Praktinis turas

Viso 30 taškų

XI – XII klasės (V grupė)

1. Nežinomos vietovės dangus (10 t)

Kitame lape pateiktas žvaigždėlapis horizontinėje koordinačių sistemoje. Jame pavaizduotas žvaigždėtas dangus, matomas pietų kryptimi, nežinomoje vietovėje, nežinomos datos vietinį vidurnaktį $19^{h}08^{m}$ Pasauliniu laiku. Tuo metu viršutinėje kulminacijoje buvo matoma raide **A** pažymėta žvaigždė, kurios pusiaujinės koordinatės: $\alpha = 21^{h}33^{m}$, $\delta = -05°27'$. Zenitas pažymėtas raide **Z**, o pietų kryptis – raide **S**. Planetos žvaigždėlapyje nepažymėtos.

Užduotys:

a) Žvaigždėlapyje numeriais pažymėti 12 žvaigždynų. Pateiktos lentelės atitinkamo numerio eilutėje užrašykite šių žvaigždynų lietuviškus pavadinimus.

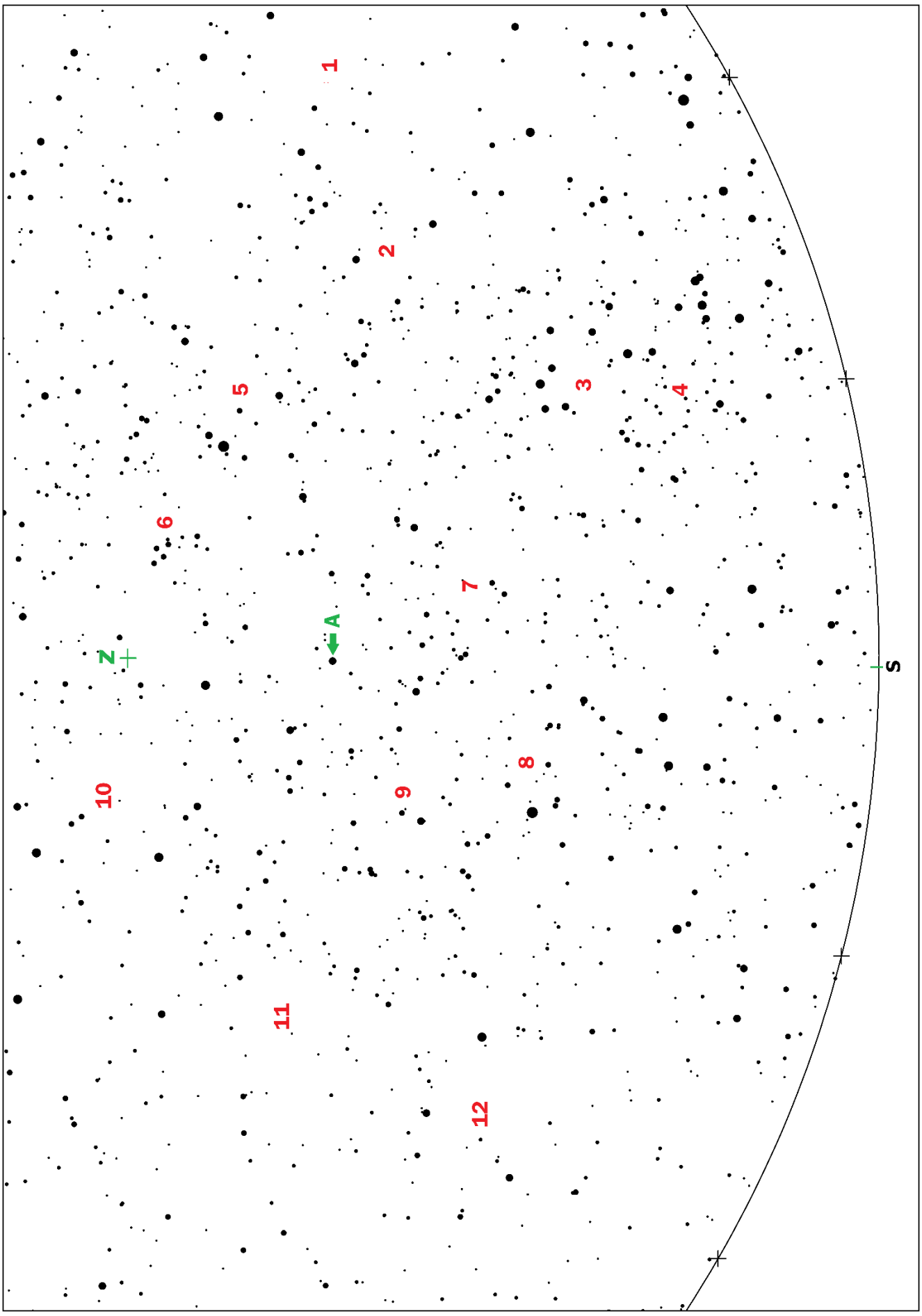
b) Toje pačioje lentelėje raide E pažymėkite žvaigždynus, per kuriuos eina ekliptika. Pažymėkite ne daugiau kaip 5 žvaigždynus.

