

RJEŠENJA

Zadatci za Državno natjecanje iz astronomije 2025./2026.

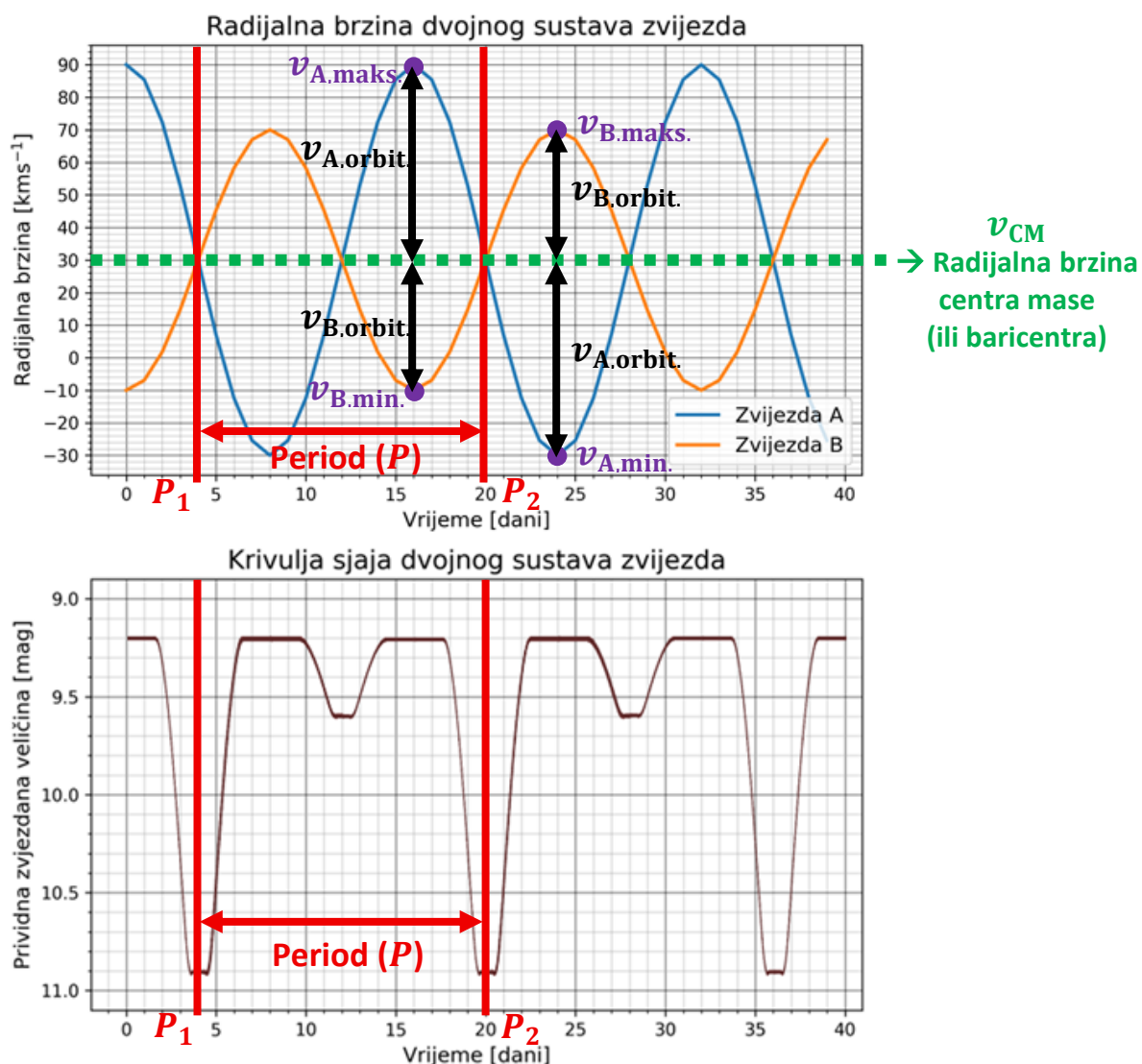
3. razred srednje škole

1. Gornji graf prikazuje profile radijalne brzine dobivene mjerenjem Dopplerova efekta u spektrima dviju hipotetskih zvijezda, A i B, koje se nalaze u pomrčinski promjenjivom dvojnog sustavu. Donji graf prikazuje krivulju sjaja istoga dvojnog sustava. Ravnina orbite sustava poravnata je s doglednicom opažača, odnosno inklinacija orbite iznosi 90° , a zvijezde se gibaju po kružnoj orbiti oko zajedničkog centra mase (tj. baricentra) sustava.

a) Koliki su period orbite i orbitalne brzine zvijezda A i B te udaljenosti ovih zvijezda od centra mase sustava i njihova međusobna udaljenost u dvojnog sustavu?

