

Lietuvos mokinių aštuntoji astronomijos olimpiada

Pirmas turas

VIII-IX klasių mokiniai

Uždavinių spendimai

1 užduotis. Odisėjo kelionė.

Homero poemos „Odisėja“ 5 knygoje taip aprašoma Odisėjo kelionė (*neeiliuotas vertimas*): Miegas akių jo [Odisėjo] nesumerkė, atidžiai jis stebėjo žvaigždes, nenuleido akių jis nuo Plejadžių [Sietyno], nuo vėlai jūron grimztančio Jaučiaganio, nuo [Didžiosios] Lokės, kurią žmonės dar Ratais vadina. Sukasi ji ratu amžinai savo vietoj paslapčia sekdamą Orioną, ir niekada su kitais Okeano maudyklėn nenusileidžia.

Pasinaudodami sukamuoju žvaigždėlapio, pritaikytu Graikijos vidutinei platumai, arba virtualaus dangaus (planetariumo) kompiuterine programa, apytiksliai nustatykite, kokį mėnesį galėjo vykti ši Odisėjo kelionė.

Atsakymą pagrįskite remdamiesi astronominiais argumentais.

Sprendimas:

Internete arba publikuotuose šaltiniuose galima surasti, kad Homero aprašytosios Odisėjo kelionės vyko maždaug 800 m. prieš mūsų erą netoli Itakės salos. Iš čia išplaukia vietovės geografinė koordinatė: 1h20m rytų ilgumos ir apie 38° šiaurės platumos. Virtualaus dangaus (planetariumo) programėlėje nustatome Odisėjo laikų stebėjimo epochą ir vietovės geografinės koordinatės. Uždavinio sprendimui svarbūs du žvaigždynai: Taurus ir Jaučiaganis. Tauro žvaigždyne yra Plejadžių, lietuviškai vadinamo Sietynu, padrikasis žvaigždžių spiečius. Iš ištraukos išplaukia, kad Sietynas buvo matomas maždaug visą naktį, o Jaučiaganis matomas iki laidos vėlai vakare (gali būti apie vidurnaktį). Vadinasi, Sietynas turi tekėti vakare rytuose, Jaučiaganis leistis vakaruose. Patikriname, kurį mėnesį vos tik sutemus matome tekančią Sietyną. Liepos mėnesį vakare dar nematome Sietyno, o rugpjūtį jau matome. Rugpjūčio mėnesį Jaučiaganis leidžiasi apie vidurnaktį, taigi, vėlai. Rugsėjo mėnesį Jaučiaganis leidžiasi vakare vos sutemus. Taigi, pagal uždavinio sąlygą jo laida per ankstyva. Vadinasi rugsėjo mėn. netinka. Galutinė išvada: Odisėjas plaukė rugpjūčio mėn. naktį.

2 užduotis. Lentelėje pateikti žvaigždžių duomenys. Pabaikite pildyti lentelę. Parodykite visus skaičiavimus, kaip apskaičiuojate trūkstamus duomenis.

Lentelė. Žvaigždžių duomenys.

Žv. pavadinimas	Regimasis ryškis (mag)	Absoliutinis ryškis (mag)	Atstumas (pc)	Paralaksas (")	Tarpžvaigždinė sugertis * (mag)
Žvaigždė nr. 1	-0,72		95		0,00
Žvaigždė nr. 2		-0,31	11,3	0,088	0,00
Žvaigždė nr. 3	5,10		1000		1,50
Dvinarė žvaigždė	nr. 4A	0,91		0,078	0,00
	nr. 4B		0,21		0,00
Žvaigždė nr. 5	0,38			0,286	0,00
Žvaigždė nr. 6	1,25	-7,30			0,50

* Tarpžvaigždinė sugertis dar vadinama tarpžvaigždinė ekstinkcija

Sprendimas:

Šio uždavinio sprendimas remiasi dviem pagrindinėmis formulėmis.

