

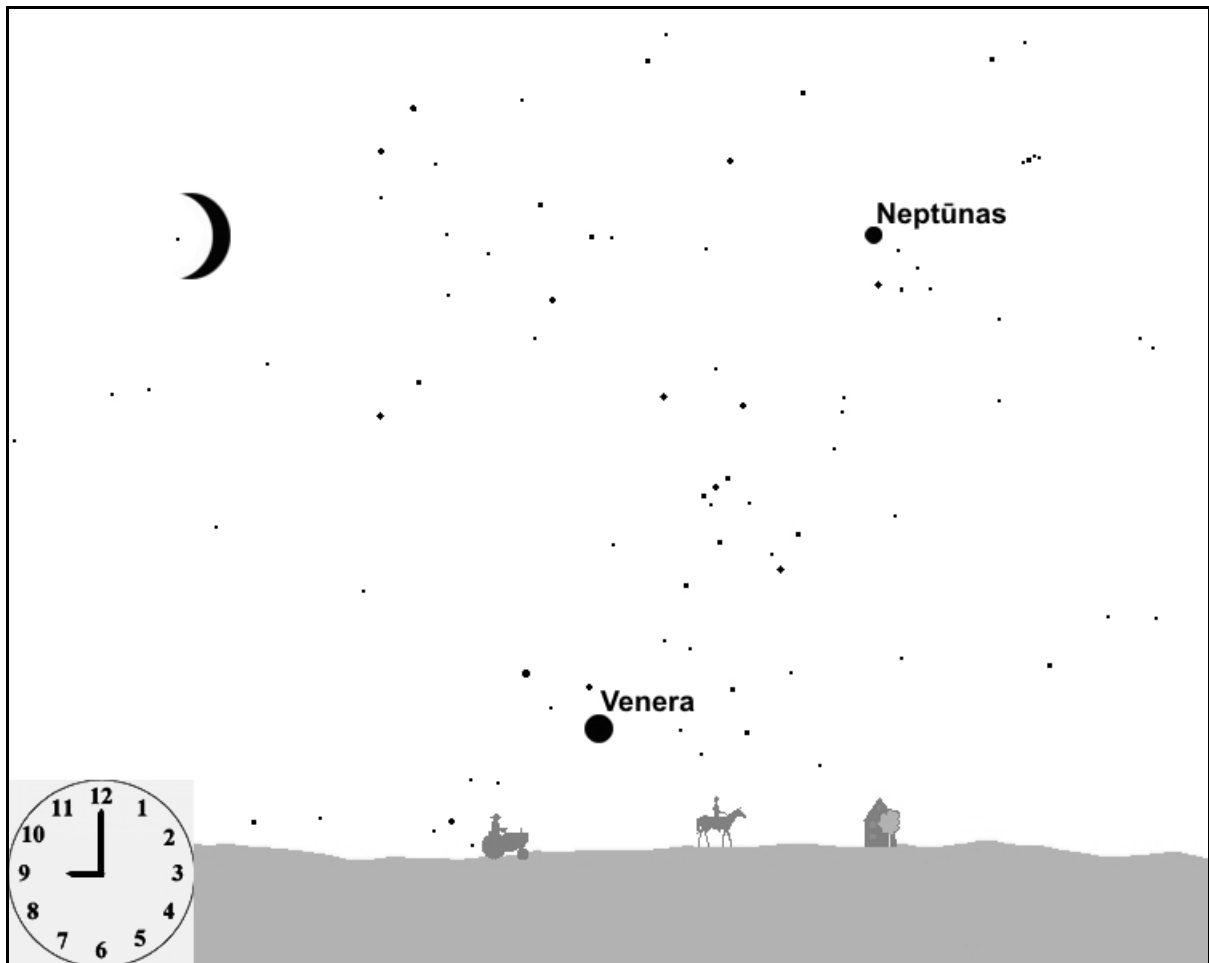
Lietuvos mokinių septintoji astronomijos olimpiada (2009)

Pirmo turo uždavinių sprendimai

IX klasių ir jaunesni mokiniai

1 uždavinys

Vilnietis Tadas mėgsta stebėti naktinį dangų. Tame pačiame mieste gyvenantis jo draugas Jonas neseniai irgi susidomėjo astronomija. Šių metų vasario 16 dienos vakarą Jonas nupiešė dangų, kurį matė pro savo namų langą. Kai giedras dangus, pro šį langą dienos metu beveik visą laiką šviečia Saulė. Po kelių dienų Jonas savo piešinį parodė Tadui. Tačiau Tadas, pamatęs piešinį, suabejojo, ar Jonas tą vakarą tikrai stebėjo dangų. Pažvelkite į Jono piešinį ir parašykite kokius netikslumus jame pastebėjo Tadas?



Sprendimo rekomendacijos

Pastabos:

- Stebimas miesto dangus – žvaigždžių jame matosi mažiau nei esant idealioms stebėjimo sąlygoms;
- Pavaizduotas vaizdas pro langą – stebimas dangaus plotas yra lango apribotas;
- Pavaizduotas realus horizontas – jis dažniausiai nesutampa su matematiniu;
- Parodytas piešinys, ne žvaigždėlapis, todėl žvaigždes vaizduojančių skrituliukų dydžiai tiksliai neatitinka ryškių.
- Kadangi giedrą dieną pro šį langą beveik visą laiką šviečia Saulė, langas yra atsuktas į pietus.