b) Nacrtajte skicu ovoga dvojnog sustava zvijezda, pri čemu jasno prikažite položaje zvijezda A i B na njihovim orbitama oko centra mase sustava. Pri tome pravilno označite položaj samog centra mase, kao i udaljenost svake zvijezde od njega.

c) Kolike su mase pojedinih zvijezda u ovom dvojnog sustavu? Za gravitacijsku konstantu uzmite $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$.



a) Period (P) orbite dviju zvijezda dobiva se direktnim očitanjem s grafova (ili radijalne brzine ili krivulje sjaja) kao što je prikazano gore (crvene oznake). Za slučaj ovog dvojnog sustava, period orbite zvijezda iznosi:

$$P = P_2 - P_1 = 20 \text{ dana} - 4 \text{ dana} = 16 \text{ dana} \quad (1 \text{ bod})$$

Orbitalne brzine zvijezda u dvojnog sustavu dobivaju se direktnim očitanjem s grafa radijalne brzine kao amplituda radijalne brzine kako je prikazano na gornjem grafu (crne oznake), tj. razlika između vršne (tj. ili maksimalne ili minimalne) radijalne brzine zvijezde i radijalne brzine centra mase, tj. baricentra (zeleni isprekidani linija) dvojnog sustava. Za slučaj ovog dvojnog sustava, radijalne brzine zvijezda iznose:

$$v_{A,\text{orbit.}} = v_{A,\text{maks.}} - v_{\text{CM}} = 90 \text{ km s}^{-1} - 30 \text{ km s}^{-1} = 60 \text{ km s}^{-1} \quad (1 \text{ bod})$$

$$(Ili: v_{A,\text{orbit.}} = v_{\text{CM}} - v_{A,\text{min.}} = 30 \text{ km s}^{-1} - (-30 \text{ km s}^{-1}) = 60 \text{ km s}^{-1})$$

$$v_{B,\text{orbit.}} = v_{B,\text{maks.}} - v_{\text{CM}} = 70 \text{ km s}^{-1} - 30 \text{ km s}^{-1} = 40 \text{ km s}^{-1} \quad (1 \text{ bod})$$

$$(Ili: v_{B,\text{orbit.}} = v_{\text{CM}} - v_{B,\text{min.}} = 30 \text{ km s}^{-1} - (-10 \text{ km s}^{-1}) = 40 \text{ km s}^{-1})$$

Napomena: Isti rezultat dobije se i pretpostavkom da je orbitalna brzina zvijezda jednaka polovici udaljenosti između maksimuma i minimuma krivulje radijalne brzine za danu zvijezdu:

$$v_{A,\text{orbit.}} = \frac{v_{A,\text{maks.}} - v_{A,\text{min.}}}{2} = \frac{90 \text{ km s}^{-1} - (-30 \text{ km s}^{-1})}{2} = 60 \text{ km s}^{-1}$$

$$v_{B,\text{orbit.}} = \frac{v_{B,\text{maks.}} - v_{B,\text{min.}}}{2} = \frac{70 \text{ km s}^{-1} - (-10 \text{ km s}^{-1})}{2} = 40 \text{ km s}^{-1}$$

Koristeći period (P) i orbitalne brzine ($v_{A,\text{orbit.}}$ i $v_{B,\text{orbit.}}$) zvijezda, možemo dobiti udaljenosti ($d_{A,\text{CM}}$ i $d_{B,\text{CM}}$) zvijezda od centra mase (CM) sustava. Budući da se zvijezde gibaju po kružnim putanjama oko CM sustava, udaljenost zvijezde od CM sustava (d_{CM}) u ovisnosti o periodu (P) i orbitalnoj brzini ($v_{\text{orbit.}}$) može se pisati kao:

$$v_{\text{orbit.}} = \frac{2\pi \times d_{\text{CM}}}{P} \rightarrow d_{\text{CM}} = \frac{v_{\text{orbit.}} \times P}{2\pi} \quad (1 \text{ bod})$$

Iz ovog slijede udaljenosti zvijezda A i B od CM dvojnog sustava:

