

Lietuvos mokinių dvidešimt ketvirtoji astronomijos olimpiada

Atrankinis etapas

I – II gimnazijos klasių (J) mokiniai

1. Saulės ir Mėnulio užtemimai (15 t)

Atsakykite ir paaiškinkite šiuos klausimus:

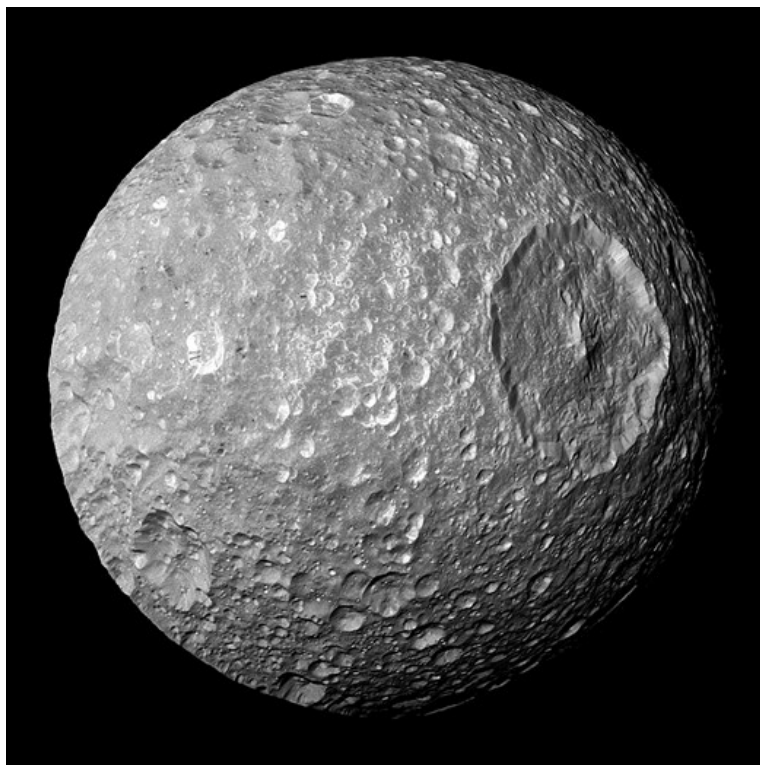
- Kodėl, kada ir kokie Saulės ir Mėnulio užtemimai gali įvykti? Kodėl užtemimai neįvyksta kiekvieną mėnesį? Paaiškinimą iliustruokite brėžiniais.
- Kodėl visiškojo Mėnulio užtemimo metu jis lieka matomas, o visiškojo Saulės užtemimo metu tampa matomas Saulės vainikas?
- Kokiomis sąlygomis gali įvykti 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.

2. Mimas (10 t)

2010 m. vasario 13 d. NASA „Cassini“ zondas fotografavo Saturno palydovą Mimą iš 50 000 kilometrų nuotolio su siaurakampiu 200 mm apertūros teleskopu, prie kurio buvo prijungta 1024×1024 pikselių CCD kamera. Teleskopo aprėpiamas laukas $0,35^\circ \times 0,35^\circ$. Žemiau pateikta Mimo nuotraukų mozaika, kurios matmenys $0,5^\circ \times 0,5^\circ$. Šios nuotraukos dešinėje matomas Mimo didžiausias smūginės kilmės Heršelio krateris. Kraterio centre, esančiu ties planetos pusiauju, yra 7 km aukščio kalnas, o kraterio krašte yra 5 km aukščio stačios uolos. Rytinę uolą nuo vakarinės skiria net 40 laipsnių ilgumos kampas.

Naudodamiesi šia nuotrauka įvertinkite:

- Koks yra Mimo spindulys kilometrais?
- Koks yra nuotraukoje matomo Heršelio kraterio skersmuo kilometrais?
- Kokia yra erdvinės skyros Mimo paviršiuje riba metrais?



By NASA / JPL-Caltech / Space Science Institute

3. Vasario 6 d. dangus (10 t)

Uždavinio sąlygos pabaigoje pateiktas žvaigždėlapis, kuriame atvaizduota viso šiaurinio dangaus projekcija pusiaujinėje koordinatų sistemoje. Saulės sistemos objektai žvaigždėlapyje nepažymėti.

