Teorinis turas

Viso 100 taškų

V – VIII klasių (EJ) grupė

1. Kanopo ir Kapelos stebėjimai (15 taškų)

Kokiose vietovėse (geografinėse platumose) būtų galima vienu metu stebėti Kanopą ir Kapelą (Tikutį)?

Kanopo (α Car) pusiaujinės koordinatės: $\alpha_1 = 6^{\mathrm{h}}24^{\mathrm{m}}$; $\delta_1 = -52°43'$.

Kapelos (Tikučio, α Aur) pusiaujinės koordinatės: $\alpha_2 = 5^{\mathrm{h}}18^{\mathrm{m}}$; $\delta_2 = +46°01'$.

Pastaba: Į Žemės atmosferos įtaką neatsižvelgiama.

Sprendimas

Abiejų žvaigždžių rektascensijos yra netoli vasaros saulėgrįžos rektascensijos. Vadinasi, jas abi galima stebėti tuo metų laiku, kai Saulė bus ties žiemos saulėgrįža.

Stebėtojas, esantis šiaurės pusrutulyje, Kapelą galės stebėti iš bet kurios šiaurinės platumos, bet Kanopas bus matomas tik stebėtojui, esančiam šiaurinėse platumose

$$\varphi_1 < 90° + \delta_1 = 90° - 52°43' = +37°17'$$

Stebėtojas, esantis pietų pusrutulyje, Kanopą galės stebėti iš bet kurios pietinės platumos, bet Kapela bus matoma tik stebėtojui, esančiam pietinėse platumose

$$\varphi_2 > \delta_2 - 90° = 46°01' - 90° = -43°59'$$

Tokiu būdu, abi žvaigždės bus matomos stebėtojui, jei jis bus geografinėje platumoje

$$-43°59' < \varphi < +37°17'$$

Atsakymas: $-43°59' < \varphi < +37°17'$.

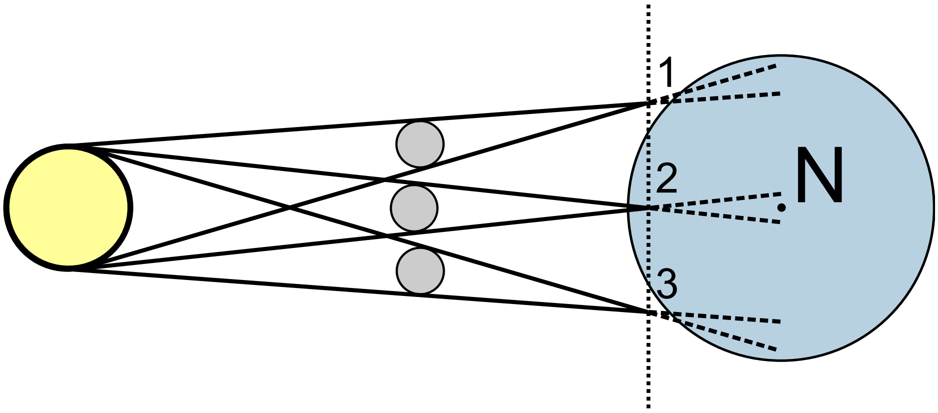
2. Saulės užtemimas (20 taškų)

Šių metų balandžio 20 d. įvyko Saulės užtemimas, kuris buvo stebimas pietų pusrutulyje. Šis užtemimas buvo ypatingas tuo, kad slenkant maksimalaus užtemimo zonai Žemės paviršiumi iš pradžių buvo stebimas žiedinis užtemimas, kuris po kurio laiko virto visišku užtemimu, o po jo vėl buvo matomas žiedinis užtemimas. Tokie taip vadinami hibridiniai užtemimai įvyksta labai retai – maždaug kartą per dešimtmetį.

Paaiškinkite, kaip gali įvykti toks užtemimas.

Sprendimas

Tiek visiškojo, tiek žiedinio užtemimo metu regimosios Mėnulio ir Saulės padėtys danguje sutampa. Visiškas užtemimas matomas, kai Mėnulis yra orbitos padėtyje arčiau prie Žemės – tada jo kampiniai matmenys didesni nei Saulės ir jis visiškai uždengia Saulės diską. Jeigu Saulės kampiniai matmenys yra didesni nei Mėnulio – tai vadinasi Mėnulis yra orbitos padėtyje toliau nuo Žemės ir visiškai neuždengia Saulės disko, o tokioje konfigūracijos stebimas Žiedinis užtemimas. Hibridiniai Saulės užtemimai įvyksta, kai Mėnulis yra ypatingame atstume – riboje tarp žiedinio ir visiško užtemimo. Kadangi Žemė yra sferiška, keliaujantis Mėnulio šešėlis metamas ant Žemės vietų, nutolusių šiek tiek skirtingu atstumu nuo Mėnulio. Tokiu būdu užtemimo pradžioje ir pabaigoje Mėnulis yra maždaug per vieną Žemės spindulį toliau negu užtemimo viduryje. Atitinkamai, užtemimo pradžioje ir pabaigoje stebimas žiedinis užtemimas, o viduryje – visiškas užtemimas.



2.1 pav. Saulės, Mėnulio ir Žemės padėtys hibridinio Saulės užtemimo metu (pavaizduota ne pagal mastelį). Pavaizduotu atveju Mėnulio šešėlis juda statmenai Žemės ašigaliui per pozicijas 1-2-3. Punktyrinė kreivė skiria vietoves, kuriose stebimas visiškas Saulės užtemimas (kaip 2 pozicijoje), nuo vietovių, kuriose stebimas žiedinis užtemimas (kaip 1 ir 3 pozicijose). Kadangi užtemimo metu Žemės padėties pokytis orbitoje neturi daug įtakos, o Mėnulis orbitoje pajuda tik nedidelę visos orbitos dalį, todėl pagrindinis kriterijus, kuris lemia skirtingus užtemimo tipus, yra Žemės sferiškumas

3. Geografinė ilguma (15 taškų)

Kai šių metų astronomijos olimpiados vietoje, Kaltanėnuose, kurių geografinė ilguma $\lambda_{\mathrm{K}} = 25°0'$ E (į rytus nuo Grinvičo), Saulė buvo viršutinėje kulminacijoje, Parnidžio kopos (šalia Nidos) Saulės laikrodis rodė 11 val. 44 min.

Kokia Parnidžio kopos geografinė ilguma?

<u>*Sprendimas*</u>

Pagal uždavinio sąlygą, kai Kaltanėnuose tikrasis saulinis laikas buvo lygus $T_{\odot\mathrm{K}} = 12^{\mathrm{h}}00^{\mathrm{m}}$, Parnidžio kopos tikrasis saulinis laikas $T_{\odot\mathrm{P}} = 11^{\mathrm{h}}44^{\mathrm{m}}$.

Dviejų vietovių geografinių ilgumų skirtumas yra lygus tikrųjų saulinių laikų (vidutinių saulinių laikų arba žvaigždinių laikų), išmatuotų tose vietovėse tuo pačiu fiziniu laiko momentu, skirtumui. Taigi,

$$\lambda_{\mathrm{K}} - \lambda_{\mathrm{P}} = T_{\odot\mathrm{K}} - T_{\odot\mathrm{P}}$$

$$\lambda_{\mathrm{P}} = \lambda_{\mathrm{K}} - \left(T_{\odot\mathrm{K}} - T_{\odot\mathrm{P}}\right)$$

Kaltanėnų ilgumą išreiškiame laiko vienetais, $\lambda_{\mathrm{K}} = 25° = 1^{\mathrm{h}}40^{\mathrm{m}}$, ir apskaičiuojame Parnidžio kopos ilgumą:

$$\lambda_{\mathrm{P}} = 1^{\mathrm{h}}40^{\mathrm{m}} - (12^{\mathrm{h}}00^{\mathrm{m}} - 11^{\mathrm{h}}44^{\mathrm{m}}) = 1^{\mathrm{h}}24^{\mathrm{m}} = 21°0'\ \mathrm{E}$$

<u>*Atsakymas:*</u> 21° E (į rytus nuo Grinvičo).

4. Medlerio kalendorius (25 taškai)

Ilgi laiko tarpai skaičiuojami kalendoriniais metais, kurių pagrindas yra atogrąžiniai metai. Kalendorinius metus turi sudaryti sveikas saulinių parų skaičius, bet atogrąžinių metų trukmė nėra sveikas saulinių parų skaičius. Bet kurio kalendoriaus projekte nustatoma, kad tam tikrame metų laikotarpyje dalis metų bus paprastieji metai, kurių trukmė 365 saulinės paros, o dalis metų bus keliamieji metai, kurių trukmė 366 saulinės paros, taip kad tame metų laikotarpyje vidutinė kalendorinių metų trukmė būtų kuo artimesnė atogrąžinių metų trukmei. Pavyzdžiui, šiuo metu naudojamame Grigaliaus kalendoriuje nustatyta, kad 400 metų laikotarpyje 97 metai yra keliamieji metai, o likusieji – paprastieji metai.

Vokiečių astronomas Johanas Henrikas fon Medleris (Johann Heinrich von Mädler) 1864 metais pateikė kalendoriaus projektą, pagal kurį kiekviename 128 metų laikotarpyje turėjo būti 31 keliamieji metai.

Apskaičiuokite:

a) Medlerio kalendoriaus vidutinę kalendorinių metų trukmę (vidutinėmis saulinėmis paromis).
b) Per kokį metų laikotarpį susidarys 1 paros skirtumas skaičiuojant laikotarpį atogrąžiniais metais ir pagal Medlerio kalendorių.
c) Per kokį metų laikotarpį susidarys 1 paros skirtumas skaičiuojant laikotarpį atogrąžiniais metais ir pagal Grigaliaus kalendorių.
d) Kuris kalendorius, Medlerio ar Grigaliaus, tikslesnis?

Sprendimas

a) Medlerio kalendorinių metų trukmė

$$\tau_M = \frac{97 \cdot 365 + 31 \cdot 366}{128} = 365{,}2421875 \text{ d}$$

b) Vienos paros skirtumas susidarys po

$$\frac{1}{365{,}24220 - 365{,}2421875} = 80000 \text{ metų}$$

c) Grigaliaus kalendorinių metų trukmė

$$\tau_G = \frac{303 \cdot 365 + 97 \cdot 366}{400} = 365{,}2425$$

Vienos paros skirtumas susidarys po

$$\frac{1}{365{,}2425 - 365{,}24220} \cong 3000 \text{ metų}$$

d) Akivaizdu, kad Medlerio kalendorius tikslesnis, bet XIX amžiuje jau buvo paplitęs pakankamai tikslus ir paprastas Grigaliaus kalendorius.

Atsakymas: a) 365,2421875 d; b) 80000 metų; c) Medlerio kalendorius.

5. Altairo spindesys (25 taškai)

Dabartinis Altairo atstumas lygus 5,1 pc, o jo regimasis spindesys 2 kartus mažesnis už Vegos regimąjį spindesį. Žinoma, kad Altairas artėja link Saulės sistemos 26 km/s greičiu.

Apskaičiuokite, po kiek metų Altairas priartės prie mūsų tiek, kad jo regimasis spindesys bus du kartus didesnis už Vegos regimąjį spindesį. Tarkite, kad Vegos regimasis spindesys per tą laikotarpį nepasikeitė.

Užuomina: Šviesulio spindesys kinta atvirkščiai proporcingai atstumo kvadratui: $J \propto \frac{1}{r^2}$

Sprendimas

Pažymėkim dabartinį Altairo atstumą ir spindesį atitinkamai r_0 ir J_0, o pagal uždavinio sąlygą atitinkamai priartėjusio Altairo atstumą ir spindesį – r_1 ir J_1.

Kai žvaigždė tolsta arba artėja link mūsų, jos regimasis spindesys kinta atvirkščiai proporcingai atstumo iki jos kvadratui. Taigi,

$$\frac{J_0}{J_1} = \frac{r_1^2}{r_0^2}$$

Iš uždavinio sąlygos išplaukia, kad

$$J_1 = 4J_0$$

Toliau apskaičiuojame atstumą, kuriame Altairo regimasis spindesys bus dukart didesnis už Vegos regimąjį spindesį:

$$r_1 = \frac{r_0}{\sqrt{4}} = \frac{5,1}{2} = 2,55 \text{ pc}$$

Laikas, per kurį Altairas nueis kelią nuo r_0 iki r_1:

$$t = \frac{r_0 - r_1}{v} = \frac{(5,1 - 2,55) \times 3,086 \times 10^{13}}{26} \cong 3,027 \times 10^{12} \text{ s} \cong 96\,000 \text{ metų}$$

<u>Atsakymas:</u> 96 000 metų.