

Rješenja pitanja i zadataka za Školsko natjecanje iz astronomije

III. razred

6. veljače 2012.

Pitanja

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

1. Udaljenost najudaljenijih skupova galaksija određuje se:
(a) mjerenjem perioda cefeida
(b) mjerenjem sjaja zvijezda
(c) pomoću Hubbleove konstante i mjerenjem crvenog pomaka
(d) trigonometrijskom paralaksom
2. Posljedica kojeg općeg zakona fizike je drugi Keplerov zakon?
(a) očuvanja kutne količine gibanja
(b) zakona očuvanja količine gibanja
(c) gravitacijske rezonancije
(d) zakona očuvanja energije
3. Zašto na Zemlji nema planina visokih kao na Marsu?
(a) zbog izrazite geološke aktivnosti Zemlje
(b) zbog veće mase Zemlje
(c) zbog veće erozije na Zemlji
(d) zbog plimnih sila koje uzrokuje Mjesec
4. Galaktički otvoreni skupovi su:
(a) veći i stariji od kuglastih skupova
(b) veći i mlađi od kuglastih skupova
(c) manji i mlađi od kuglastih skupova
(d) manji i stariji od kuglastih skupova
5. Rigel je otprilike 100 000 puta sjajniji (većeg luminoziteta) od Sunca i pripada spektralnom tipu B8. Sirius B je 30 000 puta manjeg sjaja od Sunca i također je spektralnog tipa B8. Koja od tih dviju zvijezda ima višu površinsku temperaturu?
(a) Rigel
(b) Sirius B
(c) Temperatura obje zvijezde je jednaka
(d) Nema dovoljno podataka za odgovor

6. Najvažniji parametar koji određuje duljinu života zvijezde je:
- (a) njezina masa**
 - (b) udio vodika u jezgri
 - (c) blizina vrlo masivnih zvijezda u blizini središta Galaksije
 - (d) početna koncentracija željeza u jezgri
7. Sekundarno zrcalo u Cassegrainovoj izvedbi teleskopa je:
- (a) ravno
 - (b) eliptičko
 - (c) hiperboličko**
 - (d) paraboličko
8. Koji uvjeti omogućuju pojavu polarne svjetlosti?
- (a) razlika temperature međuplanetarnog prostora i zemljine atmosfere
 - (b) razlika tlaka međuplanetarnog prostora i zemljine atmosfere
 - (c) ubrzane struje električki nabijenih Sunčevih čestica u Zemljinoj magnetosferi**
 - (d) konvektivno gibanje u visokim slojevima atmosfere
9. Anomalistička godina je vrijeme potrebno Zemlji za revoluciju s obzirom na:
- (a) proljetnu točku
 - (b) apside**
 - (c) ekliptičku longitudu
 - (d) ciklus punog Mjeseca
10. Za jedan se veliki krater smatra da je nastao padom asteroida poslije čega je došlo do promjene klime i izumiranja dinosaurus. Kako se zove krater i prije koliko godina je nastao?
- (a) Chicxulub, 65 mil. god.**
 - (b) Sudbury, 200 mil. god.
 - (c) Vredefort, 140 mil. god.
 - (d) Acraman South, 65 mil. god.
 - (e) Chiyli, 46 mil. god.

Zadaci

1. Zamislite da svemirski brod širine 1 km putuje ravnom putanjom kroz galaksiju u galaktičkoj ravnini. Ako je galaksija oblika kružnice promjera 100 000 svjetlosnih godina, a u ravnini sadrži 100 milijardi zvijezda, kolika je vjerojatnost sudara s nekom od zvijezda?

Rješenje

Problem se svodi na pitanje koliko zvijezda se nalazi u odresku pojasa širine 1 km. Brojna gustoća zvijezda:

$$\rho = \frac{N}{A} = \frac{N}{R^2 \pi} \quad [2 \text{ boda}]$$

Površina odreska:

$$S = d \cdot R \quad [1 \text{ bod}]$$

Broj zvijezda unutar odreska:

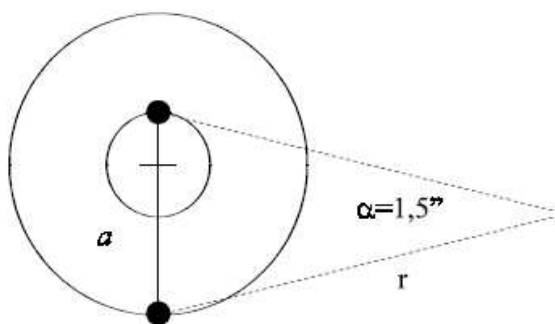
$$N_z = S \rho = \frac{N}{R^2 \pi} d \cdot R = \frac{Nd}{R\pi} \quad [2 \text{ bod}]$$

$$N_z = 3,365 \cdot 10^{-8} \quad [1 \text{ bod}]$$

Prema tome, vjerojatnost sudara je praktički zanemariva
[ukupno 6 bodova]

2. Pretpostavimo da se Sirius A i Sirius B međusobno gibaju kružnim stazama u ravnini doglednice, s periodom od $T = 50,09$ godina. Sustav se nalazi na udaljenosti 2,64 pc, a maksimalni prividni razmak među komponentama sustava iznosi $11,935''$. Odredi stvarni razmak komponentata u astronomskim jedinicama te ukupnu masu sustava, izraženu u Sunčevim masama. Izradi skicu (1 pc = $3,085 \cdot 10^{13}$ km; 1 aj = $149,6 \cdot 10^6$ km).

