

**Lietuvos mokinių dvidešimt pirmoji astronomijos olimpiada**  
**Atrankinis etapas**  
**V-VIII klasių mokiniai**

Viso 70 taškų

**1. Žvaigždėtas dangus sausio pabaigoje (15 taškų)**

Įsivaizduokite, kad jūs stebėjote žvaigždėtą dangų šių metų sausio 30 dienos vakare praėjus maždaug 1,5 val. po saulėlydžio. Jei atidžiai apžvelgėte visą dangų, tai galite atsakyti į šiuos klausimus:

- a) Kokie Zodiako žvaigždynai tuo metu buvo matomi? Užrašykite jų lietuviškus pavadinimus ir lotyniškas santrumpas iš eilės nuo vakarų į rytus. (*nurodyti ne daugiau kaip 6 žvaigždynus*)
- b) Kokios planetos ir kuriame žvaigždyne jos buvo matomos stebėjimo metu?
- c) Kokiame žvaigždyne tuo metu buvo zenitas?
- d) Ar buvo matomas Mėnulis? Jei taip, tai kokia jo fazė ir kokiame žvaigždyne buvo matomas?
- e) Kokie žvaigždynai tuo metu buvo apatinėje kulminacijoje? (*nurodyti ne daugiau kaip 3 žvaigždynus*)
- f) Koks tuo metu buvo žvaigždinis laikas?
- g) Nurodykite savo vietovės geografines koordinates.

Patarimas: Pasinaudokite virtualaus dangaus (planetariumo) programa.

Sprendimas

- a) Vandenis (Aqr), Žuvys (Psc), Avinas (Ari), Taurus (Tau), Dvyniai (Gem), Vėžys (Cnc).
- b) Venera [Vandenyje], Jupiteris [Žuvyse], Uranas [Avine], Marsas [Taure].
- c) Persėjas (Per).
- d) Taip, Tauro (Tau) žv. Priešpilis.
- e) Jaučiaganis (Boo), Slibinas (Dra), Mažieji Grįžulo Ratai (UMi).
- f)  $s \approx 2^{\text{h}}40^{\text{m}}$
- g) Vilnius  $\varphi = 54^{\circ}41'$ ;  $\lambda = 25^{\circ}19'$   
Kaunas  $\varphi = 54^{\circ}54'$ ;  $\lambda = 23^{\circ}56'$   
Klaipėda  $\varphi = 55^{\circ}43'$ ;  $\lambda = 21^{\circ}08'$   
Šiauliai  $\varphi = 55^{\circ}56'$ ;  $\lambda = 23^{\circ}19'$

**2. Veneros atstumas (10 taškų)**

Kai Venera buvo rytų elongacijoje į ją iš Žemės pasiųstas radiolokatoriaus signalas, kuris atsispindėjo nuo Veneros paviršiaus ir buvo užregistruotas Žemėje po  $24^{\text{m}}21^{\text{s}},1$ . Koks tuomet buvo Veneros atstumas nuo Žemės? (*Atsakymą pateikite astronominiais vienetais.*) Kuriuo paros metu Venera tuomet buvo matoma Žemėje?

Sprendimas

Radiolokatoriaus signalas sklinda šviesos greičiu. Iš Žemės pasiųstas, nuo Veneros atsispindėjęs ir užregistruotas Žemėje signalas nuėjo kelią, lygų dvigubam atstumui tarp Veneros ir Žemės. Vadinas, atstumas iki Veneros lygus

$$d = c \frac{t}{2} = 2,9979 \cdot 10^5 \cdot \frac{24 \cdot 60 + 21,1}{2} \cong 2,1901 \cdot 10^8 \text{ km} \cong 1,46 \text{ au}$$

Atsakymas: 1,46 au. Venera buvo matoma vakarais tuoj po saulėlydžio.

### 3. Asteroido orbita (15 taškų)

Asteroido, skriejančio aplink Saulę tolimesne orbita negu Žemė, sinodinis periodas lygus 450,6342 dienų. Raskite asteroido orbitinį periodą (apskriejimo aplink Saulę žvaigždinį periodą), išreikštą Julijaus metais (365,25 dienų).

#### Sprendimas

Jei asteroidas skrieja orbita toliau nuo Saulės negu Žemė, tai jam galioja ši sinodinio judėjimo lygtis:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{P_{\oplus}} - \frac{1}{P}$$

Čia  $S$  – asteroido sinodinis periodas,  $P$  – asteroido orbitinis periodas ir  $P_{\oplus}$  – Žemės orbitinis periodas (365,2564 Julijaus dienų).

Iš čia asteroido orbitinis periodas lygus

$$P = \frac{SP_{\oplus}}{S - P_{\oplus}} = \frac{450,6342 \cdot 365,2564}{450,6342 - 365,2564} = 1927^{\text{d}}, 8668 = 5,2782 \text{ metų}$$

Atsakymas: 5,2782 metų.

### 4. Mėnulio atstumas (10 taškų)

Kada vidutiniškai arčiau stebėtojo yra Mėnulis: šiam esant zenite ar prie horizonto?

#### Sprendimas

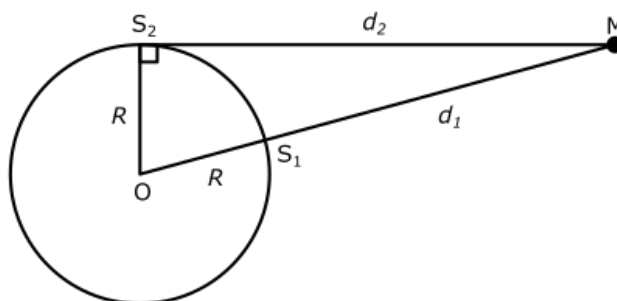
Galimi du sprendimo būdai: algebrinis ir geometrinis.

##### Algebrinis būdas

Kadangi Mėnulis aplink Žemę juda elipsės orbita, tai atstumas tarp Žemės ir Mėnulio nuolat kinta.

Mėnulio padėtis orbitoje nepriklauso nuo stebėtojo padėties Žemėje ir nuo to, kurioje dangaus vietoje jis yra stebimas. Todėl tikėtina, kad Mėnulis kartais būna arčiau stebėtojo, kai stebimas zenite, o ne ties horizontu, o kartais, priešingai, – arčiau stebėtojo, kai stebimas ties horizontu, o ne zenite.

Panagrinėkime tokį atvejį, kai Mėnulį iš Žemės vienu metu stebi du stebėtojai: vienas stebėtojas mato Mėnulį zenite, o kitas – ties horizontu. Šios situacijos schema pavaizduota 4.1 pav. Stebėtojas  $S_1$  Mėnulį mato zenite, o stebėtojas  $S_2$  – ties horizontu. Kuriam stebėtojui Mėnulis yra arčiau?



4.1 pav. Stebėtojų padėtys Žemėje. Stebėtojas  $S_1$  mato Mėnulį zenite, o stebėtojas  $S_2$  – ties horizontu

Tegu stebėtojo  $S_1$  atstumas iki Mėnulio  $d_1$ , o stebėtojo  $S_2$  –  $d_2$ . Be to,  $R$  – Žemės spindulys. Tuomet remdamiesi Pitagoro teorema užrašome šią išraišką:

$$d_2^2 + R^2 = (d_1 + R)^2.$$

Iš čia

$$d_2^2 + R^2 = d_1^2 + 2Rd_1 + R^2,$$

$$d_2^2 = d_1^2 + 2Rd_1.$$

Kadangi gautoje išraiškoje visi dydžiai teigiami, tai galime užrašyti tokią nelygybę:

$$d_2^2 > d_1^2,$$

$$d_2 > d_1.$$

Išvada: Mėnulis arčiau to stebėtojo, kuris Mėnulį mato zenite.

#### Geometrinis būdas

4.1 pav. schemeje su liniuote arba skriestuvu pamatuojame atstumus  $d_1$  ir  $d_2$ . Akivaizdu, kad

