

הכוכבים בחודש

4 י, שנה מס' 4

יוצא לאור על ידי
אגודת אסטרונומים-חובבים בישראל
בעריכת ד. זיצ'ק

שיטות למדידת מסלולו של לוויין (ג')

מאת צ. דרזנר, תל-אביב¹

בשני החלקים הקודמים של מאמרנו הבאנו את התיאוריה של מדידות מסלולו של לוויין. להלן נדון בצד הטכני של התצפיות והחישובים ונביא דוגמות לתצפיות ב"אקו" בעזרת השיטות שתארנו.

(וו) מדידת גובה הלוויין מעל האופק

המכשיר שהשתמשתי בו למדידת גובהו של לוויין (או כוכב) מעל האופק הוא, באופן עקרוני, צינור המחובר למד-מעלות ומשקולת (ראה ציור 7). אפשר, כמובן, להשתמש במשקפת במקום צינור. כמד-מעלות השתמשתי במשולש ישר-זווית ושווה-שוקיים. סימנתי על המשולש את מצב האפס של המשקולת (המצב שבו הצינור מקביל לאופק) בדרך הבאה: אם הצינור אופקי ורואים דרכו עצם רחוק, הרי אם נסובב אותו סביב ציר אנכי ב- 180° , אפשר יהיה שוב לראות דרכו אותו עצם. התחלתי, אפוא, על-ידי בחירה שרירותית של מצב שנראה אופקי, סובבתי את המכשיר ב- 180° , מדדתי את הסטייה של המשקולת ממצבה הקודם ותקנתי. לאחר שקבענו את מצב המשקולת כשהצינור אופקי וסימנו אפס מעלות על המשולש, עלינו לסמן את מצבי המשקולת כשהצינור בזווית 1° , 2° וכו' עד 90° מעל האופק. מצבי המשקולת, המתאימים לזוויות ξ של הצינור מעל לאופק, יהיו מרוחקים במרחקי l מנקודת 0 ועלינו לסמנם במכשיר. אם אורך הניצב של המשולש הוא 10 ס"מ, יש לצייר את הסקאלה לפי הנוסחה²:

$$l = 10 \frac{\sin \xi}{\sin (45 + \xi)}$$

להלן מובא לוח שחושב לפי נוסחה זו:

לוח 1.

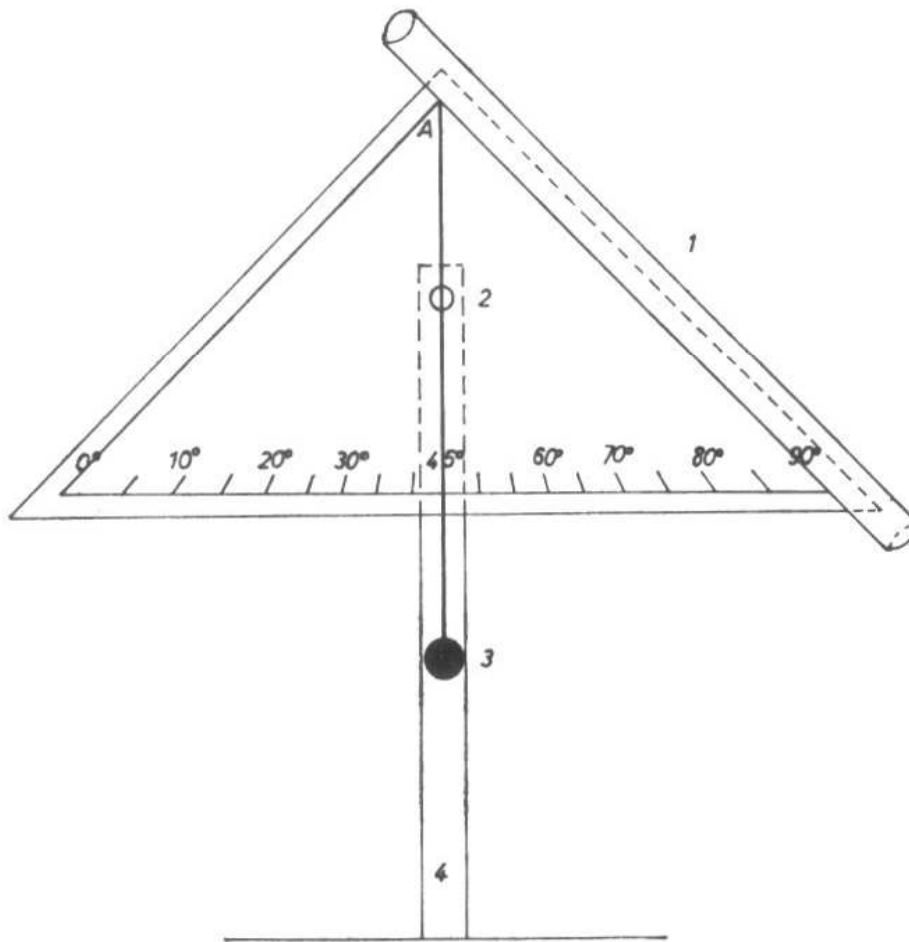
l	ξ	l	ξ	l	ξ	l	ξ
מ"מ	°	מ"מ	°	מ"מ	°	מ"מ	°
111.5	75	76.9	50	45.0	25	0	0
120.2	80	83.2	55	51.8	30	11.4	5
130.0	85	89.6	60	28.2	35	21.2	10
141.4	90	96.4	65	64.5	40	29.9	15
		103.5	70	70.7	45	37.9	20

¹ החלקים הראשון (א) והשני (ב) של מאמר זה הופיעו ב"הכוכבים בחודשם", כרך ט', מס' 12 (דצמבר 1962), עמ' 136-141 וכרך י', מס' 3 (מרס 1963), עמ' 29-37.

² הנוסחה מתקבלת על ידי שימוש במשפט הסינוסים במשולש שקודקדיו הם: הסימון של ה-0, הסימון של מצב ξ והנקודה A (ראה ציור 7).



מובן מאליו, שאם נבחר משולש שנצבו גדול מ-10 ס"מ, נגדיל את z באופן פרופורציוני.
 היתרון שבמכשיר זה הוא בכך, שאין צורך להציבו על כן מאוזן; בכל מצב שהוא עומד יראה את הזווית הנכונה.



ציור 7. מכשיר פשוט למדידת גובהו של כוכב (לווין) מעל האופק
 1 — צינור (או משקפת), 2 — ציר (מאחור), 3 — משקולת, 4 — מעמד.

12) כיצד נערוך את החישובים?

כדי להקל על הצופה בחישובים, מובא להלן לוח (מס' 2) שבו מחושבים אחדים מן הגדלים שהצופה עשוי להיות מעונין בהם — עבור ערכים שונים של ξ , לפי הנוסחות שבמאמר.

לוח 2.

סטטיה	$\Delta \xi$	$\Delta \xi$	x	ξ	סטטיה	$\Delta \xi$	$\Delta \xi$	x	ξ
מ"ן "הקו"	($\Delta x=1 \text{ km}$)	($\Delta x=1^\circ$)			מ"ן "הקו"	($\Delta x=1 \text{ km}$)	($\Delta x=1^\circ$)		
m	'	°	°	°	m	'	°	°	°
0.25	1.89	3.50	9 04	50	3.6	0.54	1	36 52	0
0.18	2.06	3.81	7 41	55	2.8	0.61	1.13	32 10	5
0.12	2.22	4.11	6 25	60	2.2	0.70	1.29	28 01	10
0.08	2.35	4.35	5 14	65	1.7	0.80	1.48	24 24	15
0.05	2.47	4.58	4 07	70	1.30	0.92	1.70	21 15	20
0.03	2.56	4.75	3 03	75	1.00	1.06	1.97	18 32	25
0.012	2.64	4.89	2 01	80	0.76	1.21	2.25	16 09	30
0.003	2.68	4.96	1	85	0.58	1.38	2.55	14 03	35
0	2.70	5	0	90	0.44	1.55	2.86	12 12	40
					0.33	1.72	3.18	10 33	45

הסבר ללוח 2: הלוח נערך עבור $R/H = 0.8$. הטור השני של הלוח מחושב לפי נוסחה (4). הטור השלישי מחושב לפי נוסחה (13) עבור $\Delta \alpha = 1^\circ$. הטור הרביעי מחושב לפי אותה נוסחה, עבור $\Delta \alpha = 1 \text{ km}$, דהיינו: חישובי תחילה, מהי הזווית שמרכז הארץ רואה בינינו ובין הלוויין, כאשר הנקודה שבה הוא נמצא בזניט רחוקה מאתנו 1 ק"מ וזווית זו הצבתי במקום $\Delta \alpha$ בנוסחה (13). הטור האחרון, שהוא הזמן הדרוש ללוויין להגיע מן "הקו" עד "הנקודה האמיתית", מחושב לפי נוסחה (2) עבור $\gamma = 46.6^\circ$, $\phi = +32^\circ 04'$.

הערה נוספת לענין החישובים: זמן מעבר החגורה בזניט הוא גודל הדרוש לשם שימוש בכמה מן הנוסחות. נוח ביותר למדוד זמן זה כאשר הלוויין עצמו עובר בזניט. זמן מעברו בזניט הוא בודאי זמן מעבר החגורה. הקושי הוא, שרק לעתים רחוקות הלוויין עובר בדיוק מעלינו. אך גם אם הוא אינו עובר בזניט, ניתן לחשב את זמן מעבר החגורה בזניט, אם נמדוד את הזמן בו חוצה הלוויין את הקו מערב-זניט-מזרח ("הקו"). נסביר את דרך החישוב בעזרת דוגמה: אם הלוויין חצה את "הקו" ב- $3\text{h } 44.5\text{m}$ ($= 3.74\text{h}$) 5° ממערב לזניט, נובע מכך שהחגורה עברה בזניט $5 \times 0.016\text{h} = 0.08\text{h}$ קודם ושעת מעבר החגורה בזניט תהיה אפוא, $3.66\text{h} = 5 \times 0.016 - 3.74$. אם הלוויין חוצה את "הקו" ממזרח לזניט, עלינו להוסיף לזמן המעבר את מספר המעלות מן הזניט מוכפל ב- 0.016h .

[13] מדידת קצב הפרצסיה [עיין סעיף 2]

למדידת קצב הפרצסיה עלינו למדוד לפחות פעמיים את זמן מעבר החגורה בזניט. כפי שראינו בסעיף הקודם, אין הכרח לראות את מעבר הלוויין עצמו בזניט. מספיק לצפות את מעברו ב"קו" בקרבת הזניט. בלוח 3 מובאות מדידות מעברי הלוויין ב"קו" וחישוב מעבר החגורה בזניט לפי השיטה הנ"ל:

לוח 3.

שעת מעבר החגורה בזניט h	נובה	שעה h m s	תאריך
3.66	5° ממערב לזניט	3 44 30	5.7.61
18.33	זניט	18 19 45	21.4.62
3.10	2.5° ממערב לזניט	3 08 37	15.6.62
4.68	1° ממערב לזניט	4 41 50	26.11.62

כיצד נשתמש, לדוגמה, בשתי התצפיות הראשונות לחישוב קצב הפרצסיה? במשך התקופה מ-5.7.61 עד 21.4.62 (290 יום) השלים הלוויין 3 סיבובי פרצסיה מלאים ולכן זמן הפרצסיה שהצטבר הוא 81.33 שעות ($3 \times 24 = 72$ שעות ועוד הזמן בין 18.33 ל-3.66 שעות). קצב הפרצסיה T_0 מוגדר כזמן הפרצסיה של המסלול לאחר "יום לוויין", המוגדר כ- $T_0 - 24$ שעות (עיין סעיפים 1, 2), שהם קצת פחות מיממה שלמה. כמה "ימי לוויין" עברו מיום 5.7.61 עד 21.4.62? ל-290 היממות שעברו עלינו להוסיף 3 יממות בגלל 3 סיבובי הפרצסיה ועוד 1 בגלל מעבר הלוויין מן הבוקר לערב. בסך-הכל עברו 294 "ימי לוויין", לכן

$$T_0 = \frac{81.33}{294} = 0.2766\text{h}$$

³ חישוב הקבוע 0.016h מובא בתוספת לסעיף (12) שתופיע בהמשך הבא של המאמר.

לוח 4

קצב הפרצסיה T_0 h	זמן הפרצסיה שהצטבר h	מספר "ימי לווין" מספר	מספר היממות	תקופה א' 5.7.61 עד 21.4.62	תקופה ב' 21.4.62 עד 15.6.62	תקופה ג' 15.6.62 עד 26.11.62
0.2766	81.33	290 + 3 + 1	290			
0.2769	15.23	55	55			
0.2796	46.42	164 + 1 + 1	164			

ניתוח התוצאות : אנו רואים מלוח 4 שינוי ניכר של T_0 מתקופה ב' לתקופה ג' (0.0027 שעות) לעומת שינוי קל בלבד (0.0003 שעות) מתקופה א' לב'. תצפיות מאוחרות יותר שוב מראות שינוי קל. מה גרם לשינוי הפתאומי בקיץ 62? ב-9.7.62 בשעה 11 00 לפי שעון ישראל נערך הפיצוץ הגרעיני האמריקאי בגובה רב (300 ק"מ) מעל איי ג'ונסטון (רוחב צפוני $16^{\circ} 44'$, אורך מערבי $169^{\circ} 31'$). באותו זמן היה הלווין מעל רוחב צפוני 20.1° ואורך מזרחי 160° . הוא היה, אפוא, "בשדה הראיה" של הפצצה וקיבל את המכה לכיוון מערב בערך. יתכן שזה קשור לשינוי בקצב הפרצסיה.

(14) מדידת נטיית החגורה למישור המשווה (עיין סעיף 3)

שתי המדידות שעליהן מתבסס החישוב הן :
 (א) ב-21.4.62 עבר הלווין ב- $18^h 19^m 45^s$ ($= 18.329^h$) בזניט מדר'מע' לצפ'מז'.
 (ב) ב-5.5.62 עבר הלווין ב- $21^h 41^m 39^s$ ($= 21.694^h$) 2° ממערב לזניט בתנועתו מצפ'מע' לדר'מז'. לפי התיקון המוסבר בסעיף (12) נובע מכאן שהחגורה עברה את הזניט 2×0.016 שעות קודם לכן, דהיינו בשעה 21.662.
 לפי T_0 נוכל לחשב מן המדידה (א) את זמן מעבר הנקודה הראשונה של החגורה בזניט ב-5.5.62 : $T_0 = 0.2769^h$, עברו 14 יום, לכן הנקודה הראשונה עברה $14 \times 0.2769 = 3.877$ שעות מוקדם יותר, דהיינו בשעה $18.329 - 3.877 = 14.452$.
 לא נוכל להציב את ההפרש $21.662 - 14.452 = 7.210$ שעות בתור t_1 בנוסחה (1), כי נוסחה זו אינה מתחשבת בפרצסיה; היא נכונה בהנחה שמסלול הלווין קבוע במרחב. כדי להשתמש בה, עלינו להתחשב בתנועת הנקודה הראשונה כתוצאה מן הפרצסיה במשך 7.210 השעות. במשך זמן זה התקדמה החגורה ב-

$$7.210 \cdot \frac{T_0}{24 - T_0} = 7.210 \cdot \frac{0.2769}{24 - 0.2769} = 0.084^h$$

לכן נציב בנוסחה : $t_1 = 7.210 + 0.084 = 7.294^h$

ולפי $\phi = +32^{\circ} 03'$ נקבל $\gamma = 47^{\circ} 17' \pm 2'$

(15) מדידת זמן המחזור : שיטה ראשונה (עיין סעיף 4)

שתי המדידות של מעבר הלווין את "הקו" שבעזרתן נקבעו שני מעברים ב"נקודה האמיתית" הן :

(א) ב-5.5.62 הוא עבר ב- $21^h 41^m 39^s$ במערב בגובה 88° .

(ב) ב-10.5.62 הוא עבר ב- $21^h 46^m 02^s$ במערב (בתנועה דרומה) בגובה 27° .

כדי לדעת את זמני מעבר הלווין ב"נקודה האמיתית", נוכל לתקן את הזמנים הנ"ל לפי ΔT המחושב על ידי הנוסחות (3) ו(4), או להשתמש בתוצאות המוכנות בלוח 2, טור אחרון. מן הלוח אנו רואים שאפשר להזניח את התיקון למדידה הראשונה. התיקון למדידה השניה הוא 0.90 דקות, כי הגובה הוא 27° (בלוח אנו מוצאים לגבי גובה $30^\circ - 0.76$ דקות; לגבי גובה $25^\circ - 1.00$ דקות). כיוון התנועה של הלווין היה דרומה; "הנקודה האמיתית" תמיד צפונית מן "הקו" (ראה ציור 2 בעמ' 138), לכן יש להחסיר $0.90\text{m} = 54\text{s}$ מן הזמן שנמדד:

$$.21\text{h } 46\text{m } 02\text{s} - 54\text{s} = 21\text{h } 45\text{m } 08\text{s}$$

בין שתי המדידות עברו 5 ימים, 3 דקות ו-29 שניות, דהיינו, 7203.48 דקות. כל יום מבצע הלווין בערך 12.4 הקפות (12 הקפות שלמות ועוד פחות מחצי הקפה) ולכן השלים בזמן זה בסך-הכל 62 הקפות ומחזורו:

$$T = \frac{7203.48}{62} = 116.185\text{m}$$

מכאן ניתן לחשב גם את פיגורו היומי (עיין סעיף 5): אילו היה זמן מחזורו 120 דקות, היה מתחלק בדיוק ב-24 שעות ולא היה פיגור כלל. הפיגור למחזור הוא, אפוא, $120 - 116.185 = 3.815$ דקות. במשך 12 הקפות יהיה הפיגור $45.78 = 3.815 \times 12$ דקות. מספר זה הוא הפיגור היומי ב- $8.5.62/7.5.62$, שכן המדידות נערכו בין $10.5.62 - 5.5.62$.

