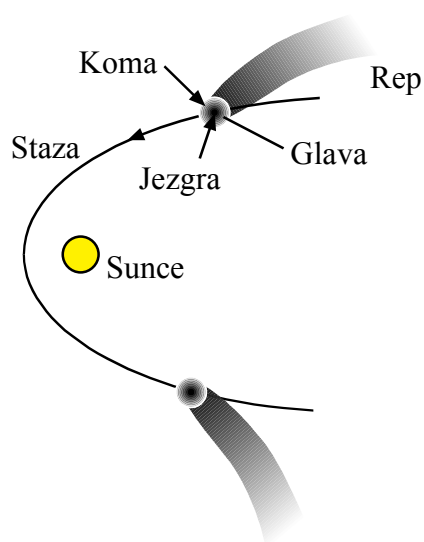
2 boda

$$40 \frac{\text{km}}{\text{s}} - 30 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 10 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

2 boda

4. Nacrtaj stazu kometa oko Sunca, označi i imenuj dijelove kometa. U dva položaja na stazi nacrtaj komet i ispravno usmjeri njegov rep.

7	
---	--



jezgra, koma, glava, rep, staza  
dva ispravna smjera repa

po 1 bod  
1 + 1 bod



5. a) Navedi ime svake zvijezde u zimskom šesterokutu. Kastor (ili Poluks), Kapela,

Aldebaran, Betelgez, Sirijus i Procion.

**po 1 bod**

b) Označi Betelgez (Betelgeuse).

**1 bod**

c) Označi položaj M42.

**2 boda**

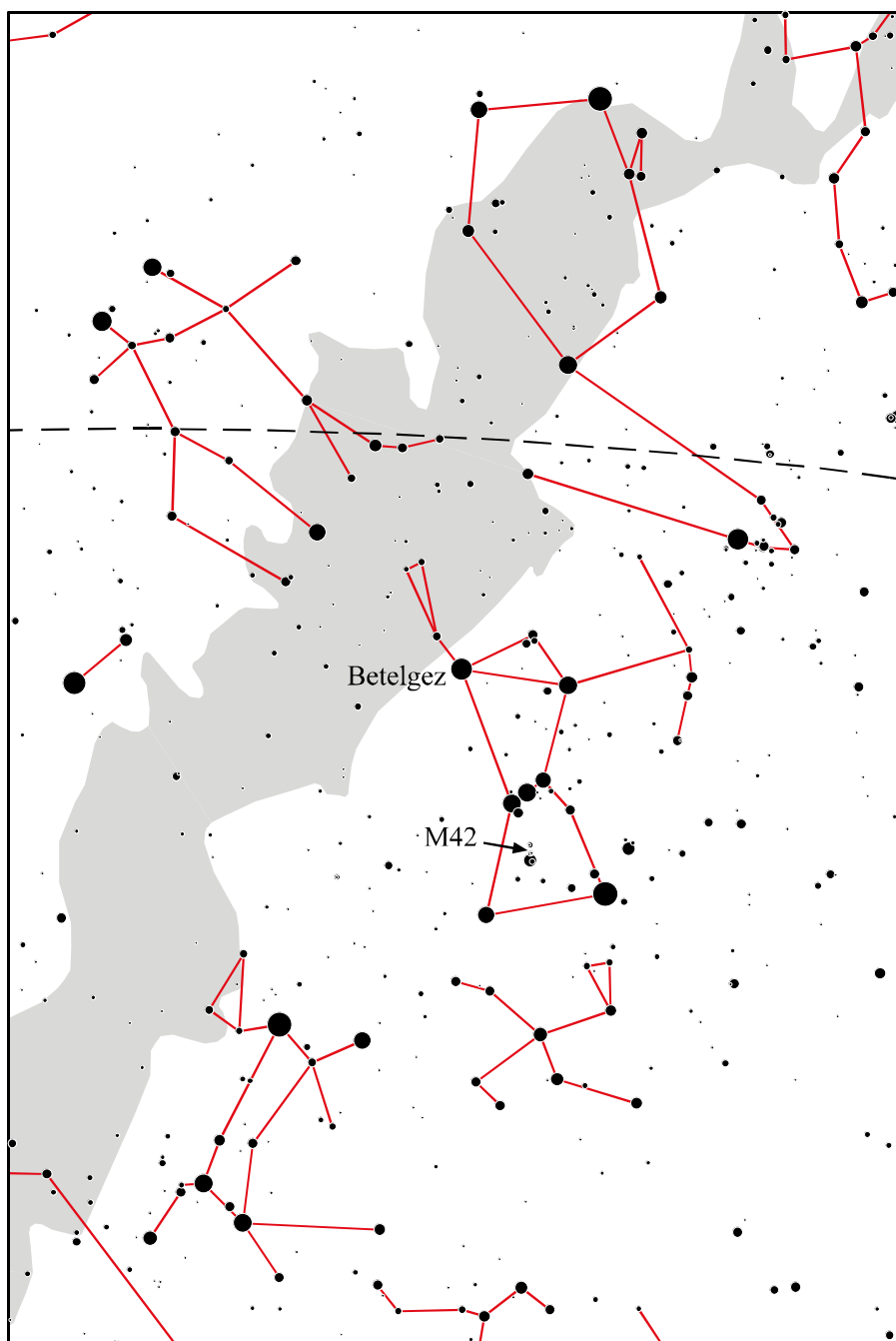
d) Što predstavlja crtkana linija koja presijeca dva zvijezda? Ekliptiku