Nr.	Žvaigždyno pavadinimas	Ekliptika?
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

c) Nustatykite vietovės geografinę platumą. Pagrįskite savo sprendimą.

d) Nustatykite vietovės geografinę ilgumą. Pagrįskite savo sprendimą.

e) Nustatykite stebėjimų datą mėnesio dienos tikslumu. Pagrįskite savo sprendimą.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
A
N
S

Sprendimas

a) Žvaigždėlapyje kai kurie žvaigždynai pažymėti numeriais. Pateiktos lentelės atitinkamo numerio eilutėje užrašykite šių žvaigždynų lietuviškus pavadinimus.

b) Toje pačioje lentelėje raide E pažymėkite žvaigždynus, per kuriuos eina ekliptika. Pažymėkite ne daugiau kaip 5 žvaigždynus.

Nr.	Žvaigždyno pavadinimas	Ekliptika
1	Gyvatnešis	E
2	Gyvatė	
3	Šaulys	E
4	Pietų Vainikas	
5	Erelis	
6	Delfinas	
7	Ožiaragis	E
8	Pietų Žuvis	
9	Vandenis	E
10	Pegasas	
11	Žuvys	E
12	Banginis	

c) Nustatykite vietovės geografinę platumą. Pagrįskite savo sprendimą.

Vietovė yra šiaurės pusrutulyje, nes žvaigždžių viršutinė kulminacija stebima pietų kryptimi, o žvaigždynų orientacija horizonto atžvilgiu yra tokia pat, kaip jų orientacija šiaurės pusrutulyje. Žvaigždėlapyje išmatuojame A žvaigždės zenitinį nuotolį. Gauname $z = 24{,}6°$.

Geografinė platuma $\varphi = z + \delta = 24°36' - 5°27' \cong 19°$ N (šiaurės platumos).

d) Nustatykite vietovės geografinę ilgumą. Pagrįskite savo sprendimą.

Vietinių laikų skirtumas tuo pačiu fiziniu laiko momentu skirtingose vietovėse yra lygus tų vietovių geografinių ilgumų skirtumui:

$$T_n - UT = \lambda_n - \lambda_0$$

$$\lambda_n = \lambda_0 + T_n - UT = 0 + 24^h - 19^h08^m = 4^h52^m = 73°$$

Kadangi vidurnaktis nežinomoje vietovėje stoja anksčiau nei Grinviče, tai mūsų nežinoma vietovė yra į rytus nuo Grinvičo. Taigi, nežinomos vietovės geografinė ilguma yra 73° į rytus nuo Grinvičo (rytų ilguma).

e) Nustatykite stebėjimų datą mėnesio dienos tikslumu. Pagrįskite savo sprendimą.

Žinome, kad pavasario lygiadienio (III.21) vietinį vidurnaktį kulminuoja žvaigždės, kurių rektascensija $\alpha = 12^{\mathrm{h}}00^{\mathrm{m}}$, o rudens lygiadienio (IX.22) vidurnaktį kulminuoja žvaigždės, kurių rektascensija $\alpha = 00^{\mathrm{h}}00^{\mathrm{m}}$. Laiko intervalas nuo pavasario iki rudens lygiadienio yra lygus

$$t_0 = 10 + 30 + 31 + 30 + 31 + 31 + 22 = 185 \text{ d}$$

Per šį laikotarpį vidurnaktį kulminuojančių žvaigždžių rektascensijos pakito dydžiu $(\Delta\alpha)_0 = 12^h$. Nagrinėjamoje vietovėje kulminuojančios žvaigždės rektascensijos pokytis skaičiuojant nuo pavasario lygiadienio kulminacijos yra lygus

$$(\Delta\alpha)_n = 21^{\text{h}}33^{\text{m}} - 12^h = 9^h33^m$$

Iš čia apskaičiuojame, kiek dienų turėjo praeiti nuo pavasario lygiadienio, kad žvaigždė A pasiektų viršutinę kulminaciją vidurnaktį:

$$t_n = t_0 \frac{(\Delta\alpha)_n}{(\Delta\alpha)_0} = 185^d \frac{9^h33^m}{12^h} \cong 147^d$$

