

# Lietuvos mokinių tryliktoji astronomijos olimpiada

## Pirmasis turas

### IX – X klasių mokiniai

#### 1 uždavinys

1.1 paveiksle pateikta dangaus su Saulės padėtimis nuotrauka, fotografuota “žuvies akies” objektyvu skirtingomis dienomis vienerių metų laikotarpyje iš tos pačios vietos, fotoaparatu, nukreiptu į zenitą. Atsakykite į šiuos klausimus:

- 1) Kur šioje nuotraukoje yra pietūs?
- 2) Iš kurio žemės pusrutulio, šiaurės ar pietų, daryta ši nuotrauka?
- 3) Maždaug kokioje geografinėje platumoje yra ši vietovė, jei tai fotografuota vidurdieniais, 12 valandą. Atsakymus pagrįskite.



**1.1 pav.** Dangaus su Saule nuotrauka



## 2 uždavinys

Planetiškasis ūkas, kurio kampinis skersmuo 66 kampinės sekundės ir atstumas 810 parsekų plečiasi pastoviu 20 km/s greičiu. Apskaičiuokite:

a) Koks ūko amžius (skaičiuojant metais)?

b) Per kiek laiko (skaičiuojant metais) išsisklaidys planetiškas ūkas, jei jo masė lygi 0,04 Saulės masės. Ūkas laikomas išsisklaidžiusiu, kai medžiagos tankis jame prilygsta aplinkinės tarpžvaigždinės terpės tankiui ( $10^6$  atomų/m<sup>3</sup>). Tarkime, kad tiek planetiškas ūkas, tiek tarpžvaigždinė terpė sudaryta vien tik iš vandenilio atomų.

### Sprendimas

Duomenys:

Planetiškojo ūko kampinis skersmuo  $\varphi = 66''$

Planetiškojo ūko atstumas  $r = 810 \text{ pc} = 2,500 \times 10^{19} \text{ m}$

Planetiškojo ūko masė  $M = 0,04 M_{\odot} = 7,956 \times 10^{28} \text{ kg}$ .

Ūko plėtimosi greitis  $v = 20 \text{ km/s} = 20000 \text{ m/s}$

Tarpžvaigždinės terpės tankis (atomais į tūrio vienetą)  $n = 10^6 \text{ m}^{-3}$

Tarpžvaigždinės terpės tankis (masės vienetais į tūrio vienetą)  $\rho = nm_p$ , čia  $m_p$  – protono masė.

Taigi, tarpžvaigždinės terpės tankis (masės vienetais į tūrio vienetą)

$$\rho = 10^6 \times 1,673 \times 10^{-27} = 1,673 \times 10^{-21} \text{ kg/m}^3.$$

Tarkime, kad ūkas sferiškas ir plečiasi tuo pačiu greičiu visomis kryptimis.

Dabartinis linijinis ūko spindulys

$$R_0 = \frac{1}{206265} r \frac{\varphi}{2} = \frac{2,5 \times 10^{19} \times 33}{206265} = 4,00 \times 10^{15} \text{ m}$$

Iki dabartinių matmenų ūkas išsiplėtė per laiką

$$t_0 = \frac{R_0}{v} = \frac{4,00 \times 10^{15}}{20000} = 2,00 \times 10^{11} \text{ s} = 6300 \text{ metų}$$

Tarkime, kad per tam tikrą laiką  $t$  ūkas išsiplės tiek, kad medžiagos tankis jo viduje susilygins su tarpžvaigždinės terpės tankiu. Tuomet ūko spindulys taps lygiu  $R$ . Tuomet ūko masė, išreikšta per ūko matmenis ir tankį, bus lygi

$$M = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$$

Iš čia išsiplėtusio ūko spindulys

$$R = \sqrt[3]{\frac{3M}{4\pi\rho}}$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{3 \times 7,956 \times 10^{28}}{4\pi \times 1,673 \times 10^{-21}}} = 2,247 \times 10^{16} \text{ m}$$

Laikas, per kurį ūko dalelės nulėks atstumą nuo centro iki  $R$ , lygus

$$t = \frac{R}{v} = \frac{2,247 \times 10^{16}}{20000} = 1,124 \times 10^{12} \text{ s} = 35600 \text{ metų}$$

Kadangi dabartinis ūko amžius 6300 m., tai planetiškas ūkas išsisklaidys per laiką

$$\Delta t = t - t_0 = 35600 - 6300 = 29300 \text{ metų}$$

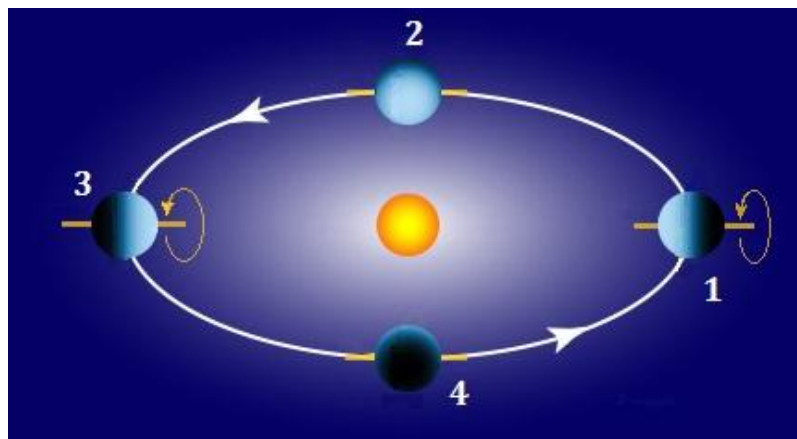
Ats.: ūko amžius 6300 metų; ūkas išsisklaidys per 29300 metų

### 3 uždavinys

Tarkime, kad prie panašios į Saulę žvaigždės atrasta egzoplaneta. Šios egzoplanetos duomenys: ji yra Žemės dydžio, skrieja aplink žvaigždę apskritimine orbita, kurios spindulys 1 astronominis vienetas. Jos apsisukimo apie ašį periodas 24 val., sukimosi ašis guli orbitos plokštumoje, turi azoto atmosferą, kurios slėgis prie paviršiaus toks pat, kaip ir Žemėje. Jos paviršius nelygus – yra kraterių, aukštumų (kalnų) ir žemumų. Giliose įdubose gali būti vandens telkinių (užšalusių arba ne). Pavaizduokite šią žvaigždės ir egzoplanetos sistemą brėžinyje. Atsakykite į šiuos klausimus (atsakymai turi būti detaliai paaiškinti):

- Kaip keisis egzoplanetos dienos trukmė per metus?
- Kaip keisis metų laikai šioje egzoplanetoje?
- Koks galėtų būti klimatas šios egzoplanetos įvairiose platumose?

### Sprendimas



**3.1 pav.** Žvaigždės (centre) ir egzoplanetos sistema. Parodytas egzoplanetos orbitinis judėjimas ir ašinis sukimasis. Dangaus kūnų ir orbitos santykinis mastelis neišlaikytas

3.1 pav. parodytos 4 svarbios egzoplanetos padėties orbitoje. Remdamiesi Žemės analogija tarkime, kad jos atitinka keturis metų laikus: 1 – žiema šiaurės pusrutulyje, vasara pietų pusrutulyje, 2 – pavasaris šiaurės pusrutulyje, rudenį pietų pusrutulyje, 3 – vasara šiaurės pusrutulyje, žiema pietų pusrutulyje, 4 – rudenį šiaurės pusrutulyje, pavasaris pietų pusrutulyje. Iš sąlygos išplaukia, kad egzoplanetos žvaigždinės paros trukmė 24 val., o saulinės paros trukmė įvairiais metų laikais nevienoda.

a) Dienos trukmė egzoplanetos tam tikroje vietovėje priklausys nuo metų laiko ir geografinės platumos. Tam tikroje geografinėje platumoje dienos trukmė per metus irgi žymiai keisis. Žiemą (1 padėtis) šiaurės pusrutulio didelėse platumose bus kelis mėnesius trunkanti poliarinė naktis, o pietų – kelis mėnesius trunkanti poliarinė diena. Vasarą (3 padėtis) atvirkščiai – šiaurės pusrutulio didelėse platumose bus kelis mėnesius trunkanti poliarinė diena, o pietų – kelis mėnesius trunkanti poliarinė naktis. Pavasario (2 padėtis) ir rudens (4 padėtis) mėnesiais dienos trukmė visose platumose bus vienoda ir lygi 12 val.

b) Metų laikų egzoplanetoje nebūtų, jei egzoplanetos sukimosi ašis būtų statmena orbitos plokštumai. Kadangi egzoplanetos sukimosi ašis guli orbitos plokštumoje, tai joje išsiskirs metų laikai, bet jie nebus panašūs į žemiškus metų laikus. 1) Kai šiaurės pusrutulyje bus žiema (1 padėtis) šiaurės pusrutulyje stos ilgos naktys ir kils gilus atšalimas, vandens telkiniai užšals. Tik ties pusiauju esantys rajonai bus truputį šildomi labai nuožulniai paviršiumi slystančių žvaigždės spindulių. Tuo pat metu pietų pusrutulyje bus vasara, kuriai būdinga ilgai trunkanti diena ir labai dideli karščiai; dėl to vandens telkiniai gali net visai išgaruoti. Artėjant pavasariui šiaurės pusrutulis palaipsniui ims atšilti, o pietų pusrutulis – vėsti. Pavasarį visose platumose dienos trukmė apie 12 val. Vasarą (3 padėtis) šiaurės pusrutulyje stos ilga diena, paviršių vis labiau kaitins žvaigždės

spinduliai. Vasaros pabaigoje šiaurės pusrutulyje turėtų būti pragariškai karšta. Pietų pusrutulyje atvirkščiai – čia įsivyras dideli šalčiai. Po vasaros karščių šiaurės pusrutulis vėl ims vėsti, o pietų pusrutulis – kaisti. Rudenį (4 padėtis) vėl visose platumose dienos trukmė bus vienoda – 12 val. Šiaurės pusrutulis vės, o pietų pusrutulis – kais. Po to į šiaurės pusrutulį vėl ateis žiema, o į pietų pusrutulį – vasara.

c) Ypač dideli temperatūros kontrastai ir atšiaurios sąlygos ašigalių ir vidutinių platumų rajonuose. Vasaros pragariškus karščius po pusės metų pakeis gilus šaltis. Amžini ledynai ir įšalai poliarinėse srityse negalėtų susidaryti, net jei egzoplanetoje ir būtų daug vandens, nes per didelius vasaros karščius jie bus ištirpinti. Mažesni temperatūros svyravimai ir švelnesnis klimatas būtų pusiaujo rajonuose. Tose platumose, kuriose po ilgos nakties prasidės diena ir paviršius vis labiau įšils turėtų kilti didelės audros. Kadangi didžiausi temperatūros skirtumai vyraus polių kryptimis, tai ir vyraujantys vėjai turėtų pūsti šiaurės-pietų kryptimis.

## 4 uždavinys

### Žvaigždėlapis

#### Pasirengimas

**Atsispausdinkite žvaigždėlapį** (failas: suk-zvaigzdelapis.pdf). Užrašykite ant jo savo vardą ir pavardę. Atsispausdinkite ir **iškirpkite** uždedamą ant žvaigždėlapio **sukamąjį skritulį**. Skritulio centre iškirpkite tokią skylę, kad jos kraštai sutaptų su  $55^\circ$  platumos linija (kirpti reikia pradėti nuo centro ir toliau atidžiai pagal linijos eigą). Ant sukamojo skritulio krašto yra nurodytos vietinio tikrojo saulinio laiko valandos, o ant žvaigždėlapio krašto mėnesiai ir dienos. Jame pažymėtos ir pusiaujinės koordinatės: palei kraštą valandomis rektascensija ( $\alpha$ ), o apskritimais, kas  $30^\circ$ , – deklinacija ( $\delta$ ).

Tarkime, kad jūs esate vietovėje, kurios koordinatės:  $55^\circ$  šiaurės platumos ir  $25^\circ$  rytų ilgumos, ir ruošiatės stebėti dangaus šviesulius plika akimi (be teleskopo) naudodamiesi sukamuoju žvaigždėlapiu.

**Užduotys** (atsakymus prašome rašyti nurodytose vietose, o ant žvaigždėlapio žymėti ne juoda spalva)

**4.1.** Šių metų **kovo 20 d.** Lietuvoje bus galima stebėti dalinį Saulės užtemimą. Maksimali užtemimo fazė (~73%) bus maždaug vidurdienį Lietuvos laiku. **Žvaigždėlapyje pažymėkite, kur tuo metu bus Mėnulis** (mėnulio pjautuvėliu)? Atsakymą pagrįskite.

Pagrindimas: **Užtemimo metu Mėnulis uždengia Saulę, o kovo 20 d. Saulė yra prie pat pavasario lygiadienio taško, vadinasi ir Mėnulis užtemimo metu yra ties tuo tašku.**

**4.2.** Žvaigždėlapyje **pažymėkite** (apibraukite) **Sietyną** (Plejades).

Remdamiesi žvaigždėlapiu raskite:

a) **kada** (savaitės tikslumu) šis objektas **bus kulminacijoje tikrojo vidurnakčio metu?**

Data: **lapkričio 17-22 d.**

b) kiek tuo metu bus valandų vietos žvaigždiniu laiku?

Vietos žvaigždiniu laiku: **~3h45m**

**4.3.** a) **Pažymėkite žvaigždėlapyje**, kur vasario 20 d. tikrojo vidurnakčio metu buvo **Saulė** (saulute) ir **zenitas** (tašku ir raide Z). Pažymėjimo vietos pasirinkimą pagrįskite.

Pagrindimas: **Vidurnakčio momentu Saulė bus dienovidinio (per polių einanti šiaurės-pietų linija) ir ekliptikos susikirtimo taške į šiaurę nuo poliaus. Zenitas kulminacijos momentu yra ant dangaus dienovidinio linijos per  $35^\circ$  į pietus nuo poliaus (ne skritulio centre, bet panašiu nuotoliu nuo poliaus kaip Didžiųjų Grįžulo ratų  $\beta$ , nes mastelis pagal deklinaciją kinta).**

b) **Kur tuo metu danguje buvo stebimos žemiau išvardintos žvaigždės?** (tekėjo, leidosi, žemiau horizonto, netoli viršutinės ar apatinės kulminacijos)

Žvaigždė	Padėtis
Sirijus	Leidžiasi
Regulas	Artėja prie viršutinės kulminacijos
Spika	Teka
Altairas	Žemiau horizonto
Denebas	Apatinėje kulminacijoje