Աստղագիտություն- մարզային փուլ – լուծումներ

1. **Լուծում:** Երկրի ուղեծրային շարժման արդյունքում լուսատուի շարժման հետագիծը երկնակամարի վրա էլիպս է, որի մեծ կիսաառանցքը զուգահեռ է խավարածրի հարթությանը: Նկարից երևում է, որ պարալակտիկ էլիպսի էքսցենտրիսիտետը և խավարածրային β լայնությունը կապված են հետևյալ կերպ.

$$e = \cos\beta.$$

$$\beta = \pm \arccos e = \pm \arccos 0.987 = \pm 9.2^\circ$$

Գիշերահավասարից մինչև դիտման օրը անցել է 15օր: Արեգակի խավարածրային երկայնությունը կլինի

$$\lambda_\odot = 360^\circ \times \frac{15^d}{365.2422^d} = 15^\circ \times \frac{360}{365.2422} \simeq 15^\circ = 1^h$$

Գիշերահավասարի կետի մոտ հասարակածային և խավարածրային կոորդինատները կապված են հետևյալ կերպ .

$$\begin{cases} \alpha = \lambda\cos\varepsilon - \beta\sin\varepsilon; \\ \delta = \beta\cos\varepsilon + \lambda\sin\varepsilon. \end{cases}$$

Եվ քանի որ այդ պահին $\beta_\odot \equiv 0$, ապա Արեգակի ուղղակի ծագումը հավասար է.

$$\alpha_\odot = \lambda_\odot \cos\varepsilon = 1^h \times \cos 23.44^\circ = 13.76^\circ$$

Ենթադրենք, որ կեսգիշերին տեղի է ունենում լուսատուի ներքին կուլմինացիան, երբ նրա ուղղակի ծագումը հավասար է

Վերը բերված հավասարումների $\alpha = \alpha_\odot$ համակարգից բխում է, որ նրա հակումը հավասար է.

$$\delta = \beta\cos\varepsilon + \left(\frac{\alpha}{\cos\varepsilon} + \beta\,\mathrm{tg}\,\varepsilon\right)\sin\varepsilon = \alpha\,\mathrm{tg}\,\varepsilon + \frac{\beta}{\cos\varepsilon} =$$

$$= 13.76^\circ\,\mathrm{tg}\,23.44^\circ \pm \frac{9.2^\circ}{\cos 23.44^\circ} = \begin{cases} \delta_1 = -4^\circ, \\ \delta_2 = +16^\circ. \end{cases}$$

Առաջին արժեքի դեպքում կուլմինացիան տեղի կունենար հորիզոնից ցածր $(\varphi + \delta_1 < 90^\circ)$, և հետևաբար, չէր կարող դիտվել:

Երկրորդ արժեքի դեպքում բարձրությունը հավասար կլինի.

$$h_\mathrm{I} = \varphi + \delta_2 - 90^\circ = 80^\circ + 16^\circ - 90^\circ = +6^\circ.$$

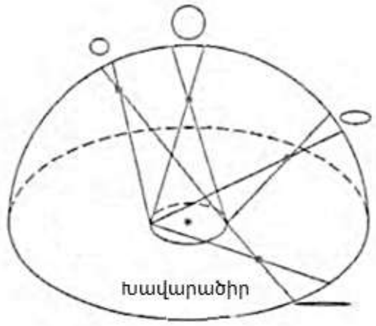
Նմանապես վերին կուլմինացիայի դեպքում կունենանք.

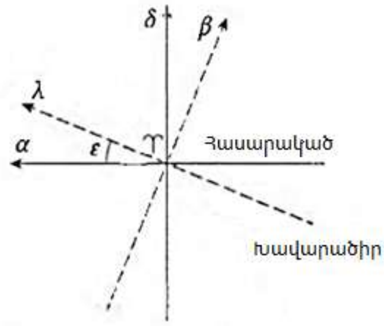
$$\delta = \frac{\beta}{\cos\varepsilon} - \alpha_\odot\,\mathrm{tg}\,\varepsilon = \begin{cases} \delta_3 = -\delta_2 = -16^\circ, \\ \delta_4 = -\delta_1 = +4^\circ. \end{cases}$$

Առաջին դեպքում լուսատուն չծագող է, իսկ երկրորդ դեպքում կստանանք.

$$h_\mathrm{II} = 90^\circ - \varphi + \delta_4 = 90^\circ - 80^\circ + 4^\circ = +14^\circ.$$

Հանձնաժողովի նախագահ՝ Ա.Հակոբյան





2. Լուծում

✓ Տիեզերանավը թռչում է Հոհմանի էլիպսով, որի պերիհելիումը գտնվում է Երկրի ուղեծրի վրա, աֆելիումը՝ Սատուրնի: Հետևաբար, մեծ կիսաառանցքը և էքսցենտրիսիտետը հավասար են.

$$a = \frac{a_{\oplus} + a_{\text{♄}}}{2} = \frac{1.00 + 9.54}{2} = 5.28$$

$$e = 1 - \frac{a_{\ominus}}{a} = 1 - \frac{1.00}{9.54} = 0.81.$$

Արագությունը պերիհելիումում պետք լինի.

$$v_p = \sqrt{G\mathfrak{M}_{\odot}\left(\frac{2}{a_{\oplus}} - \frac{1}{a}\right)} = v_{\oplus}\sqrt{2 - \frac{a_{\oplus}}{a}} \simeq 40.1 \text{ կմ/վ}$$

Էներգիայի պահպանման օրենքից հետևում է, որ մեկնարկային արագությունը պետք է լինի.

$$v_0 = \sqrt{u^2 + v_{\Pi}^2} = \sqrt{10.3^2 + 11.2^2} = 15.2 \text{ կմ/վ}$$

որտեղ
$$u = v_p - v_{\ominus} = (40.1 - 29.8) \text{ կմ/վ}$$

✓ Երկիր- Սատուրն թռիչքի տևողությունը կլինի հավասար Հոհմանի էլիպսով մեկ կիսպտույտի պարբերությանը

$$T = \frac{T_{\oplus}}{2}\left(\frac{a}{a_{\oplus}}\right)^{3/2} = \frac{1}{2}\cdot\left(\frac{5.28 \text{ a. e.}}{1.00 \text{ a. e.}}\right)^{3/2} \approx 6.1$$

Այդ ընթացքում Սատուրնի անկյունային տեղաշարժը իր ուղեծրով կկազմի

$$\xi = 360^{\circ}\cdot\frac{T}{T_{\text{♄}}} \simeq 74^{\circ}.$$

Դիտարկենք Երկիր- Արեգակ-Սատուրն $\triangle\oplus\odot\text{♄}$ եռանկյունին մեկնարկի պահին և որոշենք Սատուրնի երկրակենտրոն հեռավորությունը, օգտվելով կոսինուսների թեորեմից.

$$\oplus\text{♄} = \sqrt{\odot\oplus^2 + \odot\text{♄}^2 - 2\cdot\odot\oplus\cdot\odot\text{♄}\cdot\cos(180^{\circ} - \xi)} =$$
$$= \sqrt{1.00^2 + 9.54^2 - 2\times 1.00\times 9.54\times\cos(180^{\circ} - 74^{\circ})} = 9.9$$

Սինուսների թեորեմից հետևում է.

Հանձնաժողովի նախագահ՝ Ա.Հակոբյան

$$\frac{\odot ♄}{\sin\angle \odot\oplus ♄} = \frac{\oplus ♄}{\sin\xi};$$

$$\angle \odot\oplus ♄ = \arcsin\frac{\odot ♄ \cdot \sin\xi}{\oplus ♄} = \arcsin\frac{9.54\ \times \sin 74^\circ}{9.9} = 68^\circ$$

✓ Հեկտորը Յուպիտերի «տրոյացի» աստերոիդներից է, շարժվում է Յուպիտերի ուղեծրով (նույն արագությամբ), առաջ ընկնելով նրանից 60°: Օգտվենք իմպուլսի պահպանման օրենքից.

$$a_\oplus v_p = a_{♃} v_T \sin\theta,$$

որտեղ θ-ն տիեզերանավի շառավիղ-վեկտորի և արագության վեկտորի միջև անկյունն է, v_T-ն արագությունը՝ Յուպիտերի ուղեծրի հատման պահին.

$$v_T = \sqrt{G\mathfrak{M}_\odot\left(\frac{2}{a_{♃}} - \frac{1}{a}\right)} \simeq 13.2\ \text{км/с}.$$

$$\therefore\ \theta = \arcsin\frac{a_\oplus v_p}{a_{♃} v_T} = \arcsin\left(\frac{1.00\ \text{а. е}}{5.20\ \text{а. е}} \times \frac{40.1\ \text{км/с}}{13.2\ \text{км/с}}\right) = 36^\circ.$$