**1 bod**

e) Što predstavlja tamniji široki trag na crtežu? Mliječnu stazu (put, Kumovu slamu)

**1 bod**

11	
----	--



## 6. razred osnovne škole

### PITANJA

**Zaokruži slovo ispred točnog odgovora!**

1. M1 je maglica:

2	
---	--

- a) Rakovica u Ovnu
- b) Rakovica u Biku**
- c) Jaslice u Raku
- d) Plejade u Biku

2. Vremenski period u kojem se ponovi isti međusobni položaj Zemlje, Sunca i planeta nazivamo:

2	
---	--

- a) sinodička godina**
- b) siderička godina
- c) tropska godina
- d) zvjezdana godina

3. Glavni asteroidni pojas nalazi se između staza:

2	
---	--

- a) Marsa i Jupitera**
- b) Jupitera i Saturna
- c) Neptuna i Plutona
- d) Iza Plutona

4. Na vidljivoj strani Mjeseca nalaze se krateri (točna su dva odgovora):

2	
---	--

- a) Tesla i Bošković
- b) Bošković i Brenner**
- c) Brenner i Mohorovičić
- d) Tesla i Mohorovičić

5. Mjesec svakog dana izlazi, u odnosu na prethodni dan:

2	
---	--

- a) dva sata kasnije
- b) skoro jedan sat ranije
- c) u isto vrijeme
- d) skoro jedan sat kasnije**

**Odgovori ili nadopuni!**

6. Navedi koordinate u ekvatorskom sustavu. Rektascenzija (ili satni kut) i deklinacija.

2	
---	--

7. Koja su dva satelita u Sunčevom sustavu veća od Merkura? Ganimed i Titan.

2	
---	--

8. Meteorski roj vidljiv u drugoj polovici studenog zove se: Leonidi.

2	
---	--

9. Što je kraće, sunčev ili zvjezdani dan? Zvjezdani dan.

2	
---	--

10. U kojoj je fazi Zemlja gledana s Mjeseca kad je Mjesec u fazi mlađaka, gledanog sa Zemlje? U fazi uštapa.

2	
---	--

**ZADACI**

1. Izračunaj brzinu Zemlje na putanji oko Sunca (izrazi je u km/s) ako je duljina putanje 940 000 000 km. Koliko bi vremena trebalo svjetlosti da prijeđe isti put (izrazi u minutama)?

5	
---	--

$$t = 365,25 \text{ dana} = 365,25 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 31\,557\,600 \text{ s} \quad \text{1 bod}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{940\,000\,000 \text{ km}}{31\,557\,600 \text{ s}} = 29,8 \frac{\text{km}}{\text{s}} \quad \text{1 bod}$$

