

**Աստղագիտության հանրապետական օլիմպիադա**  
**Հանրապետական փուլ – ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐ**  
**180 րոպե (3 ժամ)**

1. Քանի՞ անգամ կփոխվի Արեգակի լրիվ խավարման առավելագույն տևողությունը ( $7.5 \text{ ր} = 450 \text{ վրկ}$ ), եթե մեր մոլորակը պտտվի իր առանցքի շուրջը երկու անգամ արագ: Խնդրի լուծման համար անհրաժեշտ տվյալները համարել հայտնի:

**Լուծում**

Հայտնի է, որ Լուսնի ստվերի առավելագույն լայնությունը կազմում է մոտ 270կմ: Դա կարելի է որոշել, ընդունելով Լուսնի միևնույն հեռավորությունը Երկրի մակերևույթից հավասար 350000կմ, իսկ Արեգակի մաքսիմալ հեռավորությունը՝ 152.1 մլն կմ:

Արեգակի լրիվ խավարման առավելագույն տևողությունը գրանցվում է, երբ այն դիտվում է հասարակածում և դիտողի օրական շարժման արագությունը ( $0.46 \text{ կմ/վ}$ ) ուղղությամբ համընկնում է ստվերի շարժման արագության հետ ( $1.06 \text{ կմ/վ}$ , Լուսինը գտնվում է իր ուղեծրի պերիգեյում): Այդ դեպքում դիտողը հատում է ստվերը  $270 / (1.06 - 0.46) = 450$  վայրկյանում: Եթե Երկիրը պտտվի իր առանցքի շուրջը երկու անգամ արագ, ապա այդ ժամանակը հավասար կլինի  $270 / (1.06 - 0.92) = 1928$  վայրկյանի: **Պատասխան՝  $\frac{1928}{450} \sim 4$**

2. Պատկերացրեք, որ մեր Գալակտիկայի յուրաքանչյուր 10-րդ աստղը ունի բնակելի մոլորակ: Այդ մոլորակների բնակիչները, գերձզգրիտ լուսաչափության տվյալներ օգտագործելով, որոնում են այլ քաղաքակրթություններ: Լուսաչափության ճշգրտությունը կազմում է  $0.00001 \text{ } 0.00$  մեծության աստղերի համար և վատանում է 2 անգամ՝ 4 անգամ թույլ աստղերի դեպքում, 3 անգամ՝ 9 անգամ թույլ աստղերի դեպքում և այդպես շարունակ: Գնահատել այլմոլորակային քաղաքակրթությունների թիվը, որոնք կարող են հայտնաբերել Երկիր մոլորակը մեկ հարյուրամյակի ընթացքում: Աստղերի տարածական խտությունը Գալակտիկայի սկավառակում ընդունել հավասար  $1 \text{ պկ}^{-3}$ :

**Լուծում**

Քանի որ նշված բոլոր քաղաքակրթությունները օգտագործում են լուսաչափական տվյալները, ապա Երկիրը հայտնաբերելու միակ եղանակը կլինի Արեգակի պայծառության թուլացման գրանցումը Արեգակի սկավառակի վրայով Երկրի անցման դեպքում, որի ժամանակ Արեգակի պայծառության առավելագույն անկումը հավասար կլինի

$$\Delta m = -2.5 \lg \frac{R^2 - r^2}{R^2} = 0.000091^m.$$

Այս մեծությունը 9.1 անգամ մեծ է այդ քաղաքակրթություններին հասանելի լուսաչափական ճշգրտությունից  $0$  մեծության աստղերի դեպքում: Հետևաբար, նրանք կարող են նկատել այդ անկումը մինչև  $9.1^2 = 83$  անգամ թույլ աստղերի դեպքում: Սահմանային աստղային մեծությունը կկազմի

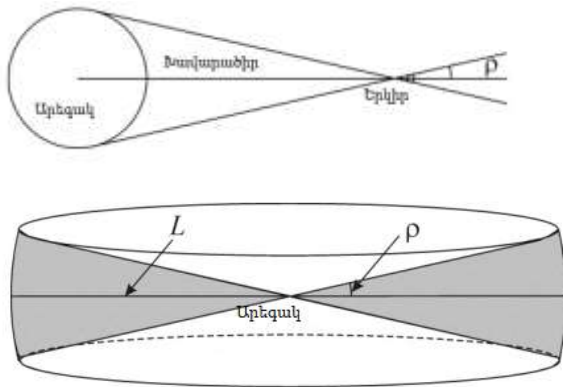
$$m = 0 + 2.5 \lg 83 = 0 + 5 \lg 9.1 = 4.8.$$

Ստացված արժեքը համընկնում է Արեգակի բացարձակ աստղային մեծության հետ: Հիշելով բացարձակ աստղային մեծության սահմանումը, կարելի է եզրակացնել, որ Երկիրը հայտնաբերելու ունակ քաղաքակրթությունները պետք է գտնվեն Արեգակից ոչ ավելի քան

10-րդ հեռավորության վրա: Բայց դա բավարար պայման չէ, անհրաժեշտ է նաև, որպեսզի Երկրի անցումը Արեգակի սկավառակի վրայով սկզբունքորեն դիտարկելի լինի այդ քաղաքակրթություններին: Իսկ դա հնարավոր է այն դեպքում, երբ նրանց «մայր» աստղերը գտնվեն ոչ հեռու Երկրի ուղեծրի (Խավարածրի) հարթությունից: Հեշտ է նկատել, որ աստղի անկյունային հեռավորությունը Խավարածրի հարթությունից պետք է չգերազանցի Արեգակի  $\rho$  անկյունային շառավիղը: Նկարում բերված է տարածության համապատասխան տիրույթը, որտեղից հնարավոր է գրանցել Երկրի անցումը: Գնահատենք տիրույթի ծավալը, ներկայացնելով այն որպես  $L$  շառավիղով և  $2L\rho$  բարձրությամբ գլան, որից հեռացված են  $L$  շառավիղով և  $L\rho$  բարձրությամբ երկու կոն :

$$V = \pi L^2 \cdot 2L\rho - 2 \cdot \frac{1}{3} \pi L^2 \cdot L\rho = \frac{4}{3} \pi \rho L^3.$$

Այս ծավալի մեջ կգտնվի մոտավորապես 20 աստղ: Հետևաբար, երկու քաղաքակրթություն ունակ կլինեն հայտնաբերել Երկիրը:



3. Երկրի ինչ-որ կետից, հունվարի 1-ին, արևածագի պահին, հորիզոնից  $\gamma_2 = 46^\circ$  բարձրության վրա դիտվում է Վեներայի և Մարսի միացումը: Ե՞րբ տեղի կունենա Մարսի մոտակա դիմակայությունը: Երկրի որ՞ վայրից է դիտվել այդ միացումը: Համարել, որ բոլոր մոլորակների ուղեծրերը շրջանագծային են և գտնվում են Խավարածրի հարթությունում:

### Լուծում

Համաձայն խնդրի պայմանների, Վեներայի անկյունային հեռավորությունը Արեգակից  $46^\circ$  աստիճանից փոքր չէ: Միննույն ժամանակ այդ անկյունը հավասար է Վեներայի առավելագույն էլնագացիային, հետևաբար Վեներան գտնվում է ուղիղ ծագող Արեգակի «գլխավերևում», երևույթը դիտվում է հասարակածային գոտում, իսկ դիտող էլնագացիան արևմտյան է: Բերված նկարից երևում է, որ Մարսից դիտողի համար Վեներան նույնպես գտնվում է առավելագույն էլնագացիայում (արևելյան), որի անկյունը հավասար է

$$\gamma_3 = \arcsin \frac{r_1}{r_3} = 28^\circ$$

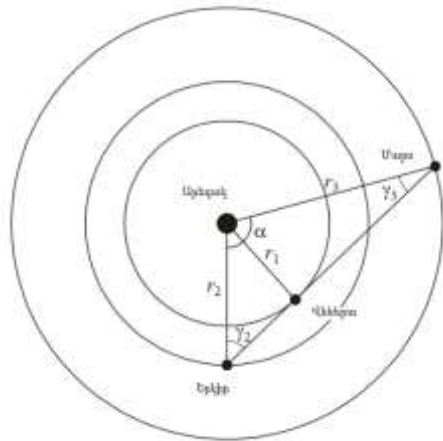
Արեգակ- Երկիր-Մարս եռանկյունից կարելի է որոշել Մարսի և Երկրի հեղիակենտրոն երկայնությունների տարբերությունը այդ պահին

$$\alpha = 180^\circ - \gamma_2 - \gamma_3 = 106^\circ$$

Այստեղից, հաշվի առնելով մոլորակների շարժման ուղղությունը, կարելի գնահատել թե՞ քանի օր է մնացել մինչ Մարսի դիմակայությունը

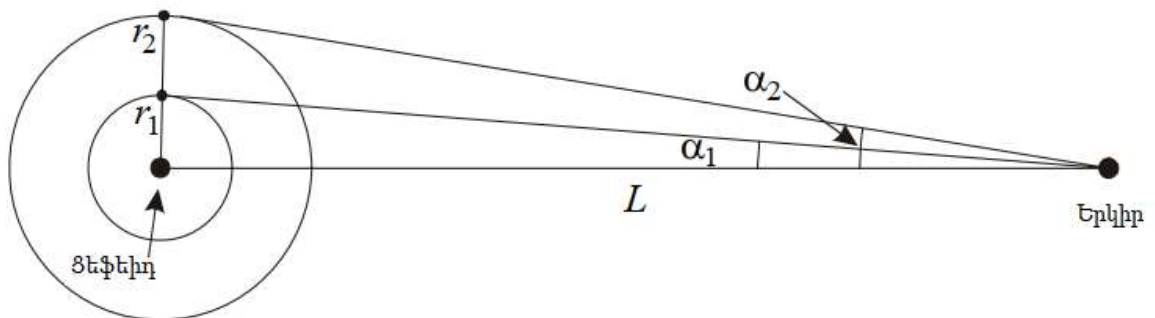
$$T = S \frac{\alpha}{360^\circ} = 229$$

որտեղ  $S$  – Մարսի սինոդիկ պարբերությունն է: **Պատասխան՝ 16-17 օգոստոս:**



4.  $T = 50$  օր պարբերությամբ փոփոխական ցեֆեիդը տեսանելի է երկնքում անզեն աչքով: Այս աստղի շուրջ հայտնաբերվել է գնդաձև երկշերտ անդրադարձնող միգամածություն, որը ցրում է աստղի ճառագայթումը: Շերտերի անկյունային շառավիղները հավասար են  $10''$  և  $21''$ : Երկու շերտերի պայծառությունը նույնպես տատանվում է 50 օրվա ընթացքում, հասնելով առավելագույն պայծառության ցեֆեիդի մաքսիմումից 30 և 18 օր հետո, համապատասխանաբար: Գտեք ցեֆեիդի հեռավորությունը:

**Լուծում**



Ցեֆեիդի և անդրադարձնող  $i$ -րդ շերտի պայծառության մաքսիմումների պահերի միջև տարբերությունը հավասար է

$$\Delta T_i = \frac{r_i}{c}$$

Ընդհանուր դեպքում այդ ժամանակը կապված է պայծառության մաքսիմումների պահերի միջև **դիտվող**  $\Delta t_i$  տարբերության հետ հետևյալ առնչությամբ

$$\Delta T_i = n_i \cdot T + \Delta t_i = T \cdot (n_i + \Delta \varphi_i), \quad \Delta \varphi_i = \Delta t_i / T.$$

Որտեղ  $n_i$  – էրը անհայտ բնական թվեր են: Դրանք որոշելու համար օգտվենք հետևյալ առնչություններից

$$T \cdot (n_i + \Delta\varphi_i) = \frac{L \alpha_i}{c}$$

$$\frac{n_2 + \Delta\varphi_2}{n_1 + \Delta\varphi_1} = \frac{\alpha_2^n}{\alpha_1^n} = 2.1.$$

որտեղ  $L$  – ը ցեֆեիդի հեռավորությունն է,  $\Delta\varphi_1 = 0.6, \Delta\varphi_2 = 0.36$ : Բերված առնչությունից  $n_1$  – ի հաջորդական արժեքների համար կարելի որոշել  $n_2$  -ը և նրան համապատասխանող  $\Delta\varphi_2$  – ը: Ակնհայտ է, որ որպես խնդրի լուծում կարող են հանդես գալ այն դեպքերը, երբ  $\Delta\varphi_2 = 0.36$ : Բերված աղյուսակից հետևում է, որ հավանական լուծումները ստացվում են  $n_1 = 1, 11, 21 \dots$  արժեքների դեպքում: Հաշվի առնելով, որ ցեֆեիդը անգեն աչքով տեսանելի է և որ ցեֆեիդների բացարձակ աստղային մեծությունը մոտ  $-6^m$  է, կարելի է ցույց տալ, որ խնդրի միակ լուծումը ստացվում է  $n_1 = 1$  դեպքում, որին համապատասխանող որոնվող  $L$  հեռավորությունը հավասար է 1.39կպկ:

$n_1$	$n_1 + \Delta\varphi_1$	$2.1(n_1 + \Delta\varphi_1)$	$n_2$	$\Delta\varphi_2$	$L$ , կպկ
0	0.60	1.26	1	0.26	
<b>1</b>	<b>1.60</b>	<b>3.36</b>	<b>3</b>	<b>0.36</b>	<b>1.39</b>
2	2.60	5.46	5	0.46	
...	...	.....	...	...	....
<b>11</b>	<b>11.60</b>	<b>24.36</b>	<b>24</b>	<b>0.36</b>	<b>10.05</b>
...	...	.....	...	...	....
<b>21</b>	<b>21.60</b>	<b>45.36</b>	<b>45</b>	<b>0.36</b>	<b>18.72</b>

5. Խավարուն փոփոխականը բաղկացած միևնույն  $6^m$  լուսատվություն ունեցող երկու աստղերից, որոնց ջերմաստիճաններն են 5000K և 10000K: Գնահատել խավարուն փոփոխականի աստղային մեծությունը ինչպես խավարումից դուրս, այնպես էլ գլխավոր և երկրորդական միմիմումների ժամանակ: Ընդունել, որ Երկիրը գտնվում է աստղերի ուղեծրերի հարթության մեջ:

#### Լուծում

Քանի որ լուսատվությունը համեմատական է աստղի մակերեսին և ջերմաստիճանի 4-րդ աստիճանին, ապա ջերմ աստղի շառավիղը 4 անգամ փոքր կլինի:

Հետևաբար, գլխավոր միմիմումի ժամանակ ջերմ աստղը ամբողջվին ծածկված կլինի և կդիտվի միայն մեկ աստղի պայծառությունը, որը ըստ խնդրի պայմանի հավասար է  $m_1 = 6^m$ : Երկրորդական միմիմումի ժամանակ կծածկվի միայն սառը աստղի 1/16 մասը և խավարուն փոփոխական աստղի մեծությունը հավասար կլինի  $m_2 = 6 - 2.5 \lg(31/16) = 5.28$ .

Խավարումից դուրս խավարուն փոփոխականի աստղային հավասար կլինի  $m_0 = 6 - 2.5 \lg 2 = 5.25$ .