[16] מדידת זמן המחזור: שיטה שניה (עיין סעיף 5)

מדדתי פעמיים את זמן מעברו של הלווין בקיר מסויים (עיין סעיף 5): ב- $29.4.62$ הוא עבר "אותו" ב- $22\text{h } 19\text{m } 48\text{s} (= 22\text{h } 19.8\text{m})$ וב- $11.5.62$ עבר אותו קיר ב- $18\text{h } 59\text{m } 07\text{s} (= 18\text{h } 59.1\text{m})$. השגיאה במדידות — 3s . עברו 12 יום פחות 200.7 דקות, כלומר 17079.3 דקות.

בתקופה זו היה מספר ההקפות ליום כ-12.4 ולכן ב- 11.86 הימים שעברו עשה הלווין $147 = 12.4 \times 11.86$ הקפות. מכאן הזמן של הקפה אחת — המחזור (ליום $5.5.62 -$ בין הימים $29.4.62$ ל- $11.5.62$):

$$T = \frac{17079.3}{147} = 116.186\text{m} \quad (23)$$

הפיגור ליום $5.5.62$ (החישוב כמו בסעיף 15):

$$y = 12 \times (120 - 116.186) = 45.77\text{m} \quad (24)$$

לחישוב n נציב בנוסחה (6) את $T = 0.2769\text{h} = 16.61\text{m}$ ונקבל $n = 3.984$. מהי השגיאה במדידת זמן המחזור או הפיגור היומי לפי השיטה הזאת? אילו היה מספר שלם, היינו בטוחים כי ברגע שהלווין עובר שנית את הקיר הוא השלים בדיוק מספר שלם של חזרות, ואז השגיאה ב- T או ב- y היתה נקבעת לפי מידת הדיוק במדידת זמני המעבר. מהי השגיאה ב- T או ב- y כתוצאה מכך ש- n הוא במעט פחות מ-4? ניתוח המובא בתוספת לסעיף זה⁴ מראה שניתן להזניח שגיאה זו בהשוואה לאי-הדיוק הרגיל של מדידת הזמן על ידי שעון.

(המשך יבוא)

⁴ התוספת לסעיף (16) תופיע בהמשך הבא של המאמר.

תחזית לתצפית אקו I Echo באפריל 63

מאת צ. דרזנר, תל-אביב

על פי דרישת חברים רבים אנו מביאים הפעם את התחזית במתכונת שונה מזו של החודשים האחרונים (ראה גל' פברואר ומרס 63 של "הכוכבים בחודשם", עמ' 20-22, 43/42). בלוח המובא להלן רשומים כל המסלולים של הלווין הנראים בחודש אפריל 63 ואין צורך לצרפם משני לוחות נפרדים (של המסלולים הקיימים בתחילת החודש ושל אלה המתווספים במשך החודש). על-ידי-כך התרחבו נתוני הלוח בהרבה; ראינו אפוא, צורך לצמצם את אופן הרישום: ראשי הטורים של הלוח מסומנים באותיות (א'-ו'), הכיוונים של שיא, מקום הזריחה ומקום השקיעה במספרים.

המסלולים הנראים במשך החודש

הטורים: א' - היום, ב' - שעת השיא (שעות ודקות), ג' - גובה השיא (במעלות מעל לאופק, מקורב), ד' - כיוון השיא, ה' - מקום הזריחה, ו' - מקום השקיעה.

הכיוונים: 1 - צפ, 2 - צפ-צפ-מז, 3 - צפ-מז, 4 - מז-צפ-מז, 5 - מז, 6 - מז-דר-מז, 7 - דר-מז, 8 - דר-דר-מז, 9 - דר, 10 - דר-דר-מע, 11 - דר-מע, 12 - מע-דר-מע, 13 - מע, 14 - מע-צפ-מע, 15 - צפ-מע, 16 - צפ-צפ-מע.

א'	ב'	ג'	ד'	ה'	ו'	א'	ב'	ג'	ד'	ה'	ו'	א'	ב'	ג'	ד'	ה'	ו'	
14	18	30	11	14	9	49	20	60	3	15	6	12	15	3	9	14	9	
17	17	18	3	15	6	52	22	45	11	14	8	15	1	3	15	6	8	
21	18	20	5	15	4	51	19	45	2	15	4	15	2	4	15	8	4	
18	18	21	11	15	7	55	21	75	11	15	7	14	16	3	14	9	7	
19	19	23	11	15	5	54	18	40	2	15	5	15	2	5	15	7	5	
19	19	24	11	15	9	56	20	80	3	15	7	15	3	7	15	9	7	
20	20	26	11	15	9	58	22	30	11	14	9	15	1	7	15	9	7	
20	20	26	11	15	6	59	19	60	3	15	6	15	3	6	15	9	6	
21	21	29	11	15	8	02	22	45	11	14	8	15	1	3	15	8	4	
21	21	30	11	15	6	01	19	45	2	15	6	15	2	4	15	9	4	
22	22	32	11	15	7	05	21	75	11	15	7	14	16	3	14	9	5	
22	22	33	11	15	9	06	23	15	11	13	9	15	2	5	15	9	5	
23	23	34	11	15	7	06	20	80	3	15	7	15	3	7	15	9	5	
24	24	37	11	15	8	08	22	30	11	14	9	15	1	3	15	8	6	
24	24	38	11	15	6	08	19	60	3	15	6	15	3	6	15	9	6	
25	25	41	11	15	8	11	21	45	11	14	8	15	1	3	15	9	7	
26	26	42	11	15	9	12	23	5	11	15	9	15	2	4	15	9	7	
27	27	46	11	15	7	14	20	75	11	15	7	15	11	7	15	9	7	
28	28	49	11	15	9	15	22	15	11	13	9	15	2	5	15	9	8	
30	30	59	11	15	7	15	19	80	3	15	7	15	3	7	15	9	8	
																		9

זמן הזריחה הוא כ-10 דקות (בממוצע) לפני השיא.

