

Lietuvos mokinių devynioliktoji astronomijos olimpiada
Pirmasis etapas
XI – XII klasių mokiniai

Viso 70 taškų

1 uždavinys (20 taškų)



Astronomijos mėgėjas, atvykęs į Lietuvos geografinį centrą (geografinės koordinatės: ilguma $\lambda = 23^{\circ}54'20''E$, platuma $\varphi = 55^{\circ}19'47''N$), esantį Kėdainių rajone Ruiščių kaime, ruošiasi stebėti žvaigždėtą dangų 2021 m. vasario mėn. 3-4 d. naktį. Jis pasirinko stebėjimo laiką, kai Vega bus apatinėje kulminacijoje.

Klausimai:

- a) Kokie žvaigždynai tuo metu bus viršutinėje kulminacijoje? Užrašykite lietuviškus pavadinimus ir jų lotyniškas santrumpas eilės tvarka nuo šiaurinio dangaus poliaus iki horizonto.
- b) Kokie gilaus lauko objektai (spiečiai, ūkai, galaktikos), matomi plika akimi, yra kiekviename iš šių žvaigždynų?
- c) Kokios ir kurioje dangaus pusėje (rytuose, pietryčiuose, pietuose, pietvakariuose, vakaruose, zenite) bus matomos planetos stebėjimo metu?
- d) Kurioje dangaus pusėje (rytuose, pietryčiuose, pietuose, pietvakariuose, vakaruose) bus matomas Mėnulis stebėjimo metu?
- e) Kokie dangaus objektai niekada nepatekės ir nebus matomi šioje vietovėje? Atsakymą pagrįskite skaičiavimais.
- f) Koks bus žvaigždinis laikas stebėjimo metu? Atsakymą pagrįskite skaičiavimais.
- g) Koks bus Lietuvos laikas stebėjimo metu? Atsakymą pagrįskite skaičiavimais.

Užuomina: Žvaigždinis laikas Grinviče vasario 4 d. vidurnaktį $S_0 = 8^h57^m31^s$.

2 uždavinys (10 taškų)

Periodinės kometos orbitos ekscentricitetas 0,82. Perihelio atstumas 0,54 av. Apskaičiuokite kometos orbitos afelio atstumą ir orbitinį periodą.

3 uždavinys (10 taškų)



Karlo Janskio Labai didelė radioteleskopų gardelė (*Karl G. Jansky Very Large Array – VLA*) yra radioteleskopų sistema, pastatyta JAV New Mexico valstijos švento Augustino lygumose. Ją sudaro 27 radioteleskopai, išdėstyti Y raidės formos konfigūracijoje. Kiekvieno radioteleskopo parabolinės antenos skersmuo 25 m. Didžiausias atstumas, kuriuo gali būti atitolinti kraštiniai radioteleskopai, 36 km. Didžiausias radijo

bangų dažnis, kurį gali registruoti šie teleskopai, 45 GHz.

- a) Apskaičiuokite šios radioteleskopų sistemos didžiausią kampinę skiriamąją gebą kampinėmis sekundėmis (arcsec).
- b) Apskaičiuokite, su koku mažiausiu optiniu teleskopu galima pasiekti tą pačią kampinę skiriamąją gebą. Tarkime, kad stebime vizualinio spektro ruože, kurio bangos ilgis $\lambda = 550 \text{ nm}$. Į atmosferos įtaką neatsižvelgiama.

4 uždavinys (10 taškų)

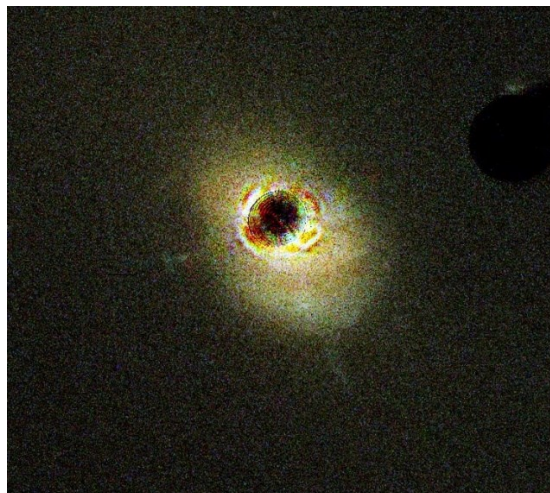
Novos žybsnio metu jos spindesys per trumpą laiką gali padidėti tūkstančius ar net šimtus tūkstančių kartų dėl to, kad jos fotosfera smarkiai išsipučia. Tuo pat metu fotosferos temperatūra išlieka maždaug pastovi. Apskaičiuokite, kiek kartų padidėjo novos fotosferos spindulys, jei jos spindesys padidėjo 8 ryškiais.

5 uždavinys (20 taškų)

Kvazaras yra kompaktiškas galingas spinduliuotės šaltinis aktyvios galaktikos centre. Jo skleidžiama šviesa užgožia jį supančios galaktikos spinduliuotę ir įprastinėje nuotraukoje matomas tik kvazaras. Tačiau kvazaro aplinką galima pamatyti, kai jis fotografuojamas dirbtinai pritemdžius arba visai užblokavus paties kvazaro šviesą. Tai iliustruoja žemiau pateiktos nuotraukos, nufotografuotos su Hubble kosminiu teleskopu (HKT). Kairėje matome įprastiniu būdu nufotografuoto kvazaro nuotrauką, o dešinėje – nuotrauką, nufotografuotą su žvaigždžių koronagrafu, kuriame kvazaro šviesa buvo užtemdyta. Nuotraukoje matome, kad kvazaras yra galaktikos viduryje. Šios galaktikos regimasis kampinis skersmuo, išmatuotas išilgai ilgiausios ašies, lygus $\theta = 29$ arcsec. Kiti šio kvazaro stebėjimų duomenys: regimasis ryškis $V = 12,85$, o jo spektre stebima emisijos linija ties $\lambda = 562,9$ nm yra vandenilio H_{β} emisijos linija, kurios laboratorinis bangos ilgis $\lambda_0 = 486,1$ nm.



1a pav. Kvazaro nuotrauka, nufotografuota su HKT fotokamera įprastiniu būdu. Difrakcijos spinduliai rodo, kad kvazaras yra taškinis šviesos šaltinis



1b pav. Kvazaro nuotrauka, nufotografuota su HKT fotokamera su žvaigždžių koronagrafu. Nuotraukoje matome užtemdytą kvazarą (juoda dėmė centre) ir jį supančią galaktiką su silpnai išreikšta spiraline struktūra

Užduotys:

- Apskaičiuokite kvazaro atstumą;
- Apskaičiuokite elipsinės galaktikos linijinį skersmenį;
- Apskaičiuokite kvazaro absoliutųjį bolometrinį ryškį. Bolometrinė pataisa $BC = -2,80$;
- Apskaičiuokite kvazaro šviesį Saulės šviesio vienetais.

Pastaba: Fizikinės ir astronominės konstantos pateiktos pridėtose lentelėse (žr. 4 ir 5 psl.)

Fizikinės konstantos

Konstanta	Simbolis	Vertė	Vienetai
Šviesos greitis vakuume	c	$2,9979 \cdot 10^8$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Gravitacijos konstanta	G	$6,6741 \cdot 10^{-11}$	$\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
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

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	θ_{\odot}	32	kampinės minutės
Masė	\mathcal{M}_{\odot}	$1,9885 \cdot 10^{30}$	kg
Vidutinis spindulys	R_{\odot}	$6,957 \cdot 10^8$	m
Efektinė temperatūra	$T_{ef\odot}$	5772	K
Šviesis	L_{\odot}	$3,828 \cdot 10^{26}$	W

Žemės duomenys

Parametras	Simbolis	Vertė	Vienetai
Masė	\mathcal{M}_{\oplus}	$5,972 \cdot 10^{24}$	kg
Pusiaujinis spindulys	R_{\oplus}	$6,378 \cdot 10^6$	m
Atmosferos slėgis ties jūros lygiu		101325	Pa
Atmosferos refrakcija ties horizontu		35	kampinės minutės
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
Atogražiniai metai		365,2422 $3,15569 \cdot 10^7$	d s
Žvaigždiniai (sideriniai) metai		365,2564 $3,15582 \cdot 10^7$	d s

Mėnulio duomenys

Parametras	Simbolis	Vertė	Vienetai
Regimasis vizualinis ryškis pilnatyje	V_{ζ}	-12,74	ryškis
Masė	M_{ζ}	$7,346 \cdot 10^{22}$	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

Visata

Parametras	Simbolis	Vertė	Vienetai
Hablo (Hubble) konstanta	H_0	73	$\text{km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$
Visatos amžius		$13,8 \cdot 10^9$	metai
Kosminės foninės spinduliuotės temperatūra		2,725	K

Astronominiai atstumo vienetai

Astronominis vienetas (av) [astronomical unit (au)]:

$$1 \text{ av} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

Parsekas (pc) [parsec (pc)]:

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

Šviesmetis (šm) [light year (ly)]:

$$1 \text{ šm} = 0,3066 \text{ pc} = 9,461 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

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

$$\alpha < 0,01 \text{ rad} \approx 2063''$$

Labai mažų kampų atveju galioja ši taisyklė:

$$\sin \alpha = \tan \alpha = \alpha$$

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