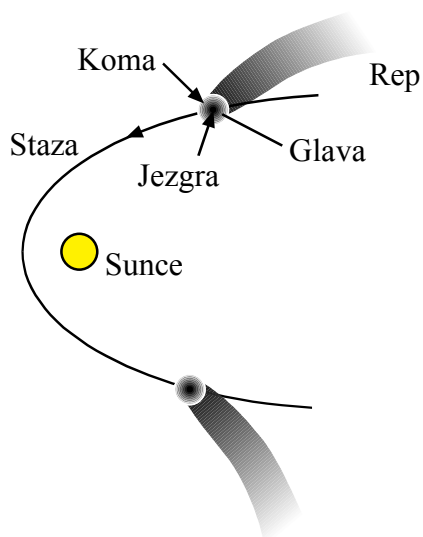
$$v = \frac{940\,000\,000 \text{ km}}{31\,557\,600 \text{ s}} = 29,8 \frac{\text{km}}{\text{s}} \quad \text{1 bod}$$

$$c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} \quad \text{1 bod}$$

$$t = \frac{s}{c} = \frac{940\,000\,000 \text{ km}}{300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = 3133 \text{ s} = 52,2 \text{ min} \quad \text{rješenje u s ili min 1 bod}$$

2. Nacrtaj stazu kometa oko Sunca, označi i imenuj dijelove kometa. U dva položaja na stazi nacrtaj komet i ispravno usmjeri njegov rep.

