

**Աստղագիտություն մարզային փուլ - 2022թ.**

**9-12-րդ դասարաններ – 180 րոպե**

**Առաջադրանքները և լուծումներ**

1. Դիտողը ամեն օր դիտում է երկինքը նույն աստղային ժամին և միշտ տեսնում է, որ Արեգակը գտնվում է հորիզոնում : Երկրի  $n^{\circ}$  ր մասում և  $n^{\circ}$  ր աստղային ժամին կարող է դա տեղի ունենալ: **3 միավոր**

**Լուծում:** Դա կարող է տեղի ունենալ այնտեղ, որտեղ աստղային ժամանակի որևէ պահի Խավարածիրը համընկնում է հորիզոնի հետ: Հետևաբար, այդ նույն ժամանակ զենիթում կգտնվի կամ հյուսիսային ( $\alpha=18\delta$ ,  $\delta=66.5^{\circ}$ ) կամ հարավային ( $\alpha=06\delta$ ,  $\delta=-66.5^{\circ}$ ) բևեռը: Հետևաբար, նման պատկեր կարող է դիտվել հյուսիսային բևեռային շրջանում աստղային ժամանակով ժամը 18-ին, կամ հարավային բևեռային շրջանում՝ ժամը 6-ին:

2. Վեներայի առավելագույն էլոնգացիայի ժամանակ Երկրի ինչ-որ կետից .

- Արեգակը դիտվում է հարավում, իսկ Վեներան՝ հյուսիսում, միևնույն բարձրության վրա:
- Արեգակը դիտվում է արևմուտքում, իսկ Վեներան՝ արևելքում, միևնույն բարձրության վրա:

Հնարավոր են արդյո՞ք այս դեպքերը, եթե այո, ապա ե՞րբ և  $n^{\circ}$  ր աշխարհագրական լայնությունների և հորիզոնից ի՞նչ բարձրության վրա են դիտվում Արեգակն ու Վեներան:

**4 միավոր**

**Լուծում:** Առավելագույն էլոնգացիայի ժամանակ Վեներան և Արեգակը գտնվում են խավարածրի վրա, իրարից 47 աստիճան հեռավորության վրա: Հիշենք, որ երկնոլորտի երկու ոչ հակադիր կետերով կարելի է տանել միայն մեկ մեծ շրջան: Տրված դեպքում, Վեներայով և Արեգակով տարված մեծ շրջանը կարող է լինել միայն Խավարածիրը: Սակայն, առաջին դեպքում, խնդրի պայմանից հետևում է, որ մեծ շրջանը անցնում է հյուսիսի, հարավի և զենիթի կետերով, հետևաբար, համընկնելով երկնային միջօրեականի հետ: Մեծ շրջանի միակությունից հետևում է, որ Խավարածիրը համընկնում է երկնային միջօրեականի հետ, ինչն անհնար է:

Երկրորդ դեպքում, երբ Արեգակը գտնվում է արևմուտքում, իսկ Վեներան՝ արևելքում, մեծ շրջանը անցնում է արևմուտքի, արևելքի, զենիթի կետերով և կարող է համընկնել Խավարածրի հետ: Դա կարող է տեղի ունենալ հյուսիսային արևադարձում աստղային ժամանակով ժամը 6-ին, կամ հարավային արևադարձում՝ ժամը 18-ին: Չենիթի կետը գտնվում էրկու լուսատուների մեջտեղում, հավասարապես հեռացած լինելով 23.5 աստիճան: Հետևաբար, երկու լուսատուների բարձրությունը հորիզոնից կազմել է 66.5 աստիճան: Քանի որ դիտվել է առավելագույն արևելյան էլոնգացիա, ապա, հաշվի առնելով Արեգակի տեսանելի անկյունային շարժման արագությունը և նրա հեռավորությունը գիշերահավասարի կետերից, կարելի է գնահատել, որ հյուսիսային արևադարձում նման պատկեր կարող էր դիտվել մայիսի վերջին, իսկ հարավայինում՝ նոյեմբերի վերջին:

3. Որքա՞ն պիտի լինի Մարսի էքսցենտրիսիտետը, որպեսզի մեծ դիմակայության ժամանակ հետադարձ շարժում չդիտվի: Որքա՞ն կլինի+ Մարսի պայծառությունը «նոր» էքսցենտրիսիտետի դեպքում: Մարսի ուղեծրի մեծ կիսաառանցքը հավասար է 1.524 ա.մ., էքսցենտրիսիտետը՝ 0.0935, առավելագույն տեսանելի աստղային մեծությունը՝ -2.9:

#### 4 միավոր

**Լուծում:** Արտաքին մոլորակի դիմակայության ժամանակ, երբ մոլորակի և Երկրի արագությունների վեկտորները համարյա գուգահեռ են, Երկրից դիտելիս մոլորակի շարժումը թվում է հետադարձ այն պատճառով, որ մոլորակի արագության մոդուլը փոքր է Երկրի արագությունից: Սակայն եթե մոլորակի ուղեծիրը լինի Բավականաչափ ձգված, ապա նրա արագությունը պերիհելիումում և նրա անմիջական մոտակայքում կարող է գերազանցել Երկրի արագությանը: Բնականաբար, եթե այդ պահին մոլորակը գտնվի դիմակայության մեջ, ապա հետադարձ շարժում չի դիտվի:

Մարսի պերիհելիումի և աֆելիումի հեռավորությունները հավասար են

$$R_p = a(1 - e); \quad R_A = a(1 + e),$$

որտեղ  $a$ -ն Մարսի մեծ կիսաառանցքն է,  $e$ -ն՝ էքսցենտրիսիտետը:

Այդ երկու կետերի համար իմպուլսի մոմենտի և էներգիայի պահպանման օրենքներից

$$R_A v_A = R_p v_p;$$

$$\frac{v_A^2}{2} - \frac{GM}{R_A} = \frac{v_p^2}{2} - \frac{GM}{R_p}.$$

կարելի է ստանալ Մարսի արագությունը պերիհելիումի կետում և հավասարացնելով այն Երկրի ուղեծրային արագությանը, որոշել այն  $v_p$  սահմանային արագությունը, որից բարձր արագությունների դեպքում պերիհելիումում հետադարձ շարժում չի դիտվի.

$$v_p^2 = \frac{GM}{a} \frac{1+e}{1-e} = \frac{GM}{a_0}.$$

որտեղ  $a_0$ -ն Երկրի ուղեծրի շառավիղն է: Այստեղից՝

$$e = \frac{a - a_0}{a + a_0} = 0.207$$

Այսպիսի էքսցենտրիսիտետի դեպքում, մեծ դիմակայության ժամանակ Մարսը կգտնվի

$$d = a_0 \frac{a - a_0}{a + a_0}.$$

հեռավորության վրա և կունենա առավելագույն պայծառությունը, որը հավասար կլինի

$$m = -2.9 + 5 \lg \frac{d(d + a_0)}{d_0(d_0 + a_0)} = -4.5.$$

որտեղ  $d_0$  -ն հեռավորությունն է Երկրից իրական մեծ դիմակայությունների դեպքում, և հաշվի է առնվել, որ Մարսի պայծառությունը փոխվում է ոչ միայն Երկրին, այլ նաև Արեգակին մոտենալու արդյունքում:

4. Սկավառականման գալակտիկայի շառավիղը հավասար է 15 կպկ, իսկ սկավառակի հաստությունը շատ ավելի փոքր է: Գալակտիկայի զանգվածը հավասար է  $10^{11} M_{\odot}$  և հավասարաչափ բաշխված է գալակտիկայի ծավալով մեկ: Երկու աստղ պտտվում են գալակտիկայի կենտրոնի շուրջ միևնույն ուղղությամբ, համապատասխանաբար,  $r_1 = 5$  կպկ և  $r_2 = 10$  կպկ շառավիղ ունեցող շրջանագծային ուղեծրերով: Գտնել առաջին աստղի սինոդիկ պարբերությունը երկրորդ աստղի մոտակայքից դիտելիս:

#### 4 միավոր

**Լուծում:** Նյութի  $\rho$  խտությունը գալակտիկայի ներսում հավասար է

$$\rho = \frac{M}{\pi R^2 d}$$

որտեղ  $M$  - ը գալակտիկայի զանգվածն է,  $R$ -ը՝ շառավիղը,  $d$  – ն սկավառակի հաստությունը: Բավարար մոտավորությամբ կարելի է համարել, որ աստղի ուղեծրային շարժումը  $r$

$$m(r) = \pi r^2 d \rho = M \frac{r^2}{R^2}$$

շառավիղ ունեցող շրջանագծով պայմանավորված է  $r$  շառավիղ ունեցող գլանում պարփակված զանգվածով, որն հավասար է՝

Հետևաբար, աստղի անկյունային արագությունը գալակտիկայի կենտրոնի շուրջ կլինի՝

$$\omega(r) = \sqrt{\frac{Gm(r)}{r^3}} = \sqrt{\frac{GM}{R^3} \cdot \frac{R}{r}}$$

Այստեղից, որոնվող սինոդիկ պարբերության համար կստացվի՝

$$S = \frac{2\pi}{\omega(r_1) - \omega(r_2)} = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}} \cdot \frac{1}{\sqrt{R/r_1} - \sqrt{R/r_2}}$$

Տեղադրելով տրված տվյալները, կստանանք  $S = 1.07$  մլրդ տարի:

5. 4.7 մեծության աստղի անկյունային տրամագիծը հավասար է 0.004 անկյունային վայրկյան: Մպեկտրոսկոպիկ դիտումները ցույց են տալիս, որ նատրիումի  $\lambda = 5890 \text{ \AA}$  գիծը ունի երկու բաղադրիչ՝ պայծառ և թույլ: Թույլ բաղադրիչի ալիքի երկարությունը սինուսիդոպալ փոխվում է  $P = 30$  տարի պարբերությամբ,  $\Delta\lambda = 0.6 \text{ \AA}$  ամպլիտուդով, ընդ որում ամեն պարբերության ընթացքում թույլ բաղադրիչը մեկ անգամ անհետանում է  $t = 230$  օրով: Ուժեղ բաղադրիչի դեպքում նման պարբերական փոփոխականություն չի դիտվում: Գնահատել աստղի տրամագիծը, հեռավորությունը, զանգվածը և ջերմաստիճանը:

#### 5 միավոր

**Լուծում:**

Աստղը սպեկտրալ կրկնակի է: Նատրիումի գծի թույլ բաղադրիչը պատկանում է արբանյակ աստղին: Բերված տվյալները թույլ են տալիս ընդունել, որ արբանյակ աստղի ուղեծիրը շրջանագիծ է, իսկ նրա հարթությունը համընկնում է տեսագծի հարթության հետ: Հետևաբար, կարելի է գնահատել արբանյակ աստղի ուղեծրային արագությունը, օգտվելով հետևյալ առնչությունից.

$$v = c\Delta\lambda / \lambda.$$

Գլխավոր աստղի տրամագիծը մոտավորապես հավասար կլինի ուղեծրի այն հատվածին, որի վրա գտնվելիս արբանյակ աստղը ծածկվում է գլխավոր աստղի կողմից և  $t = 230$  օր դադարում է տեսանելի լինել

$$D = vt$$

Գլխավոր աստղի տրամագիծը կստացվի մոտ  $D = 600$  մլն կմ կամ 4 ա.մ.: Աստղի անկյունային և գծային տրամագծերից կարելի է որոշել աստղի հեռավորությունը՝  $r = 1$  կպկ: Ունենալով հեռավորությունը կարելի է որոշել նաև բացարձակ աստղային մեծությունը՝  $m_0 = m + 5 - 5 \lg r = -5.3$ .

Օգտվելով Ստեֆան-Բոլցմանի առնչությունից, ունենալով աստղի բացարձակ աստղային մեծությունն ու շառավիղը և համեմատելով Արեգակի հետ, կարելի է որոշել աստղի ջերմաստիճանը՝  $T = 2700$ :

Գլխավոր աստղի զանգվածը գնահատելու համար համեմատենք կրկնակի աստղային համակարգը Արեգակ-Երկիր համակարգի հետ: Օգտվելով Կեպլերի 3-րդ ընդհանրացված օրենքից

$$\frac{a^2}{P^2 M} = \frac{v^3 P}{M} = const.$$

և ընդունելով, որ արբանյակ աստղի զանգվածը շատ ավելի փոքր է, քան գլխավոր աստղի զանգվածը, կստանանք որ աստղի զանգվածը մոտ  $30M_{\odot}$  է:

Հանձնաժողովի նախագահ՝

Ա.Հակոբյան