

Աստղագիտություն
Հանրապետական փուլ — 2026 թ.
Տևողությունը՝ 4 ժամ

Պայծառ գիշեր

20.0 միավոր

Աստղաֆիզիկոս Վարդգեսը, աշխատելով բարձրլեռնային աստղադիտարանում, գրանցել է գերնոր աստղի բռնկում հեռավոր գալակտիկայում: Սպեկտրալ տվյալների հիման վրա օբյեկտը դասակարգվել է որպես Ia տիպի գերնոր («ստանդարտ մոմ»): Վարդգեսին անհրաժեշտ է վերականգնել պայթյունի պարամետրերը և գնահատել առկա սարքավորումների հնարավորությունները աստղի բնութագրերը գրանցելու համար:

Դիտումների տվյալներ

- **Լուսաչափություն.** Տեսանելի աստղային մեծությունը մաքսիմումում կազմել է $m = +16.0^m$:
 - **Ստանդարտ մոմ.** Ia տիպի գերնորերի միջին բացարձակ աստղային մեծությունը մաքսիմումում $M = -19.5^m$ է:
 - **Երկրաչափություն.** Ինտերֆերոմետրիայի մեթոդով չափվել է ընդարձակվող թաղանթի անկյունային տրանսգիծը՝ $\theta = 1.5 \times 10^{-11}$ ռադ:
 - **Միջավայր.** Միջգալակտիկական տարածությունը լցված է փոշիով, որի տեսակարար կլանումը $\epsilon = 0.02^m$ է յուրաքանչյուր 1 Մպկ ճանապարհի համար:
 - **Սարքավորումներ.**
 - Աստղադիտակի օբյեկտիվի տրանսգիծը՝ $D = 8.0$ մ:
 - Սպեկտրոմետրի զգայունության շերտ՝ $\sigma\lambda = 3.0$ նմ:
1. Գտեք գերնորի հեռավորությունը r և նրա հեռացման ճառագայթային արագությունը v_r ՝ ընդունելով չափի հաստատումը $H_0 = 70$ կմ/(վ·Մպկ):

6.0 միավոր

2. Հաշվարկեք թաղանթի գծային շառավիղը R (Արեգակի շառավիղներով՝ R_\odot) և նրա էֆեկտիվ ջերմաստիճանը T :

6.0 միավոր

3. Օգտագործելով Վինի շեղման օրենքը՝ գտեք ճառագայթման մաքսիմումի իրական ալիքի երկարությունը λ_{max} : Հաշվի առնելով Դոպլերի էֆեկտը՝ որոշեք դիտվող շեղման մեծությունը $\Delta\lambda$: Թույլ կտա՞ր որոշոք Վարդգեսի սարքավորման զգայունությունը գրանցել այս շեղումը:

4.0 միավոր

4. Բացատրեք, թե ինչու 8-մետրանոց աստղադիտակը չի կարող տարբերակել գերնորի սկավառակը ճառագայթման մաքսիմումի ալիքի երկարության λ_{max} վրա իդեալական մթնոլորտային պայմաններում: Հաշվարկեք օպտիկական ինտերֆերոմետրի նվազագույն բազան B , որն անհրաժեշտ է սկավառակը լուծելու համար:

4.0 միավոր

Երեք սիրողական աստղագետներ՝ A, B և C, նավարկում էին փոքր գրասանավով: Փոթորիկը ոչնչացրեց նավը, և յուրաքանչյուրին նետեց իր անմարդաբնակ կղզին: Կապ չկա, իսկ իրերից յուրաքանչյուրի մոտ պահպանվել են միայն առանձին կտորներ: Յուրաքանչյուրը փորձում է որոշել իր կղզու կոորդինատները՝ օգտագործելով ձեռքի տակ եղած միջոցներն ու դիտարկումները:

Բոլոր խնդիրներում Երկիրը համարվում է գունդ: Այնտեղ, որտեղ առանձին նշված չէ, մթնոլորտային ռեֆրակցիան անտեսել: Անկյունները չափվում են աստիճաններով: Լայնություն φ ՝ հյուսիս +, հարավ - : Երկայնություն λ ՝ արևելք +, արևմուտք - Գրիմվիչի նկատմամբ:

Ա. Բախտավորը

A-ն կարողանում է գտնել ճշգրիտ միջօրեականը Արեգակի հավասար բարձրությունների մեթոդով և չափում է տեղական արեգակնային ժամանակը (համարել, որ ժամանակի հավասարումը կարելի է անտեսել, եթե այլ բան նշված չէ): Նրա մոտ պահպանվել են կողմնացույց և երկու թղթի կտոր՝ էջ արմանախից և նավիզացիոն քարտեզի մի հատված:

Այնպիսի վրա գրված է. Լուսնի խավարման սկիզբը տեղի է ունեցել UTC-ով 21:18-ին, իսկ Արեգակի հակումն այդ օրը եղել է $\delta = -15.0^\circ$:

Քարտեզի հատվածի վրա նշված է, որ կղզու շրջակայքում մագնիսական շեղումը կարելի է համարել կոորդինատների գծային ֆունկցիա.

$$D(\varphi, \lambda) \approx -1.0^\circ - 0.25 \varphi + 0.050 \lambda,$$

որտեղ $D > 0$ նշանակում է արևելյան շեղում (մագնիսական հյուսիսը ավելի արևելք է, քան ճշմարիտը):

Խավարման սկզբի պահին A-ն իր արևային ժամացույցով ստացավ տեղական արեգակնային ժամանակը՝ 23:06: Համեմատելով ճշմարիտ միջօրեականը և կողմնացույցը՝ նա չափեց մագնիսական շեղումը $D = +9.0^\circ$:

1. Գտեք A կղզու երկայնությունը λ : **2.0 միավոր**
2. Օգտագործելով $D(\varphi, \lambda)$ -ի բանաձևը և գտնված λ -ն՝ ստացեք φ -ի գնահատական: **2.0 միավոր**
3. Նույն օրը իրական կեսօրին ինչքա՞ն կլինի 1.00 մ բարձրությամբ ուղղահայաց ձողի ստվերի երկարությունը, ո՞ր կողմ է ուղղված ստվերը: **2.0 միավոր**

Բ. Համբերատարը

B-ն չգիտի ամսաթիվը, բայց կարողանում է հաշվել օրերը: Երկու անգամ իրական կեսօրին ուղղահայաց ձողի ստվերը լիովին անհետացել է: Այս երկու օրերի միջև անցել է ուղիղ $\Delta t = 100$ օր:

Արեգակի շարժումը խավարածրով (Էկլիպտիկայով)՝ համարել հավասարաչափ ըստ Էկլիպտիկական երկայնության L :

Առաջին իրադարձությունից ուղիղ 50 օր անց իրական կեսօրին ուղղահայաց ձողի ստվերն ուղղված է եղել խիստ հյուսիս:

1. Արտածեք Արեգակի հակման δ կախվածությունը Էկլիպտիկական երկայնությունից L ε -ի միջոցով: **3.0 միավոր**
2. Գտեք $|\varphi|$ -ն: **3.0 միավոր**
3. Օգտագործելով ստվերի ուղղությունը (դեպի հյուսիս) միջակայքի կեսին՝ որոշեք δ -ի և φ -ի նշանը այդ օրը: **2.0 միավոր**
4. Գնահատեք, թե որքանով կարող է փոխվել գտնված φ -ն, եթե B-ն կարող էր սխալվել օրերի հաշվարկում ± 1 -ով (այսինքն՝ $\Delta t = 99$ կամ 101), և բացատրեք, թե արևադարձային գոտու որ հատվածում է այս զգայունությունն $d\varphi$ -ն առավելագույն: **2.0 միավոր**

Գ. Չհանձնվողը

C-ն հայտնվել է բարձր լեռ ունեցող կղզում: Լեռան բարձրությունը ծովի մակարդակից նա որոշել է եռանկյունափական հաշվարկներով (տրիանգուլյացիա)՝ $H_{\text{լեռ}} = 1600$ մ:

Նույն օրը նա ծովի մակարդակին չափել է ցերեկվա տևողությունը (արևածագի և մայրամուտի միջև ժամանակը).

$$T_{\text{օր}} = 12 \text{ ժ } 49 \text{ րոպե}$$

Այնուհետև նա բարձրացել է գագաթը և հայտնաբերել, որ արևածագը գագաթին տեղի է ունեցել $\Delta t = 5$ րոպե 50 վ ավելի շուտ, քան ծովի մոտ (իսկ մայրամուտը՝ նույնքան ուշ): Բացի այդ, իրական կեսօրին նրա ձողի ստվերն ուղղված է եղել խիստ հարավ:

Համարել Երկիրը գունդ R շառավիղով: Ռեֆրակցիան անտեսել:

1. Գտեք լեռան գագաթից ծովային հորիզոնի իջեցման անկյունը α : Պատասխանը արտահայտեք $H_{\text{լեռ}}$ -ի և R -ի միջոցով և գտեք α -ի թվային արժեքը $H_{\text{լեռ}} = 1600$ մ-ի համար:

3.0 միավոր

2. Հիմնավորեք $\Delta t \approx \alpha / (dh/dt)_{\text{արևածագ}}$ մոտարկումը փոքր α -ների համար, և α -ի ու Δt -ի միջոցով գտեք $(dh/dt)_{\text{արևածագ}}$ -ի թվային արժեքը՝ աստիճան/ժամ-ով:

2.0 միավոր

3. Արտածեք dh/dt -ի բանաձևը φ , δ -ի և ժամային անկյան H -ի միջոցով (օգտագործեք, որ $dH/dt = 15^\circ/\text{ժ}$), և պարզեցրեք այն ծովի մակարդակին արևածագի պահի համար:

4.0 միավոր

4. Ցերեկվա չափված տևողությունից՝ $T_{\text{օր}}$, արտահայտեք արևածագի ժամային անկյունը H_0 : Ստացեք կապը H_0 -ի, φ -ի և δ -ի միջև:

2.0 միավոր

5. Օգտագործելով 2–4 կետերը որպես հավասարումների համակարգ՝ գտեք լայնությունը φ և այդ օրվա հսկումը δ :

5.0 միավոր

Գնդաձև Երկրի մակերևույթից (շառավիղ R , կենտրոն O , գրավիտացիոն պարամետր $\mu = GM_{\oplus}$) A կետից իրականացվում է բալիստիկ փորձանմուշի թռիչք: Մթնոլորտի դիմադրությունը և Երկրի պտույտը անտեսել: փորձանմուշի հետագիծը իրենից ներկայացնում է էլիպսի աղեղ, որի կիզակետը գտնվում է Երկրի կենտրոնում:

Դիցուք E -ն փորձանմուշի լրիվ մեխանիկական էներգիան է միավոր զանգվածի հաշվով, իսկ v_0 -ն փորձանմուշի արձակման արագությունն է:

(a) Կիզակետերի շրջանագիծ

Այնուհետև համարում ենք, որ շարժումը տեղի է ունենում նախապես ընտրված Π հարթության մեջ, որն անցնում է O և A կետերով: Ֆիքսված E էներգիայի դեպքում դիտարկենք բոլոր էլիպտիկ հետագծերը Π հարթության մեջ, որոնք անցնում են A կետով և ունեն կիզակետ O -ում: Նման հետագծի երկրորդ կիզակետը կնշանակենք F^* :

1. Ապացուցեք, որ F^* կետերի երկրաչափական տեղը C_A շրջանագիծն է: Գտեք նրա շառավիղը ρ և կենտրոնը: **4.0 միավոր**
2. Կապեք a -ն և ρ -ն $\eta = \frac{v_0^2 R}{\mu}$ պարամետրի հետ՝ ենթադրելով $0 < \eta < 2$ (որպեսզի հետագիծը լինի էլիպս): **3.0 միավոր**

(b) Թիրախի խոցելիության երկրաչափություն

Ենթադրենք, պահանջվում է խոցել թիրախ Երկրի մակերևույթի վրա գտնվող B կետում ($OB = R$), ընդ որում B -ն ընկած է Π հարթության մեջ: Որպեսզի թռիչքի հետագիծն անցնի B կետով (նույն ֆիքսված E էներգիայի դեպքում), երկրորդ F^* կիզակետը պետք է գտնվի որոշակի C_B շրջանագծի վրա, որի կենտրոնը B կետում է:

1. Ձևակերպեք C_A և C_B շրջանագծերի փոխադարձ դասավորության երկրաչափական պայմանը, որի դեպքում գոյություն ունի բալիստիկ հետագիծ A -ից B : Արտածեք այս պայմանից անհավասարություն, որը կապում է AB լարի երկարությունը $L = |AB|$ և կիզակետերի շրջանագծի շառավիղը ρ : **3.0 միավոր**

(c) Թռիչքի ռեժիմներ

Հետագոտեք (b) կետում ստացված անհավասարությունը թռիչքի երկու ռեժիմների համար:

1. **Ցածր էներգիա** ($\rho < R$): Գտեք թռիչքի առավելագույն հնարավոր անկյունային հեռահասությունը ψ_{\max} (անկյուն $\angle AOB$): Արձակման արագության ի՞նչ արժեքների է այս ռեժիմը համապատասխանում: **4.0 միավոր**
2. **Բարձր էներգիա** ($\rho \geq R$): Ապացուցեք, որ այս ռեժիմում հասանելի է Երկրի մակերևույթի ցանկացած կետ: **2.0 միավոր**

(d) Հետագծի պարամետրերի հաշվարկ

Դիտարկենք արձակում այնպիսի էներգիայով, որի դեպքում կիզակետերի շրջանագծի շառավիղը հավասար է Երկրի շառավղի կեսին.

$$\rho = \frac{R}{2}$$

Այս ռեժիմում **առավելագույն հնարավոր հեռահասություն** ապահովող հետագծի համար թվային հաշվեք.

1. Առավելագույն անկյունային հեռահասության ψ_{\max} արժեքը (աստիճաններով): **2.0 միավոր**
2. Արձակման α անկյունը (\vec{v}_0 արագության վեկտորի և տեղական հորիզոնի միջև անկյունը): **3.0 միավոր**
3. Փորձանմուշի թռիչքի առավելագույն բարձրությունը Երկրի մակերևույթից H : **4.0 միավոր**

*«Բրինձ կա՝ բրինձ ա, բրինձ էլ կա՝ բրինձ
ա: Ամեն բրինձ բրինձ չի, իմանում ես».
Ազատ, «Բարի գալուստ
Ամերիկա» ներկայացում*

Աստղագետները, որոնք գտնվում են Երկրից 180 պկ հեռավորության վրա գտնվող Kepler-186 աստղի շուրջ շրջանագծային ուղեծրով պտտվող Kepler-186f մոլորակի վրա, Երկրի հետ միաժամանակ դիտարկում են HD125351 կրկնակի աստղային համակարգը: Երկու խմբերի շափումների գրառումները բերված են աղյուսակում.

	Չանգված	Պարբերություն	Հեռավորություն
Երկրից	$6.0 M_{\odot}$	0.58 տարի	72 պկ
Kepler-186f-ից	$11.0 M_{\odot}$	1.63 տարի	390 պկ

1. Գտեք Kepler-186 — HD125351 անկյունային հեռավորությունը երկնքում:

9.0 միավոր

Kepler-186f-ի հաստատունների աղյուսակում լույսի արագության և ազատ անկման արագացման արժեքները նշված են համապատասխանաբար որպես $c = 5.16 \cdot 10^8$ մ/վ և $g = 1.01$ մ/վ²:

Չափումների ստանդարտացման շրջանակներում մետրը առաջին անգամ սահմանվել է 1791 թվականին՝ որպես Երկրի հասարակածից մինչև հյուսիսային բևեռ մեծ շրջանագծի աղեղով հեռավորության $1/10^7$ -րդ մասը:

2. Գտեք երկրորդ և երրորդ տիեզերական արագությունները Kepler-186f-ի հասարակածից:

14.0 միավոր

Ֆունդամենտալ հաստատուններ

Լույսի արագությունը վակուումում	$c = 2.998 \times 10^8 \text{ մ վ}^{-1}$
Պլանկի հաստատուն	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Ջ վ}$
Բոլցմանի հաստատուն	$k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{ Ջ Կ}^{-1}$
Ստեֆան-Բոլցմանի հաստատուն	$\sigma = 5.670 \times 10^{-8} \text{ Վտ մ}^{-2} \text{ Կ}^{-4}$
Տարրական լիցք	$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ Կլ}$
Ունիվերսալ գրավիտացիոն հաստատուն	$G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ Ն մ}^2 \text{ կգ}^{-2}$
Ունիվերսալ գազային հաստատուն	$R = 8.315 \text{ Ջ մոլ}^{-1} \text{ Կ}^{-1}$
Ավոգադրոյի թիվ	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ մոլ}^{-1}$
Վիենի շեղման օրենք	$\lambda T = 2.898 \times 10^{-3} \text{ մ Կ}$
Էլեկտրոնի զանգված	$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ կգ}$
Պրոտոնի զանգված	$m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ կգ}$
Նեյտրոնի զանգված	$m_n = 1.67 \times 10^{-27} \text{ կգ}$

Աստղագիտական տվյալներ

1 պարսեկ	$1 \text{ պկ} = 3.086 \times 10^{16} \text{ մ} = 206\,265 \text{ ա.մ.} = 3.262 \text{ լ.տ.}$
1 աստղագիտական միավոր (ա.մ.)	$1 \text{ ա.մ.} = 1.496 \times 10^{11} \text{ մ}$
1 Յանսկի	$1 \text{ Յ} = 10^{-26} \text{ Վտ մ}^{-2} \text{ Հց}^{-1}$
Հաբլի հաստատուն	$H_0 = 70 \text{ կմ վ}^{-1} \text{ Մպկ}^{-1}$
Արեգակի լուսատվություն	$L_{\odot} = 3.826 \times 10^{26} \text{ Վտ}$
Արեգակի տեսանելի անկյունային տրանզազիծ	$\theta_{\odot} = 32'$
Արեգակի էֆեկտիվ ջերմաստիճան	$T_{\text{eff},\odot} = 5778 \text{ Կ}$
Երկրի առանցքի թեքությունը Էկվատորիալի նկատմամբ	$\epsilon = 23.5^\circ$
Լուսնի ուղեծրի թեքությունը Էկվատորիալի նկատմամբ	$5^\circ 08' 43''$
Էկվատորիալի հյուսիսային բևեռը (J2000.0)	$(\alpha_{\epsilon}, \delta_{\epsilon}) = (18^{\text{h}}00^{\text{m}}00^{\text{s}}, +66^\circ 33' 39'')$
Գալակտիկայի հյուսիսային բևեռը (J2000.0)	$(\alpha_G, \delta_G) = (12^{\text{h}}51^{\text{m}}26^{\text{s}}, +27^\circ 07' 42'')$
1 աստղային օր	$23^{\text{h}}56^{\text{m}}04^{\text{s}}$
1 տրոպիկական տարի	365.2422 արևադարձային օր
1 աստղագիտական տարի	365.2564 աստղագիտական օր

Արեգակի աստղային մեծությունները

Տեսանելի	m_V	-26.75^m
Բացարձակ	M_V	$+4.82^m$
Բոլորնորիկ տեսանելի	m_{bol}	-26.83^m
Բոլորնորիկ բացարձակ	M_{bol}	$+4.74^m$

Արեգակնային համակարգ

Օբյեկտ	Միջին շառավիղ (կմ)	Չանցված (կգ)	Մեծ կիսաառանցք	Էքսցենտրիսիտետ	Ալբեդո
Արեգակ	695 500	1.988×10^{30}	—	—	—
Մերկուրի	2 440	3.301×10^{23}	0.387 ա.մ.	0.206	0.088
Վեներա	6 052	4.867×10^{24}	0.723 ա.մ.	0.007	0.76
Երկիր	6 378	5.972×10^{24}	1.000 ա.մ.	0.0167	0.31
Լուսին	1 737	7.346×10^{22}	3.844×10^5 կմ	0.0549	0.13
Մարս	3 390	6.417×10^{23}	1.524 ա.մ.	0.093	0.25
Յուպիտեր	69 911	1.898×10^{27}	5.203 ա.մ.	0.048	0.51
Սատուրն	58 232	5.683×10^{26}	9.537 ա.մ.	0.054	0.34
Ուրան	25 362	8.681×10^{25}	19.189 ա.մ.	0.047	0.30
Նեպտուն	24 622	1.024×10^{26}	30.070 ա.մ.	0.009	0.29