$$d_2 > d_1.$$

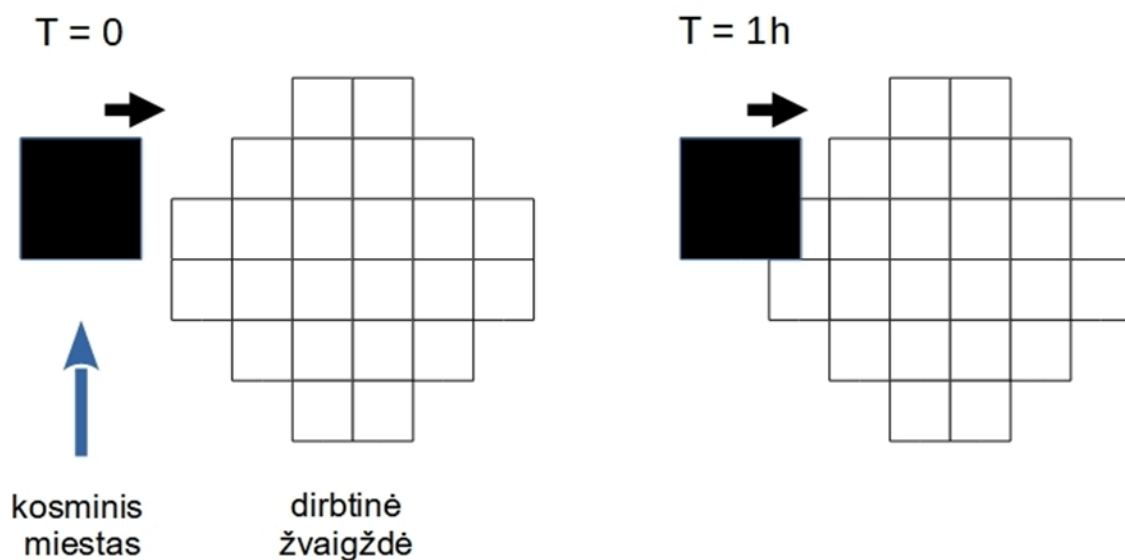
### **5. Alfaro sistema: tranzitas (20 taškų)**

Toli technologiškai pažengusi Alfaro civilizacija iš milžiniškų vienodo spindesio kubinių energijos blokų sukūrė dirbtinę žvaigždę, o patys apsigyveno aplink ją skriejančiame kubo formos kosminiame mieste (5.1 pav.).

Kosminio miesto orbita yra orientuota erdvėje taip, kad jis periodiškai praslenka tarp Žemės ir savo žvaigždės, t. y. astronomai Žemėje stebi šio miesto tranzitus per Alfaro žvaigždę. Tranzito metu matoma viena dirbtinės žvaigždės ir kosminio miesto pusė, o miestas juda skersai žvaigždės taip, kaip parodyta 5.1 pav. Per valandą jis pasislenka 1/2 savo regimojo skersmens ilgio dalimi, kuri lygi vienam žvaigždės energetinio bloko regimojo skersmens ilgiui. Uždengtos žvaigždės dalies spinduliuotė blokuojama visiškai, o pats kosminis miestas Žemės kryptimi nieko nespinduliuoja.

#### Užduotys ir klausimai:

- Nubraižykite grafiką, kaip tranzito metu kas 0,5 valandos keičiasi Alfaro žvaigždės spindesys, pradėdami nuo laiko momento  $T = 0$ , kai kosminis miestas yra matomas 1/2 bloko skersmens atstumu nuo žvaigždės krašto (5.1 pav.), ir baigdami laiko momentu, kai jis matomas tokiu pat atstumu nuo krašto jau kitoje žvaigždės pusėje.
- Kuriuo laiko momentu nuo stebėjimų pradžios prasideda tranzitas?
- Kokia yra viso tranzito trukmė?
- Kuriuo laiko tarpu ir kokia dalimi žvaigždės spindesys sumažėja labiausiai?
- Paaškindite, kaip iš gauto grafiko galima nustatyti kosminio miesto skersmenį?
- Apskaičiuokite kosminio miesto kubo kraštinės ilgį, remdamiesi tuo, kad Alfaro žvaigždės skersmuo yra 1,2 milijonų km (tarkite, kad kosminis miestas ir Alfaro žvaigždė yra vienodame nuotolyje nuo Žemės).



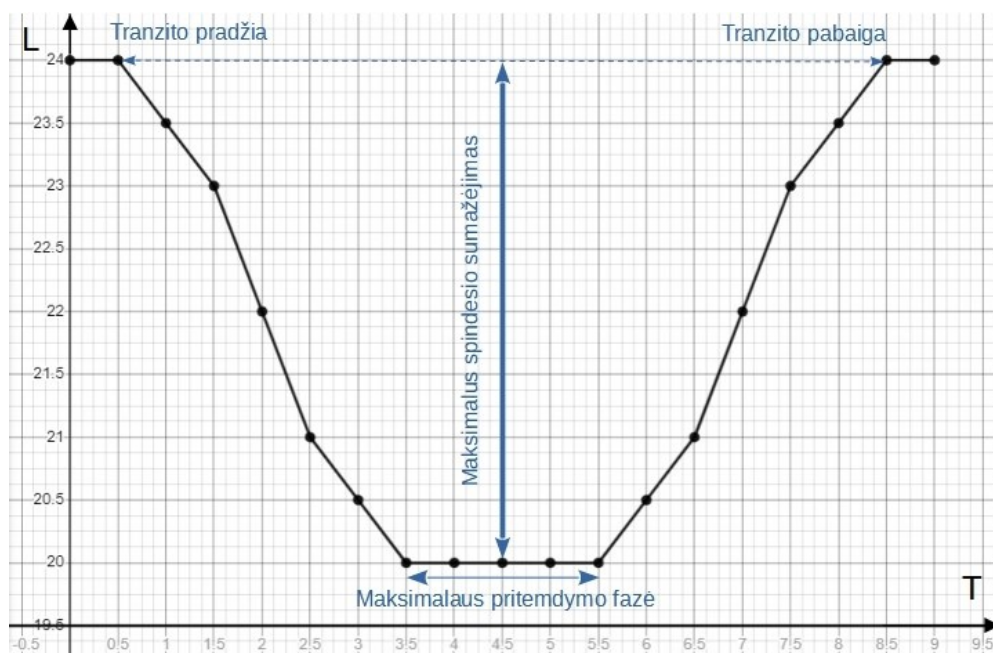
**5.1 pav.** Alfaro civilizacijos kosminio miesto (juodas kvadratas) tranzitas per dirbtinę žvaigždę (balti kvadratai). Per valandą miestas pasislenka 1/2 savo regimojo skersmens ilgio dalimi

Sprendimas

- a) Žvaigždės spindesys proporcingas jos regimajam paviršiaus plotui. Neužtemdytos žvaigždės spindesys lygus 24 vienetais (tiek energetinių blokų paviršiaus pagal sąlygą matome iš Žemės). Apskaičiuojame, kiek kiekvienu laiko momentu regimojo žvaigždės paviršiaus lieka neužtemdyta (5.3 pav.). Kai  $T=1$  užtemdyta 0,5 vieneto, vadinasi neužtemdyta  $L = 24 - 0,5 = 23,5$  vienetai ir t.t. Suskaičiuotus rezultatus surašome į 5.1 lentelę ir atvaizduojame 5.2 pav.

