

# Lietuvos mokinių dvidešimt ketvirtoji astronomijos olimpiada

## Atrankinis etapas

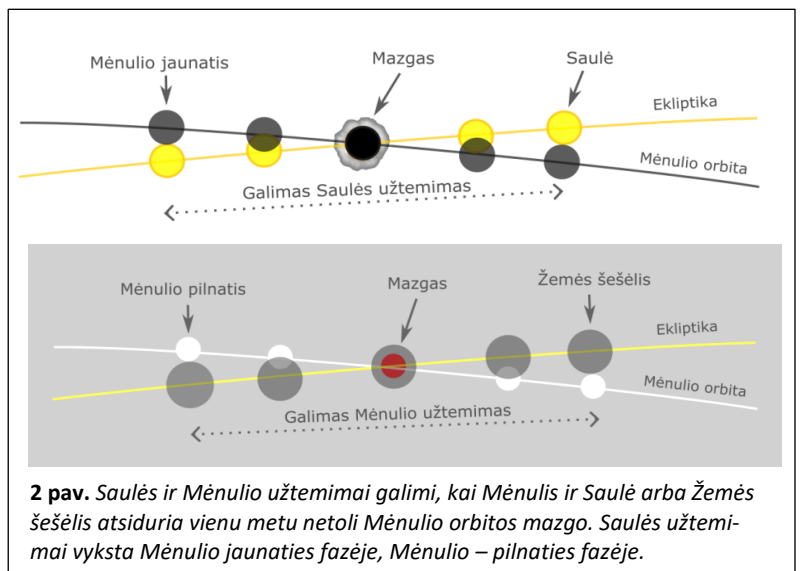
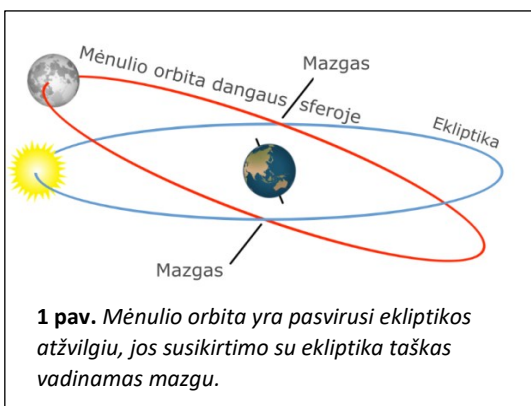
### VI – VIII klasių (EJ) mokiniai

#### 1. Saulės ir Mėnulio užtemimai (10 t)

- Paaiškinkite, kodėl, kada ir kokie Saulės ir Mėnulio užtemimai vyksta? Kodėl užtemimai nevyksta kiekvieną mėnesį? Paaiškinimą iliustruokite brėžiniais.
- Paaiškinkite, kodėl visiškojo Mėnulio užtemimo metu jis lieka matomas, o visiškojo Saulės užtemimo metu tampa matomas Saulės vainikas?

#### Sprendimas

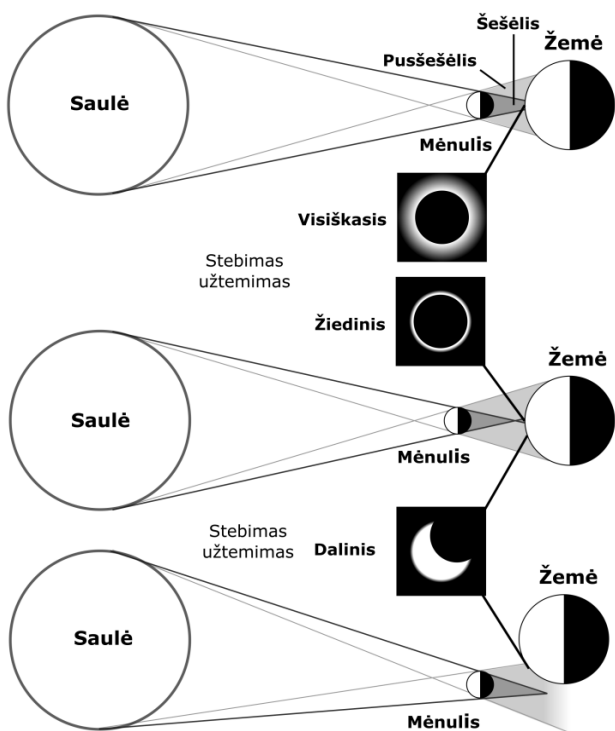
a) Užtemimas įvyksta tada, kai Žemė, Mėnulis ir Saulė išsidėsto vienoje tiesėje. Užtemimai nevyksta kiekvieną mėnesį, nes Mėnulio orbita pasvirusi į ekliptikos plokštumą (1 pav.). Užtemimai gali vykti tik tada, kai Mėnulis atsiduria netoli savo orbitos susikirtimo su ekliptika taško (orbitos mazgo). Mėnulio jaunaties metu gali įvykti Saulės užtemimas, o pilnaties metu – Mėnulio užtemimas (2 pav.).



Visiškas Saulės užtemimas matomas tik ten, kur ant Žemės paviršiaus krinta Mėnulio šešėlis. Ten, kur ant Žemės krinta Mėnulio pusšešėlis, matomas dalinis Saulės užtemimas. Kai Mėnulio regimasis kampinis skersmuo yra mažesnis už Saulės regimąjį kampinį skersmenį ir kai užtemimas yra centrinis, įvyksta žiedinis Saulės užtemimas (3 pav.). Kai visas Mėnulis arba jo dalis patenka į Žemės šešėlį, įvyksta visiškasis arba dalinis Mėnulio užtemimas, o Mėnuliui atsidūrus Žemės pusšėšelyje – pusšešėlinis Mėnulio užtemimas (4 pav.).

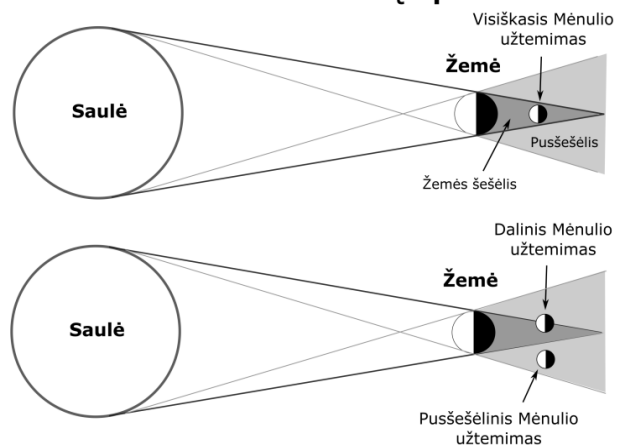
b) Visiškojo Mėnulio užtemimo metu Mėnulis matomas raudonos spalvos todėl, kad į Žemės šešėlį patenka raudoni Saulės spinduliai, kurie dėl refrakcijos užlinksta Žemės atmosferoje ir apšviečia Mėnulį (5-A pav.). Šviesos spinduliai, kurių bangų ilgiai trumpesni už raudonųjų spindulių bangų ilgius, atmosferoje išsklaidomi arba sugeriami. Saulės vainiko šviesis yra daug mažesnis už Saulės disko šviesį, todėl ne užtemimo metu jo nematome, nes mus akina Saulė. Visiškojo užtemimo metu jos diską uždengia Mėnulis, todėl vainikas tampa matomas (5-B pav.).

### Saulės užtemimų tipai

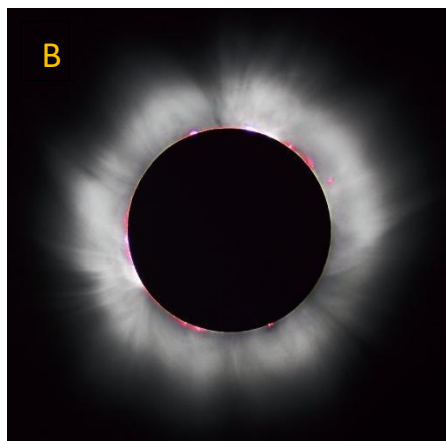
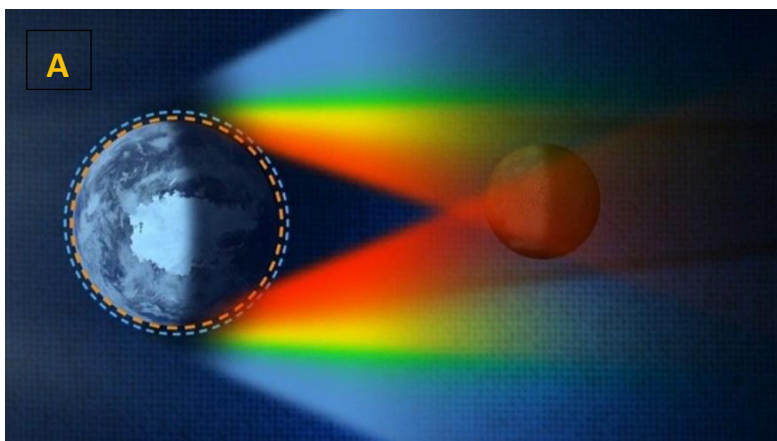


**3 pav.** Visiškas Saulės užtemimas matomas ten, kur ant Žemės paviršiaus krinta Mėnulio šešėlis. Stebėtojas Mėnulio pusšešėlyje mato dalinį Saulės užtemimą. Kai centrinio užtemimo metu Mėnulio kampinis skersmuo yra mažesnis už Saulės kampinį skersmenį, aplinkui Mėnulį matomas žiedo formos neuždengta Saulės dalis - stebimas žiedinis Saulės užtemimas.

### Mėnulio užtemimų tipai



**4 pav.** Kai Mėnulis yra Žemės šešėlyje įvyksta visiškasis jo užtemimas, o jei šešėlyje atsiduria tik Mėnulio dalis – dalinis užtemimas. Kai Mėnulis yra Žemės pusšešėlyje įvyksta Mėnulio pusšešėlinis užtemimas.



**5 pav.:** **A** – Žemės atmosferoje užlinkstantys raudoni Saulės spinduliai patenka į Žemės šešėlį ir raudonai nuspalvina Mėnulį jo visiškąjo užtemimo metu; **B** – visiškąjo Saulės užtemimo metu Saulės vainikas tampa matomas, nes tuo metu daug šviesesnį Saulės diską uždengia Mėnulis.

## 2. Saulės reliatyvistinės dalelės (10 t)

Reliatyvistinėmis dalelėmis vadinamos dalelės (elektronai, protonai ir kt. dalelės), kurios juda greičiais, artimais šviesos greičiui  $c$ . Tarkime, kad Saulės žybsnio metu tiesiai Žemės centro kryptimi nusviedžiamas reliatyvistinių dalelių debesis. Ar šis dalelių debesis pataikytų į Žemę? Tarkite, kad priartėjusio prie Žemės debesis skersmuo yra daug kartų mažesnis už Žemės spindulį.

### Sprendimas

Kadangi reliatyvistinės dalelės juda artimu šviesai greičiu, tai jų debesis pasieks Žemės orbitą per laiką

$$t = \frac{a}{c},$$

$$t = \frac{1,496 \cdot 10^{11}}{2,99792 \cdot 10^8} \cong 500 \text{ s.}$$

Per šį laiką Žemė nuskries orbita atstumą

$$s = \frac{2\pi a}{P} t = \frac{2\pi \cdot 1,496 \cdot 10^{11}}{3,156 \cdot 10^7} \cdot 500 \cong 1,49 \cdot 10^7 \text{ m} = 14900 \text{ km}$$

Matome, kad  $s > R = 6378 \text{ km}$ , todėl dalelių debesis nepataikys į Žemę.

### 3. Vasario 6 d. dangus (15 t)

Kitame lape pateiktas žvaigždėlapis, kuriame atvaizduota viso šiaurinio dangaus projekcija pusiaujinėje koordinacių 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.

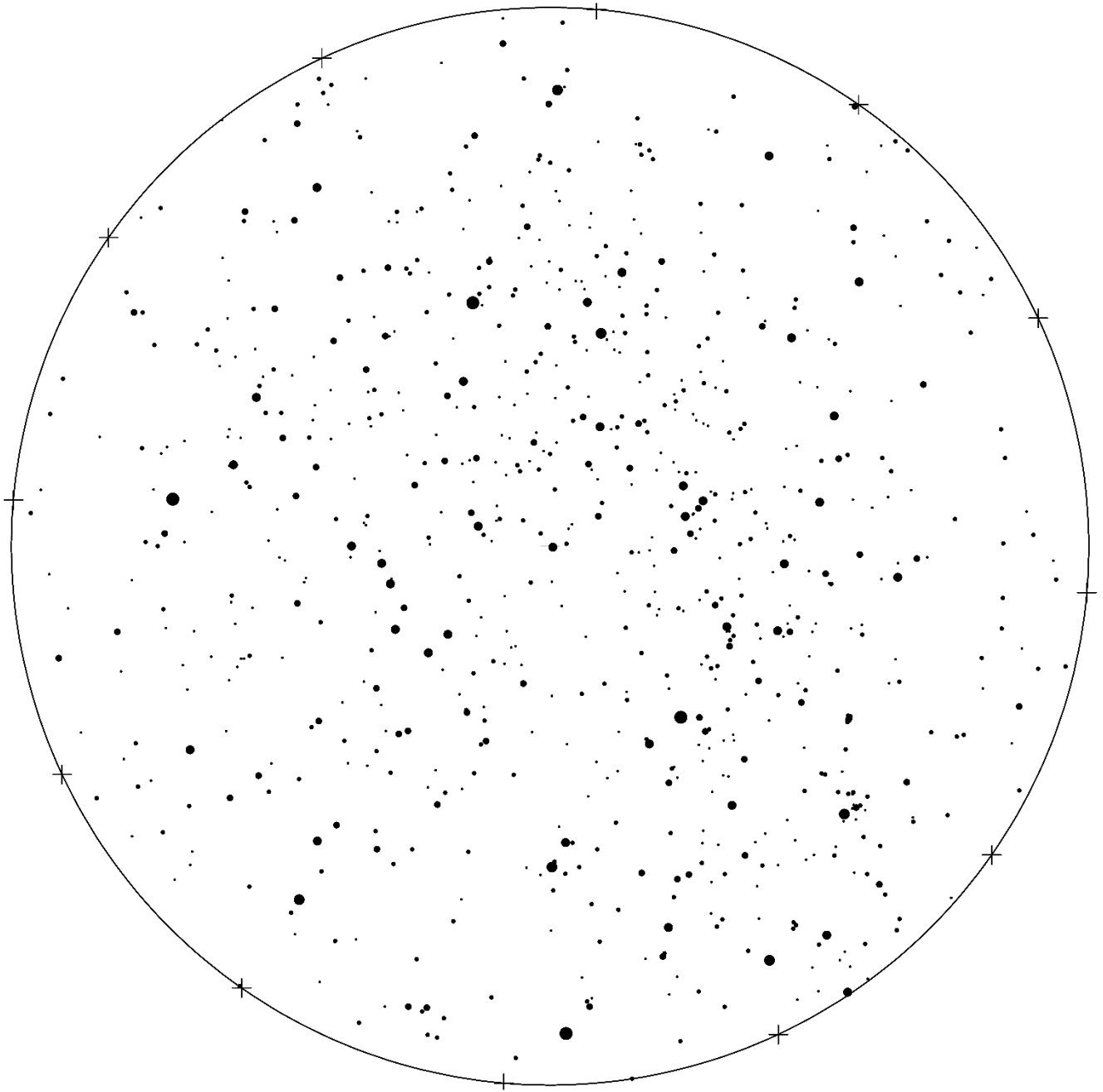
- e) Žvaigždėlapyje užrašykite žvaigždynų, per kuriuos eina dienovidinis, lotyniškas trijų raidžių santrumpas. Žemiau duotame langelyje užrašykite šių žvaigždynų lietuviškus pavadinimus ir lotyniškas jų santrumpas.

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

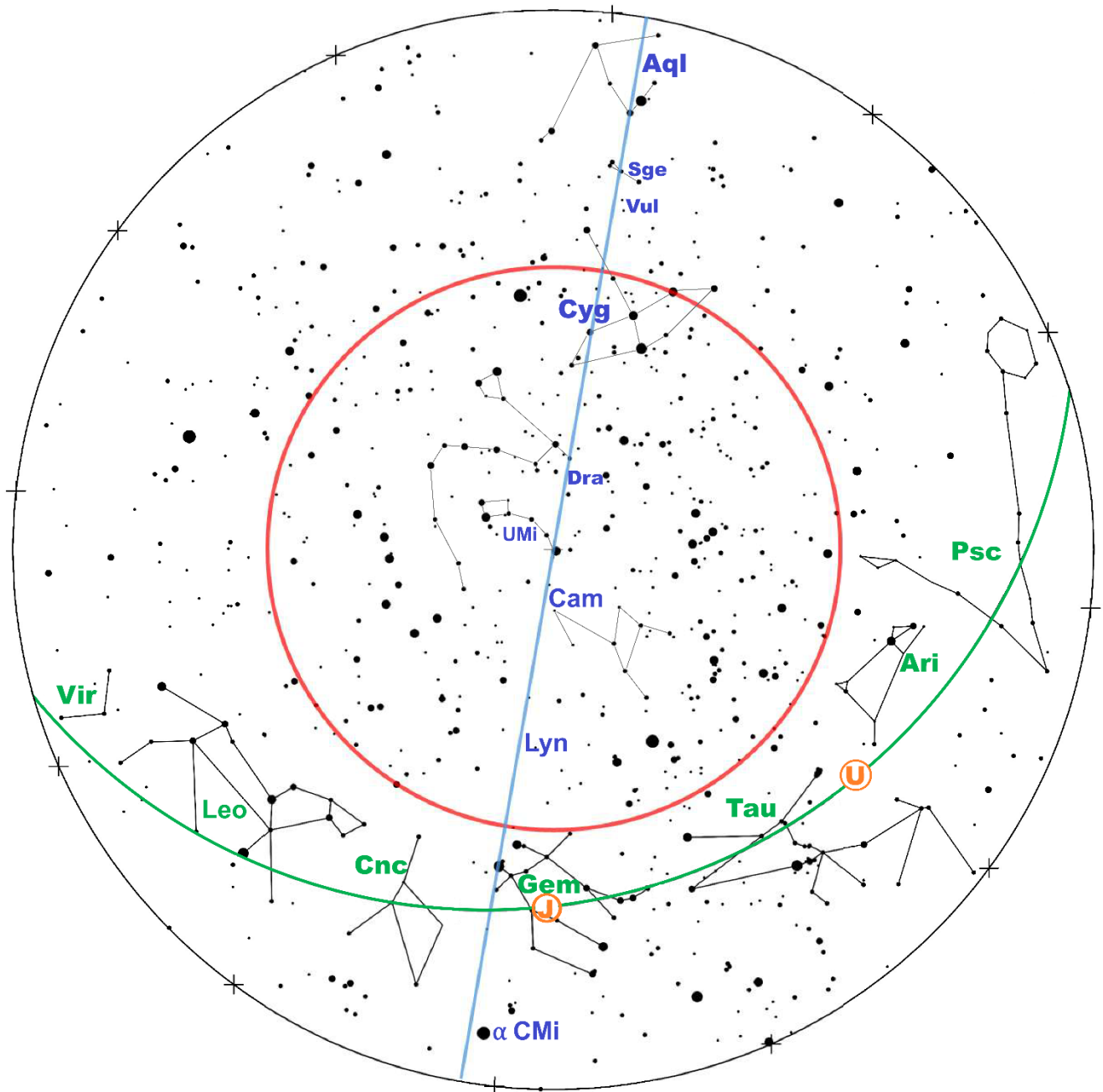
- g) Žvaigždėlapyje pažymėkite ir užrašykite planetų, kurios bus matomos nurodytu laiku, vardus.