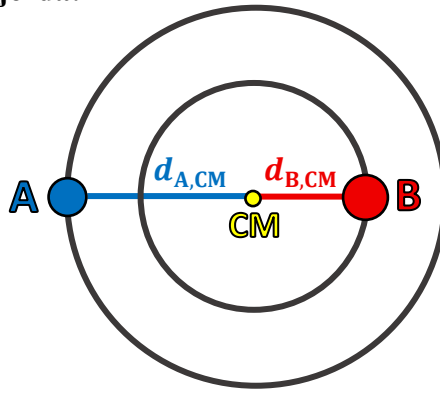
$$d_{A,\text{CM}} = \frac{v_{A,\text{orbit.}} \times P}{2\pi} = \frac{60 \text{ km s}^{-1} \times \left(16 \text{ dana} \times 24 \frac{\text{h}}{\text{dan}} \times 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}}\right)}{2\pi} = 13200947,6 \text{ km} \\ = 1,32 \times 10^7 \text{ km} \quad (1 \text{ bod})$$

$$d_{B,\text{CM}} = \frac{v_{B,\text{orbit.}} \times P}{2\pi} = \frac{40 \text{ km s}^{-1} \times \left(16 \text{ dana} \times 24 \frac{\text{h}}{\text{dan}} \times 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}}\right)}{2\pi} = 8800631,7 \text{ km} \\ = 0,88 \times 10^7 \text{ km} \quad (1 \text{ bod})$$

Međusobna udaljenost (a) zvijezda u dvojnog sustavu jednaka je zbroju individualnih udaljenosti zvijezda od CM sustava:

$$a = d_{A,\text{CM}} + d_{B,\text{CM}} = 1,32 \times 10^7 \text{ km} + 0,88 \times 10^7 \text{ km} = 2,20 \times 10^7 \text{ km} \quad (1 \text{ bod})$$

b) Skica dvojnog sustava zvijezda:



Točno naznačeni položaji zvijezda u orbiti u odnosu na CM (tj. baricentar) sustava. (1 bod)

Točno naznačene zvijezde A i B i njihove udaljenosti od CM (tj. baricentra) sustava (zvijezda A je dalja, a zvijezda B je bliža CM (tj. baricentru) sustava). (1 bod)

c) Kako se zvijezde A i B masa M_A i M_B gibaju oko zajedničkog CM sustava, vrijedi:

$$M_A \times d_{A,CM} = M_B \times d_{B,CM} \quad (\text{ili } \frac{M_A}{M_B} = \frac{d_{B,CM}}{d_{A,CM}}) \quad (1 \text{ bod})$$

(Napomena: Priznaje se i relacija $\frac{M_A}{M_B} = \frac{v_{B,orbit.}}{v_{A,orbit.}}$ ako se uzme u obzir jednakost kružnih frekvencija:

$$\omega_A = \omega_B \rightarrow \frac{v_{A,orbit.}}{d_{A,CM}} = \frac{v_{B,orbit.}}{d_{B,CM}} \rightarrow \frac{v_{A,orbit.}}{v_{B,orbit.}} = \frac{d_{A,CM}}{d_{B,CM}}$$

Ukupna masa $M_{tot.}$ dvojnog sustava zvijezda iznosi:

$$M_{tot.} = M_A + M_B \quad (1 \text{ bod})$$

Iz gornja dva izraza slijedi:

$$M_{tot.} = M_A \left(1 + \frac{d_{A,CM}}{d_{B,CM}} \right) \quad M_{tot.} = M_B \left(1 + \frac{d_{B,CM}}{d_{A,CM}} \right) \quad (1 \text{ bod})$$

Ukupna masa dvojnog sustava zvijezda povezana je s međusobnom udaljenošću zvijezda a i periodom orbite P preko trećeg Keplerovog zakona kao:

$$M_{tot.} = \frac{4\pi^2}{G} \times \frac{a^3}{P^2} \quad (1 \text{ bod})$$

Iz ovoga slijede mase pojedinih zvijezda:

$$M_A = \frac{M_{tot.}}{\left(1 + \frac{d_{A,CM}}{d_{B,CM}} \right)} = \frac{\frac{4\pi^2}{G} \times \frac{a^3}{P^2}}{1 + \frac{d_{A,CM}}{d_{B,CM}}} \quad (1 \text{ bod}) \quad M_B = \frac{M_{tot.}}{\left(1 + \frac{d_{B,CM}}{d_{A,CM}} \right)} = \frac{\frac{4\pi^2}{G} \times \frac{a^3}{P^2}}{1 + \frac{d_{B,CM}}{d_{A,CM}}} \quad (1 \text{ bod})$$

$$M_A = \frac{\frac{4\pi^2}{6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}} \times \frac{(2,20 \times 10^{10} \text{ m})^3}{(16 \text{ dana} \times 24 \frac{\text{h}}{\text{dan}} \times 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}})^2}}{1 + \frac{1,32 \times 10^{10} \text{ m}}{0,88 \times 10^{10} \text{ m}}}$$

$$= 1,319 \times 10^{30} \text{ kg} \quad (1 \text{ bod})$$

$$M_B = \frac{\frac{4\pi^2}{6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}} \times \frac{(2,20 \times 10^{10} \text{ m})^3}{(16 \text{ dana} \times 24 \frac{\text{h}}{\text{dan}} \times 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}})^2}}{1 + \frac{0,88 \times 10^{10} \text{ m}}{1,32 \times 10^{10} \text{ m}}}$$

$$= 1,979 \times 10^{30} \text{ kg} \quad (1 \text{ bod})$$

(Isti rezultat dobije se i preko slične relacije za izračun mase kao gore prikazano uz zamjenu