Տիեզերանավի և Հեկտորի հելիակենտրոն արագությունների վեկտորների միջև անկյունը հավասար է.

$$\Delta\theta = 90^\circ - \theta = 90^\circ - 36^\circ = 54^\circ.$$

Որոնվող հարաբերական արագությունը կլինի.

$$v = \sqrt{v_{♃}^2 + v_T^2 - 2v_{♃} v_T \cos\Delta\theta} =$$

$$= \sqrt{13.1^2 + 13.2^2 - 2 \times 13.1 \times 13.2 \times \cos 54^\circ} \approx 12\ \text{կմ/վ}$$

3. Լուծում: Սկզբից գնահատենք հոսքերը և նրանց հարաբերությունը օգտվելով Պոգսոնի և Ստեֆան-Բոլցմանի օրենքներից

$$m_1 - m_2 = -2.5\lg\left(\frac{F_1}{F_2}\right);$$

$$\frac{F_1}{F_2} = 10^{-0.4(m_1-m_2)} = 10^{-0.4(3.46-4.08)} = 1.77.$$

$$L_i = 4\pi R_i^2\sigma T_i^4 \implies F_i = \frac{4\pi R_i^2\sigma T_i^4}{4\pi D^2};$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{R_1^2}{R_2^2} \times \frac{T_1^4}{T_2^4} \implies \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{F_1}{F_2}} \times \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2.$$

Օգտվենք նաև Վինի շեղման օրենքից

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \implies \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{F_1}{F_2}} \times \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)^2 =$$

$$= \sqrt{1.77} \times \left(\frac{531.0}{649.1}\right)^2 = 0.890.$$

Քանի որ լայնացման միջին արագությունը և տատանման պարբերությունը հայտնի են, ապա

$$R_2 - R_1 = v \times \frac{P}{2} = 12.8 \cdot 10^3 \times 86400 \times \frac{9.84}{2}$$

$$(1 - 0.890)R_2 = 5.441 \cdot 10^9 \text{ մ} \quad \Longrightarrow \quad \begin{cases} R_2 = 4.95 \cdot 10^{10} \text{ մ} \\ R_1 = 4.41 \cdot 10^{10} \text{ մ} \end{cases}$$

Աստղի ճառագայթման հոսքը մաքսիմալ շառավղի դեպքում որոշելու համար այն համեմատենք Արեգակի հետ

$$m_2 - m_\odot = -2.5 \lg\left(\frac{F_2}{F_\odot}\right) \quad \Longrightarrow \quad F_2 = F_\odot \cdot 10^{-0.4(m_2 - m_\odot)}.$$

$$F_2 = E_\odot \times 10^{-0.4(4.08+26.72)} \simeq 6.51 \cdot 10^{-10} \quad \text{վատ/մ}^2$$

Հեռավորությունը որոշելու համար այն արտահայտենք հոսքի, շառավղի և ջերմաստիճանի միջոցով

$$D = \sqrt{\frac{L_2}{4\pi F_2}} = \sqrt{\frac{R_2^2 \sigma T_2^4}{F_2}} = R_2 T_2^4 \sqrt{\frac{\sigma}{F_2}}.$$

Ըստ Վինի օրենքի

$$T_2 = \frac{b}{\lambda_2} = \frac{2.898 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{K}}{649.1 \cdot 10^{-9} \text{ м}} = 4465 \text{ K}.$$

Հետևաբար

$$D \simeq 9.208 \cdot 10^{18} \text{ մ} \simeq 300 \text{ պկ}$$

4. Լուծում: Ճառագայթման հոսքի խտությունը (S), պայծառությունը, աղբյուրի մարմնային անկյունը (Ω) , աղբյուրի հեռավորությունը (d) և շառավիղը (R) առնչվում են հետևյալ կերպ:

$$S_\nu = B_\nu \Omega, \quad \Omega = \frac{\pi R^2}{d^2}, \qquad d = \sqrt{\frac{\pi R^2 B_\nu}{S_\nu}}.$$

Աղբյուրի պայծառությունը կարելի է գնահատել Ռելեյ- Ջինսի բանաձևից.

$$B_\nu = \frac{2k_B T_b \nu^2}{c^2} = \frac{2k_B T_b}{\lambda^2}.$$

Այստեղից.՝

$$d = \sqrt{\frac{2\pi R^2 k_B T_b}{S_\nu \lambda^2}} \approx 400 \text{ պկ}$$

Հանձնաժողովի նախագահ՝ Ա.Հակոբյան