

## Županijsko natjecanje iz astronomije

Razred ili kategorija natjecanja: 3. razred srednje škole

Zaporka

--	--	--	--	--

Broj postignutih bodova/ ukupan broj bodova:

Pitanja: \_\_\_\_\_ / 20.

Zadaci: \_\_\_\_\_ / 30.

Ukupno: \_\_\_\_\_ / 50.

Postotak riješenosti testa \_\_\_\_\_ %

Praktični/ istraživački rad:

Tema:

Napomene:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Potpis članova Povjerenstva

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(mjesto i nadnevak)

Županijsko natjecanje iz astronomije sastoji se iz pisane provjere znanja (testa) i izlaganja praktičnog/ istraživačkog rada. Učenici pišu test najdulje 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.

Na županijskom natjecanju učenik izlaže praktični/ istraživački rad uz poster. Izlaganje praktičnog/ istraživačkog rada na županijskom natjecanju se ne boduje.

**Rješenja** pitanja i zadataka  
za županijsko natjecanje iz astronomije 2015.  
za 3. razred srednje škole  
25. ožujka 2015.

**Pitanja**

1. Svemirski opservatorij Planck bio je satelit čiji su instrumenti nebo opažali u:

- a) gama-području
- b) rendgenskom području
- c) ultraljubičastom području
- d) **mikrovalnom području**

**Rješenje: d (2 boda)**

2. Planet je astronomsko tijelo koje orbitira oko zvijezde ili zvjezdanog ostatka, koje je očistilo područje svoje orbite od sitnih tijela i koje je dovoljno masivno da ga vlastita **gravitacija** oblikuje u kuglu, ali nije dovoljno masivno da u njegovom središtu započne **termonuklearne** reakcije.

**Rješenje: gravitacija; termonuklearne (2 boda)**

NAPOMENA: Svaki od odgovora donosi po jedan bod pa je zadatak moguće bodovati s 0, 1 ili 2 boda. Priznaje se i „gravitacijska sila” umjesto „gravitacija” te „nuklearne” umjesto „termonuklearne” reakcije.

3. Zvijezda čije su spektralne linije pomaknute prema plavom dijelu spektra ima, u odnosu na Sunce, radijalnu brzinu

- a) veću od nule
- b) jednaku nuli
- c) **manju od nule**
- d) manju od transverzalne brzine

**Rješenje: c (2 boda)**

4. Spektar i intenzitet zračenja crnoga tijela ovise samo o **temperaturi** tijela.

**Rješenje: temperaturi (2 boda)**

5. Zemljina magnetosfera je veliko područje oko Zemlje u kojem je oblik Zemljinog magnetskog polja određen međudjelovanjem tog polja:

- a) s elektromagnetskim zračenjem Sunca
- b) s magnetskim poljem Sunca
- c) **sa Sunčevim vjetrom**
- d) sa Sunčevim pjegama

**Rješenje: c (2 boda)**

6. Zvijezde koje su danas klasificirane kao spektroskopski dvojne zvijezde mogu jednog dana postati **vizualno** dvojne zvijezde, ako razvijemo teleskop veće moći razlučivanja.

**Rješenje: vizualno (2 boda)**

7. Kombiniranjem Hubbleovog zakona (prema kojemu je brzina udaljavanja galaksije razmjerna njezinoj udaljenosti) i matematičkog izraza za pomak crvenome (prema kojemu je pomak crvenome jednak omjeru brzine galaksije i brzine svjetlosti) možemo mjerenjem pomaka crvenome odrediti udaljenost
- a) bilo koje galaksije u svemiru
  - b) samo onih galaksija koje se od nas udaljavaju
  - c) **samo onih galaksija koje imaju pomak crvenome puno manji od jedinice**
  - d) samo onih galaksija koje imaju pomak crvenome puno veći od jedinice

**Rješenje: c (2 boda)**

8. Spektar zračenja astronomskog objekta je
- a) ukupni intenzitet zračenja
  - b) **intenzitet zračenja u ovisnosti o valnoj duljini**
  - c) boja astronomskog objekta
  - d) popis svih boja astronomskog objekta

**Rješenje: b (2 boda)**

9. U astronomiji, **fotometrija** je mjerenje intenziteta elektromagnetskog zračenja astronomskog objekta u nekom intervalu valnih duljina.

