

**(D1) Փոփոխական պուլսար**

**50 միավոր**

Անցած տասնամյակների ընթացքում աստղագետները գտել են միլիվայրկյանանոց շատ պուլսարներ (պտտվելու պարբերությունը իրենց առանցքի շուրջ  $< 10$  ms): Պուլսարների մեծ մասը գտնվել են կրկնակի համակարգերում, որոնք ունեն շրջանային ուղեծիր:

Կրկնակի համակարգում գտնվող պուլսարի համար, ուղեծրային պտույտի պատճառով, մեր կողմից չափված պուլսարի՝ իր առանցքի շուրջը պտտման պարբերությունը ( $P$ ) և մեր կողմից չափված պուլսարի տեսագծային արագացումը ( $a$ ) բավականին պարբերական օրենքով փոխվում են: Շրջանային ուղեծրի համար կան վերջիններիս արտահայտությունները՝ կախած ուղեծրի ֆազայից՝  $\phi$  ( $0 \leq \phi \leq 2\pi$ ):

$$P(\phi) = P_0 + P_t \cos\phi$$

$$\text{որտեղ } P_t = \frac{2\pi P_0 r}{c P_B}$$

$$a(\phi) = -a_t \sin\phi$$

$$\text{որտեղ } a_t = \frac{4\pi^2 r}{P_B^2}$$

Որտեղ  $P_B$  –  $\hat{a}$  կրկնակի համակարգի պտտման պարբերությունն է,  $P_0$ -ն Պուլսարի՝ իր առանցքի շուրջը պտտման իրական պարբերությունն է, իսկ  $r$  - ը ուղեծրի շառավիղն է:

Ջետկյալ աղյուսակը տալիս է  $P$  ի,  $a$  ի արժեքներ տարբեր ժամանակներում՝  $T$ , արտահայտված փոփոխված Ջուլիան օրերով (tMJD):

Sr. No.	T (tMJD)	P ( $\mu$ s)	a ( $\text{m s}^{-2}$ )
1	5740.654	7587.8889	- 0.92 $\pm$ 0.08
2	5740.703	7587.8334	- 0.24 $\pm$ 0.08
3	5746.100	7588.4100	- 1.68 $\pm$ 0.04
4	5746.675	7588.5810	+ 1.67 $\pm$ 0.06
5	5981.811	7587.8836	+ 0.72 $\pm$ 0.06
6	5983.932	7587.8552	- 0.44 $\pm$ 0.08
7	6005.893	7589.1029	+ 0.52 $\pm$ 0.08
8	6040.857	7589.1350	+ 0.00 $\pm$ 0.04
9	6335.904	7589.1358	+ 0.00 $\pm$ 0.02

Կառուցելով  $a(\phi)$ ի կախվածությունը  $P(\phi)$ -ից, մենք կարող ենք գտնել պարամետրիկ կոր, որտեղ երկուսն էլ կախված են ֆազայից: Վերևի բանաձևերից երևում է, որ կախվածության կորը էլիպս է:

Այս տվյալներից պարզ տվյալների մշակումով մենք կգտնենք  $P_0$ -ն (կրկնակի համակարգի պտտման պարբերությունը),  $P_B$ -ն (Պուլսարի՝ իր առանցքի շուրջը պտտման իրական պարբերություն) և  $r$  -ն (համակարգի ուղեծրի շառավիղը):

