

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.

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.

3. Žvaigždės spektro linijos plotis (10 t)

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

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 $T_{\text{ef}} = 10\,500\text{ K}$, bolometrinė pataisa $BC = -0,5$). 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 $A_V = 1,6$.

- a) Apskaičiuokite novos atstumą.
- b) Raskite novos absoliutųjį ryškį $M_{V_{\max}}$ spindesio maksimume.
- c) Raskite žvaigždės absoliutųjį ryškį $M_{V_{\min}}$ prieš novos sužibimą.
- d) Apskaičiuokite novos šviesį spindesio maksimume.
- e) Apskaičiuokite novos spindulį spindesio maksimume.

5. Elipsinė galaktika (10 t)

Elipsinė galaktikos spindulys $R = 300\text{ kpc}$, 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 vakuume	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.