

Pitanja i zadaci za  
Školsko natjecanje iz astronomije 2013.  
4. razred srednje škole  
5. veljače 2013.

Zaporka					
riječ			peteroznamenasti broj		

**Pitanja**

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

1. Umnožak paralakse (izražene u sekundama) i udaljenosti zvijezde (izražene u parsecima) iznosi

- a) 1"
- b) 1**
- c) 1°
- d) 1/3600

**Rješenje: b (2 boda)**

2. Fraunhoferove linije su **apsorpcijske** spektralne linije zvijezda.

**Rješenje: apsorpcijske (2 boda)**

3. Broj kemijskih elemenata u Suncu je

- a) 1 (helij)
- b) 2 (vodik i helij)
- c) veći od 10
- d) veći od 70**

**Rješenje: d (2 boda)**

4. O, B, A, F, G, K i M su **spektralne** klase zvijezda.

**Rješenje: spektralne (2 boda)**

5. Promjena valne duljine svjetlosti zbog Dopplerovog pomaka odnosi se prema izvornoj valnoj duljini kao brzina svjetlosnog izvora prema:
- a) promjeni brzine zvijezde
  - b) brzini svjetlosti**
  - c) apsolutnoj brzini zvijezde
  - d) brzini zvuka

**Rješenje: b (2 boda)**

6. Luminoznost zvijezde proporcionalna je četvrtoj potenciji **temperature**.

**Rješenje: temperature (2 boda)**

7. Cygnus X-1 je
- a) ostatak supernove
  - b) promjenljiva zvijezda
  - c) kandidat za crnu rupu**
  - d) komet

**Rješenje: c (2 boda)**

8. Najveći kozmički objekt po veličini je:
- a) superskup**
  - b) galaksija
  - c) otvorni skup
  - d) skup galaksija

**Rješenje: a (2 boda)**

9. Masivna svijetla sfera plazme koju na okupu drži gravitacija je
- a) oblak plina i prašine
  - b) maglica
  - c) zvijezda**
  - d) galaksija

**Rješenje: c (2 boda)**

10. Konstantu proporcionalnosti između relativne brzine galaksija i njihove međusobne udaljenosti nazivamo **Hubbleovom** konstantom.

**Rješenje: Hubbleovom (2 boda)**

## **Zadaci**

1. Kojom se brzinom od nas udaljava galaksija čiji je kozmološki pomak prema crvenome jednak 0,05? **(7 bodova)**

### **Rješenje:**

---

Za male vrijednosti kozmološkog pomaka prema crvenome,  $z$ , vrijedi

$$z = \frac{v}{c} \quad \textbf{(3 boda)}$$

gdje je  $v$  brzina galaksije, a  $c$  brzina svjetlosti.

---

Brzina svjetlosti je

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

---

Stoga je

$$\begin{aligned} v &= z \cdot c = 0,05 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1} \\ v &= 1,5 \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1} \end{aligned} \quad \textbf{(3 boda)}$$

---

2. Kolika je površinska temperatura zvijezde čija je luminoznost dva puta veća od luminoznosti Sunca, a polumjer dva puta manji od polumjera Sunca. Stefan-Boltzmannova konstanta  $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ , a površinska temperatura Sunca 5770 K. **(8 bodova)**

**Rješenje:**

---

Luminoznost zvijezde je

$$L = 4 R^2 \pi \sigma T^4 \quad \textbf{(2 boda)}$$

---

Za Sunce vrijedi

$$L_0 = 4 R_0^2 \pi \sigma T_0^4$$

a za drugu zvijezdu

$$L_1 = 4 R_1^2 \pi \sigma T_1^4 \quad \textbf{(1 bod)}$$

---

Iz uvjeta zadatka

$$L_1 = 2 L_0 \quad \textbf{(1 bod)}$$

$$R_1 = \frac{R_0}{2} \quad \textbf{(1 bod)}$$

---

Dijeljenjem izraza za luminoznost Sunca

$$L_0 = 4 R_0^2 \pi \sigma T_0^4$$

i druge zvijezde

$$2 L_0 = R_0^2 \pi \sigma T_1^4$$

slijedi

$$2 = \frac{T_1^4}{4 T_0^4} \quad \textbf{(2 boda)}$$

---

Konačno je

$$T_1 = T_0 \cdot \sqrt[4]{8} \approx 9700 \text{ K} \quad \textbf{(1 bod)}$$


---

NAPOMENA: kao točni odgovori priznaju sve vrijednosti između 9700 i 9710 K.

3. Koliko bi svjetlosnih godina bila udaljena galaksija koja bi se od nas udaljavala brzinom svjetlosti? Za vrijednost Hubbleovog parametra uzmite  $71 \text{ km s}^{-1} (\text{Mpc})^{-1}$ .  
(7 bodova)

**Rješenje:**

---

Iz Hubbleovog zakona

$$v = H_0 \cdot d \quad (2 \text{ boda})$$

slijedi

$$d = \frac{v}{H_0} = \frac{c}{H_0} \quad (1 \text{ bod})$$

---

Brzina svjetlosti je

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

---

Stoga je

$$d = \frac{c}{H_0} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}}{71 \text{ kms}^{-1} \text{Mpc}^{-1}} = \frac{3 \cdot 10^5 \text{ kms}^{-1}}{71 \text{ kms}^{-1} \text{Mpc}^{-1}} = 4,2 \text{ Gpc} \quad (1 \text{ bod})$$

---

Jedan parsek odgovara udaljenosti od 3,262 svjetlosnih godina

$$1 \text{ pc} = 3,262 \text{ gs} \quad (1 \text{ bod})$$

pa je udaljenost u svjetlosnim godinama

$$d = 4,2 \text{ Gpc} = 4,2 \cdot 10^9 \cdot 3,262 \text{ gs} = 13,7 \cdot 10^9 \text{ gs} \quad (2 \text{ boda})$$

---

4. Kad bi Sunce postalo crna rupa koliki bi bio njezin Schwarzschildov polumjer?  
(8 bodova)

**Rješenje:**

---

Schwarzschildov polumjer je

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

gdje je  $M$  masa crne rupe,  $c$  brzina svjetlosti

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

a  $G$  opća gravitacijska konstanta

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

---

Masa Sunca je

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

---

Stoga je Schwarzschildov polumjer

$$R_s = \frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \cdot 10^{30} \text{ kg}}{(3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1})^2} \quad (1 \text{ bod})$$

$$R_s \approx 3 \text{ km} \quad (1 \text{ bod})$$

---

NAPOMENA: kao točni odgovori priznaju sve vrijednosti između 2,96 i 3 km.