Atstumas iki žvaigždės parsekais:

$$r = \frac{1}{p''} \quad (1)$$

Atstumo modulio formulė:

$$m - M = 5 \times \lg r - 5 + A \quad (2).$$

m – žvaigždės regimasis ryškis (mag)

M – žvaigždės absoliutinis ryškis (mag)

r – atstumas iki žvaigždės parsekais

p'' – žvaigždės paralaksas kampinėmis sekundėmis

A – tarpžvaigždinė ekstinkcija

Rezultatų lentelė:

Žv. pavadinimas	Regimasis ryškis (mag)	Absoliutinis ryškis (mag)	Atstumas (pc)	Paralaksas (")	Tarpžvaigždinė sugertis * (mag)	
Žvaigždė nr. 1	-0,72	-5,61	95	0,011	0,00	
Žvaigždė nr. 2	-0,04	-0,31	11,3	0,088	0,00	
Žvaigždė nr. 3	5,10	-6,4	1000	0,001	1,50	
Dvinarė žvaigždė	nr. 4A	0,91	0,36	12,9	0,078	0,00
	nr. 4B	0,76	0,21	12,9	0,078	0,00
Žvaigždė nr. 5	0,38	2,66	3,50	0,286	0,00	
Žvaigždė nr. 6	1,25	-7,30	407	0,002	0,50	

3 uždutis. Iš astronominių stebėjimų nustatykite savo gyvenamosios vietovės geografinę platumą.

Išsamiai aprašykite savo stebėjimų eigą ir pateikite stebėjimų rezultatus.

Sprendimas:

Geografinę platumą galima nustatyti stebint įvairius šviesulius bet kuriuo laiko momentu. Tačiau formulės, siejančios šviesulių koordinatas ir geografinę platumą, tampa paprastesnės, kai šviesuliai kulminuoja.

Kai šviesulys kulminuoja į pietus nuo zenito:

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta,$$

čia h – aukštis, φ – geografinė platumą, deklinacija.

Kai šviesulys kulminuoja į šiaurę nuo zenito, t.y. tarp zenito ir šiaurinio dangaus poliaus:

$$h = 90^\circ + \varphi - \delta$$

Kai nenusileidžiantis šviesulys yra apatinėje kulminacijoje:

$$h = \delta + \varphi - 90^\circ$$

1. Platumą galima nustatyti stebint Šiaurinę žvaigždę, kurios deklinacija yra $+89,3$ laipsnių. Apytiksliai Šiaurinės žvaigždės horizontinis aukštis ir bus lygus vietovės geografini platumai.

Tiksliu platuma nustatoma stebint Šiaurinę žvaigždę, kai ji yra arba viršutinėje, arba apatinėje kulminacijoje. Tuomet gana ilgą laikotarpį jos aukštis mažai keičiasi, ir galima ją ilgai stebėti siekiant kuo tiksliu išmatuoti jos aukštį. Vasario pabaigoje kaip tik buvo palankus metas tokiu būdu geografini platumai nustatyti. Žr. jos koordinatas: rektascensija $2h43m$; deklinacija $89^{\circ},3$. Iš pat vakaro Šiaurinę buvo galima buvo stebėti arti jos viršutinės kulminacijos, o paryčiui – arti jos apatinės kulminacijos. Jei Šiaurinė stebėta viršutinėje kulminacijoje, tai geografinė platuma bus lygi: $\varphi = -90^{\circ} + \delta + h$. Jei Šiaurinė stebėta apatinėje kulminacijoje, tai geografinė platuma bus lygi: $\varphi = 90^{\circ} - \delta + h$.

Jei vietovė, kurioje stebite, yra kalvota, ir fizinis horizontas labai skiriasi nuo matematinio, geriau matuoti Šiaurinės žvaigždės zenitinį nuotolį. Šviesulio aukštį iš zenitinio nuotolio galima apskaičiuoti, žinant, kad $h+z=90^{\circ}$, čia h – aukštis, z – zenitinis nuotolis.