- h) Ar matomas Mėnulis? Jei taip, tai pažymėkite jo vietą žvaigždėlapyje ir užrašykite jo fazę.

Patarimas: Pasinaudokite virtualaus dangaus (planetariumo) programa.



Sprendimas



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

Nenusileidžia žvaigždės, kurių deklinacijos  $\delta > 90^\circ - \varphi$ . Molėtų observatorijai  $\delta > 90^\circ - 55^\circ 19' = 34^\circ 41'$ . Atsižvelgiant į atmosferos refrakciją ties horizontu  $\delta_r > 34^\circ 41' - 35' = 34^\circ 06'$ . Virtualiojo dangaus žvaigždėlapyje randame, kad arti šios ribos yra  $\epsilon$  Cyg ( $\delta = 34^\circ 04'$ ) ir 46 LMi ( $\delta = 34^\circ 04'$ ). Sąlygoje duoto žvaigždėlapio mastelyje šios abi žvaigždės praktiškai žymi nenusileidžiančių žvaigždžių ribinę deklinaciją. Tuo pasinaudodami duotame žvaigždėlapyje apibrėžiame nenusileidžiančių žvaigždžių sritį. Tai yra apskritimas, kurio centras yra šiaurinis dangaus polius (raudonas apskritimas).

- 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)

Ekliptiką žymi žalios spalvos linija. Ekliptika eina per šiuos žvaigždynus: [Žuvis (Psc)], Avinas (Ari), Taurus (Tau), Dvyniai (Gem), Vėžys (Cnc), Liūtas (Leo), [Mergelė (Vir)].

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

d) Žvaigždėlapyje nubrėžkite dienovidinio liniją. Paaiškinkite savo sprendimą.

Duotu laiku žvaigždinis laikas Molėtų observatorijoje buvo lygus  $s = 7^h48^m$ . Todėl viršutinėje kulminacijoje buvo žvaigždės (ir kiti šviesuliai), kurių rektascensijos  $\alpha = s = 7^h48^m$ , o apatinėje kulminacijoje žvaigždės, kurių  $\alpha = s + 12^h = 7^h48^m + 12^h = 19^h48^m$ . Arčiausiai viršutinės kulminacijos buvo  $\beta$  Gem, kurios  $\alpha = 7^h47^m$ . Apatinėje kulminacijoje buvo  $\gamma$  Aql, kurios  $\alpha = 19^h48^m$ . Dienovidinio linija yra (mėlynos spalvos) tiesė, nubrėžta per  $\gamma$  Aql ir dangaus šiaurinį polių ir einanti šiek tiek kairiau  $\beta$  Gem.

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

Žvaigždynai, per kuriuos eina dienovidinis: Mažasis Šuo (CMi), Dvyniai (Gem), Lūšis (Lyn), Žirafa (Cam), Mažieji Grįžulo Ratai (UMi), Slibinas (Dra), Gulbė (Cyg), Laputė (Vul), Strėlė (Sge), Erelis (Aql).

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

Prokionas ( $\alpha$  CMi), regimasis ryškis 0,4.

g) Žvaigždėlapyje pažymėkite ir užrašykite planetų, kurios bus matomos nurodytu laiku, vardus. Jupiteris (J) ir Uranas (U).

h) Ar matomas Mėnulis? Jei taip, tai pažymėkite jo vietą žvaigždėlapyje ir užrašykite jo fazę. Mėnulis nematomas (dar nepatekėjęs).

#### 4. Saulės kulminacija (10 t)

Astronomijos observatorijos, esančios rytų ilgumoje  $\lambda = 30^{\circ}42'$ , laikrodis nustatytas pagal Pasaulinį laiką (UT). Apskaičiuokite, kiek laiko rodė šis laikrodis, kai observatorijoje buvo stebima Saulės regimojo disko vakarinio krašto kulminacija. Tuo metu išmatuota Saulės regimojo disko perėjimo per dienovidinį trukmė  $\tau = 2^m10^s$ , o laiko lygtis  $\eta = -13^m49^s$ .

##### Sprendimas

Regimojo Saulės disko centro kulminacijos momentu tikrasis saulinis laikas lygus  $T_{\odot} = 12^h$ . Saulės regimojo disko vakarinis kraštas bus kulminacijoje per laiko tarpą  $\tau/2$  anksčiau nei centro kulminacija. Taigi, Saulės disko vakarinio krašto kulminacijos tikrasis saulinis laikas buvo lygus

$$T_{\odot v} = T_{\odot} - \tau/2 = 12^h - (2^m10^s)/2 = 11^h58^m55^s$$

Iš čia apskaičiuojame vietinį vidutinį saulinį laiką šios kulminacijos momentu

$$T_{mv} = T_{\odot v} - \eta = 11^h58^m55^s + 13^m49^s = 12^h12^m44^s$$

Toliau panaudojame Pasaulinio laiko(UT) ir vietinio vidutinio saulinio sąryšį:

$$T_m = UT + \lambda$$

$$\lambda = 30^{\circ}42' = 2^h02^m48^s$$

$$(UT)_v = T_{mv} - \lambda = 12^h12^m44^s - 2^h02^m48^s = 10^h09^m56^s$$

#### 5. Darbastalio apšvieta (15 t)

Pagal Lietuvoje nustatytas higienos normas mokinio (studento) darbo stalo apšvieta turi būti ne mažesnė kaip 300 lx (liuksų). Kokiam didžiausiam nuotolyje nuo Saulės (skaičiuojant astronominiiais vienetais) galėtų skrieti erdvėlavis, kuriame Saulės sukuriama astronauto darbastalio apšvieta siektų duotą normą – 300 lx? Žemės paviršiaus apšvieta, kurią sukuria Saulė vidurdienį, kai dangus giedras be debesų, vidutiniškai yra lygi  $10^5$  lx.

Arčiausiai kurios Saulės sistemos planetos orbitos galėtų skrieti šis erdvėlavis?

Tarkite, kad Saulės šviesa pasiekia erdvėlavio darbastalį be nuostolių.

##### Sprendimas

Žinome, kad paviršiaus, statmeno šviesos šaltinio spindulių sklaidimo krypties, apšvieta kinta atvirkščiai proporcingai atstumo nuo šviesos šaltinio kvadratui.

Tegu  $E_1$  yra Žemės paviršiaus apšvieta, kurią sukuria Saulė (Žemės atstumas nuo Saulės  $r_1 = 1$  au),  $E_2$  yra erdvėlavio darbastalio apšvieta tam tikrame nuotolyje  $r_2$  nuo Saulės. Tada

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

Iš čia

$$r_2 = r_1 \sqrt{\frac{E_1}{E_2}} = 1 \cdot \sqrt{\frac{10^5}{300}} \cong 18,3 \text{ au}$$

Gauta atstumo vertė sutampa su Urano planetos perihelio atstumu (18,3 au). Taigi, galime teigti, kad erdvėlavis turėtų skrieti netoli Urano orbitos.