- (D1.1) Տվյալների հիմնման վրա կառուցեք տեսագծային արագացման կախվածությունը պուլսարի՝ իր շուրջը պտտման պարբերությունից: (Նշեք ձեր գրաֆիկը D1.1 ուվ)
- (D1.2) Ձեր կառուցած գրաֆիկի (D1.1) վրա գծեք էլիպս, որը հնարավորինս լավ կհամապատասխանի տվյալներին և տրված բանաձևերին:
- (D1.3) Ձեր գրաֆիկից գտեք  $P_0$ ,  $P_t$  և  $a_t$  (վերջին երկուսը սկզբի բանաձևերում են) և նրանց չափման սխալանքները:
- (D1.4) Սկզբի բանաձևերից գտեք  $P_B$ -ի  $P_0$ ,  $P_t$ ,  $a_t$  ից:
- (D1.5) Հաշվեք  $P_B$  և  $r$ -ի արդյունքները՝ հենվելով D1.3 ում ձեր հաշվարկների վրա: Հաշվեք նաև չափման սխալանքները:
- (D1.6) Հաշվեք ուղեծրի ֆազան՝  $\phi$ , No. 1, 4, 6, 8, 9 աղյուսակի կետերի համար սկզբի բանաձևերի օգնությամբ:
- (D1.7) Այս հարցում մենք կլավացնենք  $P_B$ ի արդյունքը՝ օգտագործելով D1.6 ում հաշված տվյալները:
- (D1.7a) Սկզբից գտեք սկզբնական  $T_0$ , որը համապատասխանում է աղյուսակի առաջին չափումից առաջվա այն պահին, որտեղ ուղեծրի ֆազան 0 է:
- (D1.7b) Սպասված ժամանակը կախված ֆազայից  $T_{\text{calc}}$  ամեն դիտման ունի այսպիսի տեսք:
- $$T_{\text{calc}} = T_0 + \left( n + \frac{\phi}{360^\circ} \right) P_B$$
- որտեղ  $n$  -ը ցիկլերի քանակն է, որը անցել է  $T_0$  -ի և  $T_{\text{calc}}$ (կամ  $T$ ) միջև: Գտեք  $n$  և  $T_{\text{calc}}$ -ը D1.6-ում ձեր հաշված կետերի համար: Հաշվեք նաև  $T_{0-c}$ , որը մեր կողմից դիտված  $T$  -ի և սպասված  $T_{\text{calc}}$ -ի տարբերությունն է: Լրացրեք այս բոլոր հաշվարկները և ֆազան ձեր պատասխանների թերթիկի համապատասխան մասում:
- (D1.7c) Կառուցեք  $T_{0-c}$  կախվածության գրաֆիկը  $n$ -ից (գրաֆիկի վրա նշեք "D1.7"):
- (D1.7d) Գրաֆիկից գտեք  $T_{0,r}$  -ը և  $P_{B,r}$  -ը ,որոնք կլինեն ավելի ճշգրիտ, քան իրենց արժեքները նախորդ հարցերի հաշվարկներում:

(D2) Հեռավորությունը մինչև Լուսին

50 միավոր

Լուսնի որոշ սվյալներ (Գեոցենտրիկ էֆեմերիդները) 2015թ.-ի սեպտեմբերի համար բերված են աղյուսակում: Յուրաքանչյուրը ստացված է 00:00 UT – ին:

Date	R.A. ( $\alpha$ )			Dec. ( $\delta$ )			Angular Size	Phase	Elongation
	h	m	s	°	'	"	( $\theta$ )"	( $\phi$ )	Of Moon
Sep 01	0	36	46.02	3	6	16.8	1991.2	0.927	148.6° W
Sep 02	1	33	51.34	7	32	26.1	1974.0	0.852	134.7° W
Sep 03	2	30	45.03	11	25	31.1	1950.7	0.759	121.1° W
Sep 04	3	27	28.48	14	32	4.3	1923.9	0.655	107.9° W
Sep 05	4	23	52.28	16	43	18.2	1896.3	0.546	95.2° W
Sep 06	5	19	37.25	17	55	4.4	1869.8	0.438	82.8° W
Sep 07	6	14	19.23	18	7	26.6	1845.5	0.336	70.7° W
Sep 08	7	7	35.58	17	23	55.6	1824.3	0.243	59.0° W
Sep 09	7	59	11.04	15	50	33.0	1806.5	0.163	47.5° W
Sep 10	8	49	0.93	13	34	55.6	1792.0	0.097	36.2° W
Sep 11	9	37	11.42	10	45	27.7	1780.6	0.047	25.1° W
Sep 12	10	23	57.77	7	30	47.7	1772.2	0.015	14.1° W
Sep 13	11	9	41.86	3	59	28.8	1766.5	0.001	3.3° W
Sep 14	11	54	49.80	0	19	50.2	1763.7	0.005	7.8° E
Sep 15	12	39	50.01	-3	20	3.7	1763.8	0.026	18.6° E
Sep 16	13	25	11.64	-6	52	18.8	1767.0	0.065	29.5° E
Sep 17	14	11	23.13	-10	9	4.4	1773.8	0.120	40.4° E
Sep 18	14	58	50.47	-13	2	24.7	1784.6	0.189	51.4° E
Sep 19	15	47	54.94	-15	24	14.6	1799.6	0.270	62.5° E
Sep 20	16	38	50.31	-17	6	22.8	1819.1	0.363	73.9° E
Sep 21	17	31	40.04	-18	0	52.3	1843.0	0.463	85.6° E
Sep 22	18	26	15.63	-18	0	41.7	1870.6	0.567	97.6° E
Sep 23	19	22	17.51	-17	0	50.6	1900.9	0.672	110.0° E
Sep 24	20	19	19.45	-14	59	38.0	1931.9	0.772	122.8° E
Sep 25	21	16	55.43	-11	59	59.6	1961.1	0.861	136.2° E
Sep 26	22	14	46.33	-8	10	18.3	1985.5	0.933	150.0° E
Sep 27	23	12	43.63	-3	44	28.7	2002.0	0.981	164.0° E
Sep 28	0	10	48.32	0	58	58.2	2008.3	1.000	178.3° E
Sep 29	1	9	5.89	5	38	54.3	2003.6	0.988	167.4° W
Sep 30	2	7	39.02	9	54	16.1	1988.4	0.947	153.2° W