Tarkime, kad stebėjimai atliekami Molėtų astronomijos observatorijoje, kurios geografinės koordinatės yra šios: $\varphi = 55^{\circ}19'$; $\lambda = 1^{\text{h}}42,25^{\text{m}}$.

Užduotys:

- a) Žvaigždėlapyje apibrėžkite sritį, kurioje esančios žvaigždės niekada nenusileidžia žemiau horizonto. Paaiškinkite savo sprendimą žemiau duotame langelyje.

- b) Žvaigždėlapyje nubrėžkite ekliptiką.
- c) Žvaigždėlapyje užrašykite žvaigždynų, per kuriuos eina ekliptika, lotyniškas trijų raidžių santrumpas. Žemiau duotame langelyje užrašykite šių žvaigždynų lietuviškus pavadinimus ir lotyniškas jų santrumpas. (nurodyti ne daugiau, kaip 5 žvaigždynus)

Tarkime, kad stebėjimai bus atlikti vasario 6 d. 21 val. Lietuvos laiku.

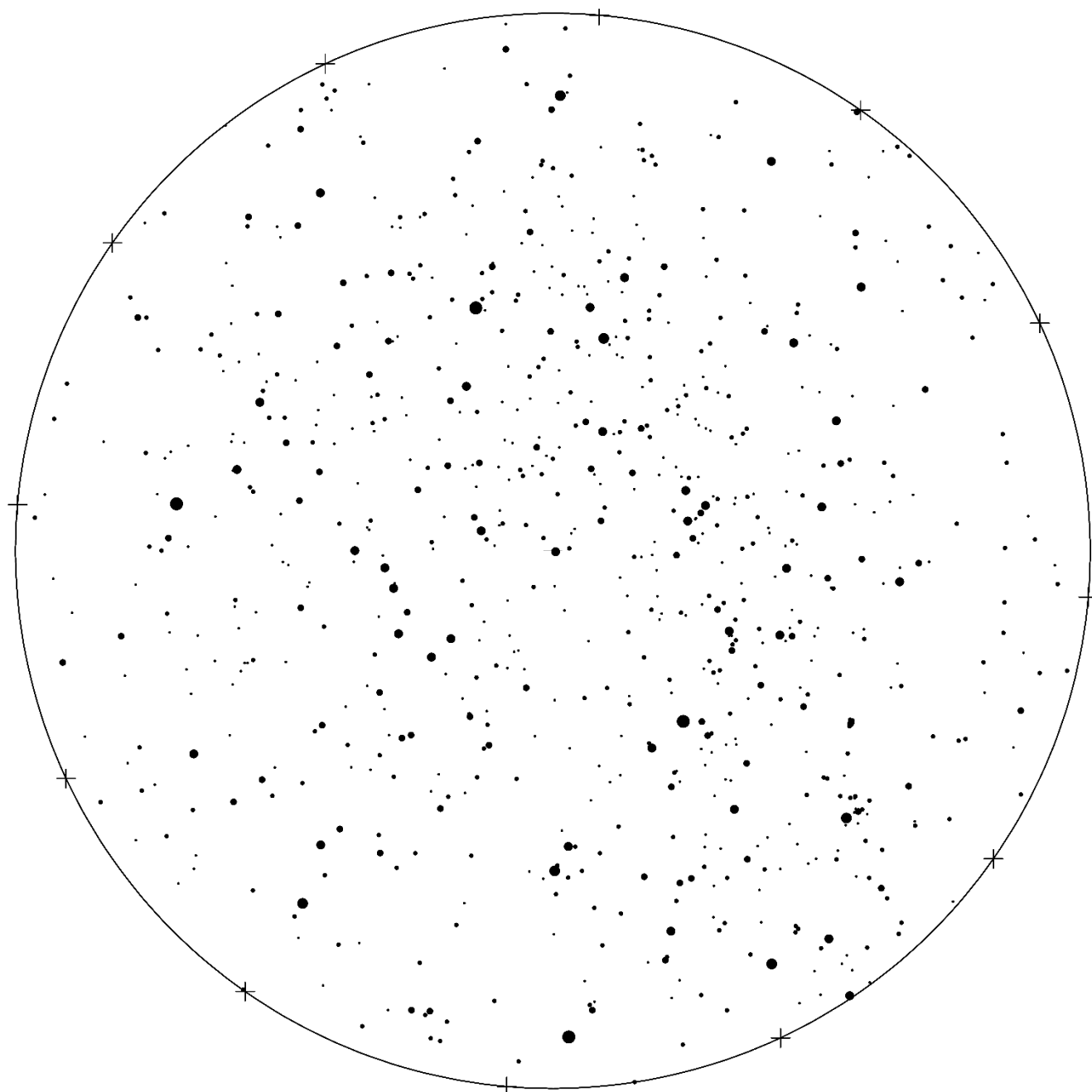
- d) Žvaigždėlapyje nubrėžkite dienovidinio liniją. Paaiškinkite savo sprendimą.

