

Աստղագիտություն (10–12-րդ դասարան)

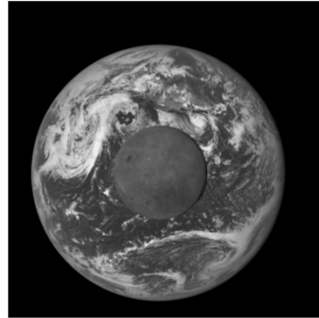
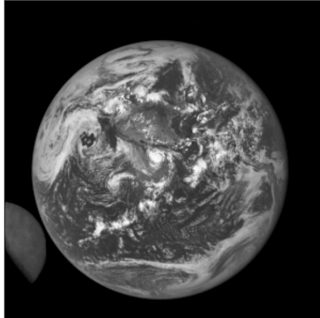
Մարգարյին փուլ — 2026 թ.

Տևողությունը՝ 3 ժամ

Ընտանեկան լուսանկար

22 միավոր

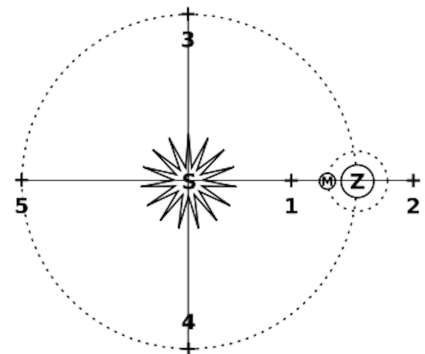
Շատ հազվադեպ է հանդիպում լուսանկար, որտեղ Երկիրն ու Լուսինը միասին են: 2015 թ. հունիսին նման պատկեր արձանագրվել է DSCOVR (NASA) տիեզերանավի կողմից: Ընտրված պատկերները ներկայացված են ստորև (Նկար Ա): Այս լուսանկարներն առավել հազվադեպ են, քանի որ դրանցում ամբողջությամբ լուսավորված է Լուսնի հակառակ կողմը:



Նկար 1: Պատկերների հաջորդականություն, որը ցույց է տալիս Լուսնի անցումը Երկրի սկավառակի վրայով:

- Աջ կողմում գտնվող սխեման ցույց է տալիս Արեգակը, Երկիրը, Լուսինը և հինգ դիրքեր (1-ից 5): Հաշվի առնելով վերևի պատկերները՝ որոշել DSCOVR-ի դիրքը այն պահին, երբ այն նկարել է պատկերները:

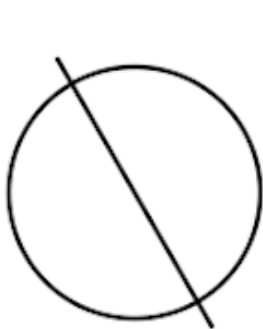
4 միավոր



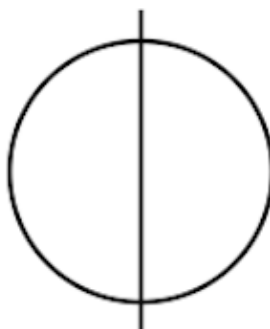
- Ո՞րն է Լուսնի փուլը Երկրի վրա գտնվող դիտորդի համար այն պահին, երբ նկարները ստացվել են:
- Ստորև բերված տարբերակներից որոնք են ներկայացնում Երկրի առանցքի կողմնորոշումը Նկար 1-ում:

3 միավոր

4 միավոր



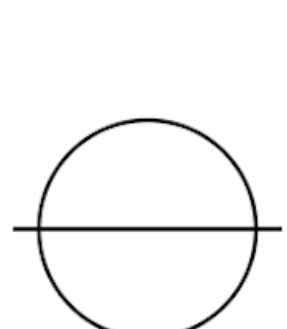
Ա



Բ



Գ



Դ

- Պատկերներից պարզել, թե որքան ժամանակ (մինչև 1 ժամ ճշտությամբ) է անցել Նկար 1-ի շարքի առաջին և վերջին կադրերի միջև:

4 միավոր

- Հաշվեք թե ինչ հեռավորության վրա է գտնվել տիեզերանավը Երկրի կենտրոնից:

8 միավոր

Լուծում

1. DSCOV-ի դիրքը.

- (2 մ.) Լուսանկարներում ամբողջությամբ լուսավորված է Լուսնի հակառակ կողմը $\Rightarrow$ դիտորդը գտնվում է գրեթե Արեգակի ուղղությամբ, այսինքն՝ Արեգակ-Լուսին ուղղությամբ է դիտում:
- (1 մ.) Նկարներում Լուսինը անցնում է Երկրի սկավառակի վրայով $\Rightarrow$ դիտորդը տեսնում է Երկիրը Արեգակի կողմից (դիտում է Երկրի լուսավորված կողմը):
- (1 մ.) Մխենայում Արեգակի կողմից դեպի Երկիր նայող դիրքը համապատասխանում է 1-ին:

DSCOV-ը եղել է 1-րդ դիրքում:

2. Լուսնի փուլը Երկրից.

- (2 մ.) Մխենայի 1-ին դիրքին համապատասխանում է **նորալուսնի** փուլը:

Փուլը՝ նորալուսին:

3. Երկրի առանցքի կողմնորոշումը.

- (1 մ.) Տրված է՝ 2015 թ. հունիս (ամառային արևադարձի մոտ):
- (2 մ.) Նկարի վրա Լուսնի հետագծից կարելի է վերականգնել խավարածրի հարթությունը: Հունիսին՝ Երկրի պտտման առանցքի պրոյեկցիան նկարի հարթության վրա պետք է ուղղահայաց լինի Էկվիպտիկային, կարելի է նաև եզրակացնել որ տեսախցիկը պտտված է եղել խավարածրի հարթության նկատմամբ:
- (1 մ.) Տրված տարբերակներից այդ դիրքին համապատասխանում է **Ա** տարբերակը:

Ճիշտ տարբերակը՝ Ա:

4. Ժամանակը առաջին և վերջին կադրերի միջև (հիմնական լուծում).

- (1 մ.) Առաջինից մինչև վերջին կադր դիտարկում ենք որպես տրանզիտի մոտավոր սկիզբ-վերջ (առաջին հալումից մինչև վերջին հալում): Այդ դեպքում Լուսնի կենտրոնը պետք է «անցնի» մոտավորապես Երկրի տրամագիծը *գումարած* Լուսնի տրամագիծը:
- (1 մ.) Ուրեմն անցած ճանապարհը մոտավորապես

$$\ell \approx 2R_E + 2R_M.$$

- (1 մ.) Վերցնենք $R_E = 6371$ կմ, $R_M = 1737$ կմ և Լուսնի ուղեծրային արագությունը մոտ

$$v \approx 1.0 \text{ կմ վ}^{-1}.$$

- (1 մ.) Հաշվում ենք

$$t \approx \frac{\ell}{v} = \frac{2(R_E + R_M)}{v} = \frac{2(6371 + 1737)}{1.0} \text{ s} \approx 1.62 \times 10^4 \text{ s} \approx 4.5 \text{ ժ.}$$

Ընդունելի պատասխանների միջակայք՝

$t \approx 5 \text{ ժամ } (\pm 1 \text{ ժ}).$

Հավելում (ավելի ճշգրիտ մոտեցում).

Այստեղ հաշվի ենք առնում, որ դիտորդը վերջավոր հեռավորության վրա է, և «ֆոնային» Երկրի վրա Լուսնի դիրքի անկյունային փոփոխությունը մոտավորապես

$$\omega \approx \frac{v}{d_E},$$

որտեղ d_E -ն DSCOV-Երկիր հեռավորությունն է (գտնվում է 5-րդ ենթահարցից), իսկ v -ն՝ Լուսնի Երկրի շուրջ արագությունը: Առաջին/վերջին հալումների համար Լուսնի կենտրոնների անկյունային անցումը մոտ

$$\Delta\theta \approx 2 \left(\frac{R_E}{d_E} + \frac{R_M}{d_M} \right), \quad d_M \approx d_E - D_{EM},$$

որտեղ $D_{EM} \approx 3.84 \times 10^5$ կմ: Ուրեմն

$$t \approx \frac{\Delta\theta}{\omega} = \frac{2 \left(\frac{R_E}{d_E} + \frac{R_M}{d_M} \right)}{v/d_E} = \frac{2 \left(R_E + R_M \frac{d_E}{d_M} \right)}{v}.$$

Օրինակ՝ եթե 5-րդ ենթահարցից $d_E \approx 1.5 \times 10^6$ կմ, ապա $d_M \approx 1.12 \times 10^6$ կմ և $v \approx 1.0$ կմ վ⁻¹ դեպքում ստացվում է

$$t \approx 4.7 \text{ Ժ},$$

որը նույն ճշտությամբ կրկին տալիս է ~ 5 ժամ: (DSCOV-ի սեփական շարժման ազդեցությունը այս կարգի հաշվարկում սովորաբար մի քանի տոկոս է և կարելի է անտեսել:)

5. Տիեզերանավի հեռավորությունը Երկրի կենտրոնից (նկարի մասշտաբով).

- (2 մ.) Նույն կադրից չափում ենք Երկրի և Լուսնի երևացող տրամագծերը (կամ շառավիղները) և կազմում հարաբերությունը

$$q = \frac{D_M^{img}}{D_E^{img}} = \frac{\theta_M}{\theta_E}.$$

Չափումներից ստացվում է $q \approx 0.36$ (Լրիվ միավոր են ստանում 0.34–0.38 տիրույթում ընկած արժեքները, **1 միավոր**՝ 0.32–0.40 տիրույթ ընկած արժեքները):

- (2 մ.) Փոքր անկյունների համար $\theta \approx \frac{2R}{d}$, հետևաբար

$$q = \frac{\theta_M}{\theta_E} = \frac{R_M/d_M}{R_E/d_E} = \frac{R_M d_E}{R_E d_M}.$$

- (2 մ.) Անցման պահին Լուսինը գտնվում է DSCOV-ի և Երկրի միջև, ուստի մոտավորապես

$$d_E \approx d_M + D_{EM}, \quad D_{EM} \approx 3.84 \times 10^5 \text{ կմ}.$$

- (1 մ.) Այս երկու կապերից ստանում ենք

$$d_M = \frac{R_M D_{EM}}{q R_E - R_M}, \quad d_E = d_M + D_{EM}.$$

- (1 մ.) Թվային հաշվարկ՝ $R_E = 6378$ կմ, $R_M = 1737$ կմ, $q \approx 0.36$.

$$d_E \approx 3.1 \times D_{EM} \approx 1.2 \times 10^9 \text{ մ}.$$

$d_E \approx 1.2 \times 10^6 \text{ կմ (կամ } \sim 1.2 \times 10^9 \text{ մ)}.$

Երկրի վրա A կետում σ Cygni աստղը ($\alpha = 21^h 17^m$, $\delta = 39^\circ 24'$) կատարում է վերին կուլմինացիա Արեգակի վերին կուլմինացիայից 3 ժամ 16,5 րոպե հետո: A կետի կոորդինատներն են՝ 40°N , 45°E : Արեգակի տարեկան շարժումը երկնոլորտով համարել հավասարաչափ:

1. Որոշել օրը: 7 միավոր
2. Հաշվել Արեգակի առավելագույն բարձրությունը A կետում այդ օրը: 5 միավոր
3. Որոշել աստղային ժամանակը Գրինվիչում (51.478°N , 0.0015°W), երբ A կետում Արեգակը կատարում է ստորին կուլմինացիա: 6 միավոր

Լուծում

1. Օրը.

- (2 մ.) Արեգակի վերին կուլմինացիայի պահին տեղական աստղային ժամանակը հավասար է Արեգակի ուղակի ծագմանը՝

$$\text{LST}_\odot = \alpha_\odot.$$

- (2 մ.) $3^h 16.5^m = 3.275^h$ անցնելուց հետո աստղային ժամանակը աճում է մոտ

$$\Delta \text{LST} \approx 1.00274 \Delta t \approx 1.00274 \times 3.275^h \approx 3.284^h.$$

- (2 մ.) Աստղի վերին կուլմինացիայի պահին $\text{LST} = \alpha_*$, հետևաբար

$$\alpha_\odot \approx \alpha_* - \Delta \text{LST} \approx 21.283^h - 3.284^h \approx 18.00^h.$$

- (1 մ.) $\alpha_\odot \approx 18^h$ համապատասխանում է ձմեռային արեւադարձին, այսինքն՝ մոտ

Դեկտեմբերի 21 (մոտ).

2. Արեգակի առավելագույն բարձրությունը.

- (2 մ.) Վերին կուլմինացիայի պահին

$$h_{\max} = 90^\circ - |\varphi - \delta_\odot|.$$

- (1 մ.) Ձմեռային արեւադարձին $\delta_\odot \approx -23.44^\circ$:

- (1 մ.) $\varphi = 40^\circ$ համար՝

$$h_{\max} = 90^\circ - |40^\circ - (-23.44^\circ)| = 90^\circ - 63.44^\circ = 26.56^\circ.$$

- (1 մ.) Վերջնական՝

$$h_{\max} \approx 26.6^\circ.$$

3. Գրինվիչի աստղային ժամանակը.

- (2 մ.) A կետում Արեգակի ստորին կուլմինացիայի պահին Արեգակի ժամային անկյունը $H_\odot = 12^h$ է, ուստի

$$\text{LST}_A = \alpha_\odot + 12^h \approx 18^h + 12^h = 6^h.$$

- (2 մ.) Կապը՝ $\text{LST} = \text{GST} + \lambda$ (արևելյան երկայնությունը դրական), այստեղ $\lambda = 45^\circ = 3^h$:

- (1 մ.) Ուստի

$$\text{GST} = \text{LST}_A - \lambda \approx 6^h - 3^h = 3^h.$$

- (1 մ.) Վերջնական՝

$$\text{GST} \approx 3^h.$$

2018 թ. հունվարի երկու լիալուսններն էլ *գերլուսին* էին, քանի որ այդ օրերին Լուսինը գտնվում էր իր *պերիկենտրոնի* (Երկրին ամենամոտ կետի) մոտ: Երկու երևույթներն էլ ավելի «ուժեղ» էին նաև այն պատճառով, որ Երկիրը տվյալ պահին գտնվում էր *պերիհելիումում* (Արեգակին ամենամոտ կետում): Ամենաթույլ լիալուսինը՝ *միկրոլուսինը*, կդիտվեր այն դեպքում, եթե երկու մարմիններն էլ գտնվեին իրենց *ապոկենտրոններում* (ամենահեռու կետերում): Ենթադրեք, որ Լուսինը շարժվում է խավարածրի (*էկլիպտիկա*) հարթության մեջ:

1. Հաշվել Երկիր–Արեգակ և Երկիր–Լուսին հեռավորությունները՝ ինչպես պերիկենտրոնում, այնպես էլ ապոկենտրոնում: Պատասխանները գրել մետրերով: **8 միավոր**
2. Գտնել Արեգակ–Լուսին հեռավորությունը ինչպես գերլուսնի, այնպես էլ միկրոլուսնի դեպքում: **4 միավոր**
3. Քանի՞ տոկոսով է Լուսնի անկյունային չափը գերլուսնի ժամանակ ավելի մեծ, քան միկրոլուսնի ժամանակ: Ենթադրեք, որ դուք գտնվում եք Երկրի կենտրոնում, իսկ Լուսինը իդեալական գունդ է: **4 միավոր**
4. Հաշվել Արեգակի ճառագայթման ինտենսիվությունը Լուսնի հեռավորության վրա՝ ինչպես գերլուսնի, այնպես էլ միկրոլուսնի դեպքում: **4 միավոր**
5. Լուսինը ինքնուրույն լույս չի արձակում, այլ միայն անդրադարձնում է Արեգակի ճառագայթումը: Ուստի Լուսնի լուսատվությունը L_M համեմատական է նրա ալբեդոյին՝ մակերևույթի կողմից ցրված լուսային հոսքի հարաբերությունը այդ մակերևույթին ընկած լույսի հոսքին ($A = 0.136$), լայնական հատույթին և ընկնող ճառագայթման ինտենսիվությանը: Հաշվել L_M -ը գերլուսնի և միկրոլուսնի համար: **4 միավոր**
6. Հաշվել լուսնի տեսանելի աստղային մեծությունների տարբերությունը գերլուսնի և միկրոլուսնի միջև: **4 միավոր**

Լուծում

1. Երկիր–Արեգակ և Երկիր–Լուսին հեռավորությունները.

- (2 մ.) Էլիպսի համար պերիկենտրոն/ապոկենտրոն՝ $r_p = a(1 - e)$, $r_a = a(1 + e)$:
- (2 մ.) Երկիր–Արեգակ՝ $a = 1$ ա.մ. $= 1.496 \times 10^{11}$ մ, $e \simeq 0.01671$.

$$r_{p,\odot} = 1.471 \times 10^{11} \text{ մ}, \quad r_{a,\odot} = 1.521 \times 10^{11} \text{ մ}.$$

- (2 մ.) Երկիր–Լուսին՝ $a \simeq 3.844 \times 10^8$ մ, $e \simeq 0.0549$.

$$r_{p,M} = 3.633 \times 10^8 \text{ մ}, \quad r_{a,M} = 4.055 \times 10^8 \text{ մ}.$$

- (2 մ.) Վերջնական թվերը և միավորները (մետրերով)՝

$$r_{p,\odot} = 1.471 \times 10^{11} \text{ մ}, \quad r_{a,\odot} = 1.521 \times 10^{11} \text{ մ}, \quad r_{p,M} = 3.633 \times 10^8 \text{ մ}, \quad r_{a,M} = 4.055 \times 10^8 \text{ մ}.$$

2. Արեգակ–Լուսին հեռավորությունը.

- (2 մ.) Լիալուսնի ժամանակ Արեգակ–Երկիր–Լուսին հատված է, ուստի

$$D_{SM} = D_{SE} + D_{EM}.$$

- (1 մ.) Գերլուսին՝ պերիհելիում + պերիկենտրոն.

$$D_{SM}^{(\text{գեր})} = 1.471 \times 10^{11} + 3.633 \times 10^8 = 1.475 \times 10^{11} \text{ մ}.$$

- (1 մ.) Միկրոլուսին՝ ապոհելիում + ապոկենտրոն.

$$D_{SM}^{(\text{միկ})} = 1.521 \times 10^{11} + 4.055 \times 10^8 = 1.525 \times 10^{11} \text{ մ}.$$

$$D_{SM}^{(qbr)} = 1.475 \times 10^{11} \text{ մ}, \quad D_{SM}^{(միկ)} = 1.525 \times 10^{11} \text{ մ}.$$

3. Անկյունային չափի տոկոսային տարբերություն.

- (3 մ.) Անկյունային չափը $\theta \propto 1/d$ (դիտորդը՝ Երկրի կենտրոնում), ուստի

$$\frac{\theta_{qbr}}{\theta_{միկ}} = \frac{d_{միկ}}{d_{qbr}} = \frac{r_{a,M}}{r_{p,M}} = \frac{4.055}{3.633} \approx 1.116.$$

- (1 մ.) Տոկոսային աճը՝ $(1.116 - 1) \cdot 100\% \approx 11.6\%$:

$$11.6\%.$$

4. Արեգակային ճառագայթման ինտենսիվությունը Լուսնի հեռավորության վրա.

- (2 մ.) Հակադարձ քառակուսու օրենք՝ $I \propto 1/D_{SM}^2$:
- (1 մ.) Օգտագործում ենք Արեգակի հաստատունը $I_{1\text{ա.մ.}} \approx 1360 \text{ Վտ մ}^{-2}$.

$$I = I_{1\text{ա.մ.}} \left(\frac{1 \text{ ա.մ.}}{D_{SM}} \right)^2.$$

- (1 մ.) Ստացվում է

$$I_{qbr} = 1400 \text{ Վտ մ}^{-2}, \quad I_{միկ} = 1310 \text{ Վտ մ}^{-2}.$$

$$I_{qbr} = 1400 \text{ Վտ մ}^{-2}, \quad I_{միկ} = 1310 \text{ Վտ մ}^{-2}.$$

5. Լուսնի լուսատվությունը L_M .

- (2 մ.) Խնդրի պայմանից՝ L_M -ը համեմատական է արեգոյին, լայնական հատույթին և ընկնող ինտենսիվությանը, այսինքն՝

$$L_M = A (\pi R_M^2) I.$$

- (1 մ.) $A = 0.136$, $R_M = 1.737 \times 10^6 \text{ մ}$, ուստի թվային՝

$$L_M^{(qbr)} = 1.804 \times 10^{15} \text{ Վտ}, \quad L_M^{(միկ)} = 1.688 \times 10^{15} \text{ Վտ}.$$

- (1 մ.) Վերջնական՝ վերը:

$$L_M^{(qbr)} = 1.804 \times 10^{15} \text{ Վտ}, \quad L_M^{(միկ)} = 1.688 \times 10^{15} \text{ Վտ}.$$

6. Աստղային մեծությունների տարբերություն.

- (2 մ.) Երկրի վրա ստացվող հոսքը $F \propto \frac{L_M}{d_{EM}^2}$, հետևաբար

$$\frac{F_{qbr}}{F_{միկ}} = \frac{L_M^{(qbr)}}{L_M^{(միկ)}} \left(\frac{r_{a,M}}{r_{p,M}} \right)^2 = \frac{I_{qbr}}{I_{միկ}} \left(\frac{4.055}{3.633} \right)^2 \approx 1.33.$$

- (1 մ.) Մագնիտուդների տարբերությունը՝

$$\Delta m = m_{qbr} - m_{միկ} = -2.5 \log_{10} \left(\frac{F_{qbr}}{F_{միկ}} \right).$$

- (1 մ.) Թվային՝ $\Delta m \approx -0.311^m$:

$$\Delta m \approx -0.311^m.$$

Հնագույն ժամանակներից ի վեր յուրաքանչյուր մաթեմատիկոս ցանկացել է գտնել Արեգակնային համակարգի մոլորակների միջև որոշակի օրինաչափություն: Երկու գերմանացի աստղագետներ՝ Յ. Տիցիուսը և Յ. Է. Բոդեն, նույնպես ներկայացրել են իրենց բացատրությունը՝ համապատասխանաբար 1766 և 1772 թվականներին: Նրանք առաջարկել են, որ մոլորակների ուղեծրերի մեծ կիսաառանցքները ենթարկվում են հետևյալ հաջորդականությանը՝

$$a = k(4 + x),$$

որտեղ a -ն տվյալ մարմնի ուղեծրի մեծ կիսաառանցքն է աստղագիտական մեծությունով, իսկ $x = 0, 3, 6, 12, 24, \dots$ ՝ Արեգակնային համակարգի մարմինների համար, և k -ն գործակից է:

1. Օգտագործելով աստղագիտական միավորի սահմանումը՝ որոշել k գործակիցը: **3 միավոր**
2. Հաշվել a -ի արժեքները այս հաջորդականությունից: Յուրաքանչյուր ստացված a արժեքի համար գտնել այն մոլորակը, որի մեծ կիսաառանցքը ամենավաճառ է համապատասխանում հաջորդականությանը կանխատեսված արժեքին: **6 միավոր**
3. Ո՞ր մոլորակն է ամենավատը բավարարում տվյալ հաջորդականությանը: Քանի՞ տոկոսով է կանխատեսված արժեքը մեծ իրականից: **3 միավոր**

Լուծում

1. k գործակիցը.

- (2 մ.) Երկրի համար $x = 6$, հետևաբար $a = k(4 + 6) = 10k$:
- (1 մ.) Բայց $a_{\oplus} = 1$ ա.մ., ուստի $10k = 1$ և

$$k = 0.1 \text{ ա.մ..}$$

2. a -երի հաշվարկ և համապատասխանեցում.

- (3 մ.) $k = 0.1$ ա.մ. դեպքում

$$x = 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384 \Rightarrow a = 0.4, 0.7, 1.0, 1.6, 2.8, 5.2, 10.0, 19.6, 38.8 \text{ ա.մ..}$$

- (3 մ.) Հաշվարկված արժեքներն ու լավագույն համապատասխանությունները՝

x	$a = k(4 + x)$ (ա.մ.)	Լավագույն համապատասխանեցումը
0	0.4	Մերկուրի
3	0.7	Վեներա
6	1.0	Երկիր
12	1.6	Մարս
24	2.8	Աստերոիդների գոտի (Յերես)
48	5.2	Յուպիտեր
96	10.0	Սատուրն
192	19.6	Ուրան
384	38.8	Նեպտուն (ամենավատ)

3. Ամենավատ համապատասխանությունը.

- (1 մ.) Ամենավատը՝ Նեպտուն (կանխատեսվածը շատ մեծ է):
- (2 մ.) Տոկոսային շեղումը՝

$$\% \approx \frac{a_{\text{կանխ}} - a_{\text{իրական}}}{a_{\text{իրական}}} \cdot 100\% \approx \frac{38.8 - 30.0}{30.0} \cdot 100\% \approx 29.3\%.$$

$$\text{Նեպտուն, } \approx 29.3\%.$$

Պայմանական քվարկային աստղերը, որոնք ամբողջությամբ կազմված են տարօրինակ քվարկային նյութից (s-քվարկներից), առանձնանում են իրենց արտասովոր վիճակի հավասարումով՝

$$\rho = \begin{cases} \gamma T^2, & r \leq R, \\ 0, & r > R, \end{cases}$$

որտեղ T -ն աստղի մակերևութային ջերմաստիճանն է, իսկ γ պարամետրը հավասար է $340 \text{ գ սմ}^{-3} \text{ Կ}^{-2}$, r -ը աստղի կենտրոնից հեռավորությունն է, իսկ R -ը՝ նրա շառավիղը: Այլ կերպ ասած՝ խտությունը ամբողջ աստղի ներսում հաստատուն է, իսկ նրանից դուրս՝ զրո:

Կա աստերոիդ, որը պտտվում է այդ աստղի շուրջը շրջանագծով $a = 0.75$ ա.մ. շառավղով: Ենթադրենք, որ ուղեծիրը ենթարկվում է Կեպլերի օրենքներին: Մեկ պարբերության տևողությունը $P = 1300$ օր է: Աստերոիդի մակերևույթի վրա ընկնող ճառագայթային հոսքը (ինտենսիվությունը) կազմում է $S = 10 \text{ կՎտ մ}^{-2}$:

1. Հաշվել աստղի շառավիղը՝ R : Արտահայտել արդյունքը a , P , γ , S և համապատասխան ֆիզիկական հաստատունների միջոցով, ապա հաշվել թվային արժեքը և ներկայացնել կմ-երով: **14 միավոր**

2. Ֆիզիկապես հնարավոր է նման աստղի գոյությունը: **6 միավոր**

Լուծում

1. Աստղի շառավիղը R .

- (4 մ.) Կեպլերի 3-րդ օրենքից աստղի զանգվածը՝

$$P^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{GM} \Rightarrow M = \frac{4\pi^2 a^3}{GP^2}.$$

- (3 մ.) Աստերոիդի վրա ընկնող հոսքը կապում ենք աստղի լուսատվության հետ՝

$$S = \frac{L}{4\pi a^2} \Rightarrow L = 4\pi a^2 S.$$

- (3 մ.) Աստղը համարում ենք սև մարմին՝

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4.$$

Միավորելով $L = 4\pi a^2 S$ -ի հետ ստանում ենք

$$4\pi R^2 \sigma T^4 = 4\pi a^2 S \Rightarrow T^2 = \frac{a}{R} \sqrt{\frac{S}{\sigma}}.$$

- (3 մ.) Զանգվածը խտությունից՝ $\rho = \gamma T^2$ և

$$M = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho = \frac{4}{3}\pi R^3 \gamma T^2.$$

Փոխարինելով T^2 -ը՝

$$M = \frac{4}{3}\pi R^3 \gamma \left(\frac{a}{R} \sqrt{\frac{S}{\sigma}} \right) = \frac{4}{3}\pi \gamma a R^2 \sqrt{\frac{S}{\sigma}}.$$

Այստեղից

$$R = \sqrt{\frac{3M}{4\pi \gamma a \sqrt{S/\sigma}}}.$$

- (1 մ.) Թվային հաշվարկ.

$$a = 0.75 \text{ ա.մ.} = 0.75 \times 1.496 \times 10^{11} \text{ մ}, \quad P = 1300 \text{ օր} = 1300 \times 86400 \text{ վ},$$

$$\gamma = 340 \text{ գ սմ}^{-3} \text{ Կ}^{-2} = 3.4 \times 10^5 \text{ կգ մ}^{-3} \text{ Կ}^{-2}, \quad S = 10 \text{ կՎտ մ}^{-2} = 10^4 \text{ Վտ մ}^{-2}.$$

Ստացվում է

$$R \approx 9.93 \times 10^2 \text{ մ} \approx 0.99 \text{ կմ}.$$

$$R \approx 0.99 \text{ կմ.}$$

2. Ֆիզիկապես հնարավո՞ր է.

- (2 մ.) Ստուգում ենք, աստղի սև խոռոչ լինելը՝ հաշվում ենք Շվարցշիլդի շառավիղը

$$r_s = \frac{2GM}{c^2}.$$

- (2 մ.) Վերևի M -ով ստացվում է մոտ $r_s \approx 0.10$ կմ:
- (2 մ.) Քանի որ $R \approx 0.99$ կմ $> r_s$, ապա մարմինը իրադարձությունների հորիզոնից ներս չէ:

Այո, նման աստղը սև խոռոչ չէ, հետևաբար “սկզբունքորեն” հնարավոր է: