

Školsko natjecanje iz astronomije

Razred ili kategorija natjecanja: 4. razred srednje škole

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

Zaporka _____

Broj postignutih bodova/ ukupan broj bodova:

Pitanja: _____ / 20.

Zadaci: _____ / 30.

Ukupno: _____ / 50.

Postotak riješenosti testa _____ %.

Potpis članova Povjerenstva

1. _____

2. _____

3. _____

(mjesto i nadnevak)

Školsko natjecanje iz astronomije sastoji se iz pisane provjere znanja (testa) u trajanju dva školska sata. Pisana provjera znanja (test) sastoji se od 10 pitanja koja se boduju po 2 boda, ukupno 20 bodova i 4 zadatka koja ukupno nose 30 bodova, a ukupan broj bodova na pisanoj provjeri znanja je 50. Uz svako pitanje i zadatak upisan je maksimalan broj bodova te ucrtano mjesto za upis ostvarenih bodova.

Ukoliko učenici trebaju dodatni papir za rješavanje zadataka, treba im ponuditi ovjereni bijeli papir.

Rješenja pitanja i zadataka za Školsko natjecanje iz astronomije 2016. g.

4. razred srednje škole

17. veljače 2016. g.

ODGOVORI NA PITANJA

Zaokružite točan odgovor:

1. Opaženo je da je dana 5. studenog neka zvijezda blizu nebeskog ekvatora izašla u 21:00 po SEV-u. U koliko će (približno) sati ista zvijezda, gledano s istog mjesta, izaći 5. prosinca?

| | |
|---|--|
| 2 | |
|---|--|

a) u 19:00 po SEV-u

b) u 20:00 po SEV-u

c) u 21:00 po SEV-u

d) u 22:00 po SEV-u

e) u 23:00 po SEV-u

f) ne može se niti približno odrediti

2. Koji datum po gregorijanskom kalendaru odgovara 31. siječnju 2444. g. po julijanskom kalendaru?

| | |
|---|--|
| 2 | |
|---|--|

a) 15. siječnja 2444. g.

b) 18. siječnja 2444. g.

c) 31. siječnja 2444. g.

d) 13. veljače 2444. g.

e) 16. veljače 2444. g.

3. Gdje se Sunce dulje nalazi iznad (idealnog) horizonta na dan 4. rujna: u Calgaryju u Kanadi ($51^{\circ}03'N$, $114^{\circ}04'W$) ili u Ghentu u Belgiji ($51^{\circ}03'N$, $3^{\circ}44'E$)? Zanimajte razliku u nadmorskim visinama tih gradova.

| | |
|---|--|
| 2 | |
|---|--|

a) u Ghentu

b) u Calgaryju

c) u oba grada jednako

d) ne može se odrediti jer ne znamo o kojoj godini se radi

e) ne može se odrediti iz drugih razloga

4. Gledano golim okom s površine Zemlje, kod zvijezda se opaža scintilacija, a kod planeta ne. Zbog čega?

| | |
|---|--|
| 2 | |
|---|--|

a) Svjetlost koja dolazi sa zvijezda apsorbira se u međuzvjezdanom plinu i prašini

b) Zvijezde sjaje vlastitim sjajem, dok planeti reflektiraju Sunčevu svjetlost

c) Prividna kutna veličina zvijezda je puno manja od prividne kutne veličine planeta

d) zbog aberacije svjetlosti

e) sve navedeno

5. Analiziramo gibanje planeta mase m po kružnoj stazi polumjera r oko zvijezde mase M . Uz pretpostavku da zvijezda miruje, kolika je ukupna energija sustava?

| | |
|---|--|
| 2 | |
|---|--|

a) $E = G \frac{Mm}{2r}$

b) $E = G \frac{Mm}{r}$

c) $E = -G \frac{Mm}{2r}$

d) $E = -G \frac{Mm}{r}$

e) ne može se izračunati

Nadopuni ili odgovori:

6. Kolika je rektascenzija točke na nebeskoj sferi prema kojoj se prividno kreće Zemlja uslijed svog gibanja oko Sunca (zanemarite sva ostala gibanja) na dan 21. prosinca? **12 h (priznaje se i 180°).**

| | |
|---|--|
| 2 | |
|---|--|

7. Uz ime zvijezda napišite ime zvijezde β (po Bayerovoj oznaci) u tome zviježđu:

| | |
|---|--|
| 2 | |
|---|--|

Orion
Labud
Veliki medvjed
Lav

Rigel
Albireo
Merak
Denebola

Napomena: 0 ili 1 točan odgovor - 0 bodova, 2 ili 3 točna odgovora 1 bod, sva četiri točna odgovora 2 boda

8. Područja u asteroidnom pojasu u kojima gotovo da i nema asteroida nazivaju se **Kirkwoodovi procijepi (priznaje se i Kirkwoodove zone ili Kirkwoodove pukotine).**

| | |
|---|--|
| 2 | |
|---|--|

9. Prva svemirska letjelica koja je proletjela pokraj Saturna zvala se **Pioneer 11.**

| | |
|---|--|
| 2 | |
|---|--|

10. Različitoš perioda rotacije Sunčeve fotosfere ovisno o udaljenosti od ekvatora (heliografskoj širini) naziva se **diferencijalna rotacija (Sunca).**

| | |
|---|--|
| 2 | |
|---|--|

RJEŠENJA ZADATAKA

1. S koje najveće Marsove geografske (areografske) širine se može vidjeti njegov satelit Fobos? Koliko bi morala biti visoka planina na sjevernom ili južnom polu Marsa da bi se s nje vidio Fobos. Uzmite da je Mars savršena kugla, te zanemarite refrakciju, dimenzije Fobosa, ekscentricitet i nagib njegove staze. Polumjer Marsa iznosi 3390 km, njegova masa je $6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg}$. Period revolucije Fobosa iznosi 7 sati i 39 minuta, a gravitacijska konstanta $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1}$.

| | |
|---|--|
| 8 | |
|---|--|

$$R_M = 3,39 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$M_M = 6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg}$$

$$T_F = 7^h 39^m = 27540 \text{ s}$$

$$G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1}$$

$$\varphi = ? ; h = ?$$

$$\frac{mv^2}{r_F} = G \frac{M_M m}{r_F^2} \Rightarrow v^2 = G \frac{M_M}{r_F} \quad (1 \text{ bod})$$

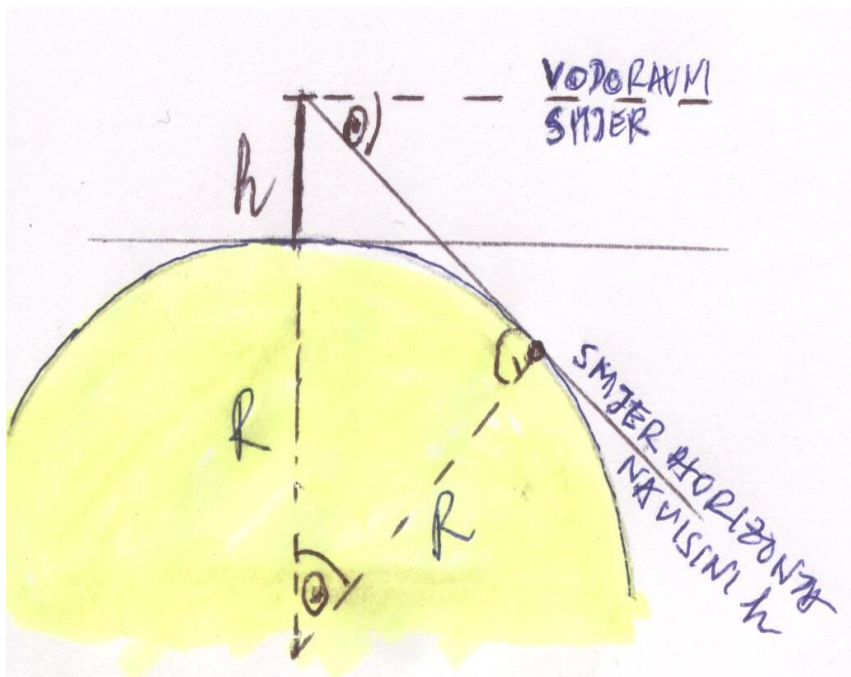
$$\left(\frac{2r_F \pi}{T_F} \right)^2 = G \frac{M_M}{r_F} \Rightarrow \frac{4r_F^2 \pi^2}{T_F^2} = G \frac{M_M}{r_F} \Rightarrow \frac{r_F^3}{T_F^2} = \frac{GM_M}{4\pi^2} \quad (1 \text{ bod})$$

$$r_F = \sqrt[3]{\frac{GM_M}{4\pi^2} \cdot T_F^2} = \sqrt[3]{\frac{6,672 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1} \cdot 6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg}}{4\pi^2} \cdot (27540 \text{ s})^2} \quad (1 \text{ bod})$$

$$r_F = 9,371 \cdot 10^6 \text{ m} = 9371 \text{ km} \quad (1 \text{ bod})$$

$$\cos \varphi = \frac{R_M}{r_F} \Rightarrow \varphi = \arccos \frac{R_M}{r_F} \quad (1 \text{ bod})$$

$$\varphi = \arccos \frac{3390 \text{ km}}{9371 \text{ km}} = \arccos 0,36175 = 68,8^\circ \quad (1 \text{ bod})$$