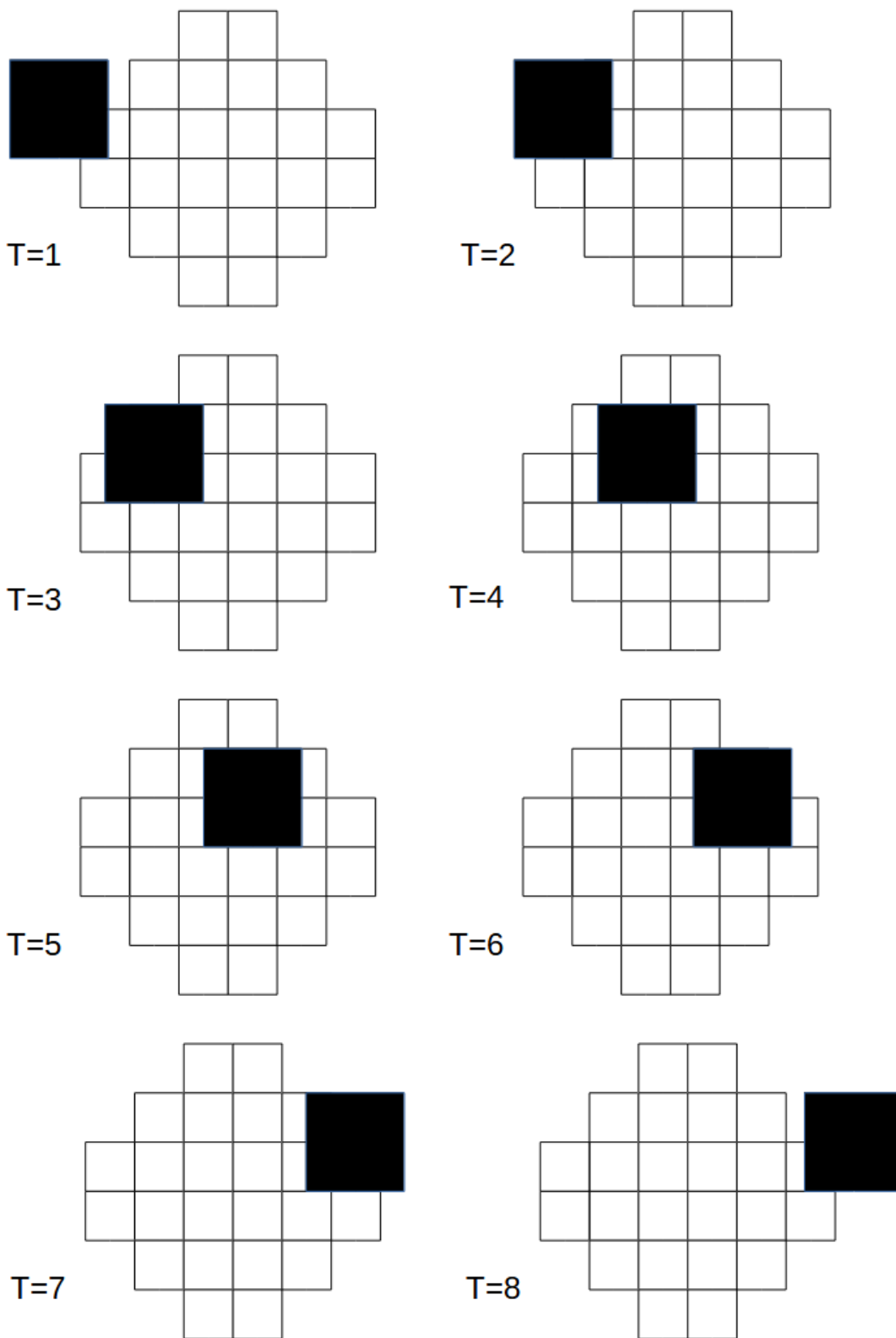
**5.1 lentelė.** Žvaigždės spindesio kitimas

T	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9
L	24	24	23,5	23	22	21	20,5	20	20	20	20	20	20,5	21	22	23	23,5	24	24



**5.2 pav.** Alfaro žvaigždės spindesio kitimo grafikas. Maksimalaus užtemdymo fazėje, kai kosminis miestas projektuojasi ant žvaigždės pilnai, jos spindesys sumažėja 4 vienetais

- b) Tranzitas prasideda tada, kai miestas paliečia žvaigždės kraštą - po 0,5 val. nuo stebėjimų pradžios.
- c) Tranzitas trunka tiek, kiek laiko miestas užstoja kokią nors žvaigždės dalį. Žvaigždės skersmuo 6 blokai – jį miestas įveikia per 6 valandas. Kadangi jis pats yra 2 blokų skersmens, tai reikia pridėti dar 2 valandas, per kurias miestas pasislenka savo skersmens ilgį. Ats.: 8 val.
- d) Maksimalaus pritemdymo fazė trunka 2 valandas: tarp 3,5 ir 5,5 valandos nuo stebėjimų pradžios. Šioje fazėje žvaigždės spindesys sumažėja 4 vienetais, t.y.,  $4/24 = 1/6$  dalimi.
- e) Žvaigždės spindesio sumažėjimas proporcingas jos užtemdytam paviršiaus plotui. Vadinasi kosminio miesto sienos plotas lygus  $1/6$  žvaigždės ploto. Kadangi matomas žvaigždės plotas 24 blokai, tai miesto sienos plotas  $24/6 = 4$  blokai. Kubo formos miesto sienos kraštinės ilgis lygus 2 kvadratinio bloko kraštinės ilgiams. Išreiškę kraštinės ilgį kilometrais gausime miesto skersmenį.
- f) Žvaigždės skersmuo - 1,2 milijono km, per jos skersmenį išdėstyti 6 blokai, vadinasi vieno bloko ilgis  $1,2 : 6 = 0,2$  milijonai km = 200 000 km. Kosminio miesto kraštinės ilgis:  $200\ 000 \times 2 = 400\ 000$  km.



5.3 pav. Kosminio miesto tranzitas per dirbtinę Alfaro žvaigždę. Nuo nuo stebėjimų pradžios praėjęs laikas  $T$  nurodytas valandomis