2. Galima stebėti bet kurią ryškią žvaigždę, pavyzdžiui Oriono žvaigždyno Betelgeizę ($\delta=7^{\circ}24'29''$). Betelgeizė kulminuoja į pietus nuo zenito, todėl taikytume formulę $h=90^{\circ}-\varphi+\delta$. Norint nustatyti tikslesnį Betegeizės horizontinį aukštį kulminacijos metu, reikėtų stebėti Betelgeizę apie kulminacijos momentą keletą kartų.

Vienas iš prietaiso, kurį galima pasigaminti, pavyzdžių galėtų būti toks:

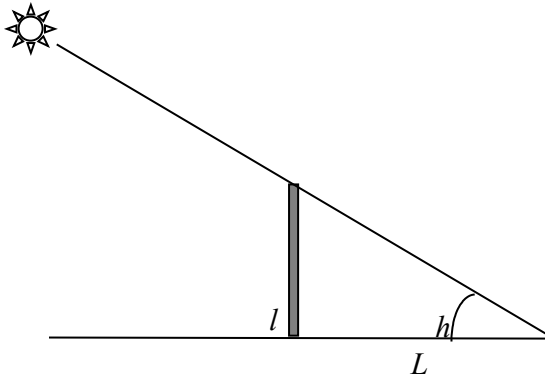


(http://www.open2.net/sciencetechnologynature/maths/measuring_latitude_and_longitude.html)

Prietaisą sudaro dvi lentelės, matlankis, tvirtas siūlas ir svarelis. Prietaisas turi būti pastatytas taip, kad skersinis būtų nukreiptas pietų-šiaurės kryptimi. Skersinis turi suklotis aplink abiejų lentelių sutvirtinimo tašką. Kampams matuoti gali būti pritvirtintas matlankis ir siūlas su svareliu. Nukreipus skersinį šviesulio kryptimi, matlankis kartu su skersiniu pasisuks ir siūlo padėtis rodys kampą, kuris lygus vietovės geografini platumai.

(Su šiuo prietaisu galima nustatyti geografinę platumą ir iš Saulės stebėjimų. Į Saulę žiūrėti tiesiogiai negalima, todėl reikia stebėti Saulės šešėlį).

3. Dieną vietovės geografinę platumą galima nustatyti stebint Saulę. Tiesiogiai žiūrėti į Saulę negalima, todėl galima pasinaudoti statmenai į Žemę įsmeigta lazda. Išmatavus šešėlio ilgį kulminacijos metu ir lazdos ilgį, apskaičiuosime Saulės aukštį kulminacijos momentu:



$$\operatorname{tg} h = l/L,$$

čia l – lazdos ilgis, L – lazdos šešėlio ilgis Saulės kulminacijos metu.

Saulės deklinaciją, įeinančią į formulę $h = 90^\circ - \varphi + \delta$, paimame iš astronominių lentelių, pvz.

<http://www.astro.lt/dangus/dangus/java/ephemeris/index.htm>

Vasario 16 d. Saulės deklinacija buvo lygi $-12^\circ 28'$, rudens ir pavasario lygiadienių metu

Saulės deklinacija lygi nuliui, vasaros saulėgrįžos metu Saulės deklinacija yra $+23^\circ 26'$,

rudens saulėgrįžos dieną deklinacija lygi $-23^\circ 26'$.

Geografinės platumos nustatymas detalai aprašytas ir Žiulio Verno romane „Paslaptingoji sala“:

<http://www.fizika.lm.lt/content/view/513/107/>

4 užduotis. Pašto ženklas

Tarptautiniais astronomijos metais Petriuko pašto ženklų kolekcija pasipildė suvenyriniu lakštu, išleistu Azerbaidžane (1 pav.). Lakšte sudėtos Žemės ir Mėnulio nuotraukos, Galilėjaus portretas ir teleskopas bei Mėnulio fazių piešiniai. Lakšto vertė yra 1 manatas (Azerbaidžano piniginis vienetas).

Pavaizduokite brėžinyje Mėnulio fazę, kurią matytų stebėtojas Žemėje tuo metu, kai stebėtojas kosmose matė ženklo nuotraukoje matomą vaizdą.

