

# Lietuvos mokinių dvidešimt ketvirtoji astronomijos olimpiada

## Atrankinis etapas

### III – IV gimnazijos klasių (V) mokiniai

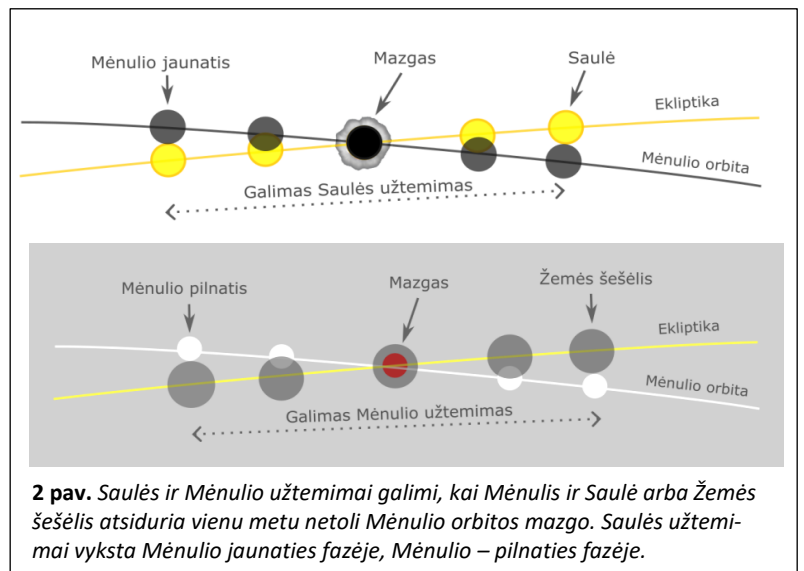
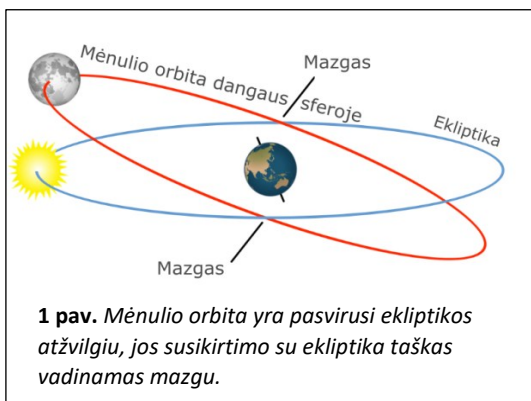
#### 1. Saulės ir Mėnulio užtemimai (15 t)

Atsakykite ir paaiškinkite šiuos klausimus:

- Kodėl, kada ir kokie Saulės ir Mėnulio užtemimai gali įvykti? Kodėl užtemimai neįvyksta kiekvieną mėnesį? Paaiškinimą iliustruokite brėžiniais.
- Kodėl visiškojo Mėnulio užtemimo metu jis lieka matomas, o visiškojo Saulės užtemimo metu tampa matomas Saulės vainikas?
- Kokiomis sąlygomis gali įvykti visiškieji Saulės užtemimai? Kokioje savo orbitos padėtyje (taške) turi būti Mėnulis, kad įvyktų visiškasis Saulės užtemimas? Atsakymą pagrįskite skaičiavimais.
- Koks turėtų būti didžiausias kampinis atstumas tarp Mėnulio ir jo orbitos mazgo, kad dar galėtų įvykti dalinis Saulės užtemimas? Koks turėtų būti šis atstumas, kad dar galėtų įvykti dalinis Mėnulio užtemimas? Atsakymą pagrįskite skaičiavimais.

#### Sprendimas

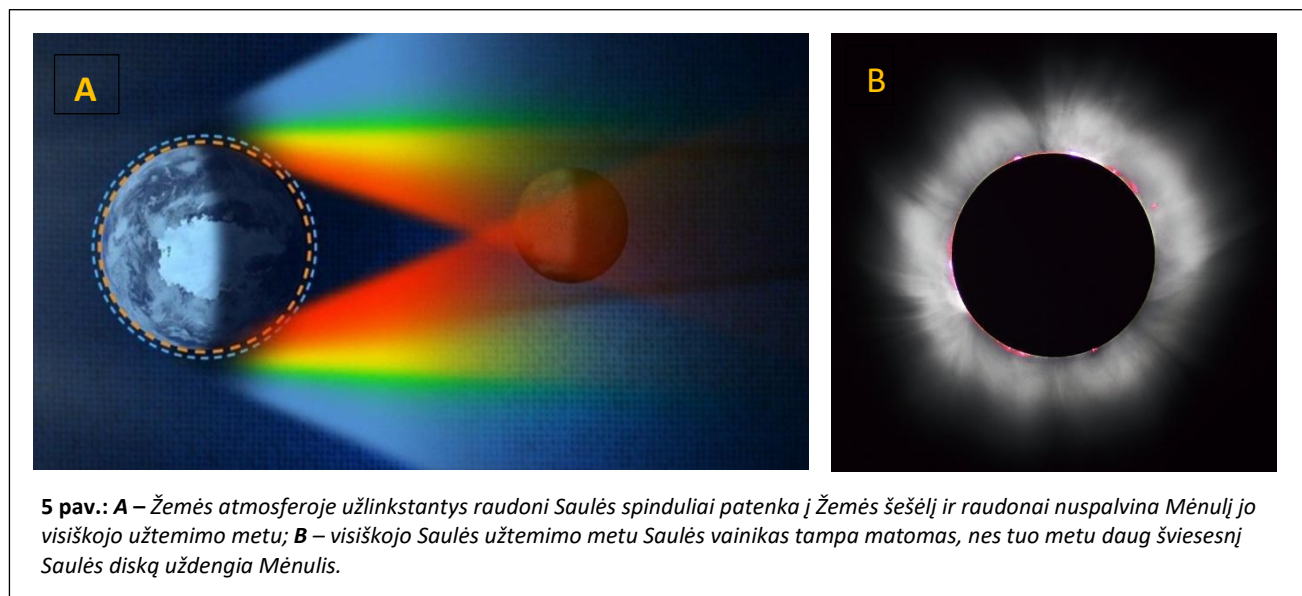
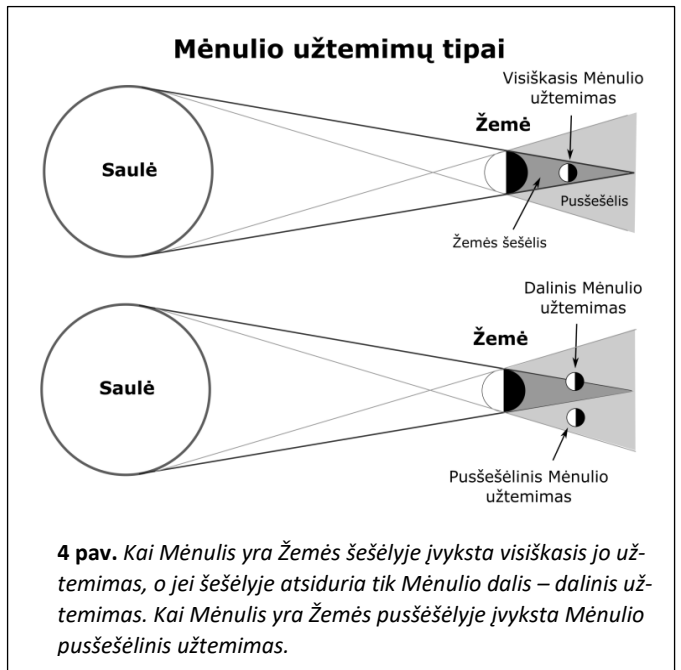
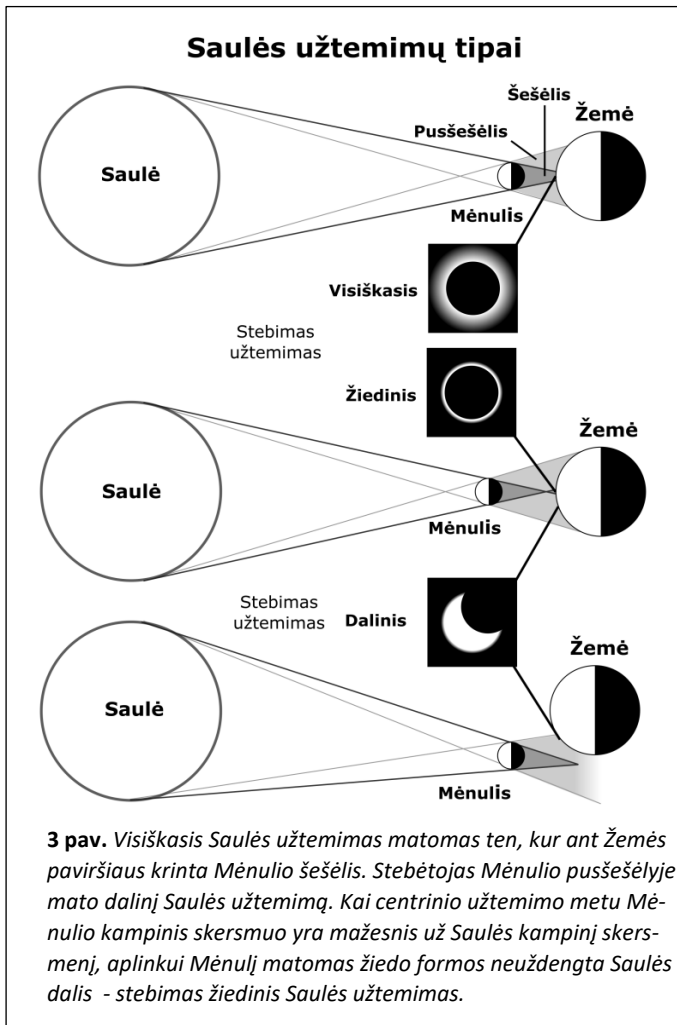
a) Užtemimas įvyksta tada, kai Žemė, Mėnulis ir Saulė išsidėsto vienoje tiesėje. Užtemimai nevyksta kiekvieną mėnesį, nes Mėnulio orbita pasvirusi į ekliptikos plokštumą (1 pav.). Užtemimai gali vykti tik tada, kai Mėnulis atsideria netoli savo orbitos susikirtimo su ekliptika taško (orbitos mazgo). Mėnulio jaunaties metu gali įvykti Saulės užtemimas, o pilnaties metu – Mėnulio užtemimas (2 pav.).



Visiškasis Saulės užtemimas matomas tik ten, kur ant Žemės paviršiaus krinta Mėnulio šešėlis. Ten, kur ant Žemės krinta Mėnulio pusšešėlis, matomas dalinis Saulės užtemimas. Kai Mėnulio regimasis kampinis skersmuo yra mažesnis už Saulės regimąjį kampinį skersmenį ir kai užtemimas yra centrinis, įvyksta žiedinis Saulės užtemimas (3 pav.). Kai visas Mėnulis arba jo dalis patenka į Žemės šešėlį, įvyksta visiškasis arba dalinis Mėnulio užtemimas, o Mėnuliui atsidūrus Žemės pusšėšėlyje – pusšešėlinis Mėnulio užtemimas (4 pav.).

b) Visiškojo Mėnulio užtemimo metu Mėnulis matomas raudonos spalvos todėl, kad į Žemės šešėlį patenka raudoni Saulės spinduliai, kurie dėl refrakcijos užlinksta Žemės atmosferoje ir apšviečia Mėnulį (5-A

pav.). Šviesos spinduliai, kurių bangų ilgiai trumpesni už raudonųjų spindulių bangų ilgius, atmosferoje išsklaidomi arba sugeriami. Saulės vainiko šviesis yra daug mažesnis už Saulės disko šviesį, todėl ne užtemimo metu jo nematome, nes mus akina Saulė. Visiškojo užtemimo metu jos diską uždengia Mėnulis, todėl vainikas tampa matomas (5-B pav.).



c) Visiškasis Saulės užtemimas gali vykti tik tada, kai Mėnulio diskas pilnai uždengia Saulės diską, t. y., kai Mėnulio regimasis kampinis spindulys yra didesnis už Saulės regimąjį kampinį spindulį, ir jų regimųjų diskų centrai beveik sutampa.

Minimalus Mėnulio regimasis kampinis spindulys (apogėjuje):

$$\alpha_{M\min} = \frac{R_M}{a_M(1 + e_M)} = \frac{1737,4}{384\,400 \times (1 + 0,0549)} = 0,004285 \text{ rad} \cong 0,2455^\circ = 14,73'$$

Maksimalus Mėnulio regimasis kampinis spindulys (perigėjuje):

$$\alpha_{M\max} = \frac{R_M}{a_M(1 - e_M)} = \frac{1737,4}{384\,400 \times (1 - 0,0549)} = 0,004782 \text{ rad} \cong 0,274^\circ = 16,44'$$

Minimalus Saulės regimasis kampinis spindulys (kai Žemė afelyje):

$$\alpha_{\odot\min} = \frac{R_{\odot}}{a_{\oplus}(1 + e_{\oplus})} = \frac{695700}{149598000 \times (1 + 0,0167)} = 0,004574 \text{ rad} \cong 0,262^\circ = 15,72'$$

Mėnulis visiškai uždengs šių matmenų regimąją Saulę, jei jis bus nutolęs nuo Žemės atstumu, ne didesniu kaip

$$d = \frac{R_M}{\text{tg } \alpha_{\odot\min}} = \frac{1737,4}{\text{tg } 0,262^\circ} \cong 379\,942 \text{ km}$$

Maksimalus Saulės regimasis kampinis spindulys (kai Žemė bus perihelyje):

$$\alpha_{\odot\max} = \frac{R_{\odot}}{a_{\oplus}(1 - e_{\oplus})} = \frac{695700}{149598000 \times (1 - 0,0167)} = 0,004729 \text{ rad} \cong 0,271^\circ = 16,26'$$

Mėnulis visiškai uždengs šių matmenų regimąją Saulę, jei jis bus nutolęs nuo Žemės atstumu, ne didesniu kaip

$$d = \frac{R_M}{\text{tg } \alpha_{\odot\max}} = \frac{1737,4}{\text{tg } 0,271^\circ} \cong 367\,325 \text{ km}$$

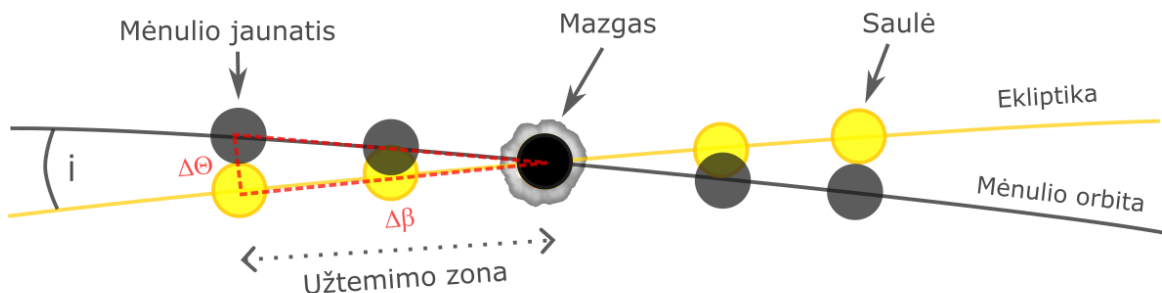
Palyginkite: Mėnulio nuotolis nuo Žemės perigėjuje  $384\,400 \times (1 - 0,0549) \cong 363\,300 \text{ km}$ .

**Ats.: Visiškasis Saulės užtemimas gali įvykti tada, kai Mėnulis užtemimo metu yra netoli perigėjaus.**

d) Dalinis Saulės užtemimas gali įvykti tik tada, kai regimasis kampinis atstumas tarp Mėnulio ir Saulės regimųjų diskų centrų yra mažesnis už jų regimųjų kampinių spindulių sumą:

$$\Delta\theta_{\odot\max} = \alpha_{\odot\max} + \alpha_{M\max} = 0,271^\circ + 0,274^\circ = 0,545^\circ,$$

$$\Delta\theta_{\odot\min} = \alpha_{\odot\min} + \alpha_{M\min} = 0,262^\circ + 0,2455^\circ = 0,5075^\circ.$$



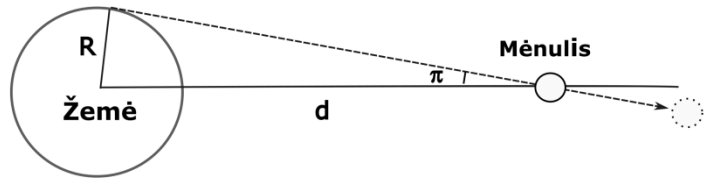
**6 pav.** Mėnulio ir Saulės padėtys Mėnulio orbitos mazgo atžvilgiu, kai gali įvykti Saulės užtemimas.

Apskaičiuojame didžiausią galimą Mėnulio regimąjį kampinį atstumą  $\Delta\beta$  nuo orbitos mazgo (6 pav.) tuo atveju, kai dar gali įvykti dalinis Saulės užtemimas ( $i$  – Mėnulio orbitos posvyris į ekliptiką).

Maksimalių Saulės ir Mėnulio regimųjų kampinių matmenų atveju

$$\Delta\beta_{\max} = \frac{\Delta\theta_{\max}}{i} = \frac{0,545^\circ}{5,145^\circ} \cong 0,1059 \text{ rad} \cong 6,1^\circ.$$

Gavome, kad dalinis Saulės užtemimas gali įvykti tada, kai Mėnulis bus nutolęs nuo mazgo ne toliau kaip  $\pm 6,1^\circ$ . Kadangi Žemė nėra taškinis kūnas, būtina įvertinti Mėnulio kampinį poslinkį dėl stebėtojo vietos Žemėje pokyčio, t. y. atsižvelgti į Mėnulio horizontalinį paralaksą (7 pav.). Didžiausia šio paralakso vertė bus pasiekta tada, kai Mėnulis bus perigėjuje:



7 pav. Mėnulio horizontalinis paralaksas

$$\pi = \frac{R_{\oplus}}{d_{M\min}} = \frac{6371}{363300} \cong 0,0175 \text{ rad} \cong 1^\circ.$$

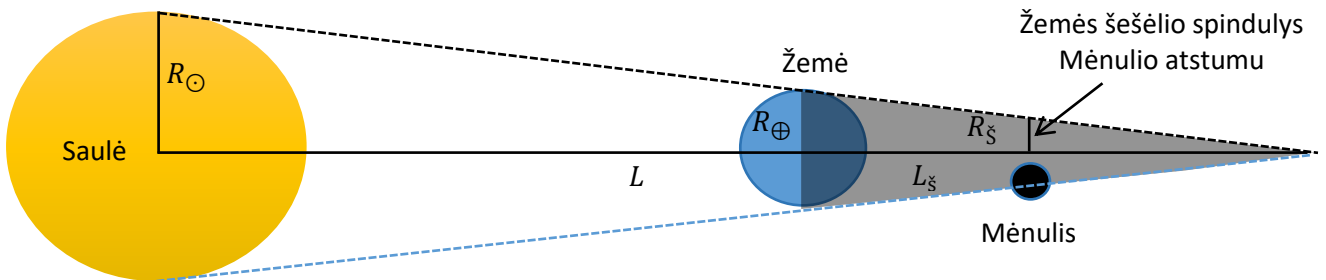
Mėnulio kampinis nuotolis nuo mazgo atsižvelgiant į horizontalinį paralaksą:

$$\Delta\beta_{\max} = \frac{\Delta\theta_{\max} + \pi}{i} = \frac{1,545}{5,145} \cong 0,300 \text{ rad} = 17,2^\circ.$$

**Ats.: Dalinis Saulės užtemimas Žemėje gali būti stebimas tada, kai Mėnulis bus nutolęs nuo orbitos mazgo ne toliau kaip  $\pm 17,2^\circ$ .**

Dalinis Mėnulio užtemimas gali įvykti tik tada, kai regimasis kampinis atstumas tarp Mėnulio regimojo disko centro ir Žemės šešėlio Mėnulio nuotolyje centro yra mažesnis už Mėnulio regimojo disko ir Žemės šešėlio (Mėnulio nuotolyje) kampinių spindulių sumą.

Rasime Žemės šešėlio regimąjį kampinį spindulį  $\alpha_{\oplus}$  vidutiniame Mėnulio nuotolyje nuo Žemės (8 pav.).



8 pav. Saulės, Žemės ir Mėnulio išsidėstymas Mėnulio užtemimo metu (mastelis neišlaikytas).

Pirmiausia, remdamiesi panašųjų trikampių savybe apskaičiuojame Žemės šešėlio kūgio ilgį  $L_{\text{š}}$ :

$$\frac{L_{\text{š}}}{R_{\oplus}} = \frac{L - a_{\oplus}}{R_{\oplus}} = \frac{L}{R_{\odot}}$$

$$L = a_{\oplus} / \left(1 - \frac{R_{\oplus}}{R_{\odot}}\right) = 149598000 / \left(1 - \frac{6371}{695700}\right) \cong 151 \times 10^6 \text{ km}$$

$$L_{\text{š}} = L - a_{\oplus} = 151 \times 10^6 - 149598000 \cong 1,383 \times 10^6 \text{ km}$$

Tada remdamiesi panašųjų trikampių savybe apskaičiuojame šešėlio spindulį  $R_{\text{š}}$  Mėnulio nuotolyje:

$$\frac{R_{\text{š}}}{R_{\oplus}} = \frac{L_{\text{š}} - a_{\text{M}}}{L_{\text{š}}}$$

$$R_{\text{š}} = R_{\oplus} \left(1 - \frac{a_{\text{M}}}{L_{\text{š}}}\right) = 6371 \left(1 - \frac{384400}{1,383 \times 10^6}\right) = 4600 \text{ km}$$

Žemės šešėlio geocentrisis regimasis kampinis spindulys Mėnulio nuotolyje

$$\alpha_{\text{š}} = \arctg\left(\frac{R_{\text{š}}}{a_{\text{M}}}\right) = \arctg\left(\frac{4600}{384400}\right) \cong 0,686^\circ$$

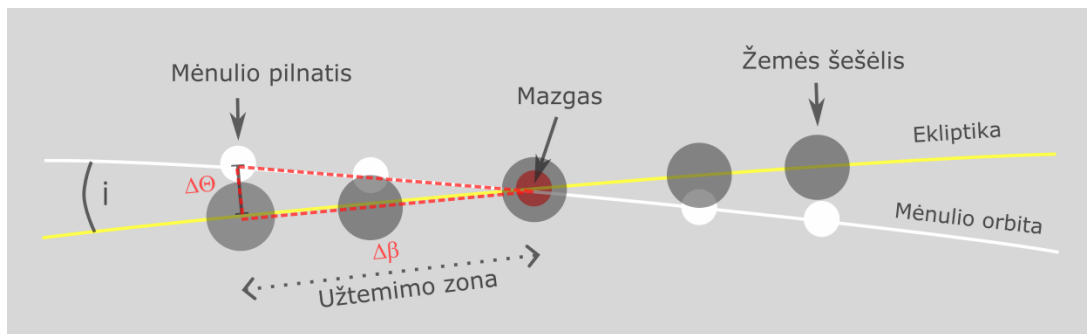
Mėnulio regimasis kampinis spindulys vidutiniame nuotolyje nuo Žemės

$$\alpha_{\text{M}} = \frac{R_{\text{M}}}{a_{\text{M}}} = \frac{1737,4}{384\,400} = 0,00452 \text{ rad} \cong 0,259^\circ$$

Mėnulio regimojo disko ir Žemės šešėlio (Mėnulio nuotolyje) kampinių spindulių suma

$$\Delta\theta = \alpha_M + \alpha_\xi = 0,259^\circ + 0,686^\circ = 0,945^\circ$$

Apskaičiuojame Mėnulio didžiausią regimąjį kampinį nuotolį  $\Delta\beta$  nuo orbitos mazgo tuo atveju, kai dar gali įvykti jo užtemimas (9 pav.).



**9 pav.** Mėnulio ir Žemės šešėlio padėtys Mėnulio orbitos mazgo atžvilgiu tuo atveju, kai gali įvykti Mėnulio užtemimas

$$\Delta\beta = \frac{\Delta\theta}{i} = \frac{0,945^\circ}{5,145^\circ} = 0,1837 \cong 10,5^\circ$$

Gavome, kad dalinis Mėnulio užtemimas gali įvykti tada, kai jis bus nutolęs nuo mazgo ne daugiau kaip  $\pm 10,5^\circ$ .

**Ats.:** Dalinis Mėnulio užtemimas gali įvykti tada, kai jis bus nutolęs nuo mazgo ne toliau kaip  $\pm 10,5^\circ$ .

## 2. Starto į Marsą langas (15 t)

2026 m. spalio 20 d. Marso vakarų elongacija bus lygi  $\epsilon_0 = 70^\circ$ . Tardami, kad erdvėlaivis skries Homano (Hohmann) pereinamąja orbita, apskaičiuokite:

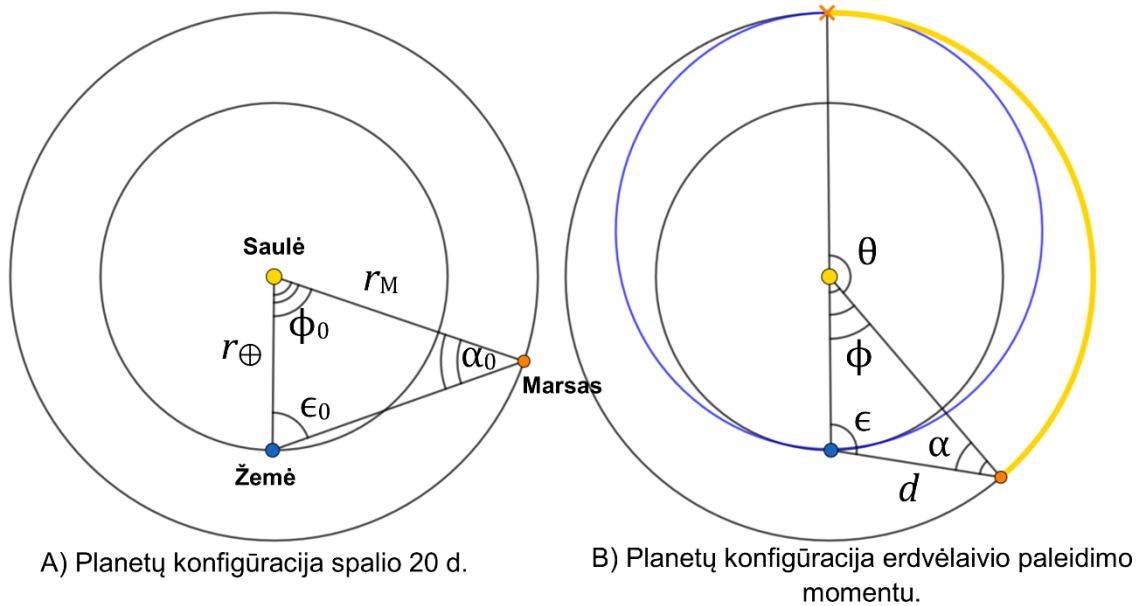
- Kurią metų dieną reikėtų pradėti skrydį į Marsą?
- Kokia tuo metu būtų Marso elongacija stebint iš Žemės?

Tarkite, kad abiejų planetų orbitos yra apskritiminės.

Marso orbitos spindulys  $r_M = 1,52$  au, orbitinis (žvaigždinis) periodas  $P_M = 687$  d.

Apibrėžimas: Homano pereinamoji orbita yra elipsinė orbita, kurios periapsis yra Žemės nuotolyje nuo Saulės, o apoapsis – planetos, į kurią skrieja erdvėlaivis, nuotolyje nuo Saulės.

### Sprendimas



A) Planetų konfigūracija spalio 20 d.

B) Planetų konfigūracija erdvėlaivio paleidimo momentu.

Sprendžiant šį uždavinį reikia atsižvelgti į planetų judėjimo skirtingus kampinius greičius ir Homano orbitos ypatumus. Norint surasti skrydžio pradžios datą reikia nustatyti kampą Žemė-Saulė-Marsas spalio 20 d. ir erdvėlaivio starto dieną.

Spalio 20 d. kampą  $\phi_0$  nustatome panaudodami Žemė-Saulė-Marsas trikampį. Pagal sinusų teoremą:

$$\frac{r_M}{\sin \epsilon_0} = \frac{r_\oplus}{\sin \alpha_0},$$

$$\sin \alpha_0 = \frac{r_\oplus}{r_M} \sin \epsilon_0 = \frac{1}{1,52} \sin 70^\circ = 0,6182,$$

$$\alpha_0 = 38,2^\circ.$$

Tada apskaičiuojame kampą

$$\phi_0 = 180^\circ - \epsilon_0 - \alpha_0 = 180^\circ - 70^\circ - 38,19^\circ = 71,8^\circ.$$

Kadangi Žemės judėjimo aplink Saulę greitis yra didesnis negu Marso, tai šis kampas mažės iki tol, kol pasieks kritinį kampą, kuris yra reikalingas skrydžiui į Marsą. Šį kampą galėsime apskaičiuoti, jei žinosime skrydžio į Marsą trukmę. Kadangi erdvėlaivis skries Homano orbita, tai jo orbitos periapsis bus lygus Žemės orbitos spinduliui  $r_\oplus$ , o apoapsis – Marso orbitos spinduliui  $r_M$ . Taigi, erdvėlaivio orbitos didysis pusašis bus lygus

$$a = \frac{r_\oplus + r_M}{2} = \frac{1 + 1,52}{2} = 1,26 \text{ au.}$$

Erdvėlaivio skrydžio iki Marso trukmė bus lygi jo Homano orbitos periodo pusei:

$$T = \frac{1}{2}P_{\text{orb}} = \pi \sqrt{\frac{a^3}{GM_{\odot}}} = \pi \sqrt{\frac{(1,26 \cdot 1,496 \cdot 10^{11})^3}{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 1,989 \cdot 10^{30}}} = 2,2314 \cdot 10^7 \text{ s} = 258,3 \text{ d}$$

Taigi, erdvėlaivis pasieks savo tikslą, jei starto metu Marsas bus tokiam savo orbitos taške, iš kurio jis per 258,3 d nuskries iki erdvėlaivio orbitos apoapsio. Taigi,

$$\phi = 180^\circ - \theta = 180^\circ - \omega_M T = 180^\circ - 360^\circ \frac{T}{P_M} = 44,6^\circ$$

Kadangi abi planetos juda ta pačia kryptimi, tai kampas tarp jų Saulės atžvilgiu kinta greičiu

$$\omega = \omega_{\oplus} - \omega_M = 2\pi \left( \frac{1}{P_{\oplus}} - \frac{1}{P_M} \right) = 2\pi \left( \frac{1}{365} - \frac{1}{687} \right) = 8,068 \cdot 10^{-3} \text{ rad/d} = 0,462^\circ/\text{d}$$

Tada kampas, tinkamas optimaliam erdvėlaivio paleidimui, bus pasiektas praėjus laiko tarpui

$$\Delta t = \frac{\phi_0 - \phi}{\omega_{\text{rel}}} = \frac{71,8^\circ - 44,6^\circ}{0,462} \cong 59 \text{ d}$$

Tada optimalus erdvėlaivio starto laikas bus praėjus 59 d po spalio 20 d., t. y. gruodžio 18 d.

b) Iš trikampio Žemė-Saulė-Marsas matome, kad Marso elongacija erdvėlaivio starto metu bus didesnė negu spalio 20 d., nes Žemės orbitinio judėjimo greitis didesnis nei Marso. Šią elongaciją galime apskaičiuoti, jei žinome atstumą tarp Marso ir Žemės. Šį atstumą apskaičiuojame panaudodami kosinusų teoremą:

$$d^2 = r_{\oplus}^2 + r_M^2 - 2r_{\oplus}r_M \cos \phi$$

$$d = \sqrt{1^2 + 1,52^2 - 2 \cdot 1,52 \cos 44,6^\circ} = 1,070 \text{ au}$$

Kadangi šioje planetų konfigūracijoje sunku nustatyti, ar elongacijos kampas yra smailusis ar bukasis, tiesiogiai sinusų teoremos šiam kampui apskaičiuoti geriau nenaudoti. Bet galime pasinaudoti tuo faktu, kad Žemė yra vidinė planeta Marso atžvilgiu. Todėl Žemės didžiausia elongacija žvelgiant iš Marso ( $\alpha$ ) niekada neviršys  $90^\circ$ .

Kadangi abu kampai ( $\alpha$  ir  $\phi$ ) yra smailieji, tai galime surasti tikslią  $\alpha$  vertę:

$$\frac{d}{\sin \phi} = \frac{r_{\oplus}}{\sin \alpha}$$

$$\alpha = \arcsin \left( \frac{r_{\oplus}}{d} \sin \phi \right) = \arcsin \left( \frac{1}{1,070} \sin 44,6^\circ \right) = 41,0^\circ$$

Kadangi trikampio kampų suma  $180^\circ$ , tai gauname, kad

$$\epsilon = 180^\circ - \phi - \alpha = 180^\circ - 44,6^\circ - 41,0^\circ \cong 94^\circ$$

### 3. Žvaigždės spektro linijos plotis (10 t)

B0 V spektrinės klasės žvaigždės, kurios spindulys  $R = 7,0R_{\odot}$ , sukimosi apie ašį periodas  $P = 2 \text{ d}$ . Apskaičiuokite spektro linijos  $\lambda = 486,1 \text{ nm}$  plotį, kuri sukelia žvaigždės sukimasis. Tarkite, kad sukimosi ašis yra statmena regėjimo kryptiai.

#### Sprendimas

Didžiausias spektro linijos poslinkis dėl žvaigždės sukimosi apie ašį bus ties jos pusiauju, nes ties pusiauju linijinis sukimosi greitis didžiausias. Žvaigždės linijinis sukimosi greitis pusiaujuje lygus

$$v_r = \frac{2\pi R}{P} = \frac{2\pi \cdot 7 \cdot 6,96 \cdot 10^8}{2 \cdot 24 \cdot 3600} = 1,77 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Spektro linijos poslinkis dėl Doplerio reiškinių lygus

$$\Delta\lambda = \lambda \frac{v_r}{c}$$

Žvaigždei sukantis vienas jos sferos kraštas tolsta, o kitas artėja link mūsų. Dėl to spektro linijos plotis bus lygus

$$2\Delta\lambda = 2 \cdot 486,1 \frac{1,77 \cdot 10^5}{2,998 \cdot 10^8} \cong 0,57 \text{ nm}$$

#### 4. Nova (10 t)

Sužibusios novos regimasis ryškis spindesio maksimume siekė  $V_{\max} = 1,8$ . Spektro tyrimai parodė, kad spindesio maksimume jos spektras panašus į vėlyvos B spektrinės klasės supermilžinės spektrą (efektinė temperatūra  $T_{\text{ef}} = 10\,500 \text{ K}$ , bolometrinių pataisų  $BC = -0,5$ ). Prieš sužibimą žvaigždės ryškis buvo  $V_{\min} = 21,2$ . Taip pat buvo nustatyta, kad žvaigždės paralaksas  $p = 0,64 \text{ mas}$  (kampinių milisekundžių), o tarpžvaigždinė ekstinkcija jos nuotolyje  $A_V = 1,6$ .

