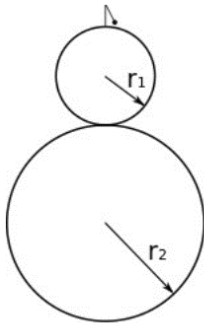


1. Աստղակերպը ունի երկու իրար ձուլված գնդերի տեսք, որոնց շառավիղներն են  $r_1 = 20$  կմ,  $r_2 = 40$  կմ, իսկ միջին խտությունները հավասար են  $\rho = 2.5$  գ/սմ<sup>3</sup> (նկար 1.): Աստղակերպի մակերևույթին տեղադրված է ճոճանակ, որի լարի երկարությունը հավասար է  $l = 50$  մ, իսկ բեռի կշիռը՝  $m = 100$  կգ: Աստղակերպը պտտվում է իր երկար առանցքի շուրջը 4ժ պարբերությամբ: Շեղելով ճոճանակի բեռը հավասարակշռության դիրքից  $x = 1$  մ հեռավորությամբ, այն բաց է թողնվում: Սկզբնական դիրքից ի՞նչ հեռավորության վրա կհայտնվի բեռը ճոճանակի մեկ սատանումից հետո:



Նկար 1

### Լուծում

Որոշենք աստղակերպի գնդերի զանգվածների հարաբերությունը՝

$$M_2 = \frac{4}{3} \pi \rho r_2^3 = \frac{4}{3} \pi \rho 8 r_1^3 = 8 M_1$$

Հետևաբար, ճոճանակի վրա ազդող ծանրության ուժը կլինի՝

$$F_g = G \frac{M_1 m}{r_1^2} + G \frac{8 M_1 m}{(4 r_1)^2} = \frac{3}{2} \frac{G M_1 m}{r_1^2} = g m$$

որտեղից հետևում է, որ ազատ անկման արագացումը հավասար է՝

$$g = \frac{3}{2} \frac{G M_1}{r^2}$$

Հետևաբար, ճոճանակի տատանման պարբերությունը հավասար է՝

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \approx 307 \text{ վրկ}$$

Այդ ընթացքում աստղակերպը իր առանցքի շուրջը կպտտվի 7.7°: Այստեղից հետևում է, որ որոնվող հեռավորությունը հավասար է՝

$$\Delta x = 2x \sin(7.7^\circ/2) \approx 0.13 \text{ մ}$$

2. Երկնաքարերի պարսր պարաբոլական ուղեծրով, Արեգակից 1ա.մ. հեռավորության վրա շարժվում է ուղիղ Երկրին ընդառաջ և ուղղահայաց՝ Արեգակ—պարս շառավիղ վեկտորին: Երկրագնդի ինչ-որ կետում երկնաքարերի հոսքի ռադիանտը գտնվում է զենիթում: Որոշել նրանց տեսանելի անկյունային արագությունները հորիզոնի և  $h = 45$  աստիճան բարձրության վրա, ընդունելով, որ երկնաքարերը գտնվում են Երկրի մակերևույթից  $H = 100$ կմ բարձրության վրա: Երկրի իր առանցքի շուրջ պտույտը, ձգողականության ուժի ազդեցությունը և մթնոլորտային ռեֆրակցիան հաշվի չառնել:

### Լուծում

Երկրի ուղեծրային արագությունը հավասար է.

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{a}} \approx 30 \quad \text{կմ/վ}$$

Իսնդրի պայմաններից հետևում է, որ երկնաքարերի արևակենտրոն արագությունը հավասար է

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{a}} \approx 42 \quad \text{կմ/վ}$$

Հետևաբար, երկնաքարերի երկրակենտրոն արագությունը կազմում է  $v = v_1 + v_2 \approx \frac{72 \text{ կմ}}{\text{վ}}$ : Բերված նկարից հեշտ է նկատել, որ  $h$  - մեծ արժեքների դեպքում

արհամարելով Երկրի կորություն, այդ բարձրության վրա դիտվող երկնաքարի տանգենցիալ արագությունը հավասար է  $v \cosh$ , իսկ հեռավորությունը՝

$$\frac{H}{v \sinh}$$

Այստեղից, անկյունային արագության համար կստացվի.

$$\omega = \frac{v \sin h \cosh}{H} = \frac{v \sin 2h}{2H}$$

Հետևաբար,  $h = 45^\circ$  դեպքում կդիտվի առավելագույն անկյունային արագությունը, որը հավասար կլինի  $\omega = 21^\circ/\text{վրկ}$ :