Բերված նկարը ցույց է տալիս այս ամիս Լուսնի լրիվ խավարման ժամանակ տարբեր պահերին նրա դիրքը և տեսքը: Յուրաքանչյուր կադրի համար ստվերի ուղղահայց առանցքը համակնուս է նկարի կենտրոնի հետ:

Այս խնդրի համար ենթադրենք, որ դիտողը գտնվում է Երկրի կենտրոնում:

**(D2.1)** Մեր տվյալներով լուսնի ուղեծրի Երկրահեռ (Apogee) կետը ամենամոտն է՝ Նորալուսնին - New Moon / Առաջին քառորդին - First Quarter / Լիալուսնին - Full Moon / Երրորդ քառորդին - Third Quarter:

Նշեք Summary Answersheet -ում ճիշտ պատասխանի դիմաց: Անհրաժեշտ չէ Ձեր պատասխանի հիմնավորումը:

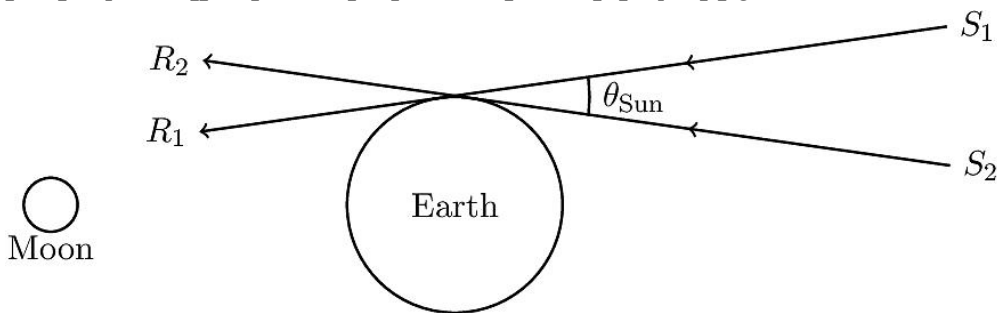
**(D2.2)** Մեր խնդրում, լուսնի ուղեծրի այն կետը, որ հատում է Էկլիպտիկան և որից լուսինը բարձրանում է Էկլիպտիկայից վերև (ծագող հանգույց) գտնվում է՝ Նորալուսնին - New Moon / Առաջին քառորդին - First Quarter / Լիալուսնին - Full Moon / Երրորդ քառորդին - Third Quarter:

Նշեք Summary Answersheet -ում ճիշտ պատասխանի դիմաց: Անհրաժեշտ չէ Ձեր պատասխանի հիմնավորումը:

**(D2.3)** Գտեք լուսնի ուղեծրի  $e$  էքսցենտրիսիտետը ձեզ տրված տվյալներից:

**(D2.4)** Գտեք Երկրի ստվերի անկյունային  $\theta_{\text{umbra}}$  չափի կախումը Լուսնի  $\theta_{\text{Moon}}$  անկյունային չափից: Ցույց տվեք Ձեր աշխատանքը տրված նկարի վրա Summary Answersheet -ում:

**(D2.6)** Լուսնի խավարման օրը Արևի կազմած անկյունը Երկրի հետ հայտնի է, որ եղել է  $\theta_{\text{Sun}} = 1915.0''$ : Ստորև բերված նկարում  $S_1R_1$  և  $S_2R_2$  -ը ճառագայթներ են, որոնք գալիս են Արևի սկավառակի տրամագծորեն հակառակ կողմերից:



Հաշվել լուսնի հեռավորության վրա կիսաստվերի  $\theta_{\text{penumbra}}$  անկյունային չափը կախված  $\theta_{\text{Moon}}$ -ից: Ենթադրել, որ դիտողը գտնվում է Երկրի կենտրոնում:

**(D2.6)** Թող որ  $\theta_{\text{Earth}}$  լինի Լուսնի կենտրոնից երևացող Երկրի անկյունային չափը: Ձեր նախորդ հաշվարկները օգտագործելով՝ հաշվել Լուսնի անկյունային չափի  $\theta_{\text{Moon}}$  կախումը  $\theta_{\text{Earth}}$  -ից, որը կերևար Երկրի կենտրոնից լուսնի խավարման օրը:

**(D2.7)** Հաշվել Լուսնի շառավիղը՝  $R_{\text{Moon}}$  km -ով:

**(D2.8)** Հաշվել Լուսնի Երկրից ունեցած մոտագույն  $r_{\text{perigee}}$  և ամենամեծ  $r_{\text{apogee}}$  հեռավորությունը:

**(D2.9)** Օգտագործելով սեպտեմբերի 10 -ի տվյալները, որոշեք Երկրից Արև եղած  $d_{\text{Sun}}$ , հեռավորությունը:

(D3) **Ia տիպի Գերնոր**

**50 միավոր**

Ia տիպի գերնորները շատ կարևոր են համարվում արտագալակտիկ մեծ հեռավորությունների չափման համար: Գերնորը պայծառանում է, ապա թուլանում, և ունենում ենք նրա աստղային մեծության կախումը ժամանակից՝ **բնութագրական պայծառության կորը**, որը մեզ օգնում է դասակարգել նրան որպես Ia տիպի գերնոր: Բոլոր Ia տիպի գերնորների պայծառության կորը նորմավորմամբ կարելի է բերել նույն տեսքի: Դրա համար, մենք առաջինը, պետք է նրանից մեզ հասած պայծառության կորից ստանանք գերնորի գալակտիկայի հանգստի հաշվարկման համակարգում պայծառության կորը՝ հաշվի առնելով տիեզերքի լայնացումը: Դիտված  $\Delta t_{\text{obs}}$  ժամանակային միջակայքերը բաժանելով  $(1+z)$ -ի՝ կստանանք գալակտիկայի հանգստի համակարգում ժամանակի միջակայքերը՝  $\Delta t_{\text{gal}}$ , որտեղ  $z$  -ը կարմիր շեղումն է:

Ներմուծենք  $s$  գործակից, այնպես, որ գերնորների՝ իրենց գալակտիկայի հանգստի հաշվարկի համակարգում ժամանակային միջակայքերը՝  $\Delta t_0$ , որտեղ աստղային մեծությունը փոխվում է  $2^m$  ուժ, բազմապատկելով այդ  $s$  գործակցով, կստանանք բոլոր Ia տիպի գերնորների համար նույն արժեքը: Նորմավորման հաջորդ քայլի համար ընդհամենը պետք է գերնորների, իրենց գալակտիկայի հանգստի հաշվարկի համակարգում արդեն ստացված ժամանակային միջակայքերը՝  $\Delta t$ , բազմապատկել  $s$  գործակցով ( $\Delta t_s = s\Delta t$ ): Բացի այդ պարզվում է, որ  $s$  -ը գծային է կախված գերնորի բացարձակ աստղային մեծության պիկային արժեքից՝  $M_{\text{peak}}$  -ից:

$$s = a + b M_{\text{peak}}$$

Որտեղ  $a$  ու  $b$  հաստատուններ են: Իմանալով  $s$  նորմավորման գործակիցը, մենք կարող հաշվել անհայտ հեռավորության վրա գտնվող գերնորի պիկի բացարձակ աստղային մեծությունը:

Name	SN2006TD	SN2006IS	SN2005LZ
$\mu$ (mag)	34.27	35.64	
$cz$ (km s <sup>-1</sup> )	4515	9426	12060
$\Delta t_{\text{obs}}$ (days)	$m_{\text{obs}}$ (mag)	$m_{\text{obs}}$ (mag)	$m_{\text{obs}}$ (mag)
-15.00	19.41	18.35	20.18
-10.00	17.48	17.26	18.79
-5.00	16.12	16.42	17.85
0.00	15.74	16.17	17.58
5.00	16.06	16.41	17.72
10.00	16.72	16.82	18.24
15.00	17.53	17.37	18.98
20.00	18.08	17.91	19.62
25.00	18.43	18.39	20.16
30.00	18.64	18.73	20.48

Բերված աղյուսակը պարունակում է երեք գերնորների տվյալներ՝ հեռավորությունները աստղային մեծություններով՝  $\mu$  ( միայն առաջին երկուսի համար), արագությունները՝  $cz$ , նրանց տեսանելի աստղային մեծությունները՝  $m_{obs}$ , դիտված ժամանակային միջակայքերը՝  $\Delta t_{obs}$ :  $\Delta t_{obs} \equiv t - t_{peak}$  ժամանակը ցույց է տալիս օրերի քանակը պայծառության մաքսիմումից հետո: Դիտված մեծությունները արդեն ուղղված են միջաստղային և մթնոլորտային կլանման համար:

- (D3.1) Հաշվեք բոլոր 3 գերնորների համար ժամանակի միջակայքերը գալակտիկայի հանգստի համակարգում՝  $\Delta t_{gal}$ , լրացրեք նրանց արդյունքները ձեզ տրված պատասխանների թերթիկի համապատասխան տեղում: Կառուցեք բնութագրական պայծառությունների կորերը բոլոր 3 գորնորների համար մեկ գրաֆիկում (նշեք ձեր գրաֆիկի վրա “D3.1”).
- (D3.2) Նորմավորման  $s_2$  գործակիցը SN2006IS գերնորի համար հավասար է 1.00: Հաշվեք  $s_1$  և  $s_3$  նորմավորման գործակիցները SN2006TD և SN2005LZ գերնորների համար համապատասխանաբար, հաշվելով  $\Delta t_0$  -ը նրանց համար:
- (D3.3) Հաշվեք վերջնական նորմավորված ժամանակային միջակայքերը՝  $\Delta t_s$ , բոլոր 3 գերնորների համար: Լրացրեք նրանց՝ ձեզ տրված պատասխանների թերթիկի համապատասխան տեղում՝ հին տվյալների մոտ: Կառուցեք նորմավորված բնութագրական պայծառությունների կորերը բոլոր 3 գորնորների համար մեկ գրաֆիկում, որպեսզի համոզվեք նրանց նույն տեսքը ունենալուն (նշեք ձեր գրաֆիկի վրա “D3.3”).
- (D3.4) Հաշվեք հայտնի հեռավորության վրա գտնվող գերնորների պիկի բացարձակ աստղային մեծությունները  $M_{peak,1}$ , SN2006TD ի համար և  $M_{peak,2}$ , SN2006IS ի համար: Այս տվյալները օգտագործեք  $a$  և  $b$  -ն հաշվելու համար:
- (D3.5) Հաշվեք անհայտ հեռավորության վրա գտնվող գերնորի (SN2005LZ) պիկի բացարձակ աստղային մեծությունները  $M_{peak,3}$ , և հեռավորությունը աստղային մեծություններով՝  $\mu_3$ :
- (D3.6) Օգտագործեք  $\mu_3$  -ը գնահատելու համար Համբլի հաստատունը  $H_0$ : Նաև գնահատեք տիեզերքի տարիքը  $T_H$ .