- Apskaičiuokite novos atstumą.
- Raskite novos absoliutųjį ryškį  $M_{V_{\max}}$  spindesio maksimume.
- Raskite žvaigždės absoliutųjį ryškį  $M_{V_{\min}}$  prieš novos sužibimą.
- Apskaičiuokite novos šviesį spindesio maksimume.
- Apskaičiuokite novos spindulį spindesio maksimume.

#### Sprendimas

- a) Novos atstumas

$$r = \frac{1}{0,00064} = 1562 \text{ pc}$$

- b) Novos absoliutūs ryškis spindesio maksimume

$$M_{V_{\max}} = V_{\max} - 5 \lg r + 5 - A_V = 1,8 - 5 \lg 1562 + 5 - 1,6 = -10,8$$

- c) Žvaigždės absoliutūs ryškis prieš novos sužibimą

$$M_{V_{\min}} = V_{\min} - 5 \lg r + 5 - A_V = 21,2 - 5 \lg 1562 + 5 - 1,6 = 8,6$$

- d) Novos šviesio spindesio maksimume skaičiavimas

Jos absoliutūs bolometrinis ryškis

$$M_{b_{\max}} = M_{V_{\max}} + BC = -10,8 - 0,5 = -11,3$$

Bolometrinio ryškio ir šviesio sąryšis

$$M_{b_{\max}} - M_{b_{\odot}} = -2,5 \lg \frac{L_{\max}}{L_{\odot}}$$

$$\lg \frac{L_{\max}}{L_{\odot}} = \frac{M_{b_{\max}} - M_{b_{\odot}}}{-2,5} = \frac{-11,3 - 4,74}{-2,5} = 6,42$$

$$L_{\max} = 2,63 \cdot 10^6 L_{\odot} \cong 10^{33} \text{ W}$$

- e) Novos spindulį spindesio maksimume apskaičiuojame panaudodami Štefano ir Bolcmano dėsnį:

$$L_{\max} = 4\pi R_{\max}^2 \sigma T_{\text{ef}}^4$$

$$R_{\max} = \frac{\sqrt{L_{\max}}}{2\sqrt{\pi\sigma T_{\text{ef}}^2}} = \frac{\sqrt{10^{33}}}{2\sqrt{\pi \cdot 5,6704 \cdot 10^{-8} \cdot 10500^2}} = 3,4 \cdot 10^{11} \text{ m} = 488R_{\odot}$$

## 5. Elipsinė galaktika (10 t)

Elipsinė galaktikos spindulys  $R = 300$  kpc, masė  $\mathcal{M} = 3 \cdot 10^{13} \mathcal{M}_{\odot}$ .

- Per kiek laiko žvaigždė, judanti pačiame galaktikos pakraštyje, vieną kartą apskries šios galaktikos centrą? Palyginkite gautą atsakymą su Visatos amžiumi (13,8 milijardų metų).
- Koks būtų šios žvaigždės judėjimo greitis, jei ji judėtų apskritimine orbita?

### Sprendimas

a) Panaudojame 3-ąjį apibendrintąjį Keplerio dėsnį:

$$\frac{P^2(\mathcal{M} + m_z)}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G};$$

čia  $P$  – žvaigždės apskriejimo aplink galaktikos centrą periodas,  $r$  – žvaigždės orbitos didysis pusašis,  $\mathcal{M}$  – galaktikos masė,  $m_z$  – žvaigždės masė,  $G$  – gravitacijos konstanta.

Pagal uždavinio sąlygą  $r = R$ , ir  $\mathcal{M} \gg m_z$  (žvaigždės masės galime nepaisyti). Todėl

$$P = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{G\mathcal{M}}} = 2\pi \sqrt{\frac{(3 \cdot 10^5 \cdot 3,086 \cdot 10^{16})^3}{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 3 \cdot 10^{13} \cdot 1,989 \cdot 10^{30}}} = 8,865 \cdot 10^{16} \text{ s} = 2,8 \cdot 10^9 \text{ a}$$

Tai sudaro apie penktadalį Visatos amžiaus.

Žvaigždės orbitinio judėjimo greitis

$$v = \frac{2\pi R}{P} = \frac{2\pi \cdot 3 \cdot 10^5 \cdot 3,086 \cdot 10^{16}}{8,865 \cdot 10^{16}} = 6,56 \cdot 10^5 \text{ m/s} = 656 \text{ km/s}$$