**Rješenje: fotometrija (2 boda)**

10. Harvardska klasifikacija je klasifikacija:
- a) galaksija
  - b) galaktičkih skupova
  - c) zvjezdanih skupova
  - d) **zvjezdanih spektara**

**Rješenje: d (2 boda)**

## Zadaci

1. Prividna magnituda kuglastog skupa M80 je  $m = 7,87$ . Skup sadrži nekoliko stotina tisuća zvijezda. Pretpostavite da je osvijetljenost skupa jednaka ukupnoj osvijetljenosti sto tisuća istih zvijezda. Kolika je prividna magnituda jedne od tih zvijezda? (7 bodova)

### Rješenje:

Osvijetljenost skupa jednaka je zbroju osvijetljenosti 100000 istih zvijezda

$$E = E_1 + E_1 + E_1 + \dots + E_1 = 100000 E_1 \quad (1 \text{ bod})$$

Podijelimo gornji izraz s osvijetljenošću zvijezde prividne magnituda nula

$$\frac{E}{E_0} = 100000 \frac{E_1}{E_0} \quad (1 \text{ bod})$$

Za omjere osvijetljenosti općenito vrijedi

$$\frac{E_1}{E_2} = 2,512^{m_2 - m_1} \quad (2 \text{ boda})$$

Stoga možemo pisati

$$\frac{E}{E_0} = 100000 \frac{E_1}{E_0}$$

$$2,512^{0-m} = 100000 \cdot 2,512^{0-m_1}$$

$$2,512^{-m} = 100000 \cdot 2,512^{-m_1} \quad (1 \text{ bod})$$

gdje je  $m$  prividna magnituda skupa, a  $m_1$  prividna magnituda pojedinačne zvijezde.

$$2,512^{-7,87} = 100000 \cdot 2,512^{-m_1}$$

$$\frac{2,512^{-7,87}}{100000} = 2,512^{-m_1}$$

$$2,512^{-m_1} = 0,000000007$$

$$\ln(2,512^{-m_1}) = \ln(0,000000007) \quad (1 \text{ bod})$$

$$-m_1 \cdot \ln(2,512) = \ln(0,000000007)$$

$$m_1 = \frac{-\ln(0,000000007)}{\ln(2,512)} = 20,4 \quad (1 \text{ bod})$$

**NAPOMENA:** priznaju se i drukčiji pristupi rješavanju, primjerice:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{E_1}{100000 E_1} = 2,512^{m_2 - m_1} \Rightarrow -\log 100000 = (7,87 - m_1) \log 2,512$$

$$m_1 = 7,87 + \frac{5}{0,4} = 20,37$$

2. Dvije zvijezde imaju istu prividnu magnitudu. No, jedna ima paralaksu 0,75 kutnih sekundi, a druga 1,25 kutnih sekundi. Izračunajte razliku njihovih apsolutnih magnituda. **(8 bodova)**

**Rješenje:**

---

Izraz koji povezuje apsolutnu magnitudu  $M$  i prividnu magnitudu  $m$  s udaljenošću  $r$  je

$$M = m + 5 - 5 \log \left( \frac{r}{\text{pc}} \right) \quad \textbf{(2 boda)}$$

---

Udaljenost zvijezde  $r$  (mjerena u parsecima) recipročna je paralaksi  $p$  (mjerenoj u kutnim sekundama)

$$\frac{r}{\text{pc}} = \frac{1}{p} \quad \textbf{(2 boda)}$$

---

Kombinacijom gornjih izraza dobijemo

$$M = m + 5 - 5 \log \left( \frac{1}{p} \right) \quad \textbf{(1 bod)}$$

---

Za svaku od zvijezda možemo napisati

$$M_1 = m_1 + 5 - 5 \log \left( \frac{1}{p_1} \right)$$

$$M_2 = m_2 + 5 - 5 \log \left( \frac{1}{p_2} \right)$$

---

Izjednačavanjem prividnih amplituda dobijemo

$$m_1 = m_2 \quad \textbf{(1 bod)}$$

$$M_1 - 5 + 5 \log \left( \frac{1}{p_1} \right) = M_2 - 5 + 5 \log \left( \frac{1}{p_2} \right)$$