Vidutinis Mėnulio spindulys 1737 km

Vidutinis Žemės spindulys 6371 km



1 pav. Suvenyrinis lakštas tarptautiniams astronomijos metams paminėti.

Sprendimas:

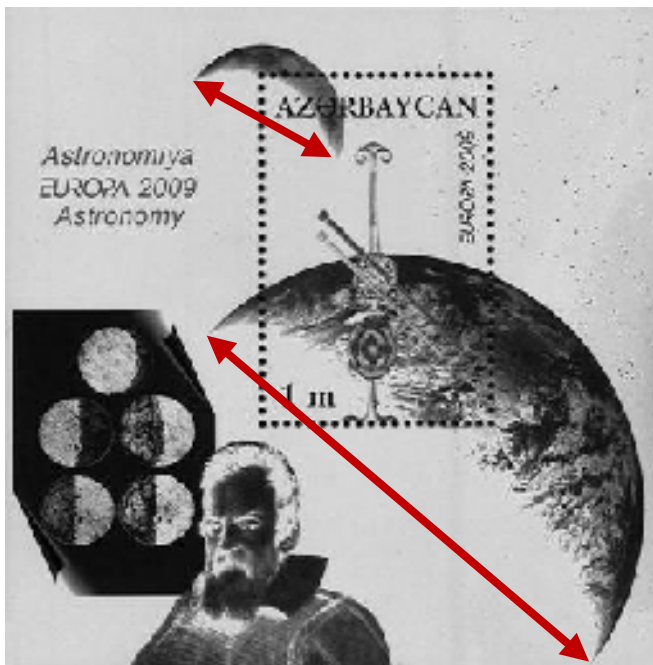
Tokį vaizdą, kuris pavaizduotas nuotraukoje galėtų matyti stebėtojas esantis kosmose.

Mums reikia įsitikinti, kuris objektas yra arčiau stebėtojo – ar Mėnulis, ar Žemė.

Jei Mėnulis ir Žemė nuo stebėtojo būtų nutolę vienodu atstumu, tada Žemės ir Mėnulio regimųjų skersmenų santykis būtų lygus:

$$k = 6371 : 1737 = 3,7$$

Išmatuojame Žemės ir Mėnulio skersmenis:



$$D_{\text{Mėnulio}} = 21 \text{ mm}$$

$$D_{\text{Žemės}} = 65 \text{ mm}$$

Skersmenų santykis :

