

Lietuvos mokinių dvidešimt antroji astronomijos olimpiada
Atrankinis etapas
VI – VIII klasių mokiniai

1. Koks objektų tipas? (10t)

Susipažinkite su šių dangaus objektų sąrašu:

- 1) Europa, 2) Cerera, 3) Plutonas, 4) Kampainis, 5) Titanas, 6) Haumėja, 7) Rozetė, 8) Paladė, 9) Krabas, 10) Eridė.

Atsakykite į šiuos klausimus:

- a) Kokiam tipui priskirtumėte šio sąrašo dangaus objektų daugumą? Išvardinkite juos.
b) Kuriam tipui priskirtumėte šio sąrašo dangaus objektus, kurie neatitinka (a) tipo?

Sprendimas

- a) Dauguma išvardintų objektų – nykštukinės planetos: Cerera, Plutonas, Haumėja, Eridė.
b) Likusieji objektai: Europa – Jupiterio palydovas, Kampainis – žvaigždynas, Titanas – Saturno palydovas, Rozetė – padrikasis žvaigždžių spiečius ir emisinis ūkas, Paladė – asteroidas, Krabas – emisinis ūkas, supernovos liekana.

2. Iki Mėnulio ir atgal (15t)

Atstumas iki Mėnulio gali būti labai tiksliai išmatuotas lazeriu apšvietus vieną iš šešių šiuo metu Mėnulyje veikiančių veidrodžių ir tiksliai nustatius trukmę, per kurią Mėnulį pasiekia ir iš jo sugrįžta atspindėtas lazerio signalas.

- a) Kokį mažiausią atstumo iki Mėnulio pokytį galima nustatyti, jei laiką išmatuotume vienos pikosekundės ($1 \text{ ps} = 10^{-12} \text{ s}$) tikslumu?
b) Kiek kartų šis atstumas yra mažesnis už Mėnulio orbitos didžiojo pusašio atstumą?

Sprendimas

Lazerio spindulys, sklisdamas šviesos greičiu c link Mėnulio ir atgal, įveikia dvigubą atstumą tarp Žemės ir Mėnulio d . Jei Mėnulis pasislenka Δd atstumu, tai signalo sugrįžimo trukmė pailgėja dydžiu Δt . Jei šis laiko pokytis atitinka vieną pikosekundę, tai atstumo pokytis yra lygus

$$\Delta d = \frac{c\Delta t}{2},$$
$$\Delta d = \frac{2,99792 \cdot 10^8 \cdot 10^{-12}}{2} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ (m)}.$$

Palyginame šį atstumą su Mėnulio orbitos didžiojo pusašio ilgiu:

$$\frac{d}{\Delta d} = \frac{3,844 \cdot 10^8}{1,5 \cdot 10^{-4}} = 2,56 \cdot 10^{12}.$$

Atsakymas: Mažiausias išmatuojamas atstumo pokytis $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$, tai yra 2,56 trilijonų kartų mažiau už Mėnulio orbitos didžiojo pusašio atstumą.

3. Kur niekada nenusileidžia (nepateka) Kapela (10t)

Kuriose iš lentelėje nurodytų geografinių platumų Kapela (α Aur, Vežėjo α), kurios deklinacija $\delta = 46^{\circ}00'$, a) niekada nenusileidžia? b) niekada nepateka?

A	B	C	D	E	F	G
$55^{\circ}00' \text{ N}$	$44^{\circ}30' \text{ N}$	$55^{\circ}00' \text{ S}$	$44^{\circ}30' \text{ S}$	$65^{\circ}00' \text{ N}$	$43^{\circ}30' \text{ N}$	$43^{\circ}30' \text{ S}$

N – (North) šiaurės platumas; S – (South) pietų platumas.

Atsakymai turi būti pagristi skaičiavimais.

Sprendimas

a) Nenusileidžiantys šviesuliai šiaurės platumose bus tie, kurių aukštis apatinėje kulminacijoje tenkins sąlygą:

$$h = 0^{\circ} \leq \varphi + \delta - 90^{\circ}$$

Iš čia

$$\varphi \geq 90^{\circ} - \delta$$

$$\varphi \geq 90^{\circ} - 46^{\circ}00' = 44^{\circ}00' \text{ N}$$

Taigi, Kapela nenusileis šiose vietovėse: A, B, E.

b) Remiantis dangaus sferos simetrija, Kapela niekada nepatekės tose pietų platumose, kurios tenkins sąlygą:

$$\varphi \geq 90^{\circ} - \delta$$

$$\varphi \geq 90^{\circ} - 46^{\circ}00' = 44^{\circ}00' \text{ S}$$

Taigi, Kapela niekada nepatekės šiose vietovėse: C, D.

4. Asteroido greitis (10t)

Asteroidas, kurio vidutinis atstumas nuo Saulės 2,362 au (astronominių vienetų), apskrieja aplink Saulę per 3,629 Julijaus metus. Apskaičiuokite vidutinį asteroido judėjimo greitį aplink Saulę km/s.

Sprendimas

Asteroido vidutinis greitis

$$v = \frac{2\pi r}{P}$$

Čia r – asteroido atstumas nuo Saulės, P – apskriejimo aplink Saulę periodas.

Duotą atstumą išreiškiame kilometrais, o duotą periodą – sekundėmis.

Tada

$$v = \frac{2\pi \cdot 2,362 \cdot 149,6 \cdot 10^6}{3,629 \cdot 365,25 \cdot 86400} = 19,4 \text{ km/s}$$

Atsakymas: 19,4 km/s.

5. Teleskopų kampinė skyra (15t)

ALMA radioteleskopų gardelė yra viena didžiausių pasaulyje. Ją sudaro 54 radioteleskopai, kurių kiekvieno parabolinės antenos skersmuo 12 m, ir 12 radioteleskopų, kurių kiekvieno antenos skersmuo 7 m. Radioteleskopai paprastai veikia radiointerferometro režimu; maksimalus atstumas, kuriuo gali būti atitolinti radioteleskopai vienas nuo kito – 16 km. Didžiausias šiuo metu statomas optinis teleskopas yra 39,3 m Ekstremaliai didelis teleskopas

(ELT). Palyginkite šio teleskopo ir ALMA radiointerferometro teorinę kampinę skyrą. Tarkime, kad su ELT stebėjimai atliekami $0,5 \mu\text{m}$, o su ALMA radiointerferometru – $0,5 \text{ mm}$ bangose.

Sprendimas

Optinio teleskopo (šiuo atveju ELT) teorinė skiriamoji geba

$$\psi_o = 1,22 \frac{\lambda_o}{D_o};$$

Čia D_o – optinio teleskopo (ELT) veidrodžio skersmuo, λ_o – bangos ilgis, kuriame atliekami stebėjimai.

$$\psi_o = 1,22 \frac{0,5 \cdot 10^{-6}}{39,3} = 1,55 \cdot 10^{-8} \text{ rad} = 0,003''$$

Radiointerferometro skiriamoji geba

$$\psi_r = \frac{\lambda_r}{b_r}$$

Čia b_r – radiointerferometro didžiausios bazės ilgis (didžiausias atstumas, kuriuo galima atitolinti ALMA radioteleskopas. Šiuo atveju $b_r = 16000 \text{ m}$), λ_r – bangos ilgis, kuriame atliekami stebėjimai. Interferometro atveju daugiklis 1,22 nenaudojamas.

$$\psi_r = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{16000} = 3,125 \cdot 10^{-8} \text{ rad} = 0,006''$$

Kuo mažesniu kampu atitolusius objektus ar jų detales galime išskirti, tuo teleskopo (radioteleskopo, radiointerferometro) kampinė skyra didesnė (geresnė). Vadinasi, ELT kampinė skyra yra didesnė, nei ALMA radiointerferometro.

Išvada: 39,3 m optinio teleskopo kampinė skyra didesnė nei ALMA radiointerferometro.