---

Konačno, razlika apsolutnih magnituda je

$$M_1 - M_2 = 5 \log \left( \frac{1}{p_2} \right) - 5 \log \left( \frac{1}{p_1} \right) = 5 \log \left( \frac{p_1}{p_2} \right) \quad \textbf{(1 bod)}$$

$$M_1 - M_2 = -1.11 \quad \textbf{(1 bod)}$$

---

3. Pretpostavite da polumjer Sunca poraste 1,6 puta uz nepromijenjenu snagu zračenja. Za koliko će se Kelvinovih stupnjeva ohladiti površina Sunca? Za koliko će se nanometara pomaknuti valna duljina koja odgovara maksimumu spektra? Je li pomak prema crvenom ili prema plavom dijelu spektra? Stefan-Boltzmannova konstanta je  $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ , a Wienova konstanta  $0,0029 \text{ m K}$ . Temperatura površine Sunca prije hipotetske promjene je  $5778 \text{ K}$ . **(8 bodova)**

**Rješenje:**

---

Sunce zrači kao crno tijelo, a snaga zračenja crnoga tijela je

$$P = A \sigma T^4 \quad (1 \text{ bod})$$

pri čemu je  $A$  oplošje kugle polumjera  $r$

$$A = 4r^2 \pi \quad (1 \text{ bod})$$

---

Ako polumjer i temperaturu prije promjene označimo indeksom 1, a polumjer i temperaturu nakon promjene indeksom 2 onda imamo

$$P = 4r_1^2 \pi \sigma T_1^4$$

$$P = 4r_2^2 \pi \sigma T_2^4$$

iz čega slijedi

$$4r_1^2 \pi \sigma T_1^4 = 4r_2^2 \pi \sigma T_2^4$$

$$r_1^2 T_1^4 = r_2^2 T_2^4$$

$$r_1 T_1^2 = r_2 T_2^2$$

$$T_2 = T_1 \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} \quad (1 \text{ bod})$$

$$T_2 = 5778 \text{ K} \sqrt{\frac{r_1}{1,6 \cdot r_1}} = 5778 \text{ K} \sqrt{\frac{1}{1,6}} = 4568 \text{ K} \quad (1 \text{ bod})$$

pa je promjena temperature

$$T_2 - T_1 = 5778 \text{ K} - 4568 \text{ K} = 1210 \text{ K} \quad (1 \text{ bod})$$

Iz Wienovog zakona

$$T \lambda_m = 0,0029 \text{ m K} \quad (1 \text{ bod})$$

valne duljine  $\lambda_{m1}$  i  $\lambda_{m2}$  koje odgovara stanjima prije i poslije promjene su

$$\lambda_{m1} = \frac{0,0029 \text{ m K}}{5778 \text{ K}} = 502 \text{ nm}$$

$$\lambda_{m2} = \frac{0,0029 \text{ m K}}{4568 \text{ K}} = 635 \text{ nm}$$

Promjena valne duljine koja odgovara maksimumu spektra je

$$\Delta \lambda = 635 \text{ nm} - 502 \text{ nm} = 133 \text{ nm} \quad (1 \text{ bod})$$

Pomak je **prema crvenom dijelu spektra.**

**(1 bod)**

---

4. Izvor plave svjetlosti (valne duljine 450 nm) giba se prema nama sve većom brzinom. Pri kojoj će nam brzini taj izvor postati nevidljiv? Kolika je tada brzina emitirane svjetlosti u odnosu na nas? Uputa: Izvor nam postaje nevidljiv kad njegova valna duljina padne ispod 390 nm što je izvan granice osjetljivosti ljudskog oka. **(7 bodova)**

**Rješenje:**

---

Promjena valne duljine, zbog Dopplerovog učinka, je

$$\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{v}{c} \quad \textbf{(3 boda)}$$

gdje je  $\lambda$  opažena, a  $\lambda_0$  izvorna valna duljina.

Brzina svjetlosti u vakuumu je

$$c \approx 300000 \text{ km/s} \quad \textbf{(1 bod)}$$

---

Brzinu približavanja ( $v < 0$ ) dobijemo, u graničnom slučaju, iz

$$\frac{390 \text{ nm} - 450 \text{ nm}}{450 \text{ nm}} = \frac{v}{300000 \text{ km/s}}$$
$$-\frac{60}{450} = \frac{v}{300000 \text{ km/s}} \quad \textbf{(1 bod)}$$

$$v \approx -40000 \text{ km/s} \quad \textbf{(1 bod)}$$

Brzina svjetlosti u odnosu na nas je uvijek  $c$  (ne ovisi o brzini izvora). **(1 bod)**

---