6	
---	--

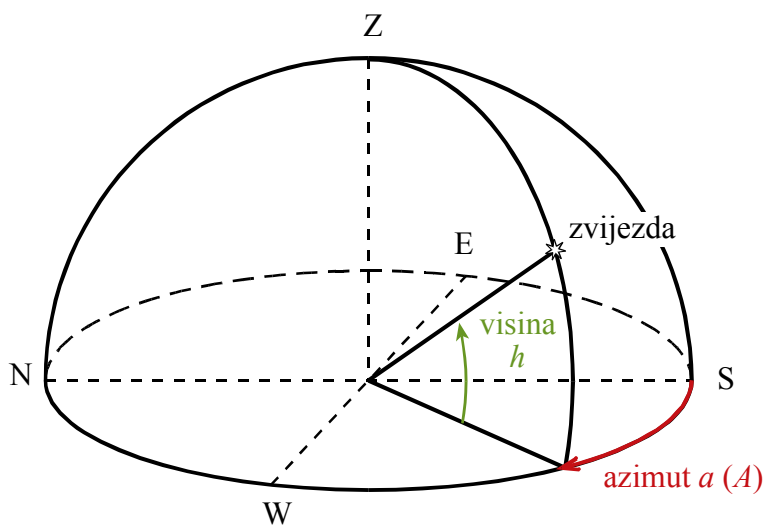


jezgra, koma, glava, rep, staza  
dva ispravna smjera repa

po 1 bod  
1 bod

3. Na skici nebeske polukugle označi horizontske koordinate zvijezde znakom i nazivom.

4	
---	--

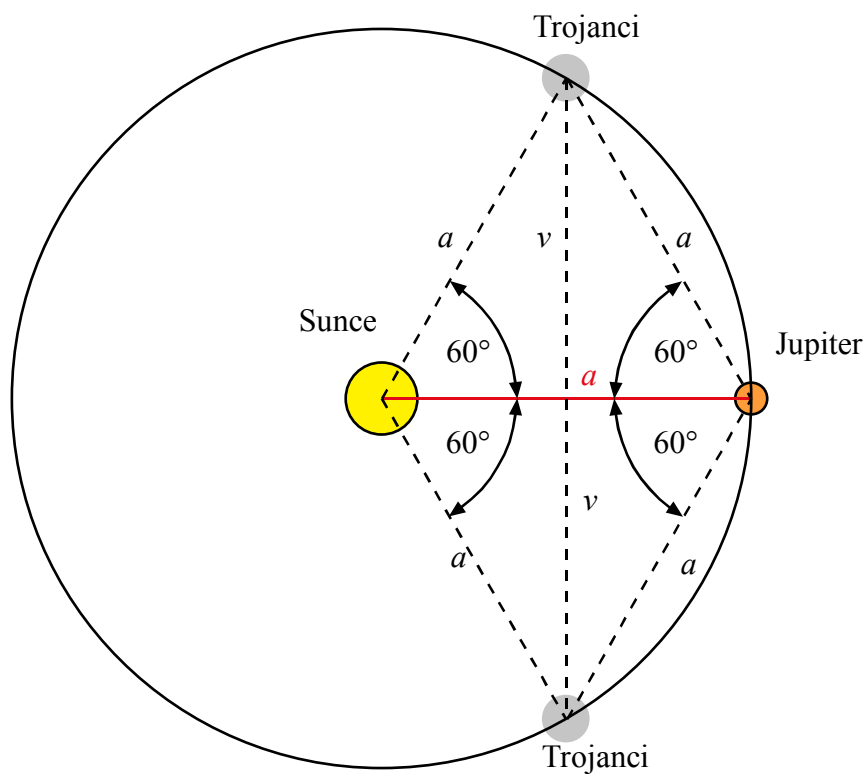


svaki znak  
svaki naziv

1+1 bod  
1+1 bod

4. Skiciraj Jupiterovu stazu i na ispravna mjesta postavi Sunce, Jupiter i asteroide Trojance.

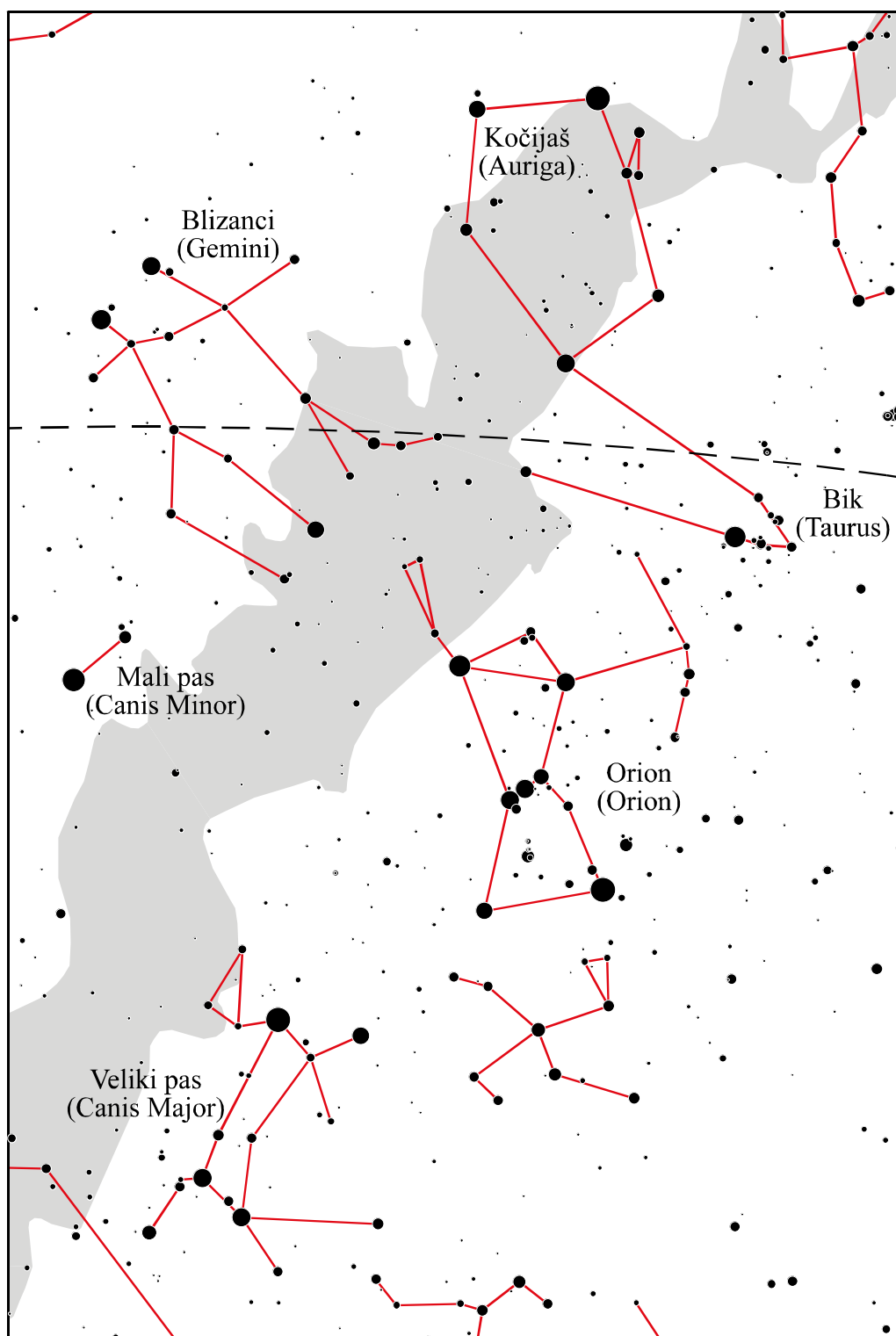
3



**Jupiter i Trojanci (Sunce i Jupiter 1, prednji i stražnji Trojanci po 1 bod) 3 boda**

5. Na priloženoj slici upiši nazive zvijezda zimskog šesterokuta.

12	
----	--



Svaki naziv

po 2 boda

## 7. razred osnovne škole

### PITANJA

**Zaokruži slovo ispred točnog odgovora!**

1. Oblaci koji se opažaju na Veneri uglavnom se sastoje od:

2	
---	--

- a) ugljikova dioksida
- b) vodene pare
- c) dušika
- d) sulfatne kiseline**

2. Marsove polarne kape sastoje se od smrznute:

2	
---	--

- a) vode i ugljikovog dioksida**
- b) vode i metana
- c) metana i ugljikovog dioksida
- d) vode i sulfatne kiseline

3. Nebeski ekvator je:

2	
---	--

- a) kružnica kojom se prividno giba Mjesec
- b) područje kojim se gibaju planeti
- c) linija po kojoj se Sunce prividno giba
- d) kružnica na nebu koja dijeli sjevernu i južnu nebesku polutku**

4. Koji je doprinos Eratostena astronomiji?

2	
---	--

- a) Otkrio je Saturn.
- b) Utemeljio je geocentrični sustav.
- c) Odredio je veličinu Zemlje.**
- d) Prvi je usmjerio teleskop u nebo.

5. Svi planeti imaju isti smjer vrtnje osim:

2	
---	--

- a) Merkura i Jupitera