Աստղագիտություն մարզային փուլ - 2023թ.  
11-12-րդ դասարաններ – 180 թույլե  
Առաջադրանքներ և լուծումներ

Հորիզոնի մոտ դիտվող երկնաքարի հեռավորությունը կլինի

$$L = \sqrt{(R + H)^2 - R^2} \approx \sqrt{2RH} = 1130 \text{ կմ, իսկ անկյունային արագությունը}$$

$$\omega_H = \frac{v}{\sqrt{2RH}}$$

կամ

$$\omega_H = 3.7^\circ/\text{վրկ:}$$

3. Պատկերացնենք, որ Արեգակը վերածվել է կարճ պարբերական փոփոխական աստղի  $T = 125$ ր պարբերությամբ: Նույն պարբերությամբ սկսում են փոխվել մոլորակների՝ Երկրից դիտվող պայծառությունները: Որ՞ արտաքին մոլորակի դեպքում դիտվող պայծառության մաքսիմումները կարող են համընկնել Արեգակի պայծառության մաքսիմումների հետ:

Մոլորակ	Մեծ կիսաառանցք, ա.մ.	Էքսցենտրիսիտետ
Մարս	1.52	0.093
Յուպիտեր	5.20	0.048
Սատուրն	9.54	0.056
Ուրան	19.19	0.046
Նեպտուն	30.06	0.010

### Լուծում

Երկրի վրայից դիտվող մոլորակների պայծառությունների մաքսիմումների պահերը կտարբերվեն Արեգակի մաքսիմումների պահերից, քանի որ ազդանշանի (լույսի) տարածման ժամանակը «Արեգակ-մոլորակ-Երկիր» հետագծով ավելի մեծ է, քան «Արեգակ-Երկիր» հետագծով: Մաքսիմումները կարող են համընկնել, եթե այդ ժամանակների տարբերությունը հավասար լինի որևէ ամբողջ թվի և  $T = 125$ ր պարբերության բազմապատկին: Լույսը Արեգակից Երկիր է հասնում  $a/c$  ժամանակում, որտեղ  $a$  -ն Արեգակ-Երկիր հեռավորությունն է, իսկ «Արեգակ-մոլորակ-Երկիր» հետագծով՝  $l/c$  ժամանակում, որտեղ  $l$  – ը տվյալ հետագծի երկարությունն է: Հետևաբար, պետք է տեղի ունենա հետևյալ հավասարումը

$$\frac{a}{c} - \frac{l}{c} = NT, \quad l = a + cNT$$

Հաշվենք լույսի անցած ճանապարհը մեկ պարբերության ընթացքում:

$$L = cT = 15\text{ա.մ.}$$

Այստեղից

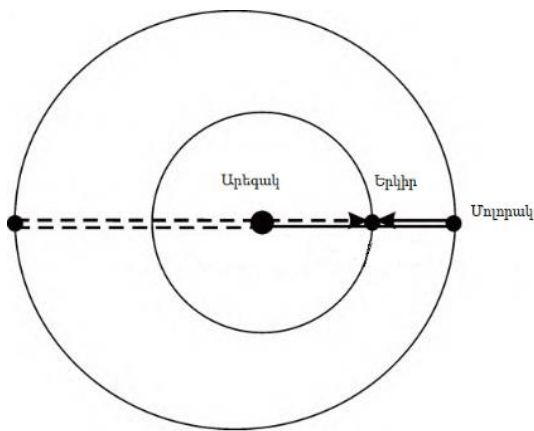
Աստղագիտություն մարզային փուլ - 2023թ.  
 11-12-րդ դասարաններ – 180 թույլե  
 Առաջադրանքներ և լուծումներ

$$l = a + LN, \quad l = 1 + 15N \text{ ա.մ.}$$

Որոշենք, թե որ մոլորակները  $N$ -ի ամբողջ արժեքների դեպքում կարող են գտնվել այդ հեռավորությունների վրա: Դրա համար հաշվենք «Արեգակ-մոլորակ-Երկիր» հեռագծերի երկարության մինիմալ և մաքսիմալ արժեքները