Jono piešinio netikslumai:

- Mėnulis
 - 3) vasario 16 d. Mėnulis nusileido 9:14 val. ir 21 val. nebus matomas (tekės tik vasario 17 d. 3:01 val.);
Tačiau jei jis būtų matomas, netikslumų būtų daugiau:
 - 4) pavaizduota ne ta fazė, tokiu metu bus delčia (~ 21 diena po jaunaties, matyti 50 % Mėnulio);
 - 5) netiksli padėtis – vasario 16 dieną jis buvo Svarstyklių žvaigždyne;
 - 6) piešinyje per Mėnulį kiaurai persišviečia žvaigždė, taip negali būti, žvaigždės yra toliau už Mėnulį. Nors ir neapšviestas, jo diskas žvaigždes užstotų.
- Planetos
 - 3) Venera niekada nematoma Didžiojo Šuns žvaigždyne, tiek toli nuo ekliptikos ji negali būti. Tokiu metu ji švietė Žuvų žvaigždyne, vakaruose, netoli horizonto;
 - 4) Neptūnas – plika akimi nematomas, Jonas negalėjo jo pastebėti. Ši planeta taip pat pavaizduota ne vietoje, tokiu metu jis švietė Ožiaragyje, greta Saulės ir jau buvo nusileidusi.
- Pavaizduoti Mėnulio ir planetų dydžiai neatitinka jų regimųjų dydžių danguje.

2 uždavinys

Naudodamiesi sukamuoju žvaigždėlapiu išstirkite šviesulių stebėjimo galimybes ir sąlygas 2009 m. vasario 16-17 d. naktį:

- 1) Atspausdintame žvaigždėlapyje pažymėkite lentelėje (žr. žemiau) nurodytus šviesulius.
- 2) Kokiame žvaigždyne matysite Mėnulį?
- 3) Kada (Lietuvos laiku) Mėnulis bus matomas viršutinėje kulminacijoje?
- 4) Kuriuos iš išvardintųjų šviesulių galėsite stebėti vidurnaktį Lietuvos laiku?

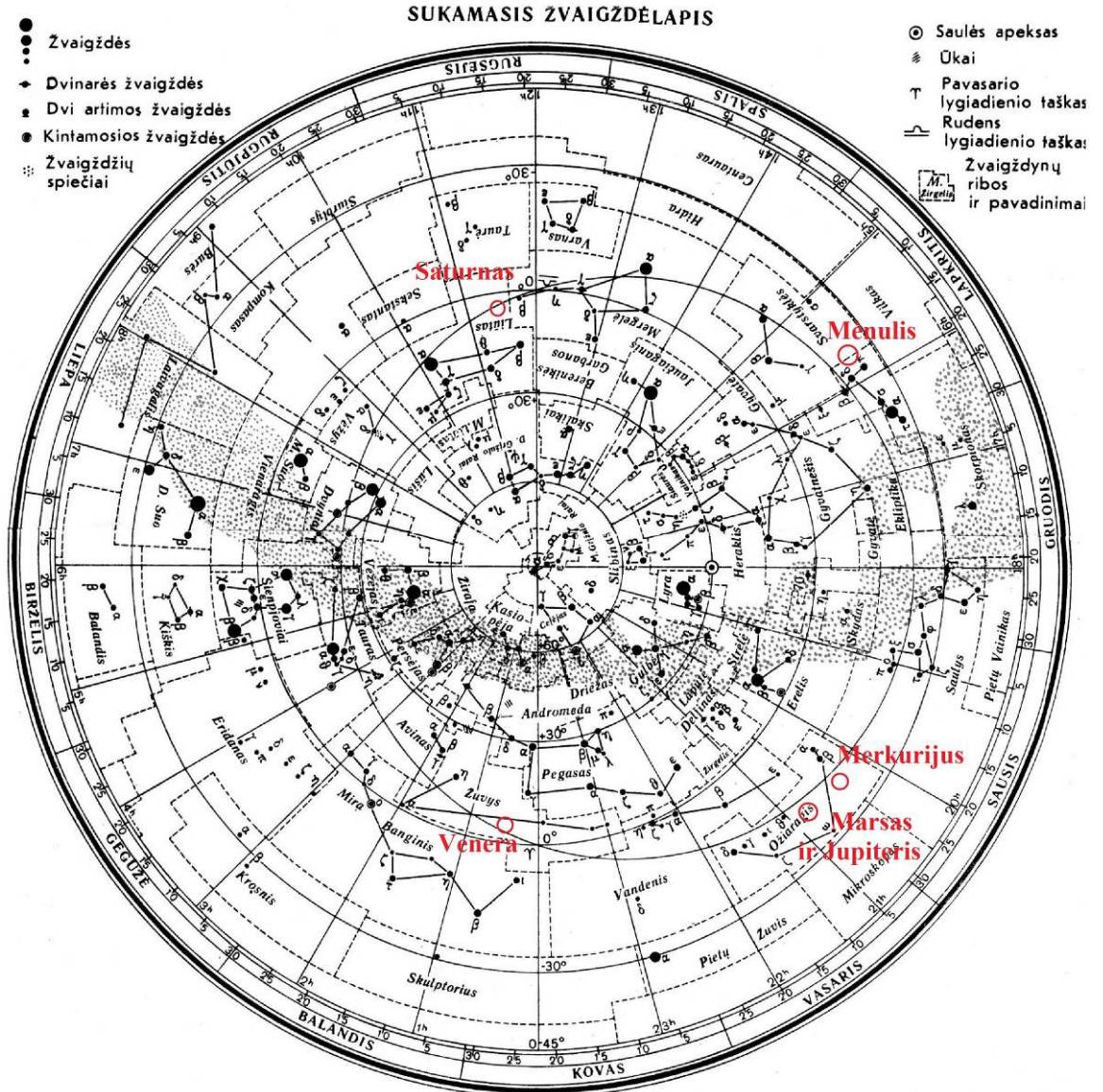
2 uždavinio lentelė. Mėnulio ir planetų koordinatės 2009.02.17 0h Lietuvos laiku.:

Šviesulys	Rektascensija		Deklinacija	
	h	m	°	'
Mėnulis	15	43	-25	20
Merkurijus	20	19	-19	43
Venera	00	30	+07	35
Marsas	20	49	-18	52
Jupiteris	20	50	-18	13
Saturnas	11	26	+06	03

Žvaigždėlapį su pažymėtais šviesuliais atsiųskite kartu su sprendimais.

Sprendimas:

- 1) Šviesuliai pažymėti žvaigždėlapyje. Marsas ir Jupiteris labai arti, pažymėtos vienu rutuliuku.



- 1) Mėnulis Svarstyklėse, prie Skorpiono žvaigždyno ribos.
- 2) Naudojant sukamąjį žvaigždėlapiį nustatome, kad 2009 m. vasario 16-17 d. naktį Lietuvos laiku Mėnulis kulminavo apie 6 val. ryto.
- 3) 2009 m. vasario 16-17 vidurnaktį Lietuvos laiku buvo galima stebėti tik Saturną.

Kaip naudotis sukamuoju žvaigždėlapiu:

Viename lape yra pats žvaigždėlapis, o kitame uždedama žvaigždėlapio dalis. Atspausdinus abu lapus, uždedamą žvaigždėlapio dalį reikia iškirpti. Toliau uždedamos dalies viduje reikia iškirpti sritį išilgai linijos, kuri atitiktų Lietuvos geografinę platumą – apie 55 laipsnius. Pagrindinio žvaigždėlapio pakraščiuose pažymėti mėnesiai ir dienos (kas 5 dienos). Vidinėje dalyje surašytos rektascensijos – nuo 0 h iki 24 h. Uždedamos žvaigždėlapio dalies pakraščiuose surašytas paros laikas – nuo 0 iki 24 val. Norėdami sužinoti, kokie šviesuliai bus matomi konkrečiu laiku, sutapatiname datą, užrašytą ant žvaigždėlapio pagrindo, su reikiama uždedamos žvaigždėlapio dalies

valanda. Tada pro iškirptą sritį matysime tą dangaus dalį, kurią galėsime stebėti norimu laiku Lietuvoje.

Sukamasis žvaigždėlapis dar vadinamas planisfera. Dažnai uždedama žvaigždėlapio dalis spausdinama ant skaidrios plėvelės. Pagrindinis žvaigždėlapis ir uždedama dalis sutvirtinama ties dangaus poliumi, aplink kurį sukasi dangaus sfera.

3 uždavinys

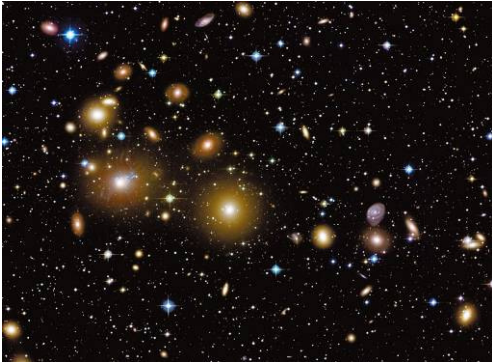
Jaunasis astronomijos mėgėjas Petriukas nusprendė suklijuoti gražiausių astronominių nuotraukų albumą. Deja, jis nuotraukas supainiojo ir nebežino, kas kur pavaizduota. Padėkite Petriukui po nuotraukomis parašyti, koks nuotraukoje pavaizduotas objektas arba jo tipas. Naudokitės duotu galimų objektų tipų sąrašu. Paaiškinkite, kodėl taip manote?

Galimų objektų sąrašas:

1. Asteroidas;
2. Bolidas;
3. Saulė;
4. Galaktika;
5. Galaktikų grupė;
6. Kamuolinis žvaigždžių spiečius;
7. Kometa;
8. Kvazaras;
9. Padrikasis žvaigždžių spiečius;
10. Planeta;
11. Planetiškasis ūkas;
12. Planetos palydovas;
13. Supernovos liekana;
14. Ūkas;
15. Žvaigždė;
16. Žvaigždėdaros sritis

Sprendimo rekomendacijos:

1.



Objekto tipas: Galaktikų grupė

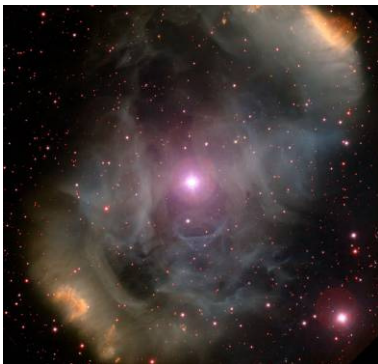
Paiškinimas: Nuotraukoje matome taškinius objektus (tai mūsų Galaktikos žvaigždės) ir difuzinius skritulio ar lęšio formos objektus. Tai ne žvaigždės, nes nėra taškiniai objektai, tai taip pat tai ne tarpžvaigždinės medžiagos ūkai, nes jie daugiausia taisyklingų formų ir sudaro sąveikaujančių objektų grupę - tai galaktikų spiečius

Tai Persėjo galaktikų grupė, kurią sudaro ~1000 galaktikų, esančių ~250 mln. šviesmečių atstumu.

Šaltinis:

<http://apod.nasa.gov/apod/ap080520.html>

2.



Objekto tipas: Ūkas

Paiškinimas: Aplink žvaigždę centre yra matomas melsvos ir gelsvos spalvų debesis. Objektas panašus į planetiškąjį ūką (toks atsakymas taip pat laikytas teisingu), tačiau šiuo konkrečiu tai yra emisinis ūkas, supantis karštą masyvią žvaigždę.

Nuotraukoje pavaizduotas ūkas NGC 6164-65, esantis ~4000 šviesmečių atstumu ir matomas Kampainio žvaigždyne. Ūko centre yra nepaprastai masyvi žvaigždė, kuri kaitina ją supančias dujas..

Šaltinis: <http://apod.nasa.gov/apod/ap060606.html>

3.



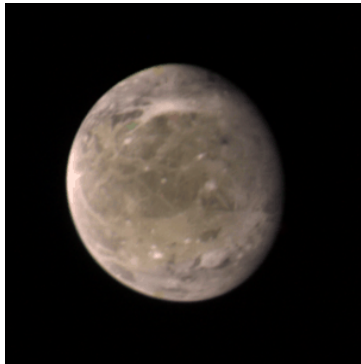
Objekto tipai: Žvaigždėdaros sritis, padrikasis žvaigždžių spiečius, ūkas

Paiškinimas: Jaunų karštų žvaigždžių spiečius, apsuptas ūko, kurį sudaro tamsios ir šviesios sritys. Tikėtina, kad ūke gimsta naujos žvaigždės ir papildo spiečių sudarančių žvaigždžių „gretas“. Tai ir žvaigždėdaros sritis.

Nuotraukoje pavaizduotas žvaigždžių spiečius NGC 3603, matomas Kilio žvaigždyne, žinomas kaip vienas didžiausių žvaigždėdaros regionų Paukščių Tako galaktikoje.

Šaltinis: <http://apod.nasa.gov/apod/ap071005.html>

4.



Objekto tipas: Planetos palydovas

Paaiškinimas: Tai rutulio formos objektas, nufotografuotas iš arti. Tai galėtų būti planeta, jos palydovas arba didelis asteroidas (pvz. Cerera). Niekas nėra nufotografavęs didelio rutulio formos asteroido iš taip arti. Tai taip pat nėra Merkurijus ar Marsas, todėl tai turėtų būti vienos iš didžiųjų planetų palydovas.

Tai – Ganimedas, Jupiterio palydovas, didžiausias planetos palydovas visoje Saulės sistemoje.

Šaltinis:

<http://www.dtm.ciw.edu/akir/Images/Galilean/ganymede.voy1.gif>

5.



Objekto tipas: Bolidas

Paaiškinimas: Tai itin ryškus meteoras, nufotografuotas virš miesto. Ryškesni nei –4 ryškio meteorai yra vadinami bolidais (Meteoro ryškį galima palyginti su nuotraukoje matomo Oriono žvaigždyno šviesiausių žvaigždžių ryškiu).

Bolidą nufotografavo astronomų mėgėjų grupė 2008 m. rugsėjo 30 d. vakarą JAV, Oklahomos valstijoje.

Šaltinis: <http://apod.nasa.gov/apod/ap081011.html>

6.



Objekto tipas: Asteroidas

Paaiškinimas: Nuotraukoje pavaizduotas netaisyklingos formos objektas, primenantis „bulvę“, tyrinėtas iš arti. Tai –asteroidas.

Nuotraukoje matomas asteroidas 433 Eros, pirmasis atrastas Žemei pavojingas asteroidas, kurį 2000 m. detaliai tyrinėjo NASA kosminė stotis NEAR.

Šaltinis: <http://www.universetoday.com/wp-content/uploads/2008/05/eros.jpg>

7.



Objekto tipas: Ūkas

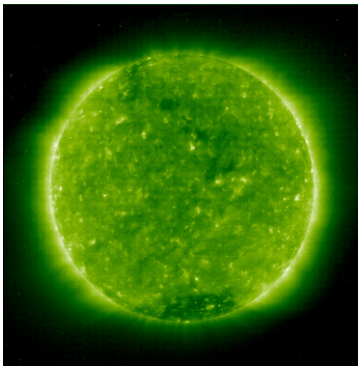
Paiškinimas: Nuotraukoje matomas dujų debesis, kuris atspindi netoliese esančios ryškios žvaigždės spinduliuojamą šviesą, todėl tai turėtų būti atspindžio ūkas.

Nuotraukoje pavaizduotas Raganos Galvos atspindžio ūkas, esantis ~50 šviesmečių atstumu. Ūką apšviečia ryškiausia Oriono žvaigždyno žvaigždė Rygelis.

Šaltinis:

<http://apod.nasa.gov/apod/ap081031.html>

8.



Objekto tipas: Žvaigždė (Saulė)

Paiškinimas: Tai rutulio formos objektas su nedideliu vainiku. Paviršius nelygus, matomos granulės.

Nuotraukoje matoma kosminio teleskopo SOHO EIT 195 Saulės nuotrauka ultravioletinių spindulių ruože.

Šaltinis:

http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/eit_195/512/

(2009-02-02)

9.



Objekto tipas: Padrikasis žvaigždžių spiečius

Paiškinimas: Nuotraukoje daugiausiai matoma padrikai išsidėsčiusių mėlynų, jaunų žvaigždžių, kurios yra arti viena kitos, todėl labiausiai tikėtina, kad tai padrikasis žvaigždžių spiečius.

Nuotraukoje pavaizduotas padrikasis žvaigždžių spiečius NGC 290, esantis 200 000 šviesmečių atstumu, Mažajame Magelano Debesyje. Hubble Space Teleskope nuotrauka

Šaltinis: <http://apod.nasa.gov/apod/ap060501.html>

4 uždavinys

Astronomijos mėgėjas sukonstravo teleskopą, kurio objektyvo skersmuo atitiko vieno iš pirmųjų 1609-1611 m. Galilėjaus sukonstruotų teleskopų - 37 mm.

Padėkite šiam mėgėjui atsakyti į klausimus:

1. Kokias iš žemiau išvardintų vizualinių dvinarių žvaigždžių bus galima pastebėti su šiuo teleskopu? Skliausteliuose pateiktas kampinis atstumas tarp komponenčių.

a) β Cyg ($34''$); b) α Gem ($3''$); c) ζ UMa ($14''$); d) ϵ 1 Lyr ($2,5''$).

2. Ar bus galima su šiuo teleskopu pamatyti Jupiterio paviršiuje Ganimedo šešėlį ir Didžiąją Raudonąją Dėmę?

Duomenys:

Jupiterio disko maksimalus kampinis skersmuo apie $45''$.

Jupiterio pusiaujo skersmuo 142 796 km.

Ganimedo skersmuo 5268 km.

Vidutinis Didžiosios Raudonosios dėmės skersmuo apie 25000 km.

Sprendimas

1. Teleskopo skiriamoji geba yra mažiausias kampas tarp dviejų taškinių objektų, kurie matomi akimi. Stebint vizualiai, teleskopo skiriamoji geba kampinėmis sekundėmis yra:

$$\delta = \frac{140''}{D},$$

kur D teleskopo objektyvo skersmuo išreikštas milimetrais.

Teleskopo $\delta = 3,8''$. Galima pastebėti dvinares a ir c variantuose.

2. Ganimedas yra apie 27,1 kartų mažesnis už Jupiterį, nes $142\,796/5268 = 27,1$. Todėl Jupiterio diske jo šešėlis bus šitiek kartų mažesnis negu Jupiterio kampinis skersmuo: $45''/27,1 = 1,7''$. Ganimedo šešėlis bus mažesnis už teleskopo skiriamąją gebą, todėl jo nebus galima pamatyti.

Raudonoji dėmė mažesnė už Jupiterį $142\,796/25000 = 5,7$ karto.

Raudonosios dėmės kampinis skersmuo $45''/5,7 = 7,9''$.

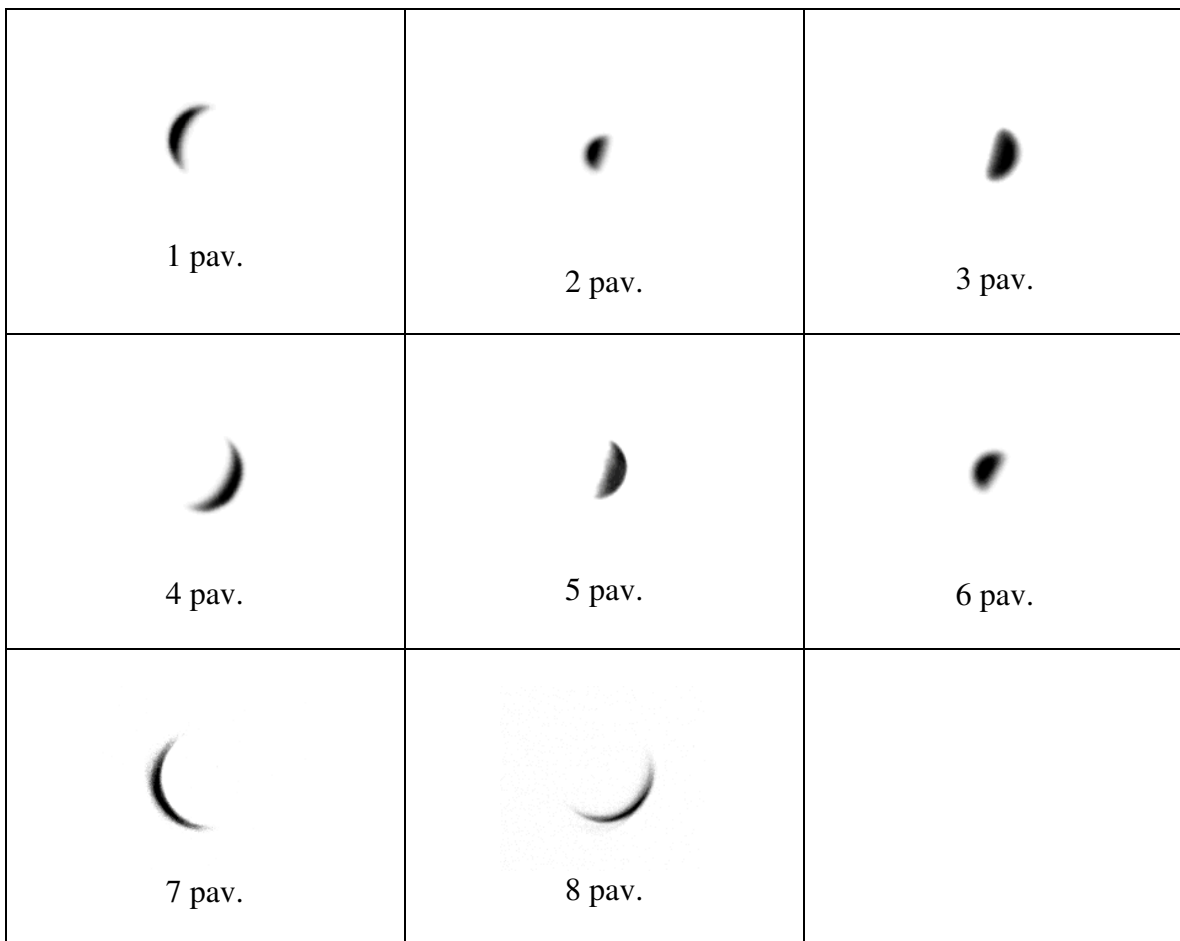
Raudonąją dėmę bus galima pamatyti.

5 uždavinys

Paveikslėlyje pateiktos Veneros nuotraukos, gautos per 8 mėnesius. Nuotraukose pavaizduoti vaizdai tokie, kokie regimi danguje, o ne apversti, kaip matomi pro teleskopą. Visų nuotraukų mastelis vienodas. Fotografavimo metu Venera buvo pakilusi virš horizonto daugiau negu 30 laipsnių.

Užduotys:

1. Išdėstykite nuotraukas laiko didėjimo kryptimi.
2. Pavaizduokite brėžinyje Veneros ir Žemės orbitas aplink Saulę ir apytiksliai pažymėkite jame santykinės Veneros ir Žemės padėtis, kuriose planetoms esant buvo padarytos Veneros nuotraukos.

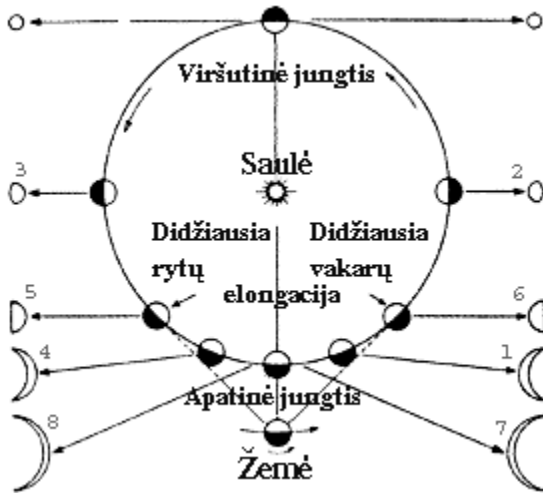


Sprendimas:

Arčiausiai Žemės Venera bus tada, kai jos skersmuo didžiausias (7 pav.) Tai turėtų būti tuoj po Veneros apatinės jungties. 8 pav. nufotografuotas prieš Veneros apatinę jungtį. 3 pav. turėtų būti gautas anksčiausiai – matoma maždaug pusė Veneros, Venera arti didžiausios rytų elongacijos ir stebima vakare. 6 pav. nufotografuotas, kai Venera arti didžiausios vakarų elongacijos ir stebima ryte. 2 pav. nufotografuotas dar vėliau, nes Venera tolsta nuo Žemės ir jos kampinis dydis mažėja.

Tarkime, kad pirmoji nuotrauka buvo gauta, kai Venera buvo arti didžiausios rytų elongacijos, nuotraukų seka tokia: 3, 5, 4, 8, 7, 1, 6, 2.

Paveikslėlyje pavaizduotos Veneros padėties Žemės atžvilgiu, todėl Žemė nejuda. Paveikslėlio pakraščiuose parodyta, kokia atrodys Venera stebėtojiui Žemėje. Skaičiai žymi Veneros nuotraukos numerį.



6 uždavinys

Žemiau pateikta Saulės protuberanto nuotraukų serija (žr. nuorodas sąlygos pabaigoje), kurią padarė Kosminė Saulės observatorija SOHO 1999 m. kovo 6 d. Kiekvienoje nuotraukoje yra įklia, kurioje nurodyta stebėjimo data ir tikslus stebėjimo momentas Pasauliniu laiku. Visose nuotraukose atvaizduotų laukelių matmenys 10'x10'. Kiekvienoje nuotraukoje išmatavę protuberanto pakilimo aukštį virš Saulės disko apskaičiuokite vidutinį protuberanto plazmos čiurkšlės sklidimo greitį km/s. 1999.03.06 Saulės nuotolis nuo Žemės buvo 0,992 AU. Palyginkite protuberanto matmenis su Žemės matmenimis vienoje iš protuberantų nuotraukų pavaizduodami apskaičiuotą pagal nuotraukos mastelį Žemės matmenų skrituliuką.

Rekomendacijos: 1) matavimus geriau atlikite juodai baltose nuotraukose, 2) pateikite matavimų ir skaičiavimų duomenų lentelę, 3) pateikite grafiką protuberanto aukščio priklausomybę nuo stebėjimo momento.

Saulės protuberanto nuotraukų serija: spalvotos ([saulprotub_sp.jpg](#)), juodai baltos ([saulprotub_plk.jpg](#)).

Sprendimas

1. A4 formato lape atspausdiname juodai-baltą protuberantų nuotraukų seriją. Matavimo duomenims surašyti parengiame lentelę (žr., pvz., 1 lentelę). Kadangi uždavinio sprendimui absoliutūs protuberantų stebėjimo momentai nesvarbūs, o tolimesniems skaičiavimams patogiau turėti laiko momentus, išreikštus sekundėmis, tai fotografavimo momentus apskaičiuojame sekundėmis pirmos nuotraukos fotografavimo laiko atžvilgiu. Rezultatus surašome į 1 lentelės 1 stulpelį.
2. Išmatuojame atspausdintų nuotraukų matmenis milimetrais ir pasinaudoję uždavinio sąlygoje duotais nuotraukų kampiniais matmenimis įvertiname nuotraukos mastelį (kiek arcmin, t. y. kampo minučių, telpa 1 mm). Tarkime, kad nuotraukos matmenys yra 82×82 mm. Tuomet nuotraukos mastelis lygus $\mu = \frac{10}{82} = 0,012195$ arcmin/mm. Akivaizdu, kad visų 6 nuotraukų mastelis vienodas.
3. Matuodami protuberanto pakilimo aukštį laikome, kad protuberantas išsiveržė maždaug iš regimojo Saulės disko krašto. Ši prielaida leis toliau taikyti paprasčiausią geometriją. Tuo remdamiesi, kiekvienoje nuotraukoje su liniuote kruopščiai išmatuojame aukščiausiai virš Saulės disko iškilusios protuberanto čiurkšlės atstumą mm nuo Saulės disko krašto. Matavimo rezultatus surašome į 1 lentelę (2 stulpelis).
4. Padauginę šį atstumą iš nuotraukos mastelio gauname protuberanto aukštį virš Saulės disko kampinėmis minutėmis (arcmin). Gautą rezultatą įrašome į 1 lentelę (3 stulpelis).
5. Protuberanto pakilimo aukščiui km apskaičiuoti reikalingas atstumas nuo Žemės iki Saulės stebėjimo metu. Iš tiesų reikėtų įvertinti atstumą nuo Saulės iki kosminės observatorijos, iš kurios buvo atliekami stebėjimai. Kadangi sąlygoje konkrečiai nieko nenurodyta, darome prielaidą, kad kosminė observatorija buvo apytiksliai tokiam pat nuotolyje nuo Saulės, kaip ir Žemė. Tokiu būdu, stebėjimo metu atstumas iki Saulės buvo lygus:
 $r = 0,992' \times 149597870 \approx 148400000$ km .
6. Apskaičiuojame Žemės rutulio kampinį spindulį Saulės nuotolyje:

$$\rho_z = \arctg \frac{R_z}{r} = \arctg \frac{6387}{148400000} = 0,15 \text{ arcmin}$$

čia r – atstumas nuo Žemės iki Saulės km stebėjimo metu, o R_z – tikras Žemės linijinis spindulys.

Gautą vertę padalijame iš nuotraukos mastelio ir gauname Žemės skrituliuko spindulį, apskaičiuotą pagal nuotraukos linijinį mastelį: $s_z = \rho_z / \mu = 1,23$ mm .

7. Protuberanto pakilimo aukštį virš Saulės disko krašto km apskaičiuojame pagal formulę

$$h = r \operatorname{tg} \theta$$

čia r – atstumas nuo Žemės iki Saulės km stebėjimo metu, o θ – protuberanto pakilimo aukštis arcmin.

Skaičiavimo rezultatus surašome į 1 lentelės 4 stulpelį.

1 lentelė. Protuberantų aukščių matavimai

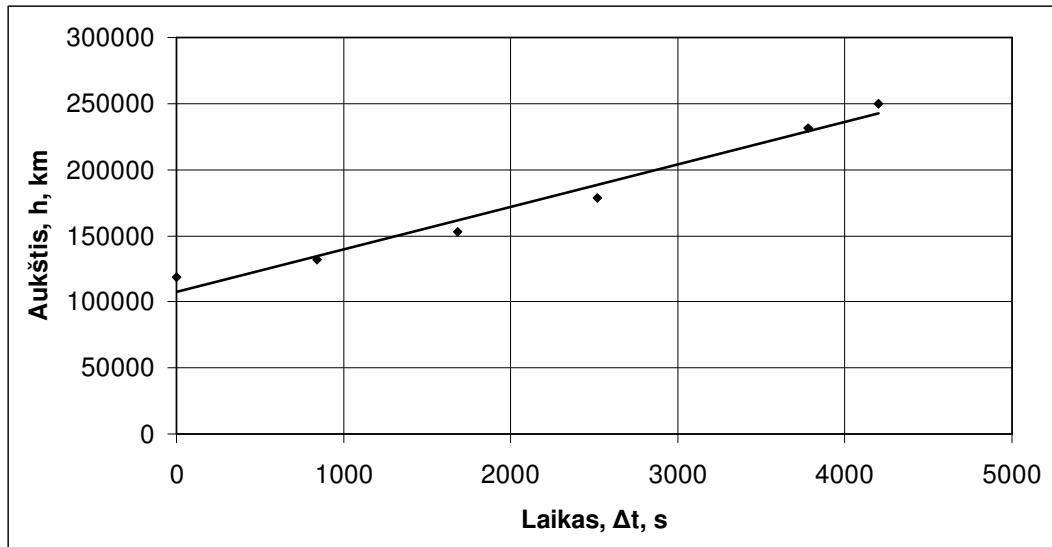
Laiko tarpas, Δt , s	Aukštis nuotraukoje, mm	Kampinis aukštis, θ , arcmin	Tikrasis aukštis, h , km
0	22,5	2,744	118454
840	25	3,049	131620
1681	29	3,537	152687
2520	34	4,146	178976
3781	44	5,366	231649
4200	47,5	5,793	250075

Pastaba: Tikrąjį aukštį galima apskaičiuoti ir kitaip. Pagal nuotraukos kampinius matmenis ir atstumą iki Saulės apskaičiuojame nuotraukos linijinį mastelį, kuriuo naudojantis apskaičiuojame tikrą protuberanto pakilimo aukštį.

8. Atrodo, kad vidutinį greitį apskaičiuoti dabar labai paprasta. Pasinaudojant 1 lentelės žymėjimais užrašome:

$$v_{\text{vid}} = \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

Jei turėtume tik du matavimus, tai būtų galima taip ir daryti – aukščio pokytį dalijame iš laiko intervalo ir gauname vidutinį greitį. Tačiau lentelėje yra 6 lygiaverčiai matavimai. Kombinacijos po du matavimus iš esmės neduos teisingo sprendimo. Tarytum turime per daug duomenų vienam nežinomajam surasti. Iš tiesų aukščio matavimai turi dideles paklaidas. Norint kuo tiksliau įvertinti vidutinį greitį kaip tik reikia turėti kuo daugiau matavimų ir juos visus panaudoti. Tam tikslui dažnai naudojamas taip vadinamas mažiausių kvadratų metodas. Supaprastintas šio metodo variantas yra grafinis greičio radimo būdas. Milimetrinio popieriaus lape (bent A4 formato) atitinkamai įvertinę mastelį atidedame 1 lentelės duomenis grafike Δt (abscisė), h (ordinatė) (žr. pav.). Per taškus išbrėžiame tiesę taip, kad taškai būtų simetriškai išsidėstę abipus tiesės arba gulėtų ant jos (žr. pav.).



Nuskaitome nuo grafiko dvi ordinates, per kurias eina tiesė, pvz.: kai $\Delta t = 0$ s, $h = 107500$ km, ir kai $\Delta t = 4000$ s, $h = 236000$ km. Iš šių duomenų randame tiesės lygtį:

$$h = 32,125\Delta t + 107500$$

Ieškomas vidutinis greitis yra šios tiesės polinkis:

$$v_{vid} = 32 \text{ km/s}$$

Pastaba: Šio uždavinio sprendimas palengvėja, jei pasinaudojame kompiuteriu, kuriame įdiegtas Microsoft Office programų paketas. Šiame pakete yra naudinga duomenų analizei skirta programa Excel. 1 lentelės 1 ir 2 stulpelio duomenis surašome į Excel lentelę. 3 ir 4 stulpelio duomenys apskaičiuojami atitinkamai užprogramavus Excel lentelės stulpelius. Toliau ši programa nubraižo reikalingą grafiką Δt (abscisė), h (ordinatė), apskaičiuoja tiesės lygtį mažiausių kvadratų metodu ir ją pavaizduoja grafike.