- b) Venere i Saturna
- c) Venere i Urana**
- d) Neptuna, Urana

**Odgovori ili nadopuni!**

6. Zvijezda koja su za opažača na Sjevernom polu cirkumpolarna, na Južnom polu su anticirkumpolarna.

2	
---	--

7. Koji planeti mogu biti u položaju donje i gornje konjunkcije? Merkur i Venera.

2	
---	--

8. Navedi Marsove satelite. Fobos (Phobos) i Dejmos (Deimos).

2	
---	--

9. U mjesecu kolovozu vrlo je aktivan meteorski roj Perzeidi.

2	
---	--

10. Tri osnovna zakona kojim su opisana gibanja planeta oko Sunca nazivamo Keplerovim zakonima.

2	
---	--

**ZADACI**

1. Na Suncu je u 13 sati i 15 min opažen snažan bljesak. Tri dana kasnije, u 15 sati i 35 min sateliti u stazi oko Zemlje opazili su jaki porast radijacije. Izračunaj srednju brzinu Sunčevog vjetra.

4	
---	--

$$t = 24 \cdot 3 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} + 2 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} + 20 \cdot 60 \text{ s} = 267\,600 \text{ s}$$

1 bod

$$v = \frac{s}{t} = \frac{150\,000\,000 \text{ km}}{267\,600 \text{ s}}$$

2 boda

$$v = 560 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

1 bod



2. Astronomski (Keplerov) teleskop dugačak je 202 cm. Žarišna daljina objektiva je 200 cm. Koliko je povećanje teleskopa?

4	
---	--

$$F + f = 202 \text{ cm}; F = 200 \text{ cm}, f = 2 \text{ cm}$$

1 + 1 bod

$$\text{povećanje} = M = \frac{F}{f} = 100 \text{ puta}$$

1 + 1 bod

3. Zemlja se oko Sunca giba brzinom od 29,8 km/s. Izračunaj brzinu kojom meteoroid koji se giba brzinom od 42,5 km/s udara u Zemlju, ako je u prvom slučaju sudar s čela, u drugom otpozadi!

4	
---	--

$$42,5 \frac{\text{km}}{\text{s}} + 29,8 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 72,3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

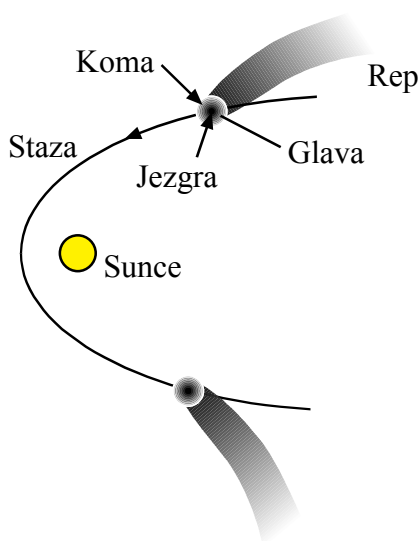
2 boda

$$42,5 \frac{\text{km}}{\text{s}} - 29,8 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 12,7 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

2 boda

4. Nacrtaj stazu kometa oko Sunca, označi i imenuj dijelove kometa. U dva položaja na stazi nacrtaj komet i ispravno usmjeri njegov rep.

7	
---	--



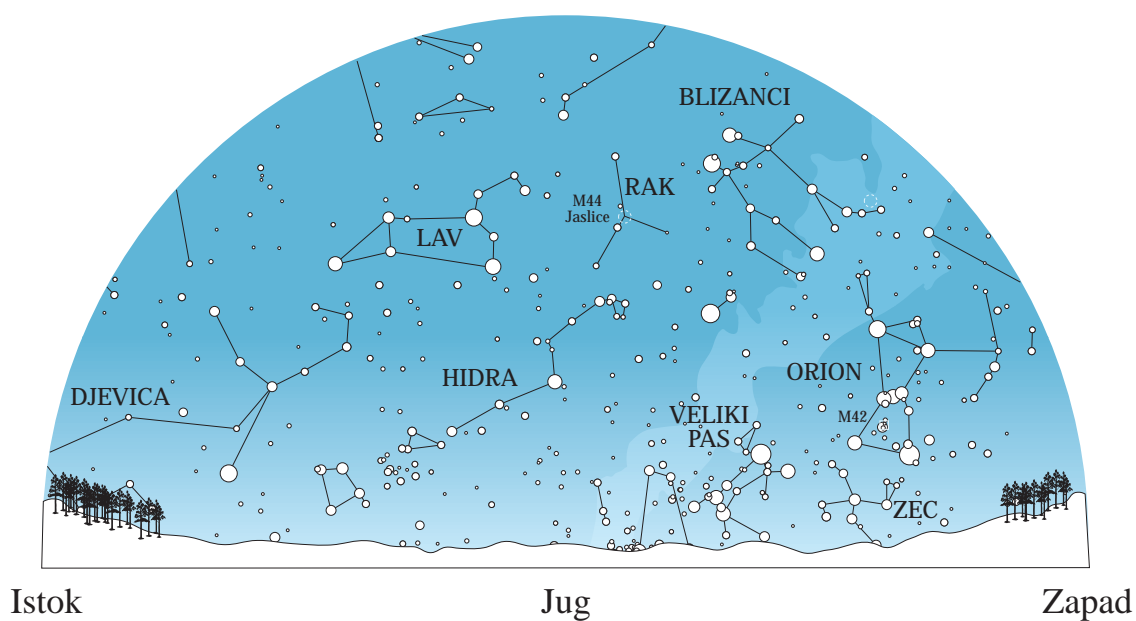
jezgra, koma, glava, rep, staza  
dva ispravna smjera repa

po 1 bod  
1 + 1 bod

5. Na karti južnog proljetnog neba pronadi i označi slijedeća zvijezda i nebeske objekte:

<b>10</b>
-----------

- a) Djevica
- b) Rak
- c) M 42
- d) Orion
- e) Blizanci
- f) Hidra
- g) Lav
- h) Zec
- i) Veliki pas
- j) M 44 (Jaslice)



**Svaki točan odgovor**

**po 1 bod**

## 8. razred osnovne škole

### PITANJA

**Zaokruži slovo ispred točnog odgovora!**

1. Ekliptika je:

2	
---	--

- a) niz zvijezda kroz koje se Sunce i planeti prividno gibaju na nebeskoj sferi
- b) kružnica po kojoj se Sunce prividno giba na nebeskoj sferi**
- c) projekcija Zemljinog ekvatora na nebesku sferu
- d) ciklus Mjesečevih faza

2. Što od navedenog ograničuje moć kutnog razlučivanja teleskopa?