$$l_{\text{մին}} = 2a(1 - e) - 1;$$

$$l_{\text{մաքս}} = 2a(1 + e) + 1$$



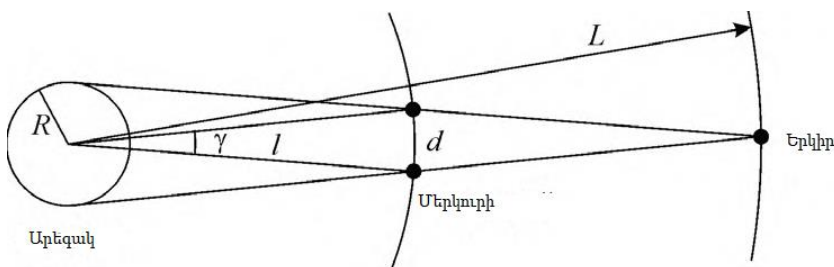
Մոլորակ	Մեծ կիսաառանցք ա.մ.	Էքսցենտրիսիտետ	Մինիմալ հեռագիծ ա.մ.	Մաքսիմալ հեռագիծ ա.մ.
Մարս	1.52	0.093	1.76	4.32
Յուպիտեր	5.20	0.048	8.90	11.90
Սատուրն	9.54	0.056	17.01	21.15
Ուրան	19.19	0.046	35.61	41.15
Նեպտուն	30.06	0.010	58.52	61.72

Հեշտ է նկատել, որ միայն Նեպտունի դեպքում կարող են տեղի ունենալ որոնվող համընկումները, երբ  $N = 4$ :

4. Երկրագնդի հյուսիսային գիսագնդի ինչ-որ կետից դիտվում է Մերկուրիի անցումը Արեգակի սկավառակի վրայով, որը սկսվում է արևածագին և ավարտվում արևամուտի պահին: Որոշել, թե ե՞րբ է դա տեղի ունենում, իմանալով, որ Մերկուրիի անցումները կարող լինել միայն մայիս կամ նոյեմբեր ամիսներին: Արեգակի շուրջ Մերկուրիի պտտման պարբերությունը համարել հայտնի, իսկ ուղեծիրը՝ շրջանագծային:

### Լուծում

Գնահատենք անցման առավելագույն (կենտրոնական անցման) ժամանակը, որպես հաշվարկման համակարգ ընդունելով Երկիրը: Այդ դեպքում, գծագրից հետևում է.



$$d = \frac{2R \cdot (L - l)}{L}$$

$$\gamma = \frac{d}{l} = \frac{2R \cdot (L - l)}{Ll}$$

Հետևաբար, անցման ժամանակը կլինի

$$t = \frac{S \cdot \gamma}{2\pi} = \frac{S \cdot R \cdot (L - l)}{\pi Ll}$$

որտեղ  $S$  –ը Մերկուրիի սինոդիկ պարբերությունն է:

Տեղադրելով արժեքները, կստանանք, որ անցման ժամանակը հավասար է 6.5ժ: Քանի որ, ըստ խնդրի պայմանի, դա հավասար է ցերեկվա տևողությանը, ապա նման ցածր արժեքից կարելի է եզրակացնել, որ անցումը տեղի է ունեցել նոյեմբեր ամսին և դիտվել է բարձր աշխարհագրական լայնությունների վրա՝ բևեռամերձ գոտիներում:

Աստղագիտություն մարզային փուլ - 2023թ.

11-12-րդ դասարաններ – 180 րոպե

Առաջադրանքներ և լուծումներ

5. Արեգակի շուրջ շրջանաձև պտտվող թզուկ մոլորակներից մեկի վրա կառուցված աստղադիտարանից կատարում են ինչ որ աստղի դիտումներ: Այդ աստղը հեռավոր աստղերի նկատմամբ 200 տարվա ընթացքում գծում է շրջանագիծ 0.5” շառավղով: Գտնել այդ աստղի հեռավորությունը Արեգակնային համակարգից: Հայտնի է, որ աստղը չի հանդիսանում որևէ կրկնակի կամ բազմակի աստղային համակարգի անդամ:

### **Լուծում**

Խնդրի պայմաններից հետևում է, որ աստղի դիտվող տեղաշարժը պարալակտիկ բնույթ ունի՝ պայմանավորված մոլորակի շրջանագծային ուղեծրային շարժումով Արեգակի շուրջը  $T = 200$  պարբերությամբ: Օգտվելով Կեպլերի 3-րդ օրենքից կարելի է որոշել մոլորակի ուղեծրի մեծ կիսառանցքը (շառավիղը)  $a = T^{2/3} = 34.2$ ա.մ.: Վերհիշելով պարալաքսի սահմանումը, հեշտ է նկատել, որ որոնվող հեռավորությունը հավասար է 68.4 պկ: