

Դպրոցականների առարկայական օլիմպիադա - 2020թ.
Մարզային փուլ - Աստղագիտություն

Տևողությունը – 180 րոպե

1. Ընդունված է համարել, որ ցերեկվա տևողությունը հասարակածում հաստատուն է և տարվա ընթացքում չի փոխվում: Իրականում դա այդպես չէ: Նշեք այն պատճառները, որոնք պատասխանատու են հասարակածում ցերեկվա տևողության փոփոխության համար: Գնահատել որքան է փոխվում ցերեկվա տևողությունը և ե՞րբ է այն հասնում առավելագույն արժեքին:

Տրված են Արեգակի միջին անկյունային շառավիղը՝ $r=16'$, Երկրի ուղեծրի էքսցենտրիսիտետը՝ $e=0.01672$, մթնոլորտային ռեֆրակցիան հորիզոնում՝ $R=35'$, իրական և միջին արեգակնային օրերի տարբերությունը գիշերահավասարների ($\eta=-0.3\rho$), ամառային ($\eta=+0.2\rho$) և ձմեռային ($\eta=+0.5\rho$) արևադարձերի ժամանակ: **5 միավոր**

2. Իսկական արեգակնային ժամանակի որ պահին, սեպտեմբերի 1-ին, աշխարհագրական $\varphi=33^\circ 53'$ լայնություն ունեցող վայրից Ռեգուլ և Հորտ աստղերը կդիտվեն նույն ավուկանտարատի վրա: : **5 միավոր**

3. Ցեֆեիդի տատանումների միջին պարբերությունը հավասար է 5 օրվա: Առկա է նաև պարբերության սինուսիդալ փոփոխություն 43 վ ամպլիտուդով, որը տեղի ունենում մեկ տարի պարբերությամբ: Ցեֆեիդի պարբերությունը առավելագույն արժեքի է հասնում դեկտեմբերի 20-ին: Երկնակամարի որ՞ կետում է գտնվում ցեֆեիդը: **5 միավոր**

4. Պլուտոնը հայտնաբերվել է 1930թ. երկու լուսաթիթեղի վրա, որոնք ստացվել են 6 օրվա տարբերությամբ, Պլուտոնի դիմակայության ժամանակ: Այդ լուսաթիթեղների վրա Յամ համապատասխանում է 1անկյունային աստիճանի: Քանի՞ սմ էր տեղաշարժվել Պլուտոնի պատկերը լուսաթիթեղների վրա այդ 6 օրվա ընթացքում: Մոլորակների ուղեծրերը ընդունել շրջագծային, հեռավորությունները՝ հայտնի: **5 միավոր**

Հանձնաժողովի նախագահ՝

Ա.Հակոբյան

Լուծում 1. Պատճառները հետևյալն են՝

- ռեֆրակցիան,
- խավարծրի և հասարակածի հարթությունների միջև ոչ զրոյական անկյունը,
- Երկրի ուղեծրի էկլիպտիկությունը
- Արեգակի դիտվող շարժման անհավասարաչափությունը (ժամանակի հավասարում) պայմանավորված նախորդ՝ 2-րդ և 3-րդ կետերով

Ցերեկվա տևողությունը սահմանվում է որպես Արեգակի վերին եզրի հորիզոնում ծագելու և մայր մտնելու պահերի միջև ժամանակամիջոցը: Արդյունքում, հաշվի առնելով նաև ռեֆրակցիան, ցերեկվա միջին T տևողությունը հասարակածում գիշերահավասարների օրերին ավելի է 12 ժամից:

$$T = 12 - 24 \cdot \frac{2h}{360^\circ} = 12 - 12 \cdot \frac{h}{90^\circ} = 12.11 \text{ ժամ}$$

որտեղ

$$h = -(R + r) = -51'$$

Գիշերահավասարի կետերից հեռու Արեգակի հակումը՝ δ -ն զրոյից տարբեր է և Արեգակի օրական անկյունային տեղաշարժը 360° -ից դառնում է $360^\circ \cos \delta$: Արդյունքում արևադարձերի օրերին ցերեկվա տևողությունը կավելանա Δt_1 -ով՝

$$\Delta t_1 = -12 \cdot \frac{h}{90^\circ} \left(\frac{1}{\cos \delta} - 1 \right) = 0.61 \text{ ր}$$

3 միավոր

Ուղեծրի էկլիպտիկությունը պատճառով փոխվում է նաև Արեգակի անկյունային շառավիղը, ինչը բերում է ցերեկվա տևողության համեմատաբար աննշան փոփոխության (առավելագույնը ձմեռային արևադարձին՝ ≈ 0.03 ր):

1 միավոր

Վերջապես ժամանակի հավասարումով պայմանավորված ուղղումը կես օրվա համար հավասար է՝

$$\Delta t_3 = \frac{\Delta \eta}{2}$$

1 միավոր

Հաշվի առնելով տրված տվյալները կարելի է եզրակացնել, որ որ ցերեկվա սևողությունը հասարակածում, արևադարձի օրերին մոտ 1 րոպեով ավելի է, քան գիշերահավասարի օրերին: Առավելագույնը արժեքը դիտվում է ձմեռային արևադարձին:

Լուծում 2. Ձենիթ - Հյուսիսային բևեռ – Լուսատու պարալակտիկ եռանկյան համար ունենք

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

Ըստ խնդրի պայմանի աստղերը որոնելի պահին աստղերը դիտվում են նույն ավուկանտարատի վրա, հետևաբար երկու աստղերը պետք է ունենան նույն զենիթային հեռավորությունը: Այստեղից

$$0 = \sin \varphi \cdot (\sin \delta_1 - \sin \delta_2) + \cos \varphi \cdot (\cos \delta_1 \cos t_1 - \cos \delta_2 \cos t_2) \quad (1)$$

2 միավոր

Ուղղակի ծագումների տարբերության համար ունենք հետևյալ առնչությունները

$$\Delta \alpha = \alpha_2 - \alpha_1 = 11^{\text{h}} 15^{\text{m}} - 10^{\text{h}} 09^{\text{m}} = 1^{\text{h}} 06^{\text{m}} = 16.5^{\circ}$$

$$\cos t_2 = \cos(t_1 + \Delta t) = \cos(t_1 - \Delta \alpha)$$

Տեղադրելով հ. (1) -ի մեջ կստանանք

$$\underbrace{\sin \varphi \cdot (\sin \delta_1 - \sin \delta_2)}_{\equiv A} + \underbrace{\cos \varphi \cdot (\cos \delta_1 - \cos \delta_2 \cos \Delta \alpha)}_{\equiv B} \cdot \cos t_1 - \underbrace{\cos \varphi \cos \delta_2 \sin \Delta \alpha \cdot \sin t_1}_{\equiv C} = 0,$$

կամ

$$A + B \cos t_1 - C \sin t_1 = 0, \quad (2)$$

որտեղ

$$\begin{cases} A \equiv \sin 33^\circ 53' \times (\sin 11^\circ 53' - \sin 15^\circ 20') = -0.03262, \\ B \equiv \cos 33^\circ 53' \times (\cos 11^\circ 53' - \cos 15^\circ 20' \cos 16.5^\circ) = 0.04473, \\ C \equiv \cos 33^\circ 53' \cos 15^\circ 20' \sin 16.5^\circ = 0.22739. \end{cases}$$

Լուծելով h.(2) -ը կստանանք

$$\begin{aligned} A^2 + B^2 \cos^2 t_1 + 2AB \cos t_1 &= C^2 - C^2 \cos^2 t_1; \\ (B^2 + C^2) \cos^2 t_1 + 2AB \cos t_1 + (A^2 - C^2) &= 0. \end{aligned}$$

$$\therefore \cos t_1 = \frac{\pm C \sqrt{B^2 + C^2 - A^2} - AB}{B^2 + C^2} = \begin{cases} \cos t_1^I = +0.99859, \\ \cos t_1^{II} = -0.94426. \end{cases}$$

$$\begin{aligned} t_1^I &= +3.04^\circ \simeq 0^h 12^m, & s^I &= t_1^I + \alpha_1 = 0^h 12^m + 10^h 09^m = 10^h 21^m; \\ t_1^{II} &= -160.78^\circ \simeq 13^h 17^m, & s^{II} &= t_1^{II} + \alpha_1 = 13^h 17^m + 10^h 09^m = 23^h 26^m. \end{aligned}$$

2 միավոր

Սեպտեմբերի 1-ին, գիշերահավասարից 22 օր առաջ, արեգակնային ժամանակը առաջ է աստղայինից մոտ $22 * 3\text{ր}56\text{վ} \approx 1\text{ժ}27\text{ր}$:

Հաշվի առնելով դա որոնելի պահի համար կստանանք երկու պատասխան՝

$$11^h 48^m \quad 0^h 53^m$$

1 միավոր

Լուծում 3. Բնական է ենթադրել, որ պարբերության փոփոխությունը պայմանավորված է Երկրի տարեկան պտույտով: Ունենք

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{v_r}{c}$$

որտեղ v_r -ը Երկրի ուղեծրային արագության պրոյեկցիան է Երկիր-Ցեֆեյդ ուղղի վրա, c -ն՝ լույսի արագությունը, $P, \Delta P$ - ցեֆեյդի տատանման պարբերությունը և նրա փոփոխությունը:

Այստեղից կարելի է ստանալ $v_r = 30$ կմ/վ: Քանի որ ստացված արժեքը հավասար է Երկրի ուղեծրային արագությանը, ապա կարելի է ենթադրել, որ աստղը գտնվում է խավարածրի հարթության մեջ: **3 միավոր**

Պարբերությունը առավելագույն է, երբ Երկրի արագության վեկտորը ուղղված է հակառակ Երկիր-Ցեֆեիդ ուղղությանը: Քանի որ առավելագույն արժեքը տեղի ունի ձմեռային արևադարձի ժամանակ, ապա այստեղից հետևում է, որ աստղը գտնվում է գարնանային գիշերահավասարի կետում $\alpha \approx 0, \delta \approx 0$: **2 միավոր**

Լուծում 4. Անկյունային արագությունը դիմակայության ժամանակ հավասար է՝

$$\frac{d\lambda}{dt} = \frac{\sqrt{GM}}{\sqrt{a_1 a_2} (\sqrt{a_1} + \sqrt{a_2})}$$

4 միավոր

որտեղ a_1, a_2 – Երկրի և Պլուտոնի հեռավորություններն են Արեգակից:

Այստեղից հետևում է, որ Պլուտոնի տեղաշարժը 6 օրվա ընթացքում հավասար է 0.128 աստիճան, ինչի արդյունքում պատկերի տեղաշարժը կազմում է 4 մմ: **1 միավոր**

Հանձնաժողովի նախագահ

Ա.Հակոբյան