Toliau apskaičiuojame datą (mėnesį ir dieną), kada žvaigždė A buvo viršutinėje kulminacijoje vidurnaktį:

$$\text{Data} = 147 - 10\ [\text{III}] - 30\ [\text{IV}] - 31\ [\text{V}] - 30\ [\text{VI}] - 31\ [\text{VII}] = 15\ [\text{VIII}],$$

t. y. rugpjūčio 15 d.

Išvados:

Nežinomos vietovės geografinės koordinatės: Ilguma 73° E (į rytus nuo Grinvičo).

Platuma 19° N (šiaurės platuma).

Stebėjimo data: rugpjūčio 15 d. vidurnaktis.

Tai Mumbajaus (Indija) miesto, kur vyks IOAA2025, apytikslės koordinatės.

2. Cefeidžių periodo ir šviesio sąryšis (20t)

Cefeidės (Cefėjo δ tipo kintamosios žvaigždės) pasižymi unikalia priklausomybe – taip vadinamu periodo ir šviesio sąryšiu, kuris apibūdinamas šia formule:

$$M_V = a \lg P + b;$$

čia M_V – cefeidės vidutinis absoliutusis ryškis, P – jos spindesio kitimo periodas, išreikštas dienomis, o a ir b – koeficientai, kurie nustatyti remiantis gerai ištirtų cefeidžių tiksliais absoliučiaisiais ryškiais ir spindesio kitimo periodais.

Remdamiesi šiuo sąryšiu astronomai gali apskaičiuoti atstumus iki tolimų žvaigždžių spiečių arba galaktikų, kuriose atrandamos cefeidės ir nustatomi jų regimieji ryškiai ir spindesio kitimo periodai.

Užduotys:

a) Cefeidžių periodo ir šviesio sąryšio nustatymas, t. y. a ir b koeficientų apskaičiavimas panaudojant lentelėje pateiktų cefeidžių duomenis.

Lentelėje pateikti 6 cefeidžių duomenys: paralaksai, išreikšti kampinėmis milisekundėmis (*mas* – *miliarcseconds*), spindesio kitimo periodai, išreikšti dienomis, ir vidutinės regimojo ryškio vertės.

Cefeidės Nr.	Paralaksas π, *mas*	Periodas P, dienos	Vidutinis regimasis ryškis V
1	2,166	2,754	5,63
2	1,815	3,724	5,96
3	3,672	7,178	3,46
4	3,073	10,162	3,30
5	1,313	25,119	4,12
6	0,373	44,978	6,38

a.1) Apskaičiuokite duotų cefeidžių absoliučiuosius ryškius M_V ir $\lg P$.

a.2) Šiuos dydžius atidėkite grafike $\lg P$ (x ašis), M_V (y ašis, šviesio didėjimo kryptis – į viršų). Grafikui naudokite milimetrinio popieriaus lapą.

a.3) Apskaičiuokite a ir b vertes panaudodami tiesinės regresijos formules.

Pažymėkime $x_i = \lg P_i$ ($x = \lg P$), $y_i = M_{Vi}$ ($y = M_V$); $i = 1, 2, \dots, n$; $n = 6$.

Tada periodo ir šviesio sąryšis: $y = ax + b$.