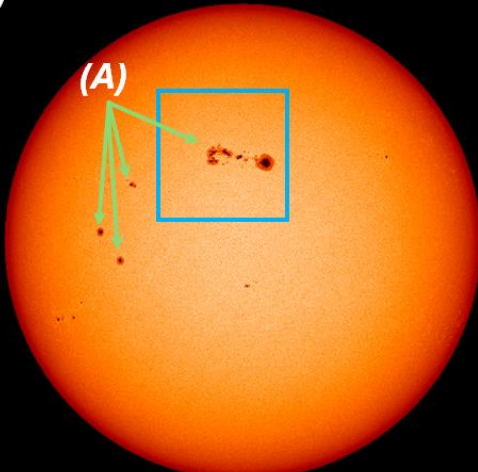
omjera $\frac{d_{A,CM}}{d_{B,CM}}$ omjerom $\frac{v_{A,orbit.}}{v_{B,orbit.}}$ budući da vrijedi jednakost $\frac{v_{A,orbit.}}{v_{B,orbit.}} = \frac{d_{A,CM}}{d_{B,CM}}$.)

2. Na slikama 1), 2) i 3) prikazana su opažanja triju slojeva Sunčeve atmosfere, dobivena svemirskim teleskopom Solar Dynamics Observatory (SDO) dana 4. veljače 2026. oko 12:15 sati po univerzalnom vremenu (engl. Universal Time, UT).

a) Na prazne crte pored slika označenih brojevima 1), 2) i 3) napišite ime sloja Sunčeve atmosfere (fotosfera, kromosfera ili korona) koji svaka slika prikazuje.

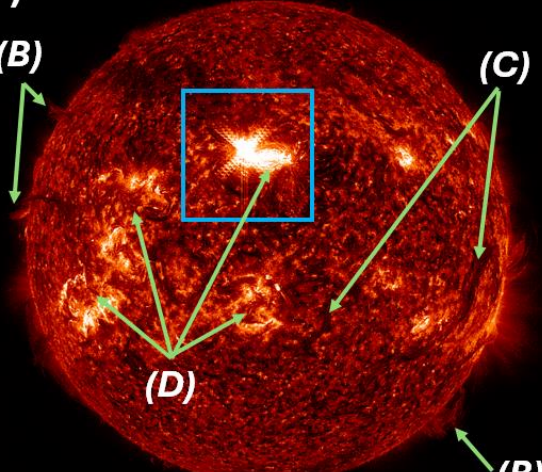
b) Na svakoj slici strelice označene slovima (A) do (E) prikazuju karakteristične pojave ili strukture u pojedinim slojevima Sunčeve atmosfere. Na prazne crte pored slika, iza slova (A), (B), (C), (D) i (E), napišite nazive struktura koje te strelice označavaju.

1)



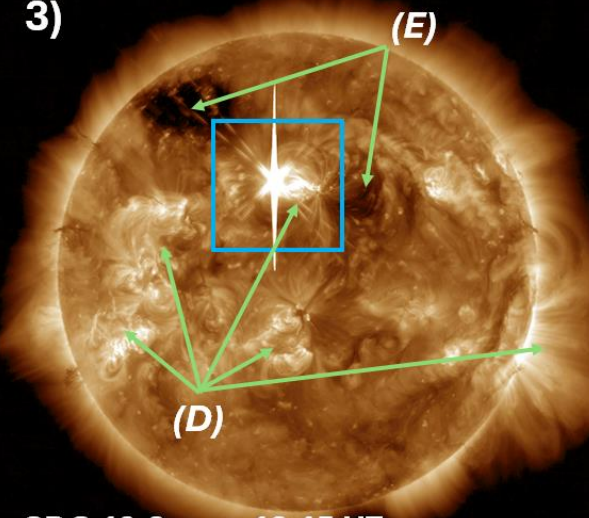
SDO 617.3 nm – 12:15 UT

2)



SDO 30.4 nm – 12:15 UT

3)



SDO 19.3 nm – 12:15 UT

1)	<u>fotosfera (1 bod)</u>
2)	<u>kromosfera (1 bod)</u>
3)	<u>korona (1 bod)</u>
(A)	<u>Sunčeve pjege (ili pjege) (1 bod)</u>
(B)	<u>prominencije (1 bod)</u>
(C)	<u>filamenti (1 bod)</u>
(D)	<u>aktivna područja (1 bod)</u>
(E)	<u>koronine šupljine (1 bod)</u>