2	
---	--

- a) Odbijanje svjetlosti.
- b) Lom svjetlosti.
- c) Apsorpcija svjetlosti.
- d) Ogib svjetlosti.**

3. Kada se komet približava Suncu njegov plinoviti rep je usmjeren:

2	
---	--

- a) okomito na ravninu kojom se giba komet
- b) suprotno od Sunca**
- c) prema Suncu
- d) bilo kako

4. Što drži Sunce na okupu?

2	
---	--

- a) Nuklearna sila.
- b) Privlačnost pozitivnih i negativnih električnih naboja.
- c) Gravitacijska sila.**
- d) Ništa od toga jer se Sunce vrlo polagano širi.

5. Ako zvijezda ima paralaksu od 0,04 kutne sekunde, kolika joj je udaljenost?

2	
---	--

- a) 4 godine svjetlosti
- b) 4 parseka
- c) 25 godina svjetlosti
- d) 25 parseka**

**Odgovori ili nadopuni!**

6. Za vrijeme pomrčine Mjeseca, Mjesec je crvene boje jer Zemljina atmosfera jače raspršuje plavu svjetlost.

2	
---	--

7. Omjer tokova zračenja koje šalju zvijezde čije se zvijezdane veličine razlikuju za jedinicu iznosi 2,512.

2	
---	--

8. Vidljivu površinu Sunca nazivamo fotosfera, a vanjsku atmosferu iznad kromosfere korona.

2	
---	--

9. Crab maglica (Rakovica) ostatak je supernove, a Plejade (Vlašići) su otvoreni skup zvijezda.

2	
---	--

10. Koji je narod opazio i u svojim spisima zabilježio eksploziju supernove zvijezde od koje je nastala maglica M1? Kinezi.

2	
---	--

**ZADACI**

1. Koliko puta više svjetlosti od ljudskog oka sakupi teleskop otvora 24 cm? Zjenica ljudskog oka ima promjer 6 mm. Ako se okom opažaju zvijezde do 5. veličine, do koje će se veličine opažati s teleskopom?

4	
---	--

$$\frac{R}{r} = \left( \frac{12}{0,3} \right)^2 = 1600$$

**1 bod**

$$2,512 \cdot 2,512 \cdot 2,512 \cdot 2,512 \cdot 2,512 \cdot 2,512 \cdot 2,512 \cdot 2,512 = 1585 \approx 1600 \quad \mathbf{1 \text{ bod}}$$

$$\Delta m = 8$$

**1 bod**

$$m = 5 + \Delta m = 13$$

**1 bod**

**S teleskopom će se opažati do 13. veličine.**

2. Sunčev vjetar giba se kroz međuplanetni prostor prosječnom brzinom od  $v = 400 \text{ km/s}$ .  
Za koliko dana pređe put od Sunca do Zemlje?

5

$$s = v \cdot t$$

$$t = \frac{s}{v}$$

2 boda

$$t = \frac{150\,000\,000 \text{ km}}{400 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = 375\,000 \text{ s}$$

1 bod

$$t \text{ (1 dan)} = 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 86\,400 \text{ s}$$

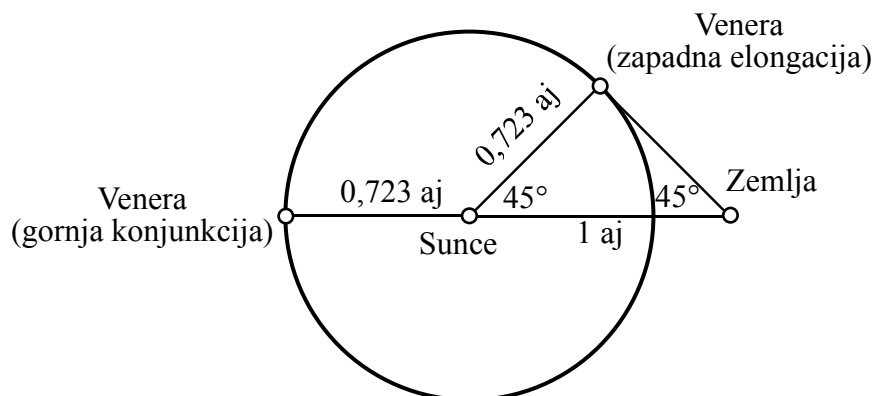
1 bod

$$t = \frac{375\,000}{86\,400} = 4,34 \text{ dana (= 4 d 8,2 h)}$$

1 bod

3. a) Skiciraj položaj Venere u elongaciji (ili zapadnoj ili istočnoj).  
b) Izračunaj koliko je tada udaljena od Zemlje (u astronomskim jedinicama, aj) ako je od Sunca udaljena 0,723 aj.  
c) Skiciraj položaj Venere u gornjoj konjunkciji i izračunaj koliko je tada udaljena od Zemlje.  
d) Koliko puta je veći kut pod kojim vidimo Veneru (prividni promjer) kad je u zapadnoj elongaciji od kuta pod kojim je vidimo kad je u gornjoj konjunkciji?

7



Skica s Venerom u pravokutnom trokutu

2 boda

$$\begin{aligned} \text{b) } (1 \text{ aj})^2 &= (0,723 \text{ aj})^2 + x^2 \\ x^2 &= (1 \text{ aj})^2 - (0,723 \text{ aj})^2 = 0,477 \text{ aj}^2 \\ x &= 0,691 \text{ aj} \end{aligned}$$

Pitagorin poučak 1 bod

1 bod

$$\begin{aligned} \text{c) } x &= 1 \text{ aj} + 0,723 \text{ aj} \\ x &= 1,723 \text{ aj} \end{aligned}$$

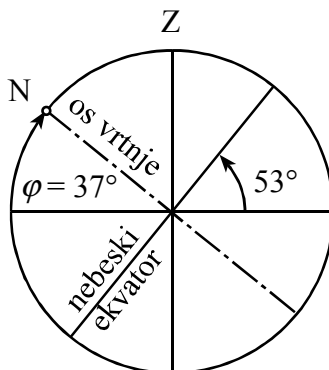
1 bod

$$\text{d) } \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{1,723 \text{ aj}}{0,691 \text{ aj}} = 2,5$$

2 boda

4. Visina sjevernog nebeskog pola iznosi  $37^\circ$ . Izračunaj visinu nebeskog ekvatora na južnoj polovici meridijana. Koliki je azimut sjevernog nebeskog pola? Skiciraj!

4	
---	--



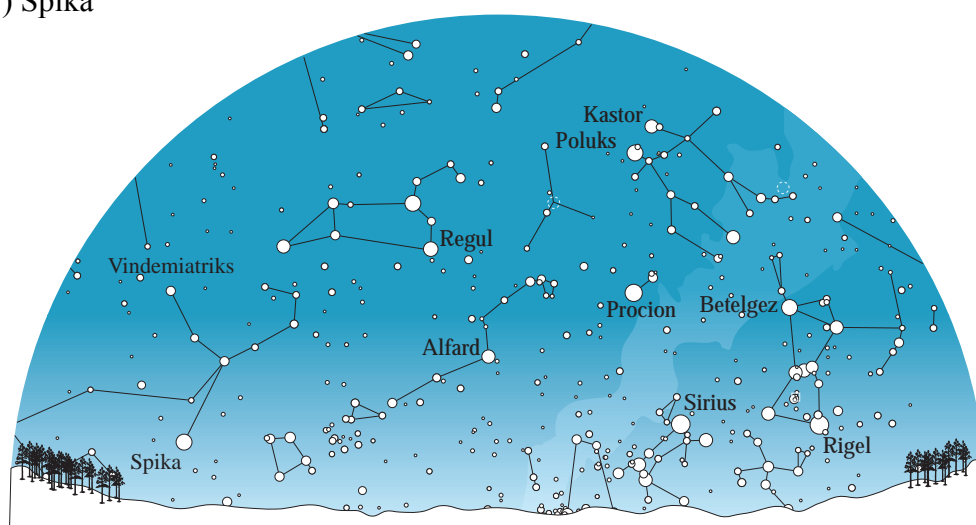
skica  
 $53^\circ$   
 azimut =  $180^\circ$

2 boda  
 1 bod  
 1 bod

5. Na karti južnog proljetnog neba pronađi i označi sljedeće zvijezde:

10	
----	--

- Vindemiatriks
- Betelgeuse
- Procion
- Sirius
- Regul
- Kastor
- Poluks
- Alfard
- Rigel
- Spika



Istok

Jug

Zapad

Svaki točan odgovor

po 1 bod