(napomena: skica se ne boduje)

$$\theta = 90^\circ - \varphi = 90^\circ - 68,8^\circ = 21,2^\circ$$

$$\cos \theta = \sin \varphi = \frac{R_M}{R_M + h} \Rightarrow R_M + h = \frac{R_M}{\cos \theta} = \frac{R_M}{\sin \varphi} \quad (1 \text{ bod})$$

$$h = \frac{R_M}{\cos \theta} - R_M = \frac{3390 \text{ km}}{\cos 21,2^\circ} - 3390 \text{ km} = 246 \text{ km} \quad (1 \text{ bod})$$

Ukupno: 8 bodova

2. Najveći luminozitet supernove tipa Ia u udaljenoj galaksiji je iznosio $5,9 \cdot 10^9 L_{Sunca}$. Na osnovu promatranja teleskopom je utvrđeno da joj sjaj iznosi $7 \cdot 10^{-8}$ sjaja Vege. Crveni pomak galaksije iznosi 0,075. Izračunajte udaljenost galaksije u parsecima i Hubbleovo vrijeme. Prividna zvjezdana veličina Sunca iznosi $-26,7^m$, prividna zvjezdana veličina Vege iznosi 0^m . ($1AJ = 1,496 \cdot 10^{11} m$; $c = 3 \cdot 10^8 m/s$)

| | |
|---|--|
| 8 | |
|---|--|

$$m_{Sunca} = -26,7^m$$

$$m_V = 0^m$$

$$d_{Sunca} = 1,496 \cdot 10^{11} m$$

$$d_{gal} = ? ; t_H = ?$$

$$\frac{E_{Sunca}}{E_{Vege}} = 2,512^{m_{Vege} - m_{Sunca}} \Rightarrow E_{Vege} = \frac{E_{Sunca}}{2,512^{m_{Vege} - m_{Sunca}}} \quad (1 \text{ bod})$$

$$E_{Vege} = \frac{E_{Sunca}}{2,512^{26,7}} = 2,09 \cdot 10^{-11} E_{Sunca} \quad (1 \text{ bod})$$

$$E_{supernove} = 7 \cdot 10^{-8} E_{Vege} = 7 \cdot 10^{-8} \cdot 2,09 \cdot 10^{-11} E_{Sunca} = 1,46 \cdot 10^{-18} E_{Sunca} \quad (1 \text{ bod})$$

$$\frac{L_{supernove}}{4\pi \cdot d_{gal}^2} = 1,46 \cdot 10^{-18} \frac{L_{Sunca}}{4\pi \cdot d_{Sunca}^2} \quad (1 \text{ bod})$$

$$d_{gal} = \sqrt{\frac{L_{supernove}}{1,46 \cdot 10^{-18} L_{Sunca}}} \cdot d_{Sunca} = \sqrt{\frac{5,9 \cdot 10^9 L_{Sunca}}{1,46 \cdot 10^{-18} L_{Sunca}}} \cdot 1,496 \cdot 10^{11} m$$

$$d_{gal} = 6,36 \cdot 10^{13} AJ = 9,51 \cdot 10^{24} m \quad (1 \text{ bod})$$

$$1pc = \frac{1}{tg 1''} \cdot 1AJ = 206264,8AJ = 3,086 \cdot 10^{16} m$$

$$\text{ili: } 1pc = 3,26 \text{ g.s.} = 3,26 \cdot 3 \cdot 10^8 m/s \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60s = 3,086 \cdot 10^{16} m$$

$$d_{gal} = \frac{9,51 \cdot 10^{24} m}{3,086 \cdot 10^{16} m} = 308 \text{ Mpc} \quad (1 \text{ bod})$$

$$t_H = \frac{1}{H_0} = \frac{d_{gal}}{v_{gal}} = \frac{d_{gal}}{c \cdot z}$$

(1 bod)

$$t_H = \frac{9,51 \cdot 10^{24} m}{3 \cdot 10^8 m/s \cdot 0,075} = 4,23 \cdot 10^{17} s = 13,4 \text{ milijarde godina}$$

(1 bod)

Ukupno: 8 bodova

3. Jedna komponenta dvojnog zvjezdanog sustava, udaljenog od nas 47 godina svjetlosti, ima prividnu zvjezdanu veličinu 5,6^m, a druga 5,9^m. Koliki je ukupni prividni i apsolutni sjaj tog sustava?