Rješenje



[2 boda]

$$\frac{a}{2r\pi} = \frac{\alpha}{360^\circ} \quad [2 \text{ boda}]$$

$$a = \alpha \frac{2\pi}{360^\circ} r$$

$$a = 31,5 \text{ aj} \quad [1 \text{ bod}]$$

$$\frac{M}{M_{\odot}} = \frac{(a/a_j)^3}{(T/\text{god})^2} \quad [2 \text{ boda}]$$

$$\frac{M}{M_{\odot}} = 2,998 \quad [1 \text{ bod}]$$

[ukupno 8 bodova]

3. Pretpostavite da neki planet čiji je orbitalni period 6,85 godina kruži oko zvijezde mase $M = 0,85M_{\odot}$. Kolika je udaljenost planeta od zvijezde?

Rješenje

Centripetalna sila jednaka je gravitacijskoj:

$$F_{cp} = F_G \quad [1 \text{ bod}]$$

$$\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2} \quad [1 \text{ bod}]$$

orbitalna brzina planeta je:

$$v = \frac{2\pi}{T} \quad [1 \text{ bod}]$$

to nam daje:

$$mr \frac{4\pi^2}{T^2} = G \frac{mM}{r^2} \quad [1 \text{ bod}]$$

Sređivanjem tog izraza dobivamo radijus orbite planeta:

$$r = \sqrt[3]{GT^2 \frac{M}{4\pi^2}} \quad [2 \text{ boda}]$$

Sad to možemo izraziti u vrijednostima za Zemlju i Sunce:

$$\left(r/r_{\text{Zemlja}}\right) = \sqrt[3]{\left(T/T_{\text{Zemlja}}\right)^2 M/M_{\odot}}$$

$$r = 3,42 \text{ aj} \quad [2 \text{ boda}]$$

[ukupno 8 bodova]

2. način – pomoću 3. Keplerovog zakona

$$r^3 = T^2 (m + M)$$

S obzirom na to da je $m \ll M$:

$$r = \sqrt[3]{T^2 M} \quad [6 \text{ bodova}]$$

Sad to možemo izraziti u vrijednostima za Zemlju i Sunce:

$$\left(r/r_{\text{Zemlja}}\right) = \sqrt[3]{\left(T/T_{\text{Zemlja}}\right)^2 M/M_{\odot}}$$

$$r = 3,42 \text{ aj} \quad [2 \text{ boda}]$$

[ukupno 8 bodova]

4. Zvijezdu koja rotira oko crne rupe promatramo u ravnini sustava. Prilikom mjerenja svjetlosti valne duljine 500 nm, zamijećeni su pomaci prema plavom i crvenom dijelu spektra od $\Delta\lambda = \pm 0,01 \text{ nm}$. Promjene se događaju s periodom od $T = 450$ dana. Kolika je masa crne rupe u jedinicama masa Sunca? Koliko bi se povećala

brzina revolucije zvijezde kad bi se masa crne rupe udvostručila? (masa Sunca $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$ kg)

Rješenje

Centripetalna sila koja djeluje na zvijezdu jednaka je gravitaciji:

$$\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2} \quad [1 \text{ bod}]$$

$$M = \frac{rv^2}{G} \quad [1 \text{ bod}]$$

Dopplerov efekt:

$$v = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \quad [1 \text{ bod}]$$

Period je izražen relacijom:

$$T = \frac{2r\pi}{v}$$

Iz toga dobivamo izraz za udaljenost:

$$r = \frac{vT}{2\pi} \quad [1 \text{ bod}]$$

Kombiniranjem dobivamo izraz za masu crne rupe:

$$M = \frac{T}{2\pi G} \left(c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \right)^3 \quad [1 \text{ bod}]$$

$$M = 2 \cdot 10^{31} \text{ kg}$$

$$M = 10 M_{\odot} \quad [1 \text{ bod}]$$

Sad razmotrimo slučaj crne rupe dvostruko veće mase.

$$2M = \frac{rv_2^2}{G}$$

$$v_2 = \sqrt{G \frac{2M}{r}}$$

$$\frac{v_2}{v} = \frac{\sqrt{G \frac{2M}{r}}}{\sqrt{G \frac{M}{r}}} \quad [1 \text{ bod}]$$

$$v_2 = v\sqrt{2} \quad [1 \text{ bod}]$$

[ukupno 8 bodova]