- e) Žvaigždėlapyje užrašykite žvaigždynų, per kuriuos eina dienovidinis, lotyniškas trijų raidžių santrumpas. Žemiau duotame langelyje užrašykite šių žvaigždynų lietuviškus pavadinimus ir lotyniškas jų santrumpas.

- f) Kokia didžiausio regimojo spindesio žvaigždė yra viršutinėje kulminacijoje? Pažymėkite ją žvaigždėlapyje ir žemiau duotame langelyje užrašykite jos tikrinį vardą ir Bajerio žymėjimą.

- g) Žvaigždėlapyje pažymėkite ir užrašykite planetų, kurios bus matomos nurodytu laiku, vardus.
- h) Ar matomas Mėnulis? Jei taip, tai pažymėkite jo vietą žvaigždėlapyje ir užrašykite jo fazę.

Patarimas: Pasinaudokite virtualaus dangaus (planetariumo) programa.



4. Šiaurės Vainiko T sužibimo belaukiant (15 t)

Šiaurės Vainiko T (T CrB) yra kartotinė nova, kuri staigiai sužimba maždaug kas 80 metų. Paskutinį kartą tai įvyko 1946 m., o artimiausio sužibimo laukiama 2024–2026 m. laikotarpiu.

Šiaurės Vainiko T sistemą sudaro raudonoji milžinė ir baltoji nykštukė. Novos spindesio sužibimas (sprogimas) įvyksta tada, kai ant baltosios nykštukės paviršiaus susikaupia pakankamai didelis medžiagos kiekis, pertekantis iš raudonosios milžinės, ir staigiai prasideda nevaldomos termobranduolinės reakcijos.

Duomenys:

- Novos atstumas: $d = 800$ pc.
- Novos regimasis ryškis spindesio minimume (ramybės būsenoje): $m_{\min} = +10,0$.
- Novos regimasis ryškis žybsnio (spindesio) maksimume : $m_{\max} = +2,0$.
- Žybsnio (sprogimo) metu numesto medžiagos sluoksnio (apvalkalo) plėtimosi greitis: $v = 2000$ km/s.

Užduotys:

- a) Apskaičiuokite, kiek kartų padidėja novos šviesis spindesio maksimume palyginus su jos šviesiu ramybės būsenoje.
- b) Apskaičiuokite, kiek kartų novos šviesis spindesio maksimume didesnis už Saulės šviesį.
- c) Astronomai planuoja išmatuoti besiplečiančio novos apvalkalo regimąją kampinį spindulį su antžeminiu interferometru, kurio kampinė skiriamoji geba $\theta_{\min} = 1$ mas (kampinių milisekundžių). Po kelių valandų (t) nuo spindesio maksimumo momento apvalkalo regimasis kampinis spindulys pasieks tokį dydį, kurį bus galima išmatuoti šiuo interferometru? Tarkite, kad apvalkalo plėtimosi greitis yra pastovus.

5. Elipsinė galaktika (10 t)

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

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

Pastaba: Skaičiavimuose, kur tai reikalinga, naudokite konstantas, pateiktas tolimesniuose puslapiuose.

Fizikinės konstantos

Konstanta	Simbolis	Vertė	Vienetai
Šviesos greitis vakuumė	c	$2,99792 \cdot 10^8$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Gravitacijos konstanta	G	$6,67430 \cdot 10^{-11}$	$\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
Planko konstanta	h	$6,6261 \cdot 10^{-34}$	$\text{J} \cdot \text{s}$
Bolcmano konstanta	k	$1,3806 \cdot 10^{-23}$	$\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$
Stefano ir Bolcmano konstanta	σ	$5,6704 \cdot 10^{-8}$	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$
Vyno poslinkio dėsnio konstanta	b	$2,8978 \cdot 10^{-3}$	$\text{m} \cdot \text{K}$
Atominės masės konstanta (u)	$m_u = u$	$1,660539 \cdot 10^{-27}$	kg
Protono (rimties) masė	m_p	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	kg
Neutrono (rimties) masė	m_n	$1,6749 \cdot 10^{-27}$	kg
Elektrono (rimties) masė	m_e	$9,1094 \cdot 10^{-31}$	kg
Vandenilio (^1H) atomo masė	m_H	$1,6735 \cdot 10^{-27}$	kg
Helio (^4He) atomo masė	m_{He}	$6,6465 \cdot 10^{-27}$	kg

Žemės duomenys

Parametras	Simbolis	Vertė	Vienetai
Masė	$\mathcal{M}_{\oplus}$	$5,972 \cdot 10^{24}$	kg
Vidutinis spindulys	$R_{\oplus}$	$6,371 \cdot 10^6$	m
Atmosferos refrakcija ties horizontu		35	kampinės minutės
Orbitos didysis pusašis	a	1,00000102 $1,49598 \cdot 10^{11}$	au m
Ekliptikos posvyris į dangaus pusiaują	ε	23,44	laipsniai
Saulinė para		24 86400,0	h s
Žvaigždinė (siderinė) para		23,93447 86164,09	h s
Atogrąžiniai metai		365,2422 $3,15569 \cdot 10^7$	d s
Žvaigždiniai (sideriniai) metai		365,2564 $3,15582 \cdot 10^7$	d s
Julijaus metai	a	365,2500 $3,15576 \cdot 10^7$	d s

Mėnulio duomenys

Parametras	Simbolis	Vertė	Vienetai
Regimasis vizualinis ryškis pilnatyje	V_{ζ}	-12,74	ryškis
Masė	$\mathcal{M}_{\zeta}$	$7,346 \cdot 10^{22}$	kg
Pusiaujinis spindulys	R_{ζ}	$1,738 \cdot 10^6$	m
Orbitos didysis pusašis	a_{ζ}	$3,844 \cdot 10^8$	m
Orbitos posvyris į ekliptiką		5,145	laipsniai
Sinodinis mėnuo		29,53	d
Žvaigždinis (siderinis) mėnuo		27,32	d

Saulės duomenys

Parametras	Simbolis	Vertė	Vienetai
Regimasis vizualinis ryškis	$V_{\odot}$	-26,74	ryškis
Absoliutusias vizualinis ryškis	$M_{V\odot}$	+4,83	ryškis
Absoliutusias bolometrinis ryškis	$M_{b\odot}$	+4,74	ryškis
Regimasis vidutinis kampinis skersmuo	$\theta_{\odot}$	32	kampinės minutės
Masė	$\mathcal{M}_{\odot}$	$1,989 \cdot 10^{30}$	kg
Vidutinis spindulys	$R_{\odot}$	$6,957 \cdot 10^8$	m
Efektinė temperatūra	$T_{\text{ef}\odot}$	5772	K
Šviesis	$L_{\odot}$	$3,828 \cdot 10^{26}$	W

Astronominiai atstumo vienetai

Astronominis vienetas, simbolis **au** [astronomical unit (**au**)]:

$$1 \text{ au} = 1,49597871 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

Parsekas, simbolis **pc** [parsec (**pc**)]:

$$1 \text{ pc} = 206265 \text{ au} = 3,0857 \cdot 10^{16} \text{ m}$$

Šviesmetis, simbolis **ly** [light year (**ly**)]:

$$1 \text{ ly} = 0,3066 \text{ pc} = 9,4607 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

Kampai ir kampiniai atstumai

Matuojami laipsniais ($^{\circ}$) ir jo dalimis – minutėmis ($'$) ir sekundėmis ($''$), arba radianais (rad).

$$1^{\circ} = 60' = 3600''$$

$$1 \text{ rad} = 57,2958^{\circ} = 206265''$$

Kampas α vadinamas labai mažu kampu, jei

$$\alpha < 0,01 \text{ rad} \approx 34,4'$$

Labai mažų kampų atveju galioja ši taisyklė:

$$\sin \alpha = \text{tg } \alpha = \alpha$$

Pastaba: taikant šią taisyklę kampas α turi būti išreikštas radianais.