| | |
|---|--|
| 6 | |
|---|--|

$$d = 47 \text{ g.s.}$$

$$m_1 = 5,6^{\text{m}}$$

$$m_2 = 5,9^{\text{m}}$$

$$m_{uk} = ? ; M_{uk} = ?$$

$$E_{uk} = E_1 + E_2$$

$$2,512^{-m_{uk}} = 2,512^{-m_1} + 2,512^{-m_2} \quad (1 \text{ bod})$$

$$2,512^{-m_{uk}} = 2,512^{-5,6} + 2,512^{-5,9} = 5,753 \cdot 10^{-3} + 4,364 \cdot 10^{-3} = 1,012 \cdot 10^{-2} \quad (1 \text{ bod})$$

$$2,512^{-m_{uk}} = 1,012 \cdot 10^{-2} \left| \log \Rightarrow m_{uk} = -\frac{\log 1,012 \cdot 10^{-2}}{\log 2,512} = \frac{1,995}{0,4} = 4,99^{\text{m}} \quad (1 \text{ bod}) \right.$$

$$M = m + 5 - 5 \log d_{pc} \quad (1 \text{ bod})$$

$$47 \text{ g.s.} = \frac{47}{3,26} pc = 14,42 pc \quad (1 \text{ bod})$$

$$M_{uk} = 4,99 + 5 - 5 \log 14,42 = 4,2^{\text{m}} \quad (1 \text{ bod})$$

Ukupno 6 bodova

4. Masa bijelog patuljka iznosi 95% mase Sunca, a efektivna površinska temperatura mu iznosi 25000 K. Izračunajte polumjer i gustoću tog bijelog patuljka ako mu je apsolutna bolometrijska veličina $11,1^m$. Kojom brzinom (i u kojem smjeru) se giba u odnosu na nas ako je spektroskopom izmjereno da mu je maksimum zračenja na $2,588 \cdot 10^{15}$ Hz. Masa Sunca iznosi $2 \cdot 10^{30}$ kg, apsolutna bolometrijska veličina Sirijusa je $1,42^m$, luminozitet Sirijusa je $9,8 \cdot 10^{27}$ W, Stefan-Boltzmanova konstanta iznosi $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$, Wienova konstanta je $2,9 \cdot 10^{-3}$ mK, a brzina svjetlosti je 300000 km/s.

| | |
|---|--|
| 8 | |
|---|--|

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

$$T_{BP} = 25000 \text{ K}$$

$$M_{BP} = 11,1^m$$

$$M_{Sirijus} = 1,42^m$$

$$L_{Sirijus} = 9,8 \cdot 10^{27} \text{ W}$$

$$\nu_{op} = 2,588 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$$

$$b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$R_{BP} = ? ; \rho_{BP} = ? ; v_{BP} = ?$$

$$\frac{L_{Sirijus}}{L_{BP}} = 2,512^{M_{BP} - M_{Sirijus}} \Rightarrow L_{BP} = \frac{L_{Sirijus}}{2,512^{M_{BP} - M_{Sirijus}}}$$

$$L_{BP} = \frac{9,8 \cdot 10^{27} \text{ W}}{2,512^{11,1 - 1,42}} = 1,32 \cdot 10^{24} \text{ W} \quad (1 \text{ bod})$$

$$L_{BP} = \sigma \cdot S \cdot T^4 = \sigma 4\pi R_{BP}^2 T_{BP}^4$$

$$R_{BP} = \sqrt{\frac{L_{BP}}{\sigma 4\pi T_{BP}^4}} = \sqrt{\frac{1,32 \cdot 10^{24} \text{ W}}{5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4} \cdot 4\pi \cdot (25000 \text{ K})^4}} = 2,18 \cdot 10^6 \text{ m} = 2180 \text{ km} \quad (1 \text{ bod})$$

$$\rho = \frac{m_{BP}}{V} = \frac{m_{BP}}{\frac{4}{3} R_{BP}^3 \pi} = \frac{0,95 \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}}{\frac{4}{3} \cdot (2,18 \cdot 10^6 \text{ m})^3 \pi} = 4,38 \cdot 10^{10} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (1 \text{ bod})$$

$$b = \lambda_m T \Rightarrow \lambda_m = \frac{b}{T} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ mK}}{25000 \text{ K}} = 1,16 \cdot 10^{-7} \text{ m} \quad (1 \text{ bod})$$

$$\lambda_{op} = \frac{c}{\nu_{op}} = \frac{3 \cdot 10^8 m/s}{2,588 \cdot 10^{15} Hz} = 1,159 \cdot 10^{-7} m \quad (1 \text{ bod})$$

$$z = \frac{v}{c} = \frac{\lambda_{op} - \lambda_m}{\lambda_m} = \frac{\nu_m - \nu_{op}}{\nu_{op}}$$

$$z = \frac{1,159 \cdot 10^{-7} m - 1,16 \cdot 10^{-7} m}{1,16 \cdot 10^{-7} m} = -8,62 \cdot 10^{-4} \quad (1 \text{ bod})$$

$$v = c \cdot z = 3 \cdot 10^8 m/s \cdot (-8,62 \cdot 10^{-4}) = -2,59 \cdot 10^5 m/s = -259 km/s \quad (1 \text{ bod})$$

Približava nam se (1 bod)

Ukupno: 8 bodova