Na slikama 1), 2) i 3) plavim kvadratićem označeno je aktivno područje s opaženom erupcijom Sunčeva bljeska, koja je detektirana kao snažan vrh ili maksimum oko 12:15 UT u toku Sunčeva mekoga rendgenskog zračenja na slici 4), izmjerene svemirskim teleskopom Geostationary Operational Environmental Satellite 16 (GOES-16). Slika 4) prikazuje krivulje izmjerene toka u logaritamskoj skali unutar dvaju raspona valnih duljina: kanal kratkih valnih duljina 0,05 – 0,4 nm i kanal dugih valnih duljina 0,1 – 0,8 nm.

c) Na temelju tokova mekoga rendgenskog zračenja izmjerenih pomoću satelita GOES sastavljena je poznata klasifikacija Sunčevih bljeskova, koja uključuje sljedeće klase:

A (vršni tok = $10^{-8} - 10^{-7} \text{ W m}^{-2}$)

B (vršni tok = $10^{-7} - 10^{-6} \text{ W m}^{-2}$)

C (vršni tok = $10^{-6} - 10^{-5} \text{ W m}^{-2}$)

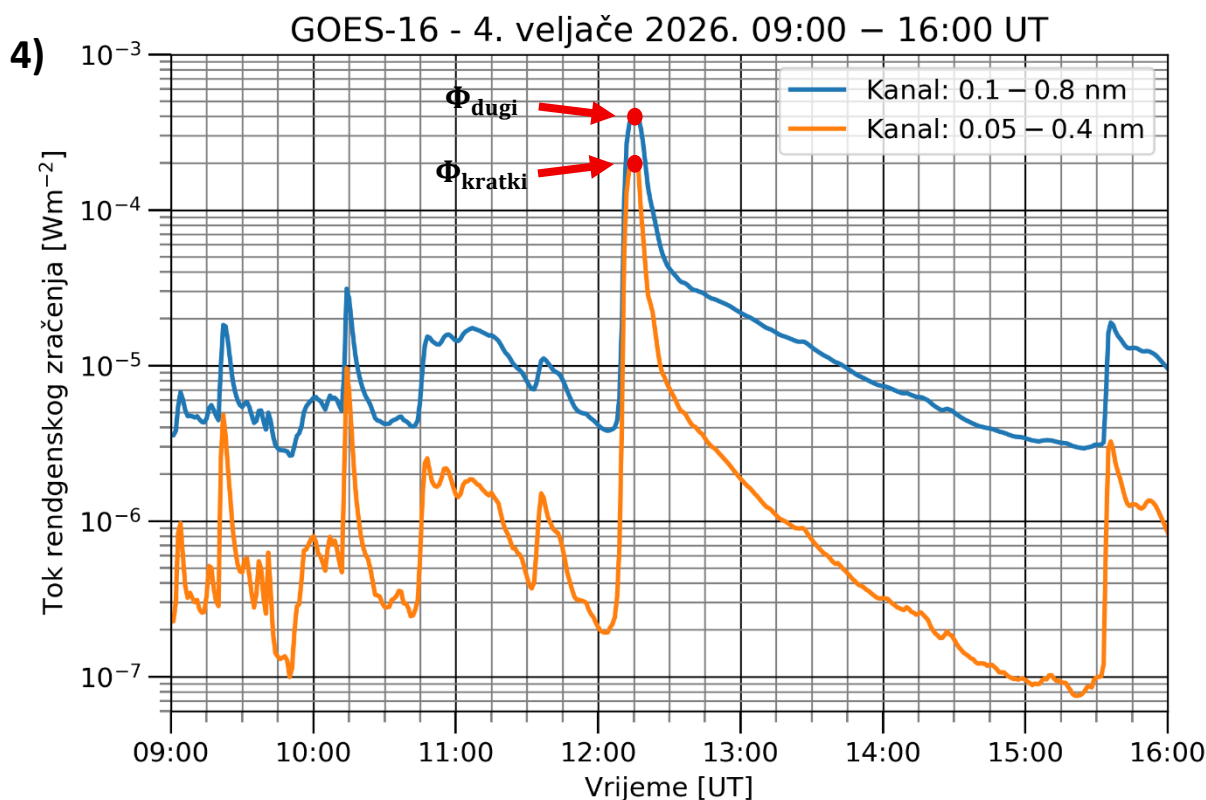
M (vršni tok = $10^{-5} - 10^{-4} \text{ W m}^{-2}$)

X (vršni tok $\geq 10^{-4} \text{ W m}^{-2}$).

Na temelju mjerenja toka pomoću satelita GOES-16 (slika 4), bljesak označen plavim kvadratićem pripada X klasi Sunčevih bljeskova. (Na praznu crtu napišite slovnu oznaku klase bljeska.) (1 bod)

d) Koliko, u jedinicama 10^{-4} W m^{-2} , iznose vršne (maksimalne) vrijednosti toka mekog rendgenskog zračenja Φ_{kratki} i Φ_{dugi} za kanale kratkih i dugih valnih duljina satelita GOES-16 za bljesak označen plavim kvadratićem?

e) Kod opisanih opažanja satelita GOES, temperaturu plazme u području Sunčeva bljeska moguće je aproksimirati polinomom trećeg stupnja prema omjeru vršnih tokova u dvama GOES-ovim kanalima kao $T [\text{K}] \approx 10^6 \times (a_0 + a_1 R + a_2 R^2 + a_3 R^3)$, gdje je $R = \Phi_{\text{kratki}}/\Phi_{\text{dugi}}$, a a_i ($i = 0, 1, 2, 3$) numerički koeficijenti. Zanemarivši utjecaj pozadine, koliko približno iznosi temperatura plazme u području označenog Sunčeva bljeska ako vrijede koeficijenti: $a_0 = 3,25$, $a_1 = 63,8$, $a_2 = -44,8$ i $a_3 = 40,5$?



U jedinicama 10^{-4} W m^{-2} , vršne (tj. maksimalne) vrijednosti toka mekoga rendgenskog zračenja za dani bljesak iznose $\Phi_{\text{kratki}} = 2 \times 10^{-4} \text{ W m}^{-2}$ (0,5 boda) i $\Phi_{\text{dugi}} = 4 \times 10^{-4} \text{ W m}^{-2}$ (0,5 boda). (Vrijednosti vršnih tokova Φ_{kratki} i Φ_{dugi} odgovaraju maksimalnim tokovima za vrijeme bljeska oko 12:15 UT kako je označeno na slici 4.)

$a_0 = 3,25$; $a_1 = 63,8$; $a_2 = -44,8$; $a_3 = 40,5$; $T = ?$

Omjer tokova mekoga rendgenskog zračenja između dvaju GOES-ova kanala:

$$R = \frac{\Phi_{\text{kratki}}}{\Phi_{\text{dugi}}} = \frac{2 \times 10^{-4} \text{ W m}^{-2}}{4 \times 10^{-4} \text{ W m}^{-2}} = 0,5 \quad (1 \text{ bod})$$

Temperatura plazme u području Sunčeva bljeska:

$$T \text{ [K]} \approx 10^6 \times (a_0 + a_1 R + a_2 R^2 + a_3 R^3)$$

$$T \approx 10^6 \times (3,25 + 63,8 \times 0,5 - 44,8 \times 0,5^2 + 40,5 \times 0,5^3) \text{ K}$$
$$= 29,0125 \times 10^6 \text{ K} \quad (1 \text{ bod})$$

3. Koliko, u km s^{-1} , iznose prva, druga i treća kozmička brzina za svemirsku letjelicu koja polazi s površine Marsa? Masa Sunca iznosi $M_{\odot} = 1,989 \times 10^{30} \text{ kg}$, masa Marsa iznosi $M_{\text{Mars}} = 6,4171 \times 10^{23} \text{ kg}$, polumjer Marsa iznosi $R_{\text{Mars}} = 3389,5 \text{ km}$, prosječni polumjer orbite Marsa oko Sunca iznosi $R_{\text{orbita}} = 2.28 \times 10^8 \text{ km}$, orbitalna brzina Marsa oko Sunca iznosi $v_{\text{orbita}} = 24,1 \text{ km s}^{-1}$, a gravitacijska konstanta iznosi $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$.

$$M_{\odot} = 1,989 \times 10^{30} \text{ kg}; M_{\text{Mars}} = 6,4171 \times 10^{23} \text{ kg}; R_{\text{Mars}} = 3389,5 \text{ km}; \\ R_{\text{orbita}} = 2.28 \times 10^8 \text{ km}; v_{\text{orbita}} = 24,1 \text{ km s}^{-1}; G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

$$v_1(\text{Mars}) = ?; v_2(\text{Mars}) = ?; v_3(\text{Mars}) = ?$$

Prva kozmička brzina:

Jednakost centripetalne i gravitacijske sile:

$$F_c = F_g \rightarrow \frac{mv^2}{R} = \frac{GMm}{R^2} \rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}} \quad (1 \text{ bod})$$

Konačna vrijednost prve kozmičke brzine za Mars:

$$v_1(\text{Mars}) = \sqrt{\frac{GM_{\text{Mars}}}{R_{\text{Mars}}}} = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} \times 6,4171 \times 10^{23} \text{ kg}}{3389500 \text{ m}}} \\ = 3553,567 \text{ m s}^{-1} \approx 3,554 \text{ km s}^{-1} \quad (1 \text{ bod})$$

Druga kozmička brzina:

Zakon očuvanja energije:

$$E_{\text{tot}} = E_{\infty} \rightarrow E_{\text{kinet.}} + E_{\text{pot.}} = 0 \rightarrow \frac{mv^2}{2} + \left(-\frac{GMm}{R}\right) = 0 \rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad (1 \text{ bod})$$

Konačna vrijednost druge kozmičke brzine za Mars:

$$v_2(\text{Mars}) = \sqrt{\frac{2GM_{\text{Mars}}}{R_{\text{Mars}}}} = \sqrt{\frac{2 \times 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} \times 6,4171 \times 10^{23} \text{ kg}}{3389500 \text{ m}}} \\ = 5025,503 \text{ m s}^{-1} \approx 5,026 \text{ km s}^{-1} \quad (1 \text{ bod})$$

Treća kozmička brzina:

Prvi doprinos:

Krećući s površine Marsa, svemirska letjelica se mora prvo osloboditi gravitacijskog utjecaja Marsa preko druge kozmičke brzine ($v_2(\text{Mars})$) za Mars. (1 bod)

Drugi doprinos:

Osim što se svemirska letjelica mora osloboditi gravitacijskog utjecaja Marsa, letjelica se mora osloboditi i gravitacijskog utjecaja Sunca preko druge kozmičke brzine ($v_2(\odot)$) za Sunce, ali na udaljenosti Marsa od Sunca:

$$v_2(\odot) = \sqrt{\frac{2GM_{\odot}}{R_{\text{orbita}}}} = \sqrt{\frac{2 \times 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} \times 1,989 \times 10^{30} \text{ kg}}{228000000000 \text{ m}}} \\ = 34113,626 \text{ m s}^{-1} \approx 34,114 \text{ km s}^{-1} \quad (1 \text{ bod})$$

Gornja vrijednost za $v_2(\odot)$ vrijedi u slučaju da je Mars stacionaran u odnosu na Sunce, međutim, Mars se giba oko Sunca na svojoj orbiti, stoga je potrebno

manje energije (tj. manja brzina) za postizanje brzine $v_2(\odot)$, tj. potrebno je brzinu $v_2(\odot)$ umanjiti za orbitalnu brzinu (v_{orbita}) gibanja Marsa oko Sunca:

$$v_2(\odot) \text{ (korigirano)} = v_2(\odot) - v_{\text{orbita}} = 34,114 \text{ km s}^{-1} - 24,1 \text{ km s}^{-1}$$

$$= 10,014 \text{ km s}^{-1} \quad (1 \text{ bod})$$

Konačna vrijednost treće kozmičke brzine za Mars:

Budući da su vektori drugih kozmičkih brzina za Mars ($v_2(\text{Mars})$) i Sunce ($v_2(\odot)$ (korigirano)) okomiti jedan na drugi, treća kozmička brzina ($v_3(\text{Mars})$) može se dobiti preko Pitagorina poučka ovih brzina kao:

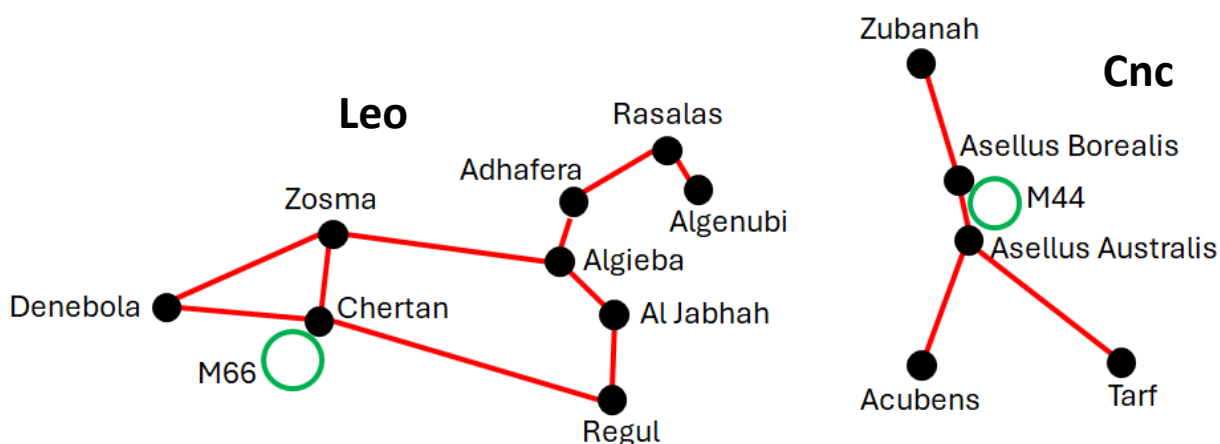
$$v_3(\text{Mars}) = \sqrt{(v_2(\odot) \text{ (korigirano)})^2 + (v_2(\text{Mars}))^2} \quad (1 \text{ bod})$$

