

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

PITANJA

Zaokružite točan odgovor.

	2
--	---

1. Ako se zvjezdana veličina zvijezde promijenila od $m_p = 10$ do $m_k = 2$, koliki je omjer konačnog i početnog luminoziteta L_k/L_p ?

- a) 0,00063
- b) 0,2
- c) 1585
- d) 100 000 000

Točan odgovor: c) 1585

	2
--	---

2. Oznaka HeII za liniju u spektru zvijezde stoji za emisijsku ili apsorpcijsku liniju:

- a) neutralnog helija
- b) jednostruko ioniziranog helija
- c) dvostruko ioniziranog helija
- d) trostruko ioniziranog helija

Točan odgovor: b) jednostruko ioniziranog helija

(Izvor: V. Vujnović, Astronomija 2, Školska knjiga, 1990)

	2
--	---

3. Ako je u spektru zvijezde izmjereno da se uske linije neprestano malo pomiču prema crvenom, a zatim prema plavom dijelu spektra i natrag, zaključujemo:

- a) atmosfera zvijezde širi se i skuplja (pulsira)
- b) zvijezda se velikom brzinom okreće oko svoje osi (rotira)
- c) u orbiti oko zvijezde nalazi se veliki planet
- d) zvijezda se giba prema nama

Točan odgovor: a) atmosfera zvijezde širi se i skuplja (pulsira)

	2
--	---

4. Cefeide su zvijezde koje su promjenjive zbog:

- a) velikih pjega na površini koje pri rotaciji zvijezde mijenjaju njezin ukupni mjereni sjaj
- b) povremenog izbacivanja materijala prikupljenog na površini
- c) zasjenjivanja drugom zvijezdom u dvojnog sustavu
- d) širenja i skupljanja, odnosno pulsiranja

Točan odgovor: d) širenja i skupljanja, odnosno pulsiranja

	2
--	---

5. Razlika ekliptičkih dužina (longituda) $\Delta\lambda$ Sunca i Mjeseca u trenutku punog Mjeseca iznosi:

- a) 0°
- b) 45°
- c) 90°
- d) 180°

Točan odgovor: d) 180°

Nadopunite.

	2
--	---

6. Zvezdana jata ili skupove dijelimo na dvije osnovne vrste: kuglaste i otvorene.

	2
--	---

7. Zvijezda Sjevernjača udaljena je od sjevernog nebeskog pola za približno 1° .

Prihvaća se i $42'$, $0,66$ ili $0,7$ stupnjeva.

	2
--	---

8. Patuljasti planet Pluton nalazi se u Kuiperovu (nadopunite) ~~oblaku~~/pojasu (prekrižite netočno).

	2
--	---

9. Pomoću Dopplerova efekta možemo izmjeriti radijalnu komponentu brzine zvijezde.

	2
--	---

10. Središte Mliječne staze nalazi se u smjeru zvijezda Strijelca.

ZADATCI

	6
--	---

1. U trenutku najvećeg sjaja supernove tipa Ia imaju apsolutnu zvjezdanu veličinu približno -19,3 mag. Kada bi takva supernova eksplodirala u našem galaktičkom susjedu M31, kolika bi bila njezina prividna zvjezdana veličina? Za udaljenost do M31 uzmite 765 kpc. Koliko bi godina informacija o toj hipotetskoj eksploziji putovala do nas?

$$1 \text{ pc} = 3,26156 \text{ s.g.}$$

$$M = -19.3 \text{ mag}$$

$$d = 765 \text{ kpc}$$

$$m = ?, t = ?$$

$$m - M = 5(\log_{10} d - 1), \text{ gdje je } d \text{ izražen u parsecima.} \quad (1 \text{ bod})$$

$$m = M + 5(\log_{10} d - 1) = -19.3 + 5[\log_{10}(7.65 \cdot 10^5) - 1] = 5.12 \text{ mag} \quad (2 \text{ boda})$$

$$d = 765 \text{ kpc} = 765\,000 \cdot 3.26156 \text{ s.g.} = 2.4951 \cdot 10^6 \text{ s.g.} \quad (1 \text{ bod})$$

$$t = \frac{d}{v} = \frac{d}{c} \quad (1 \text{ bod})$$

$$t = \frac{2.4951 \cdot 10^6 \cdot c \cdot \text{god.}}{c} = 2.495 \cdot 10^6 \text{ god.} \quad (1 \text{ bod})$$

Prividna zvjezdana veličina supernove tipa Ia u M31 bila bi 5.12 mag, a signal bi do nas putovao 2.495 milijuna godina.

Priznaju se i alternativni postupci.

2. Zvijezda u Velikom Magellanovu oblaku ima maksimum zračenja na 660 nm i bolometrijsku prividnu zvjezdanu veličinu 17.5. Pretpostavite da zvijezda zrači kao crno tijelo i izračunajte njezin polumjer. Uzmite u obzir zadane veličine, međurezultate, rezultate te vrijednosti parametara za Sunce i procijenite koji je ovo tip zvijezde.

Udaljenost Velikog Magellanova oblaka je 50 kpc, $k_{\text{Wien}} = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ K m}$,
 $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2 \text{ K}^4)$, $L_{\odot} = 3,828 \cdot 10^{26} \text{ W}$, $M_{\text{bol},\odot} = 4,74$, $R_{\odot} = 696\,340 \text{ km}$.

$$\lambda_{\text{max}} = 660 \text{ nm}$$

$$m_{\text{bol}} = 17.5$$

$$R = ? , \quad \text{tip} = ?$$

Iz maksimuma spektra računamo efektivnu temperaturu zvijezde, Wienov zakon:

$$\lambda_{\text{max}} T = k_{\text{Wien}} \quad , \quad k_{\text{Wien}} = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ K m} \quad (1 \text{ bod})$$

$$T = \frac{k_{\text{Wien}}}{\lambda_{\text{max}}} = \frac{5.67 \cdot 10^{-3}}{6.6 \cdot 10^{-7}} = 4394 \text{ K} \quad (1 \text{ bod})$$

Iz prividne računamo apsolutnu zvjezdanu veličinu:

$$m - M = 5(\log_{10} d - 1) \quad (1 \text{ bod})$$

$$M_{\text{bol}} = m_{\text{bol}} - 5(\log_{10} d - 1) = 17.5 - 5 \cdot [\log_{10}(50 \cdot 10^3) - 1] = -0.99485 \quad (1 \text{ bod})$$

Luminozitet računamo iz apsolutne zvjezdane veličine:

$$M_{\text{bol}} - M_{\text{bol},\odot} = -2.5 \log \frac{L}{L_{\odot}} \quad (1 \text{ bod})$$

$$L = L_{\odot} 10^{-(M_{\text{bol}} - M_{\text{bol},\odot})/2.5} = L_{\odot} 10^{-(-0.99485 - 4.74)/2.5} = 196.8 L_{\odot} = 7.53 \cdot 10^{28} \text{ W} \quad (1 \text{ bod})$$

Konačno, polumjer zvijezde nalazimo iz zakona zračenja crnog tijela:

$$L = S \sigma T^4 = 4\pi R^2 \sigma T^4 \quad (1 \text{ bod})$$

$$R = \sqrt{\frac{L}{\pi \sigma}} \frac{1}{2T^2} = \sqrt{\frac{7.532 \cdot 10^{28}}{3.14 \cdot 5.67 \cdot 10^{-8}}} \frac{1}{2 \cdot 4394^2} = 1.684 \cdot 10^{10} \text{ m} = 24.2 R_{\odot} \quad (1 \text{ bod})$$

S obzirom na maksimum zračenja u crvenom dijelu spektra, relativno nisku temperaturu, veliki luminozitet u usporedbi sa Suncem i veliki polumjer u usporedbi sa Suncem, zvijezda je **Crveni div**.

3. U spektru Be zvijezde HD 51452 izmjerili ste da apsorpcijska linija helija $\lambda_0 = 492,1$ nm počinje na 491,81 nm, a završava na 492,71 nm. Kojom se brzinom giba zvijezda u odnosu na Sunčev sustav i kolika je najmanja ekvatorijalna brzina rotacije ove zvijezde? Giba li se zvijezda prema nama ili od nas? (λ_0 označuje valnu duljinu mjerenu u laboratoriju.)

$$\lambda_0 = 492,1 \text{ nm}$$

$$v_{\text{rel}} = ?, v_{\text{rot}} = ?, \text{smjer} = ?$$

$$\lambda_{\text{min,mjereno}} = 491,81 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{max,mjereno}} = 492,71 \text{ nm}$$

Spektar je pomaknut zbog relativnog gibanja zvijezde prema sunčevom sustavu, a linija proširena zbog rotacije zvijezde. Mjerena sredina linije:

$$\lambda_{\text{centr}} = (\lambda_{\text{min,mjereno}} + \lambda_{\text{max,mjereno}})/2 = 492,26 \text{ nm} \quad (1 \text{ bod})$$

$$\frac{\lambda_{\text{centr}} - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{v_{\text{rel}}}{c} \quad (1 \text{ bod})$$

$$v_{\text{rel}} = c \frac{\lambda_{\text{centr}} - \lambda_0}{\lambda_0} = 3 \cdot 10^8 \frac{492,26 - 492,1}{492,1} = 3 \cdot 10^8 \frac{0,160}{492,1} = 97,54 \text{ km/s} \quad (1 \text{ bod})$$

Zbog rotacije se jedna strana zvijezde približava prema nama, a druga udaljava od nas. Brzine su najveće na ekvatoru, pa ekstremi odgovaraju ekvatorijalnim brzinama. Zbog moguće orijentacije osi rotacije zvijezde u odnosu na nas, dobivena brzina je najmanja procjena ekvatorijalne brzine.

$$v_{\text{rot}} = c \frac{\lambda_{\text{max,mjereno}} - \lambda_{\text{centr}}}{\lambda_{\text{centr}}} \quad (1 \text{ bod})$$

$$v_{\text{rot}} = 3 \cdot 10^8 \frac{492,71 - 492,26}{492,26} = 3 \cdot 10^8 \frac{0,450}{492,26} = 274,24 \text{ km/s} \quad (1 \text{ bod})$$

Isti iznos, ali sa suprotnim predznakom, se dobije za najmanju valnu duljinu linije. Priznaje se i pozitivan i negativan predznak ako su jednadžba i iznos ispravni.

Ako se u odgovoru **NE pojavljuje** dvostruka brzina, npr. 548.5 km/s ili brzina računata s valnim duljinama iz teksta zadatka 176.8 km/s ili 371.9 km/s. (1 bod)

Jasno napisano da se zvijezda od nas **udaljava** (pomak λ_{centr} je prema crvenom ili crveni pomak z je pozitivan): (1 bod)

4. Priložena karta neba prikazuje sva zviježđa kroz koja prolazi iscrtkana krivulja. Na karti označite sljedeće:

- nazive svakog od označenih zviježđa
- skupno ime za ta zviježđa
- naziv, tj. značenje iscrtkane zakrivljene linije
- naziv, tj. značenje ravne iscrtkane linije
- naziv točke označene pri sredini karte

Napomena: Čitanje karte predviđeno je tako da zarotirate ispit za 90 stupnjeva u smjeru kazaljke na satu.

- *Svako točno označeno zviježđe 0.45 bodova (ukupno najviše 5.85 bodova).*
- **Zviježđa zodiijaka** (0.15 bodova)
- *Točna oznaka za **ekliptiku** (0.5 bodova).*
- *Točna oznaka za **nebeski ekvator** (0.5 bodova).*
- *Točna oznaka za **proljetnu točku** (1 bod).*

Priznaje se i ekvatorijalna ravnina ili ekvator umjesto nebeski ekvator.