Regresijos koeficientas

$$a = \frac{n \cdot S_{xy} - S_x \cdot S_y}{n \cdot S_{xx} - (S_x)^2}$$

Regresijos konstanta

$$b = \frac{S_y - a \cdot S_x}{n}$$

Čia S pažymėtos sumos:

$$S_x = \sum_{i=1}^{n} x_i ; \;\; S_y = \sum_{i=1}^{n} y_i$$

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^{n} x_i^2 ; \;\; S_{xy} = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i$$

a.4) Grafike nubrėžkite tiesę pagal gautą regresijos lygtį. Jei tiesė eina per taškus, tai skaičiavimai buvo teisingi, jei ne – reikia patikrinti skaičiavimus.

b) Apskaičiuokite tolimos galaktikos atstumą remdamiesi gautu periodo ir šviesio sąryšiu. Šioje galaktikoje atrastos cefeidės vidutinis regimasis ryškis $V = 25{,}6$, spindesio kitimo periodas $P = 29{,}5$ d.

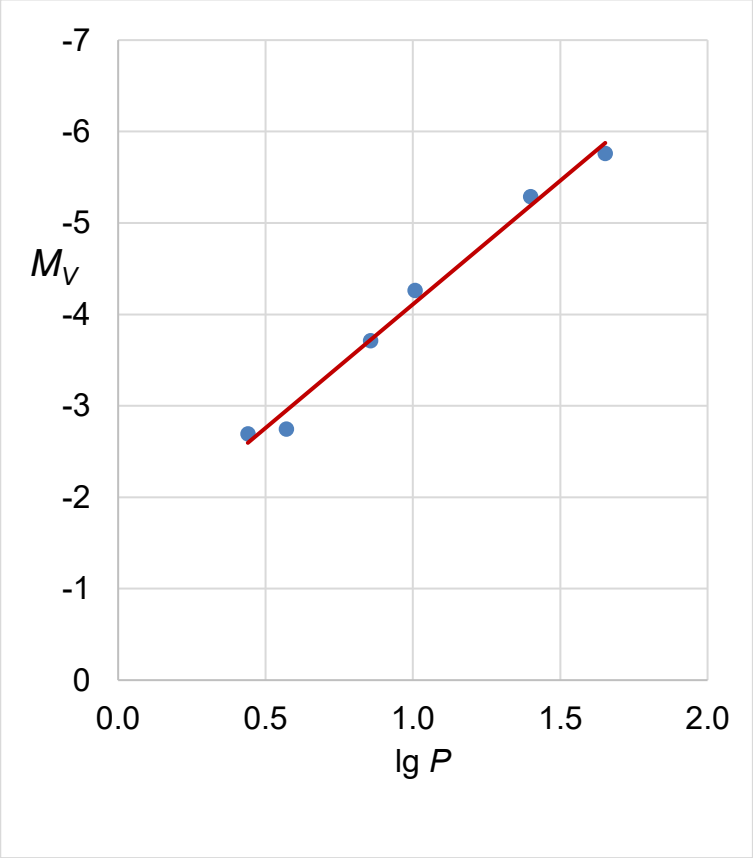
Sprendimas

a)

Cefeidės Nr.	Paralaksas π, *mas*	Periodas P, dienos	Vidutinis regimasis ryškis V	$\lg P$	M_V
1	2,166	2,754	5,63	0,440	-2,69
2	1,815	3,724	5,96	0,571	-2,75
3	3,672	7,178	3,46	0,856	-3,71
4	3,073	10,162	3,30	1,007	-4,26
5	1,313	25,119	4,12	1,400	-5,29
6	0,373	44,978	6,38	1,653	-5,76

$$M_V = V + 5\lg\pi + 5$$

[Paralaksas turi būti išreikštas kampinėmis sekundėmis: $\pi[''] = 0{,}001\pi[\text{mas}]$]



$$S_x = 5{,}927;\ \ S_y = -24{,}46;\ \ S_{xx} = 6{,}9588;\ \ S_{xy} = -27{,}1467$$

$$a = \frac{6\cdot(-27{,}1467) - 5{,}927\cdot(-24{,}46)}{6\cdot 6{,}9588 - (5{,}927)^2} = -2{,}70$$

$$b = \frac{-24{,}46 - (-2{,}70)\cdot 5{,}927}{6} = -1{,}41$$

$$M_V = -2{,}70\lg P - 1{,}41$$

b)

Tolimos galaktikos cefeidės absoliutusis ryškis

$$M_V = -2{,}70 \lg 29{,}5 - 1{,}41 = -5{,}38$$

Galaktikos atstumo modulis

$$V - M_V = 25{,}6 - (-5{,}38) \cong 30{,}98$$

Atstumas

$$r = 15{,}7 \cdot 10^6 \text{ pc} = 15{,}7 \text{ Mpc}$$