$$v_3(\text{Mars}) = \sqrt{(10,014 \text{ km s}^{-1})^2 + (5,026 \text{ km s}^{-1})^2} = 11,2045 \text{ km s}^{-1}$$

$$\approx 11,2 \text{ km s}^{-1} \quad (1 \text{ bod})$$

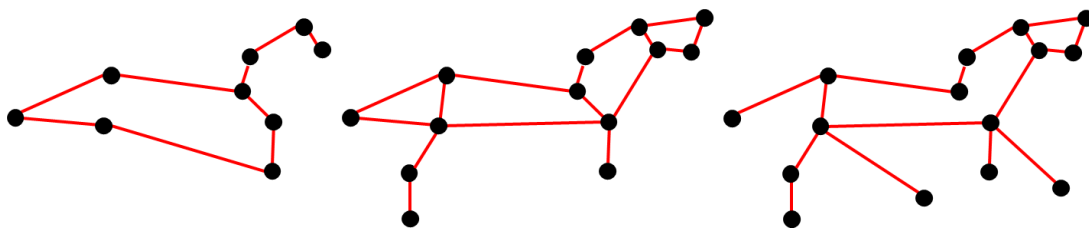
Napomena: Kod izračuna prve, druge i treće kozmičke brzine priznaju se svi pripadni bodovi i bez napisanog izvoda formula pojedinih kozmičkih brzina ako kandidat zna i koristi gotove (tj. već izvedene) formule za izračun navedenih kozmičkih brzina.

4. a) Skicirajte susjedna zvijezda Lava i Raka, posložena slijeva nadesno kako ih vidimo na noćnom nebu. Pored skica zvijezda napišite troslovne skraćenice njihovih pripadnih latinskih imena.
- b) Označite vlastitim imenima četiri zvijezde koje pripadaju zvijezdu Lava i dvije zvijezde koje pripadaju zvijezdu Raka. Imena zvijezda napišite pored odgovarajućih zvijezda u skiciranim zvijezdima.
- c) Označite kružićem približan položaj galaktičkog tripleta M66 (poznatog i kao Leo Triplet), koji čine galaksije M65, M66 i NGC 3628, u zvijezdu Lava. Pored kružića napišite odgovarajuću oznaku objekta.
- d) Označite kružićem približan položaj otvorenog skupa zvijezda M44 u zvijezdu Raka. Pored kružića napišite odgovarajuću oznaku objekta. Koji je drugi naziv, odnosno vlastito ime otvorenog skupa zvijezda M44?

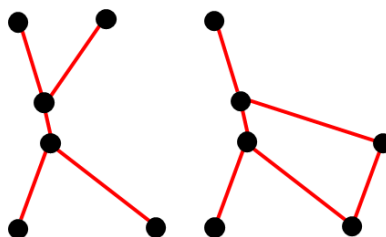


- a) Točno skicirana zvijezda Lava (2 boda) i Raka (2 boda). Točan (slijeva nadesno) položaj zvijezda Lava (lijevo) i Raka (desno) (1 bod). Točno napisane latinske skraćenice zvijezda Lava – Leo (0,5 boda) i Raka – Cnc (0,5 boda).

Ostale prihvatljive skice zvijezda Lava (priznaju se i slične varijacije primjera):



Ostale prihvatljive skice zvijezda Raka (priznaju se i slične varijacije primjera):



- b) Točno imenovane četiri zvijezde u zvijezdu Lava i dvije zvijezde u zvijezdu Raka (0,5 boda za svaku zvijezdu):
- Prihvatljiva imena zvijezda u zvijezdu Lava: Denebola (ili: *Deneb Aleet*), Regul (ili: *Regulus*, *Cor Leonis*, *Rex*, *Kabeleced*), Zosma (ili: *Zozma*, *Duhr*, *Zubra*), Algieba (ili:

Aldžiba, Al Geiba), Chertan (ili: Kertan, Al Haratan, Coxa, Chort), Algenubi (ili: Aldženubi, Ras Elased Australis, Ras Elased), Adhafera (ili: Aldhafera), Rasalas (ili: Al Shemali, Ras Elased Borealis), Al Jabhah.

Prihvatljiva imena zvijezda u zviježđu Raka: Acubens (ili: Akubens, Sertan), Tarf (ili: Al Tarf, Altarf), Zubanah, Asellus Borealis, Asellus Australis.

- c) **Točno označeni približni položaj galaktičkog tripleta M66 (1 bod).**
- d) **Točno označeni približni položaj otvorenog skupa zvijezda M44 (1 bod). Drugi naziv ili vlastito ime otvorenog skupa zvijezda M44 jest Praesepe (ili: Jaslice, Košnica) (1 bod).**