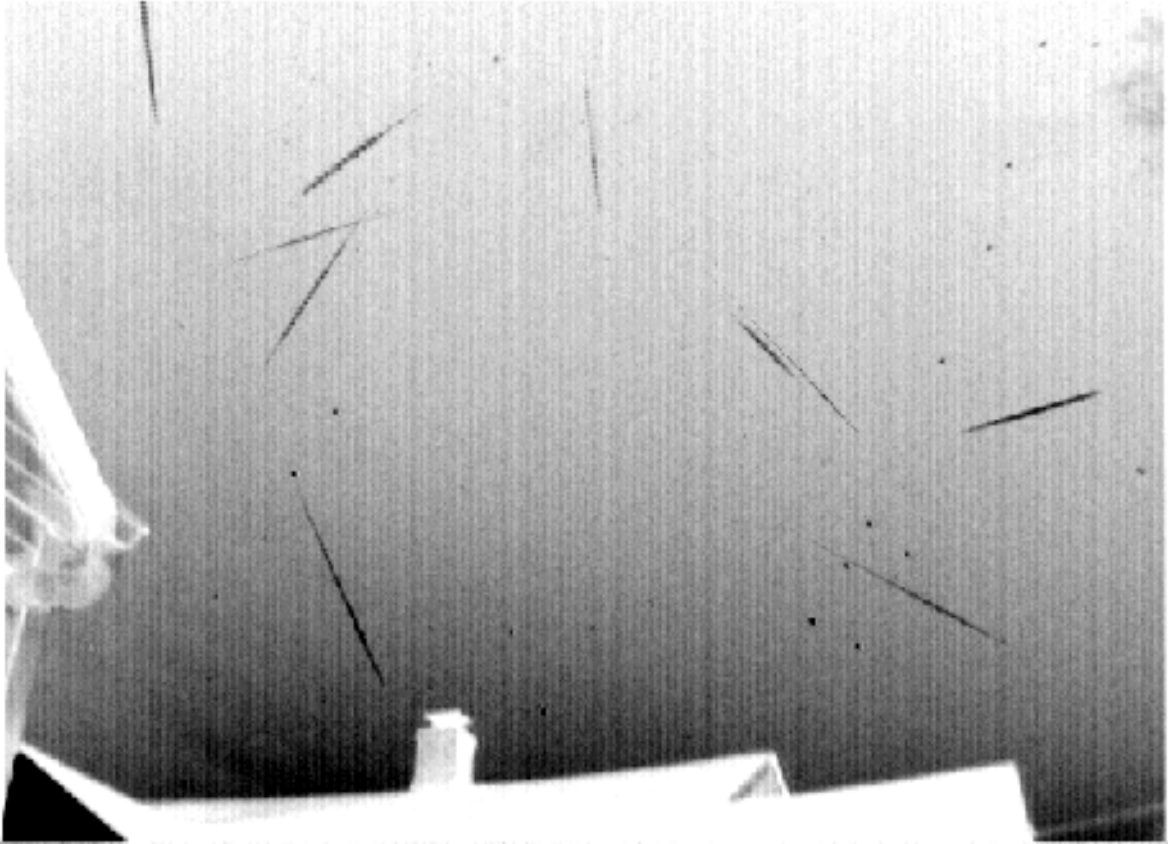
$$k_{\text{ž}} = D_{\text{Žemės}} / D_{\text{Mėnulio}} = 65/21 = 3,1$$

$k > k_{\text{ž}}$, todėl Mėnulis arčiau stebėtojo negu Žemė.

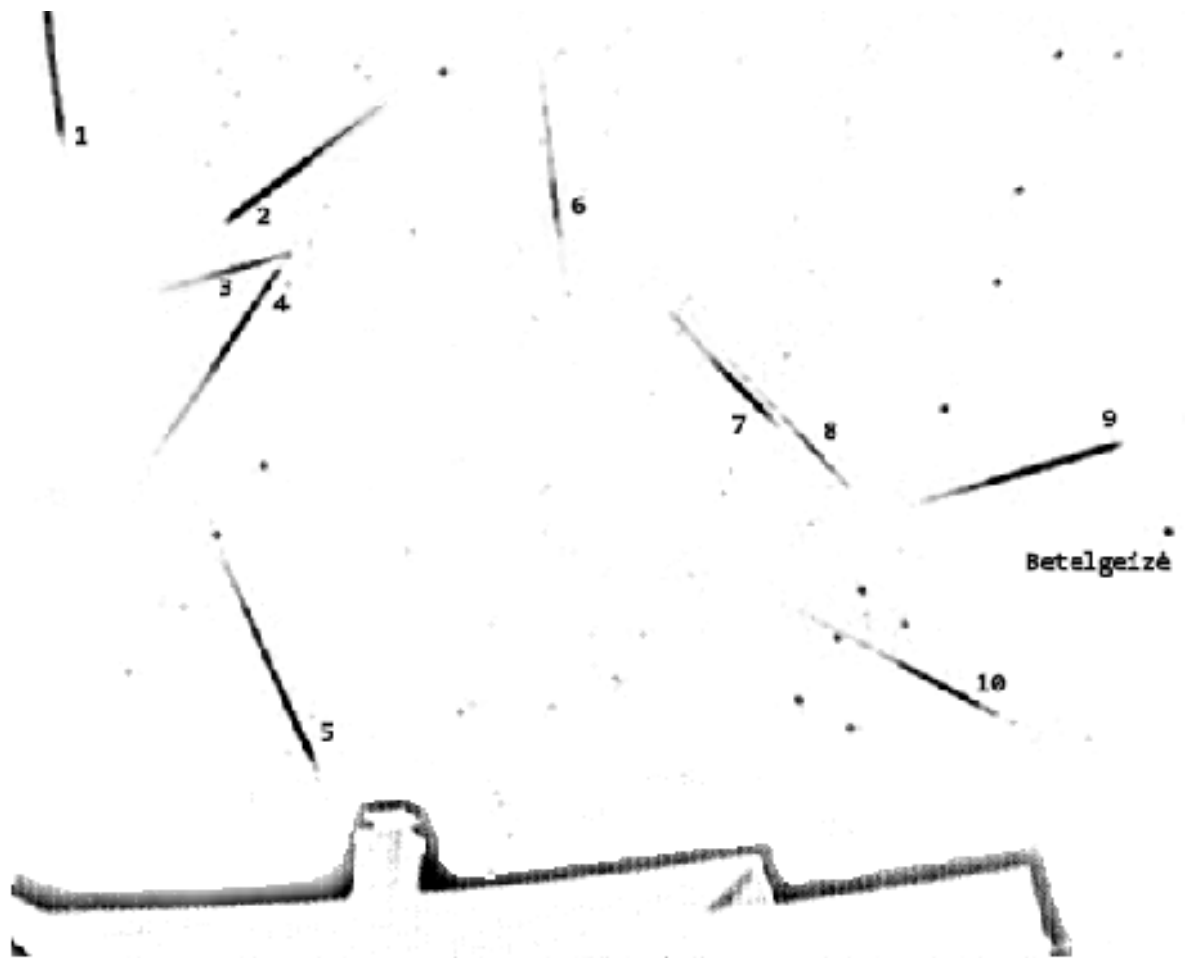
Stebėtojas Žemėje matys tokią Mėnulio fazę (tarp pilnaties ir delčios):



