

Rješenja pitanja i zadataka za  
Školsko natjecanje iz astronomije 2012.  
4. razred srednje škole  
6. veljače 2012.

Zaporka					
riječ			peteroznamenasti broj		

**Pitanja**

**Zaokružite slovo ispred točnog odgovora ili dopunite rečenicu (svaki točan odgovor donosi 2 boda)**

1. Kako crna rupa uvlači sve više tvari
- a) njezin se Schwarzschildov polumjer smanjuje
  - b) njezin se Schwarzschildov polumjer povećava**
  - c) ona postaje sve tamnija i tamnija
  - d) njezina gustoća raste

**Rješenje: b (2 boda)**

2. U prvom koraku termonuklearne fuzije u zvijezdama iz vodika nastaje deuterij.

**Rješenje: deuterij (2 boda)**

3. Radiogalaksije
- a) odašilju energiju samo u obliku radiovalova
  - b) mogu biti opažene samo radioteleskopima
  - c) odašilju više energije u obliku radiovalova nego tipične galaksije**
  - d) su galaksije prema kojima su poslani radiosignali kao pokušaj komunikacije s izvanzemaljskim civilizacijama

**Rješenje: c (2 boda)**

4. **Cefeide** su promjenljive zvijezde nazvane po  $\delta$  Cep.

**Rješenje: cefeide (2 boda)**

5. Kvazari s velikim plavim pomakom u spektru
- a) udaljavaju se od nas gotovo brzinom svjetlosti
  - b) približavaju nam se gotovo brzinom svjetlosti
  - c) odašilju više energije u obliku X-zraka u usporedbi s drugim kvazarima
  - d) nisu nikad opaženi**

**Rješenje: d (2 boda)**

6. Hertzsprung-Russellov dijagram povezuje snagu zračenja zvijezde s njezinom površinskom temperaturom.

**Rješenje: snagu (2 boda)**  
**također se priznaju odgovori: „apsolutnu magnitudu” i „luminozitet“**

7. Zvijezde s malom metaličnošću (udjelom metala) sastoje se uglavnom od
- a) svih elemenata osim metala
  - b) helija
  - c) plina i prašine
  - d) vodika i helija**

**Rješenje: d (2 boda)**

8. **Tamna tvar** je skrivena ili nevidljiva tvar koja ne svijetli, a otkrivaju ju gravitacijski učinci.

**Rješenje: tamna tvar (2 boda)**

9. Apsolutna zvjezdana magnituda jednaka je prividnoj magnitudi na udaljenosti od
- a) 3,26 pc
  - b) 10,0 pc**
  - c) 32,6 pc
  - d) 100 pc

**Rješenje: b (2 boda)**

10. Rana faza razvoja svemira, koja se odvijala neposredno nakon velikog praska, je **inflacijski** svemir.

**Rješenje: inflacijski ili napuhujući (2 boda)**

## **Zadaci**

1. Izračunajte masu crne rupe koja ima Schwarzschildov polumjer jednak 3 km.  
(7 bodova)

**Rješenje:**

---

Schwarzschildov polumjer je

$$r = \frac{2GM}{c^2} \quad (2 \text{ boda})$$

gdje je  $M$  masa crne rupe,  $c$  brzina svjetlosti, a  $G$  opća gravitacijska konstanta.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1} \quad (1 \text{ bod})$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2} \quad (1 \text{ bod})$$

---

Masa crne rupe tada je

$$M = \frac{rc^2}{2G} \quad (1 \text{ bod})$$

$$M = \frac{3 \cdot 10^3 (3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}} \quad (1 \text{ bod})$$

$$M = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg} \quad (1 \text{ bod})$$

---

2. Nađite kozmološki crveni pomak galaksije koja je od Zemlje udaljena 530 Mpc. Za vrijednost Hubbleovog parametra uzmite  $71 \text{ km s}^{-1} (\text{Mpc})^{-1}$ . **(8 bodova)**

**Rješenje:**

---

Prema Hubbleovom zakonu

$$v = H_0 \cdot d \quad \textbf{(3 boda)}$$

$$v = 71 \text{ km s}^{-1} (\text{Mpc})^{-1} \cdot 530 \text{ Mpc}$$

$$v = 3,76 \cdot 10^7 \text{ m/s} \quad \textbf{(1 bod)}$$

---

Za male vrijednosti kozmološkog crvenog pomaka vrijedi

$$z = \frac{v}{c} \quad \textbf{(2 boda)}$$

$$z = \frac{3,76 \cdot 10^7 \text{ m/s}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$$

$$z = 0,125 \quad \textbf{(2 boda)}$$

---

3. Kolika je površinska temperatura zvijezde čija luminoznost iznosi  $3,8 \cdot 10^{26} \text{ W}$ ? Štefan-Boltzmannova konstanta je  $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ , a polumjer zvijezde  $7 \cdot 10^8 \text{ m}$ . (7 bodova)

**Rješenje:**

---

Luminoznost je snaga zračenja kozmičkoga izvora. Zvijezda zrači kao crno tijelo za koje vrijedi Štefan-Boltzmannov zakon

$$P = A \sigma T^4 \quad (2 \text{ boda})$$

Površina sfere je

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

---

Dakle, za luminoznost zvijezde možemo pisati

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

Površinsku temperaturu zvijezde tada računamo

$$T = \sqrt[4]{\frac{L}{4R^2 \pi \sigma}} \quad (1 \text{ bod})$$

---

$$T = \sqrt[4]{\frac{3,8 \cdot 10^{26} \text{ W}}{4\pi \cdot (7 \cdot 10^8 \text{ m})^2 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}}} \quad (1 \text{ bod})$$

$$T = 5750 \text{ K} \quad (1 \text{ bod})$$

Napomena: Uvažavaju se rezultati u rasponu od 5740 do 5760 K

---

4. Pulsar u Rakovici rotira s periodom od 33 ms. Kolika je obodna brzina točke na ekvatoru pulsara? Izrazite tu brzinu i u postocima brzine svjetlosti. Za promjer pulsara uzmite 25 km. **(8 bodova)**

**Rješenje:**

---

Točka na ekvatoru prođe put jednak opsegu za vrijeme jednako periodu

$$s = 2 R \pi \quad , \quad (1 \text{ bod})$$

$$t = T \quad (1 \text{ bod})$$

---

Obodna brzina točke na ekvatoru pulsara tada je

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2 R \pi}{T} \quad (1 \text{ bod})$$

---

$$v = \frac{25 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \pi}{33 \cdot 10^{-3} \text{ s}} \quad (1 \text{ bod})$$

$$v = 7,6 \cdot 10^5 \text{ m/s} \quad (1 \text{ bod})$$

---

$$v = \frac{7,6 \cdot 10^5 \text{ m/s}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} c \quad (1 \text{ bod})$$

$$v = 0,25\% \ c \quad (1 \text{ bod})$$

---