זמן השקיעה הוא כ-11 דקות (בממוצע) אחרי השיא.

לא כל המסלולים נוכל לראות בשלמות, כי הלווין עשוי לשהות בצל כדור הארץ בחלק האחרון של המסלול (במסלולי ערב). אם הלווין מופיע שעה אחת או פחות אחרי שקיעת השמש, ייראה מסלולו כמעט בשלמות (הלווין יעלם סמוך לשקיעתו). אם הוא מופיע כ-3 שעות אחרי השקיעה (בסביבות 21 30), יעלם הלווין בגובה השיא. אם הוא מופיע כ-5 שעות אחרי השקיעה (בסביבות 23 30), הוא יעלם כבר סמוך לזריחתו.

פיגורו המשווער לתחילת אפריל הוא 55.0 דקות. יש לחכות שפיגורו יגדל עד 56 דקות בסוף החודש. — הפרש הזמן בין שתי כניסות עוקבות לצל כדור הארץ (העלמויות) הוא 115.5 דקות.

באגודה

ערבי תצפית ליד הטלסקופ יתקיימו על גג בית ההסתדרות ברמת-גן, פינת הרחובות הרצל ויהלם:
 ביום ב', 1 באפריל, בשעה 18.30 — בתכנית: ירח.
 ביום ג', 23 באפריל, בשעה 18.30 — בתכנית: כוכב-חמה.
 ביום א', 5 במאי, בשעה 18.30 — בתכנית: ירח.
 ביום ב', 6 במאי, ירצה ח' אינג' י. פוקס (גבעתיים) במסגרת פגישות המועדון על הנושא: "מדידת מרחקים ביקום". אחרי ההרצאה תתקיים אספת החברים של סניף תל-אביב והסביבה. באולם הישיבות של "בית דבר", רח' שיינקין 45, בשעה 20.15 בערב.

פלנטריום ויליאמס בחג

בחול המועד פסח תתקיימה ההצגות כדלקמן: בימים ד' (10 באפריל) וה' (11 באפריל) בשעות 11 לפה"צ, 5 ו-6 אחה"צ, בימים ו' (12 באפריל) וא' (14 באפריל) בשעה 11 לפה"צ בלבד.

בסניף תל-אביב

ביום ד', 24 באפריל, ירצה פרופ' י. נוימן (האוניברסיטה העברית) על הנושא: "העטרה של השמש (קורונה) והמרחב הבין-פלנטרי". ההרצאה תתקיים באולם "בית לייסיץ" ותתחיל בשעה 20.15.

השמים בחודש אפריל 1963 תופעות מיוחדות

יום	שעה	(לפי שעון ישראל)
1	4	שבתאי בדרימו, 51° מע' לשמש.
1	5	נוגה בדרימו, 38° מע' לשמש.
1	20	מאדים כ-10 דר' לזניט (הוא מצהיר ב-1941 בגובה 45' 79° מעל האופק); מאדים מתרחק מקסטור/פולופס ומתקרב אל רגולוס שאחו הוא מתקבץ ב-1 ביוני.
1	20	הירח דר' דר' מע' לקסטור/פולופס.
1	22	פלנטואיד (1) קרס 1 30' דר' לכוכב הכפול 54 באריה ² .
2	20	הירח מע' למאדים, ליד "אבוס", צביר הכוכבים M44 ³ .
3	7	מאדים מתקבץ עם הירח, מאדים 2° צפ'.
4	21	הירח צפ' מע' לרגולוס.
7	21	הירח מע' מע' מע' לגאמא ⁴ בכתולה.

1. ראה לוח הפלנטואידים בעמ' 58 של גליון זה והמסה בגל' מרס 63 (כרך י', מס' 3, עמ' 39/38).

2. Leonis 54 ($\alpha_{1950.0} 10h 52.9m, \delta_{1950.0} + 25^\circ 01'$): כוכב כפול, ג' 6.3/4.5, מ"ז 6.4, ז"מ 109° (1957); הכוכב באטלס נורטון, הוא אינו מופיע בקטע המפה שהדפסנו בגליון מרס 63 (ראה הערה 1), כי מקומו מעבר לגבול הצפוני של הקטע.

3. Praesepe, M44/NGC2632/ Canceri ($\alpha 8h 37.2m, \delta +19^\circ 52'$) פריופה (= אבוס), צביר פתוח ובו למעלה מ-500 כוכבים בני ג' 6 עד 17; זוהרו הכללי כג' +3.7; ק' 13=90° ש"א, מ' 600 ש"א. משקפת שדה!

4. γ Virginis: כוכב כפול, ג' 3.7/3.7, מ"ז 5.3, ז"מ 310°, מ"ה 178 ש', מ' 40 ש"א, שני המרכיבים זהובים. ספ' F0/F0.

יום	שעה (לפי שעון ישראל)	
8	21	הירח צפ'צפ'מע' לספיקה, מז' ל"גאמא" בבתולה ⁴ .
11	5	הירח צפ' ל"אלפא" במאזניים ⁵ .
12	2	הירח צפ'מע' ל"ביתא" בעקרב ⁶ .
12	18	כוכב חמה במעצפ'מע', 13° מז' לשמש, הוא שוקע כשעה אחרי השמש (ב'04 19); ראה להלן ב'26 בחודש.
13	4	הירח צפ'צפ'מע' לאנטארס.
13	21	אורנוס נוח לתצפית — עד ל'24 בחודש (ערבים ללא ירח).
15	23	נפטון נוח לתצפית — עד ל'25 בחודש.
17	4	הירח דר'מע' ל"אלפא/ביתא" בגדי ⁷ .
19	1	שבתאי מתקבץ עם הירח, שבתאי 1° צפ' (מתחת האופק); אחרי עלייתם (שבתאי ב'08 02, ירח ב'15 02): הירח דר'מז' לשבתאי.
21	5	הירח דר'מע' לנוגה.
21	11	נוגה מתקבץ עם הירח, נוגה 3° צפ'; נוגה נוח לתצפית לאור היום!
21	19	כוכב חמה במעצפ'מע', 19° מז' לשמש, שוקע כשעה וחצי אחרי השמש (ב'44 19); ראה להלן ב'26 בחודש.
21	23	צדק מתקבץ עם הירח, צדק 4° צפ'.
22	0	לירידיים, מטר מטיאורים, בשיא; מוצא הקרינה כ'10 דר'מע' לואגה (α 18h 0m, δ + 33°); מהירות בינונית 53 ק"מ/שני; בשיא עד 8 מטיאורים בשעה; מוצאם מכוכב־שביס 1861.
23	3	פלנטואיד (1) קרס, באריה קטן, חוזר מתנועה אחורנית לקדומנית ¹ .
25	5	כוכב־חמה מתקבץ עם הירח, כוכב־חמה 7° צפ'.
25	19	כוכב חמה 12° מעצפ'מע' לירח.
25	21	הירח מע' לאלדיברן ⁸ , דר'מז' לכימה ⁹ .
26	4	כוכב חמה בא' לונגציה מז' (במז' מז' הגדול ביותר) של 20°; כוכב חמה נראה אחרי שקיעת השמש במעצפ'מע', הוא שוקע ב'53 19 (כשעה וחצי אחרי השמש).
27	1	פלנטואיד (3) יוגו, במזל אריה, חוזר מתנועה אחורנית לקדומנית ¹ .
28	4	נוגה 0.6° דר' לצדק, 33° מע' לשמש; ההתקבצות בעליה ישרה חלה בשעה 19.
28	21	הירח דר'מע' לקסטור/פולוכס.
30	21	הירח מע' למאדים.

- ⁵ α_1/α_2 Librae: כוכב כפול, ג' 5.3/2.9, מ"ז 231", ז"מ 314° (משקפת שדה 1), מ' 58 ש"א, קרוב למילקה.
- ⁶ β Scorpii: כוכב כפול, ג' 5.1/2.9, מ"ז 14", ז"ה 23°, מ' 400 ש"א, ספ' B1; מלחה שני, ג' 9, סמוך מאוד.
- ⁷ α_1/α_2 Capricorni: כפול אופטי, הנראה כבר בעין. ג' 3.8/4.5, מ"ז 376", ז"מ 291°; מ' של α_1 Capricorni 3000 ש"א, ג' מוחלט 5.4—.
- β Capricorni: כוכב כפול, ג' 6.1/3.3, מ"ז 205", ז"מ 267°, מ' 500 ש"א. לשני המרכיבים צבעים שונים — צהוב וכחלחל, ספ' B8/G0.
- ⁸ Aldebaran, α Tauri (אד־אבארן, = שבא אחריו, כלומר הכוכב העולה אחרי כימה): ג' +1.1, ג' מוחלט 0.2—, מ' 53 ש"א, ק' 35×שמש, ט' 3500°, תנועה עצמית 0.203" בז"מ 160°, מהירות רדיאלית +55 ק"מ/שני; מלחה בן ג' 13, מ"ז 31"; ספ' gK5.
- ⁹ Pleiades M45 — כימה (פליאדות), 45N, צביר כוכבים פתוח במזל שור, כ'230 כוכבים בני ג' 3 עד 14 (7 עד 10 נראים בעין), מ' 410 ש"א, קוטר הצביר 30 ש"א; הכוכב הראשי, אלקיאונה, בן ג' 3.0 הוא כוכב כפול־ארבעה. ראה מפה בכרך ו' (1959), עמ' 116.

שמש

אפריל 1963	עליה ישרה	נטייה (ל"ס שעות זמן עולמי)	נטייה אחרי 6 ימים ¹	שעת כוכבים במצוה של גריניץ ²	זריחה	צהירה זמן גובה	שקיעה
	h m	° ' "	° ' "	h m s	h m	h m	h m
1	0 38.8	+ 4 11	+ 6 06	12 34 32.0	5 29	11 43	17 59
11	1 15.3	+ 7 58	+ 9 47	13 13 57.5	5 17	11 40	18 05
21	1 52.3	+11 32	+13 13	13 53 23.1	5 05	11 38	18 12
30	2 26.2	+14 29	—	14 28 52.1	4 56	11 36	18 17

¹ כטור זה מובאת הנטייה ב"6, 16 ו"26 של כל חודש.

² לכל 1° אורך מ' מגריניץ יש להוסיף 4m (למשל זמן כוכבים בשביל אורך גיאוגרפי של ירושלים 35° 13' = 2h 20m 52s +). השינוי ליממה: +3m 56.56s; השינוי לשעה: +9.86s.

אורך היום גדל מ"12 שעות 30 דקות בראשית החודש עד 13 שעות 21 דקות בסופו. הדימדומים האסטרונומיים (השמש 18° מתחת לאופק) נמשכים ברוחב הגיאוגרפי של ירושלים 1h 21m בראשית החודש ו"1h 28m בסופו. חצי קוטר השמש: כ"1 באפריל "16' 02" וכ"30 בו "15' 54" (חצי הקוטר הבינוני הוא "16' 01", כפי שהוא נראה במרחק של 1"א).

ירח

אפריל 1963	עליה ישרה	נטייה (ל"ס שעות זמן עולמי)	חצי קוטר	קולונג ¹	זריחה	שקיעה (לפי שעות ישראל ואופק ירושלים)	צורה
	h m	° ' "	' "	°	h m	h m	d h m
1	6 38.2	+21 36	15 44	351.4	11 08	0 35	☽
6	10 59.2	+10 22	14 54	52.3	15 49	4 12	○
11	14 43.3	-10 48	14 43	113.1	20 15	6 47	☾
16	18 52.4	-21 47	15 14	174.0	(24 42)	10 20	●
21	23 29.1	- 7 50	16 25	235.1	3 38	15 31	☽
26	4 17.3	+17 32	16 31	296.2	7 10	21 20	אפוגיאום
30	8 15.2	+20 31	15 33	345.1	10 54	0 15	פריגיאום

¹ קולונגיסורה סלנוגרפית של השמש.

ליבראציה מכסימלית	באורך:	d (U.T.)	ברוחב:	d (U.T.)
	1.5	9.6	9.6	-6.6
	17.9	23.3	23.3	+6.5
	29.6			

סרוש הסימנים: + שפה מע' מגולה, - שפה דר' מגולה; באורך: + שפה מע' מגולה, - שפה דר' מגולה; ברוחב: + שפה צפ' מגולה, - שפה דר' מגולה.

ירחי שבתאי

VI (Titan)				V (Rhea)			
h	d	h	d	h	d	h	d
22.5	7	19.7	11	22.5	7	02.6	4
22.2	23	19.4	27	22.2	23	02.5	20

זמני מ"ז מו': ב"2 בחודש בשעה 13.0, ב"7 בשעה 01.5, ב"11 בשעה 14.0, ב"16 בשעה 02.5, ב"20 בשעה 15.0, ב"25 בשעה 03.5, ב"29 בשעה 16.0.

יאפסוס VIII (Iapetus) מ"ז מע': ב"22 בשעה 12.9.

יאפסוס משתנה באופן ניכר בוהרו. גודלו (במרחק ניגוד בינוני של שבתאי) מתנווד בין ג' 10.1—11.9; הוא מגיע לשיא כשיאפסוס כמ"ז מע', זוהרו עולה אז יותר מ"4 פעמים (1.8 גדלים) על זוהרו בשעת מ"ז מו'. הקואורדינטות הדיפרנציאליות של יאפסוס בשעת מ"ז מע' לגבי מרכז שבתאי תהיינה: עליה ישרה 34s מע', נטייה 0.2 דר'.

כוכבי לכת

זריחה צהירה שקיעה (לפי שעון ישראל ואופק ירושלים)			חצי צורה גודל		מרחק כוכבי-לכת ²		מזל ¹ תנועה ²		נטייה		אפריל 1963 עליה ישרה		
b	m	h	m	"	"	"	"	"	"	"	m	h	
18 00	11 51	5 42	-1.6	1.00	2.5	1.336	ק	דגים	+ 3 44	0 44.4	1		♀
18 59	12 26	5 53	-1.2	0.87	2.8	1.210	ק	טלה	+12 57	1 58.8	11		
19 44	12 51	5 58	-0.2	0.55	3.4	0.980	ק	טלה	+19 51	3 04.8	21		
19 53	12 55	5 57	+0.4	0.38	3.9	0.858	ק	שור	+21 44	3 28.9	* 26		
19 52	12 52	5 52	+0.9	0.27	4.3	0.769	ק	שור	+22 29	3 42.3	30		
14 55	9 23	3 51	-3.5	0.76	7.2	1.168	ק	דלי	-11 15	22 18.2	1		♀
15 11	9 29	3 47	-3.4	0.79	6.8	1.234	ק	דלי	- 7 14	23 03.7	11		
15 27	9 34	3 41	-3.4	0.82	6.5	1.297	ק	דגים	- 2 50	23 48.4	21		
15 42	9 39	3 36	-3.4	0.84	6.2	1.351	ק	לוייתן	+ 1 17	0 28.4	30		
2 43	19 41	12 43	+0.2	0.92	4.9	0.964	ק	סרטן	+21 31	8 39.5	1		♂
1 53	18 57	12 04	+0.5	0.91	4.3	1.094	ק	סרטן	+20 08	8 53.3	16		
1 12	18 20	11 32	+0.8	0.90	3.8	1.219	ק	סרטן	+18 25	9 11.7	30		
16 59	11 02	5 05	-1.6		15.5	5.936	ק	דגים	- 1 16	23 58.9	1		♄
15 36	9 33	3 30	-1.6		15.9	5.772	ק	לוייתן	+ 1 22	0 23.7	30		
13 54	8 34	3 14	+1.0		7.1	10.514	ק	גדי	-15 39	21 30.9	1		♃
12 11	6 49	1 27	+1.0		7.4	10.084	ק	גדי	-15 02	21 39.4	30		
3 50	21 17	14 48	+5.7		2.0	17.523	א	אריה	+11 35	10 16.3	1		♌
1 57	19 21	12 49	+5.8		1.9	17.906	א	אריה	+11 47	10 14.0	30		
7 20	1 57	20 30	+7.7		1.2	29.498	א	מאזניים	-14 39	14 53.0	1		♎
5 23	0 00	18 33	+7.7		1.3	29.323	א	מאזניים	-14 26	14 50.2	30		

פלנטואידים⁵

m_p	m_v		(1950.0)	(1950.0)				
8.0	7.4	1.792	ק	ראם	- 4 20	6 55.7	1	(2)
	7.5	1.890	ק	ראם	- 1 23	7 10.2	11	
8.2	7.7	1.996	ק	כלב קטן	+ 1 10	7 26.1	21	
7.2	6.6	1.697	א	אריה	+24 28	10 54.2	1	(1)
	6.7	1.777	א	אריה	+24 07	10 49.7	11	
7.4	6.8	1.873	א	אריה קטן	+23 26	10 47.8	21	
9.9	9.1	1.880	א	אריה	+ 7 15	11 02.6	1	(3)
	9.1	1.976	א	אריה	+ 8 22	10 58.0	11	
10.2	9.2	2.093	א	אריה	+ 9 11	10 55.5	21	
6.6	6.0	1.336	א	אריה	+15 00	11 40.7	1	(4)
	6.1	1.378	א	אריה	+15 30	11 33.3	11	
6.8	6.1	1.439	א	אריה	+15 33	11 28.2	21	

* ראה ברשימת התופעות המיוחדות בתאריך זה.
¹ כאן נרשם שם המזל שבתחומו נע כוכבי-הלכת. לפי תיחום קבוצות-הכוכבים המקובל היום עוברים המסלולים של כוכבי-לכת גם בקבוצות שאינן נמנות עם גלגלי-המזלות.

² א = תנועה אחורנית (ממז' למע').

צ = עומד מתנועה (בעליה ישרה), עובר מכיוון אחר למשנהו.

ק = תנועה קדומנית (ממע' למז').

³ "א" (יחידה אסטרונומית) = 149 504 200 ק"מ.

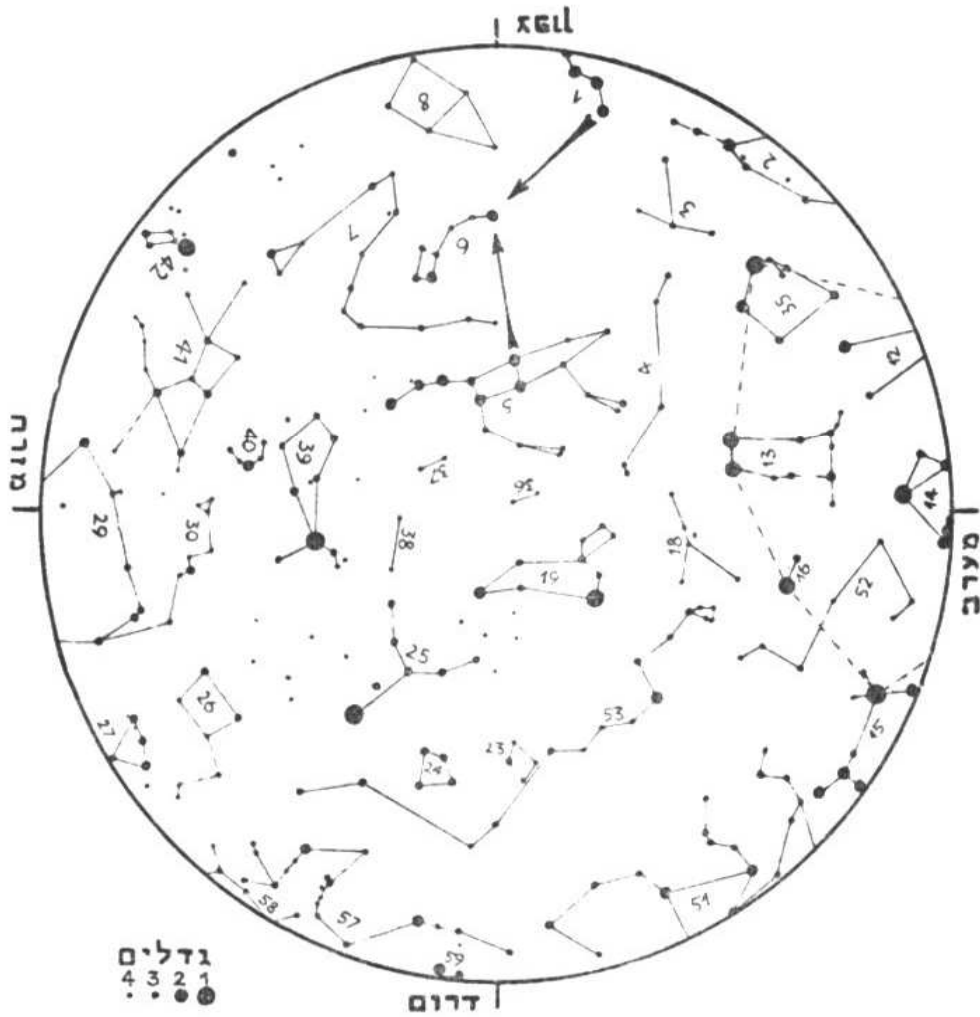
⁴ אצל כוכבי-הלכת צדק ושבתאי מובא כאן חצי הקוטר מקוטב לקוטב.

⁵ שמות הפלנטואידים: (1) קרס, (2) פאלס, (3) יונו, (4) ואסטה. הנתונים בטור ג' (גודל) הם גדלים ראויים (m_v) וגדלים פוטוגרפיים (m_p). ראה גם רשימה מיוחדת ומפה בגליון מרס 63, כרך י', מס' 3, עמ' 37-40.

(1) Ceres, (2) Pallas, (3) Juno, (4) Vesta

מפת שמי הערב ב־15 באפריל ב-22 00

בראשית החודש ב־23 00 ובסופו ב־21 00 =שעת הכוכבים: 11 40



מז' ומע' מסומנים במפות כוכבים הפוך מן הנהוג במפות הארץ, כי אנו צופים על פני הארץ, מלמעלה" (מבחוץ), על השמים "מלמטה" (מבפנים). יש אפוא להחזיק את מפת השמים מעל לראש. צריך לדאוג שהקו צפ-דר' יהיה מכוון אל־נכון (בעזרת כוכב־הקוטב המסומן בחיצים) ואז יתאימו נקודות מז' ומע' של המפה. קבוצות הכוכבים מסומנות במפה במספרים המופיעים בתאור שמי הערב בסוגריים אחרי שמות הקבוצות. הכוכבים הראשיים הנזכרים בתאור הם הכוכבים המזהירים בכל קבוצה וקבוצה.

המספרים במפה מציינים את קבוצות הכוכבים כלהלן :

1	קאסיופיה	8	קפיאוס	19	אריה	30	נחש	41	הרקולס
2	פרסאוס	12	שור	23	גביע	35	עגלון	42	נבל
3	ג'יראפה	13	תאומים	24	עורב	36	אריה קטן	51	ספינת ארגו
4	לינכס	14	אוריון	25	בתולה	37	כלבי־צייד	52	ראם
5	דובה גדולה	15	כלב גדול	26	מאזניים	38	שער־בירוניקה	53	נחש־מים
6	דובה קטנה	16	כלב קטן	27	עקרב	39	רועה־דובים	57	קנטאור
7	דראקון	18	סרטן	29	נושא־נחש	40	כתר	58	זאב
								59	צלב דרומי