5 uždutis. 2009 metų gruodžio 10 d. vakare (19-21 val. vietos laiku) ir gruodžio 11d. ryte (4:30 val. - 7 val. vietos laiku) astronomas mėgėjas Dayton mieste (JAV) filmavo geminidų meteorų srautą. Užfiksuotus įdomiausius kadrus stebėtojas sudėjo į vieną bendrą nuotrauką (2 pav.). Išvalytoje nuotraukoje (3 pav.) suraskite nors vieną užfiksuotą žybsnį, įvykusį gruodžio 10 d. Nurodykite to žybsnio numerį ir atsakymą pagrįskite.



2 pav. Originalios suminės geminidų nuotraukos negatyvas.



3 pav. Išvalyta suminė geminidų nuotrauka su sunumeruotais meteorų žybsniais bei pažymėta Betelgeizės padėtimi.

Sprendimas:

1. Išsiaiškiname, į kurią dangaus pusę yra nukreipta video kamera. Tai galime nustatyti pagal to paties šviesulio paliktą taką. Pastebime, kad objektas kildamas aukštyn slenka į dešinę pusę. Kadangi Dayton miestas yra siauriniame pusrutulyje, tokį taką paliks tekantis objektas. (Besileidžiantis objektas leistųsi žemyn ir slinktų į dešinę pusę).
2. Naudodamiesi žvaigždėlapiu nustatome, kokie ryškiausi objektai matomi rytuose gruodžio 10 d. vakare. Tai Kapela, Betelgeizė ir Aldebaranas. Be to, iš vakaro teka Dvynių žvaigždynas, o kartu ir geminidų radiantas (5 pav.).
3. Nustatom, kokie ryškiausi objektai matomi rytuose gruodžio 11d. ryte. Tai Arktūras ir Saturnas. Meteorų srauto radiantą tuo metu priešingoje pusėje nei nukreipta kamera.
4. Identifikuojam išvardintus objektus nuotraukoje (3 pav.). Kaip matome gruodžio 11d. ryte šiaurės rytų kryptimi nesimatė jokie ryškaus objekto, todėl ryškūs kairės nuotraukos pusėje esantys taškai bus Kapela. Iš viso matome 3 Kapelos taškus, vadinasi iš vakaro (gruodžio 10 d.) buvo padaryti 3 kadrai. Pagal padėtį gerai prie Kapelos dera ir Aldebarano padėtys. Betelgeizę matom tik vieną kartą, kadangi ji patekėjo vėlai ir pakliuvo tik į paskutinį vakarinį kadrą. Žvaigždės takas, sudarytas iš 7 taškų, t.y. kadrų skaičius skiriasi nuo vakarinio dangaus kadrų skaičiaus, priklauso rytiniam dangui ir tai yra Arktūras. Tuo metu dar matėsi Saturnas ir Mėnulis, tačiau jie į kadrą nepateko ir liko kažkur nuotraukos dešinėje pusėje.
5. Žinome, kad geminidų srauto radiantą yra netoli Polukso. Radiantas stebėjimų naktį slinks nuotraukoje tokia pačia kreive kaip ir bet kuri kita žvaigždė. Pasirenkame objektą,

kurio kelias dangumi matomas nuotraukoje, pvz. Arktūras. Brėžiam kreivę, arba paprastumo dėlei tiesę, per pasirinkto objekto (pvz. Arktūro) taškus. Šią kreivę (arba tiesę) lygiagrečiai pastumiame taip, kad ji kirstų radianto poziciją, matomą nuotraukoje Polukso bei Kastoro atžvilgiu.

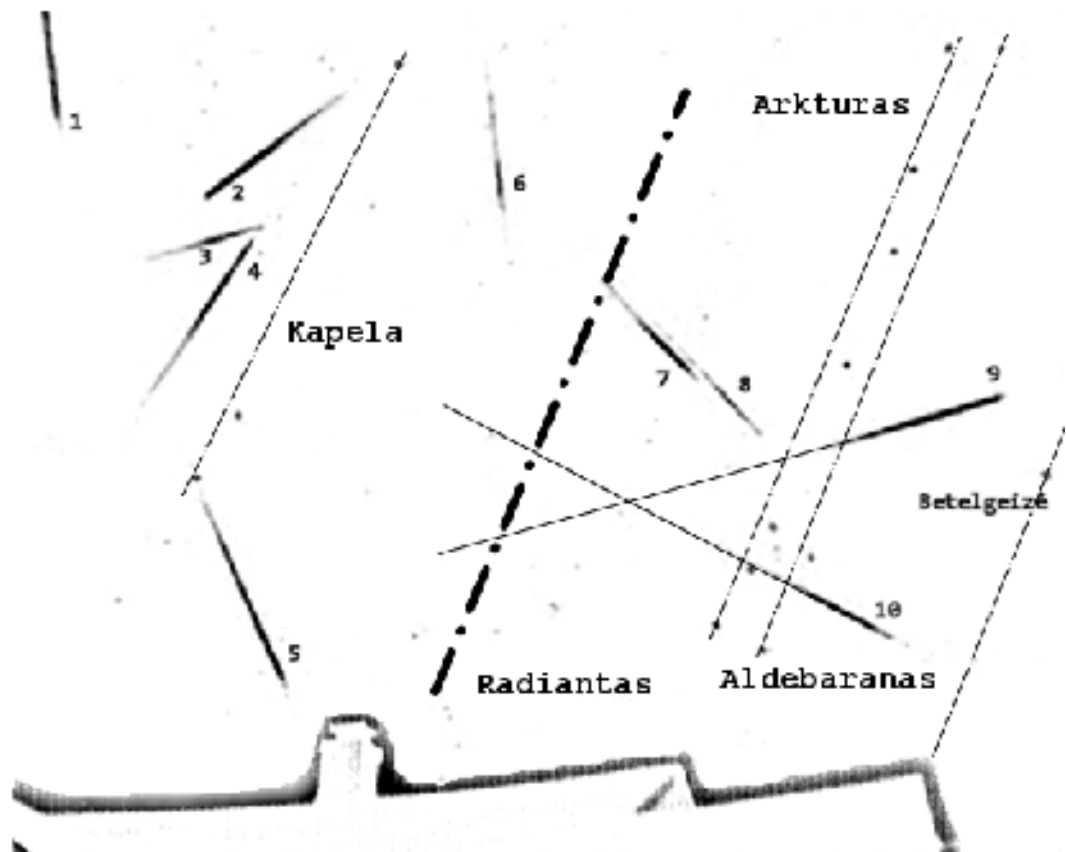
6. Dabar nagrinėjame kiekvieną užfiksuotą blyksnį (3 pav.):

1, 2, 3, 4 – netinka, nes pratęsus tiesę pagal meteorą pėdsaką, jis nekerta radianto kelio – šie blyksniai buvo stebėti ryte. (Esant nekokybiškam spausdintuvui sunku nustatyti 1 meteorą pėdsako kryptį. Todėl nebuvo laikoma klaida, jei kas palaikė jį vakariniu meteoru).

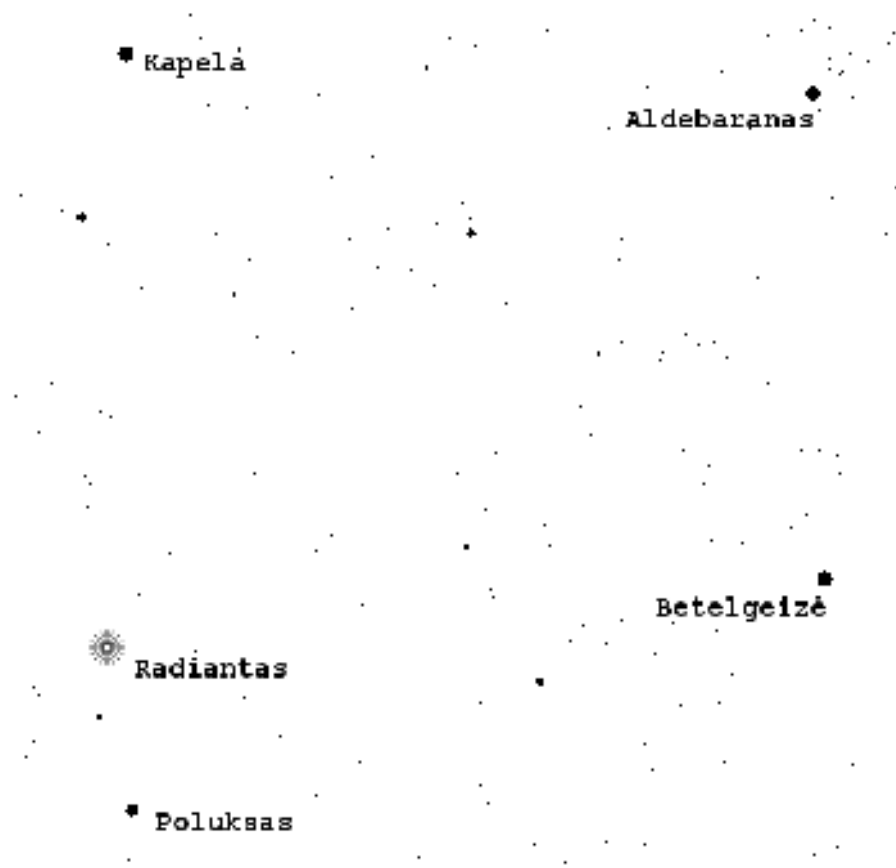
5, 6 – kryptis tiktų, tačiau aiškiai matosi, kad meteoras keliavo iš viršaus į apačią, todėl netinka – tai rytiniai meteorai.

7, 8 – gal ir tiktų, tačiau blyksnis turėjo įvykti pakankamai vėlai, kai radiantas buvo pakilęs aukštai.

9, 10 – tinka. Geriausiai tinka 9.



4 pav. Suminė geminidų nuotrauka su sužymėtais objektais.



5 pav. Žvaigždėlapis su pažymėtu geminidų meteorų srauto radiantu.