

הכוכבים בחודש

6

שנה, מס'

יוצא לאור על ידי

אגודת אסטרונומים-חובבים בישראל

בעריכת ד. זיצ'ק

פלנטריום קופרניקני

נוסף אל אמצעי ההמחשה בפלנטריום ויליאמס ירושלים

אגודתנו עומדת לקבל כתרומה מאת חברת "קר בישראל" (Care in Israel) מכשיר חדיש המכונה: Musser Copernican Planetarium. ממציא ומתכנן המכשיר הוא ק. או. מוסר (Clair O. Musser) מן המחלקה האסטרונומית של החברה "תעשיות מדעיות" בקליפורניה (Scientific Industries, Inc., California). המתקן הוא בעל מסך עגול הדומה למסך טלביזיה גדול ובו אפשר להמחיש תופעות אסטרונומיות שונות:

אפשר להדגים על גבי המסך את מערכת השמש ההליוצנטרית (הקופרניקנית) בתנועה. כוכבי לכת, ירח ואסטרואידים נעים במסלולי ההקפה שלהם על רקע המרחב. אפשר לשנות את מהירות התנועה, להפעיל כל כוכב לכת בנפרד, כולם כמערכת או קבוצות מהם, לפי רצון המדריך. אפשר לצמצם את הזמן או להרחיבו, להקדימו אל העתיד או להחזירו אל העבר. בעזרת שעון-אפמרים אפשר להמחיש את מצבי הגופים במערכת השמש בעבר, בהווה ובעתיד. התנועה המסלולית של כוכבי-הלכת ושל הירח מתוארת לפי סולם זמן מדויק כשמחזור הארץ משמש בסיס למדידת הזמן.

מסך מיוחד מאפשר להפוך נקודות תצפית הליוצנטריות לגיאוצנטריות תוך תנועת הארץ במסלולה. הכיוונים מן הארץ אל כוכבי הלכת, העליה הישרה והאורך ההליוצנטרי שלהם ניתנים לקריאה במסך. הקונפיגורציות השונות, התקבצויות וניגודים, מוסברות בקלות.

מסך אחר מראה את שמי הכוכבים כפי שהם נראים במקומות שונים על פני כדור הארץ. אפשר להפוך את שמי הכוכבים למפה ובה קואורדינטות, שמות כוכבים וקבוצות כוכבים שבהם הכוכבים הראשיים מחוברים בקווים כמקובל.

מסך אחר מראה מסלוליהם של כוכבי שביט ומטרות מטיאורים וממחיש בין היתר את האפקט של מוצא הקרינה (רדיאנט) של מטרות המטיאורים. מסכים נוספים משמשים להמחשת בעיות המכניקה של התנועה המסלולית של חלליות וירחים מלאכותיים. גם את בעיות הניווט השמימי אפשר להסביר בעזרת המכשיר. נוסף על כך מאפשר המכשיר להציג תצלומים טלסקופיים של אוביקטים שמימיים בהגדלה גדולה.

המכשיר הראשון של הפלנטריום הקופרניקני הוקם לא מכבר בהאיידן-פלנטריום של המוזיאון האמריקני בניו-יורק. מכשירים נוספים נרכשו על ידי בתי חרושת ומעבדות העוסקים בפיתוח טילים וחלליות בארה"ב והם משמשים להמחשת המסלולים בתחום הבינ-פלנטרי ולשם לימוד בעיות אחרות של הטיסה לחלל.

בפלנטריום ויליאמס ישמש המכשיר החדש השלמה חשובה בתכנית ההדרכה. המכשיר עומד להגיע ארצה בסוף חודש יוני 63. ממציא המכשיר, ד"ר ק. או. מוסר, יהיה נוכח בחנוכת המכשיר. הודעה על תאריך החנוכה נפרסם בעוד מועד.

הקרע בין המאקרוקוסמוס והמיקרוקוסמוס

מאת ב. כהנוב, גבעתיים¹

בדומה לקפלר בדורו שגילה את תנועות כוכבי הלכת לפני שניוטון ניתח והסביר את משמעותן והכרחיותן, כן גם בדורנו הפיסיקאים החוקרים את גרעין האטום על כל הסתעפויותיו אינם יודעים הרבה על הגרעין עצמו. במשך יובל שנים מתלבטים החוקרים בבעיה — מהו הכוח הנעלם המקשר קשר כל כך הדוק את הנוקליאונים, פרוטונים ונויטרונים, בתוך הגרעין? לגבי הפרוטונים, בינם לבין עצמם, הבעיה עוד יותר מביכה. בין הפרוטונים המצויים בגרעין קיימת ללא ספק "דחיפה קולומבית" הניתנת לחישוב לפי נוסחת ביתה (Bethe); אם כן, כיצד זה קורה, כי נוקליאונים אלה, במקום שידחפו זה את זה, קשורים ביניהם בכוח כה עצום עד כי דרושים מיליוני וולט, כדי להתגבר עליו?

הנסיון להסביר את הקשר הזה שבתוך גרעין האטום כתופעה גרביטציונית איכזב. חישוב אלמנטרי מראה, כי כוח המשיכה בין שני נוקליאונים בגרעין, לפי חוקי המכניקה המקובלים, רחוק לאין שעור מ"אנרגיית הקשר" (binding energy) הנמדדת בכמה מגא-אלקטרון-וולט לכל נוקליאון.

כדי לצאת מן המבוכה, הדביקו מדעני הגרעין לכוח מיסתורי זה את הכינוי "כוחות לטווח קצר" (short range forces), מבלי להבהיר בצורה כל שהיא את מהות הכוח החדש הזה.

אולם ההנחה הזאת עומדת בניגוד חריף למסורת הבלתי מעוררת עד היום בהתפתחות המדע — המגמה לאחות ולצמצם בהתמדה את עקרונות המדע. במאה הקודמת הגיעו למסקנה שאפשר לייחס את כל התופעות הפיסיקליות לשני סוגי כוחות בלבד — המשיכה והאלקטרומגנטיות. כידוע התלבט אינשטיין בנסיון לאחות שני הכוחות האלה, הוא ניסה אפילו להשתחרר מן המושג הניוטוני "כוח משיכה" ולהחליף אותו בשיקולים מרחביים. לכן קשה לנו להתרגל להכנסת כוח שלישי למסגרת עולמנו, כוח כה מעורפל כמו אותם "כוחות לטווח קצר". כוח זה מסמל קרע עמוק בין המאקרוקוסמוס והמיקרוקוסמוס — בין הכוחות לטווח ארוך לכוחות לטווח קצר. —

להלן אנו מנסים לגשר את הקרע הזה מבלי לחרוג ממסגרת המכניקה הניוטונית, אשר — למרות תיקון ערך המסה בתורת היחסות — אומתה ביסודה על ידי רבבות מדידות. אנו שוללים כוח משיכה מיוחד בין נוקליאונים בגרעין ואיננו גורסים שום הבדל בחוקי המכניקה, בין אם הגופים מרוחקים במיליארדי קילו-מטרים או רק בשבר של מילימטר.

לפי הנוסחה הקלאסית שווה כוח המשיכה F בארגים:

$$F = K \frac{M_1 \times M_2}{d^2} \quad (1)$$

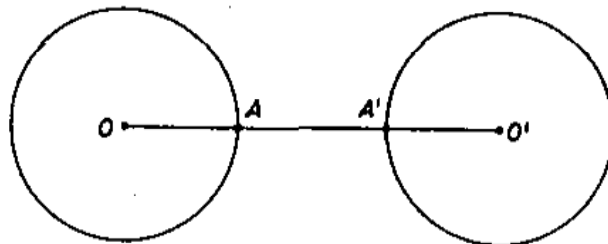
כאשר M_1, M_2 הן המסות בגרמים של שני הגופים, d — המרחק בין הגופים בסנטימטרים, K — הקבוע של קוונדיש: 0.66×10^{-7} . מכל מרכיבי הנוסחה אנו בוחנים מחדש רק את המרחק d .

המרחק בין מה למה? מקובל לחשב אותו בין מרכזי הגופים O, O' הנמשכים אחד לרעהו. אבל כאן אנו מוצאים עילה להרהור.

¹ על פי הרצאת המחבר שניתנה ב-13 ביוני 1962 בפלנטריום ויליאמס ירושלים מטעם אגודת אסטרונומים-חובבים בישראל.

בעצם מהו כוח המשיכה? גיוטון עצמו הודה שאינו משיג אותו. כדי לתרגם אותו במידת-מה לשפת בני-אדם, אותם היצורים הנמצאים לפי הביטוי הנפלא של פאסקאל באמצע בין המאקרוקוסמוס והמיקרוקוסמוס, היינו אומרים, כי כוח המשיכה מהווה מן כמיהה או זיקה של אחד הגופים למשנהו; כמובן אין זה אומר כלום להגיון שלנו, אבל אומר משהו לדמיוננו.

כאשר אנו מתארים לנו שני חלקיקים בגרעין, אנו משווים להם שלושה מימדים, ורק לצורכי הפשטה עיונית אנו מרשים לעצמנו לצמצם כל אחד מן הגופים בנקודה אחת המשוללת מימדים מרחביים. נסמן את שני הגופים בצורת שני כדורים, המצטיינים כידוע במינימום של אנרגיית פנים (פני השטח), מרכזי הכדורים הם O, O' , הקו המחבר את המרכזים OO' (ראה ציור).



אנו מציעים — וזהו הרעיון העיקרי שלנו — לחשב את הזיקה בין שני הגופים לא לפי המרחק בין מרכזיהם OO' , אלא לפי המרחק הקצר ביותר בין פני-שטחם AA' .

נקח לדוגמה את גרעין האטום הפשוט ביותר, גרעין הדויטרון H_1^2 , הפרוטון והנויטרון המרכיבים אותו נמצאים במרחק של 10^{-12} ס"מ; זהו המרחק בין מרכז למרכז, אולם יתכן שהמרחק בין שטח לשטח יהיה קטן בהרבה.

נסמן את מסת הנוקליאון (בערך שווה בשניהם): $M = 1.67 \times 10^{-24} \text{ g}$ או הפוטנציאל הגרביטציוני P של הגוף O בנקודת שדהו A' שווה:

$$P = - \frac{K \times M}{d} \quad (2)$$

והאנרגיה הפוטנציאלית E הטמונה בגוף O' שווה:

$$E = - \frac{K \times M^2}{d} = - \frac{0.66 \times 10^{-7} (1.67 \times 10^{-24})^2}{d} \text{ erg} \quad (3)$$

נשווה את E עם „אנרגיית הקשר“ של כל אחד הנוקליאונים בגרעין H_1^2 . נסמן אותה: $E_B = -1.095 \text{ MeV}$, נמצא:

$$d = \frac{-K \times M^2 \text{ erg}}{-1.095 \text{ MeV}} = \frac{0.66 \times 10^{-7} (1.67 \times 10^{-24})^2}{1.095 \times 1.67 \times 10^{-12}} = 1.05 \times 10^{-43} \text{ cm} \quad (4)$$

מובן, כי למרחק $d = 1.05 \times 10^{-43} \text{ cm}$ בין הנוקליאונים בדויטרון אין שום דמיון למימדי עולמנו המוחשי, אולם אין זה שולל אפשרות קיומו.

בגרעינים יותר כבדים מדויטרון החישוב הוא יותר מסובך ותלוי — בין היתר — גם במבנה הגיאומטרי של הגרעין. אולם עיקרון החישוב נשאר בתוקפו. מובן, כי בתופעות משיכה בין שני גופים מאקרוקוסמיים ערך הכוח F , בין חלקיק בודד בגוף אחד וחלקיק בודד בגוף שני, אינו משתנה, אם נקח בחשבון את המרחק בין המרכזים OO' או את המרחק בין פני השטח AA' של הגופים, היות כי

למעשה שני המרחקים זהים. — לכן הנוסחה (1) וכן המושג היסודי "מרכז הכובד" עומדים בתוקפם המלא, כאשר לוקחים בחשבון את d כמרחק בין המרכזים. אימות הנוסחה (1) במשך 300 השנים האחרונות בלי להתקל בשום תופעה נוגדת, הן בניסויים מעבדתיים והן בתצפיות אסטרונומיות, הביא לידי כך, כי בעיני המדענים נראה הערך d , השווה למרחק בין המרכזים, כביטוי של חוק מדויק וכללי ביותר, שאין להרהר אחריו. — אבל בתקופתנו אנו נתקלנו בתופעה נוגדת — בעולם המיקרוקוסמי שנשאר סמוי מעיני קדמונו. הכוחות התוך-גרעיניים עומדים בסתירה מוחלטת וללא פשרה למכניקה המקובלת.

התיקון המשוער בערך המרחק d נוגע רק במהות המושג "כוח משיכה" ואינו משנה את צורת הקשר הפונקציונלי בין הכוח והמרחק: יחס הפוך לריבוע המרחק; הוא מגשר את הקרע בין המאקרוקוסמוס והמיקרוקוסמוס מבלי להוות סתירה לאף אחד מחוקי המכניקה המקיפה את העולם הפיסי בשלמותו.

מצער שהשערתנו אינה ניתנת לבדיקה מיקרוסקופית. אנו מסוגלים כבר להבחין במבנה מולקולות, ויתכן שנוכל בקרוב להבחין גם באטום בודד. אולם אין שום סיכוי שנצליח להבחין אי-פעם במרחקים כמעט אפסיים בין הנוקליאונים. אולם בתחומים אחרים, כגון בתופעות מגע בביולוגיה, בהצמדת החומר בפיסיקה, בחקר הדבק וכד', יתכן, כי המיקרוסקופ האלקטרוני יצליח ביום מן הימים למדוד את המרחקים בין הפרודות הסמוכות ולודא את התיקון המשוער, כלומר את תלות המשיכה לא במרחק בין המרכזים, אלא במרחק בין פני שטחם של חלקיקים צמודים. אימות מסקנתנו לא היה רק משחרר אותנו ממבוכה חמורה בהשקפת עולמנו, אלא גם סולל דרך נוספת לחקר תוך הגרעין.

כוכב שביט Comet Alcock 1963 b

החברים שעקבו אחרי מהלך השביט החדש במשך חודש מאי הבחינו בסטייה קלה מן הנתונים שהיו כלולים באפמריס שפרסמנו בגליון מאי של "הכוכבים בחודשם". מהלכו התאים יפה לנתונים של אפמריס מתוקן שהובא בחזר מס' 450 מיום 6 במאי של האגודה האסטרונומית הבריטית שהגיענו בינתיים. אנו מעתיקים להלן את האפמריס המתוקן לחודש יוני מן המקור הזה:

α	r	ρ	$\delta_{1950.0}$ ° ' "	$\alpha_{1950.0}$ d m	Oh E.T. 1963
7.2	1.576	0.874	+23 55.3	13 06.08	31 מאי
			+16 59.1	12 50.27	5 יוני
7.6	1.612	1.006	+10 45.4	12 38.49	10
			+ 5 17.7	12 29.77	15
8.1	1.658	1.186	+ 0 33.0	12 23.45	20
			- 3 34.1	12 19.00	25
8.6	1.713	1.393	- 7 09.8	12 16.03	30
			-10 19.9	12 14.26	5 יולי

r — מרחק מן השמש בי"א

ρ — מרחק מן הארץ בי"א

השביט נע במשך חודש יוני בתחום קבוצת הכוכבים שער-בירוגיקה (עד 8 ביוני) ומול בתולה (עד 5 ביולי). ב-9 ביוני בערב הוא ימצא כ-5° מע' לכוכב "אפסילון" בבתולה (ϵ Virginis). ב-21 ביוני בערב הוא עובר בין הכוכבים "גאמא ו"אטא" בבתולה ($\gamma-\eta$ Virginis), כ-1° מז' מכוכב "אטא" בבתולה.

תחזית לתצפית אקו | Echo | ביוני 63

מאת צ. דרונר, תל-אביב

המסלולים הנראים במשך החודש

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

הכיוונים: 0 — קודקוד, 1 — צפ, 2 — צפ-צפון, 3 — צפ-מז, 4 — מז-צפון, 5 — מז, 6 — מז-דרום, 7 — דר-מז, 8 — דר-דרום, 9 — דר, 10 — דר-דרום, 11 — דר-מז, 12 — מז-דרום, 13 — מז, 14 — מז-צפון, 15 — צפ-מז, 16 — צפ-צפון.

א'	ב'	ג'	ד'	ה'	ו'	א'	ב'	ג'	ד'	ה'	ו'	א'	ב'	ג'	ד'	ה'	ו'
1	01 14	50	16	12	3	11	17	01	35	2	15	4	20	06	19	20	3
1	03 18	30	1	15	3	11	19	03	55	3	15	6	20	08	21	30	3
1	22 13	45	7	10	3	11	10	20	65	7	11	3	20	12	23	40	5
2	00 13	65	15	12	3	11	12	22	50	16	13	3	21	01	01	90	7
2	02 17	35	16	14	3	11	14	00	30	1	15	3	21	03	03	14	9
2	21 11	30	7	9	4	12	18	02	45	2	15	6	21	05	20	16	3
2	23 12	90	0	11	3	11	09	19	40	7	10	3	21	08	22	15	5
3	01 15	40	16	13	3	11	10	21	70	15	12	3	22	00	00	11	7
3	03 18	35	2	15	4	12	14	23	40	16	14	3	22	01	02	11	8
3	20 11	15	7	9	5	13	16	01	35	2	15	5	22	03	19	16	3
3	22 12	60	7	11	3	11	19	03	80	3	15	7	22	07	21	30	3
4	00 13	55	16	12	3	11	10	20	85	15	11	3	22	10	23	45	6
4	02 17	30	1	15	3	11	13	22	45	16	13	3	23	01	01	11	7
4	21 12	40	7	10	3	11	14	00	35	2	15	4	23	03	11	10	9
4	23 13	70	15	12	3	11	17	02	50	3	15	6	23	05	20	16	3
5	01 16	35	16	14	3	11	19	19	60	7	11	3	23	08	22	40	5
5	03 20	40	2	15	5	12	21	21	60	16	12	3	24	00	00	11	7
5	20 13	25	7	9	4	12	23	23	80	11	15	3	24	02	02	11	9
5	22 12	80	7	11	3	11	17	01	40	2	15	5	24	01	19	16	3
6	00 15	50	16	13	3	11	19	03	55	15	11	7	24	04	21	35	4
6	02 17	30	1	15	3	11	15	20	55	15	11	3	24	08	23	50	7
6	19 12	10	7	9	5	12	22	22	40	16	14	3	25	01	01	11	8
6	21 13	45	7	10	3	11	17	00	35	2	15	5	25	01	20	30	3
6	23 14	60	15	12	3	11	19	02	70	3	15	7	25	05	22	40	6
7	01 17	35	16	14	3	11	21	19	85	7	11	3	26	06	00	11	7
7	03 21	40	2	15	5	12	23	21	45	16	13	3	26	06	02	11	9
7	20 12	35	7	10	3	11	23	23	35	2	15	4	26	09	18	59	3
7	22 13	75	15	12	3	11	25	01	50	3	15	6	26	02	21	40	5
8	00 15	35	16	14	3	11	27	03	55	11	15	8	26	05	23	65	7
8	02 18	35	2	15	4	12	28	20	60	16	12	3	27	05	01	30	8
8	19 10	15	7	9	4	12	22	22	30	1	15	3	27	09	19	35	4
8	21 12	75	7	11	3	11	24	00	40	2	15	5	27	03	22	50	7
8	23 14	45	16	13	3	11	26	02	85	11	15	7	28	03	00	11	8
9	01 15	30	1	15	3	11	28	19	60	7	11	3	28	07	18	57	3
9	03 20	50	3	15	6	12	21	21	40	16	14	3	28	00	21	40	6
9	20 10	45	7	10	3	11	23	23	35	2	15	5	28	02	23	90	7
9	22 12	65	15	12	3	11	25	01	60	3	15	7	29	02	01	11	9
10	00 15	30	1	15	3	11	27	03	40	11	14	8	29	08	19	58	5
10	02 19	45	2	15	5	12	28	20	60	16	12	3	29	01	22	60	7
10	19 10	25	7	9	4	12	22	22	30	1	15	3	30	01	45	11	8
10	21 11	80	15	12	3	11	24	00	50	3	15	6	30	04	18	54	3
10	23 15	40	16	13	3	11	26	02	65	11	15	7	30	09	20	45	7
													30	00	23	70	8

זמן הזריחה הוא כ־10 דקות (בממוצע) לפני השיא.
זמן השקיעה הוא כ־11 דקות (בממוצע) אחרי השיא.

במשך חודש זה תחולנה תופעות מענינות ביחס לשהותו של „אקו ו” בצל הארץ. עד יום 5 ביוני יופיע הלווין מדרום לכיוון המזרח או המערב וייראה עד לשקיעתו. מיום 5 ביוני בערב ואילך הוא לא יעלה כלל למשך 18 יום וכל מסלול לילי ייראה בשלמותו. ביום 23 ביוני הוא יכנס לצל הארץ ומכאן ואילך, עד סוף החודש, הוא יעלה מדרום לכיוון המזרח או המערב.

במשך חודש מאי חלה ירידה פתאומית בגובהו של הלווין תחל מן השבוע השני של החודש (במשך החודש הוא ירד ב־8.6 ק"מ); לכן הוא גם הקדים להופיע לפני הזמן המצופה. יתכן שירידה זו קשורה בשיגור מחטי הנחושת לחלל. קוראים שצפו ב„אקו ו” במשך חודש מאי וכן קוראים היודעים פרטים על מסלולם של מחטי הנחושת, מתבקשים למסור את ידיעותיהם למערכת „הכוכבים בחודשם”.
פיגורו המשוער לתחילת יוני הוא 58.4 דקות. יש לחכות שפיגורו יגדל עד 60 דקות בסוף החודש.

באגודה

בסניף תל־אביב ערבי תצפית ליד הטלסקופ ית־

קיימו על גג בית ההסתדרות ברמת־גן.

ביום א', 2 ביוני, בשעה 20.00
ביום א', 30 ביוני, בשעה 20.00
ערב תצפית מתחת לכיפת השמים:
ביום י', 16 ביוני, בשעה 20.00
הפגישה בשעה 19.45 ליד „מכבי־אש”
בגבעתיים (אוטובוסים 53, 63); התצ־
פית תתקיים ב„גן העליה השניה”.

באספת החברים שהתקיימה
ב־6 במאי נבחר ועד חדש לסניף
בהרכב הבא: יו"ר: דוד זכאי, מזכיר
כבוד: אינג' יוסף פוקס, חברי ועד:
ד"ר איתמר בלום, צפורה גורודיש, יוסף
דנון, שמואל נוימן, גדעון שטייניץ, יצחק
תפוחי.

רשימת החברים — חברים חדשים¹

שנת ההרשמה		
תשכ"ג	בראון טידני, דואר נע נחל לכיש דרום	ברור חיל :
תשכ"ג	צבר גדעון, דואר נע הגליל העליון	חולתה :
תשכ"ג	רוזנברגר חנן, מהנדס, ת.ד. 57	חיפה :
תשכ"ג	בן־יהודה נחמן, תל־ארוזה, רח' נחמני 4	ירושלים :
תשכ"ג	מיכאלי מנשה, שכון עממי תלפיות, בלוק 11	
תשכ"ג	חברת הנוער (ד. שלום), דואר נע רמת הנגב	משאבי שדה :
תשכ"ג	פרידמן פרלה, בית־הספר, דואר נע הנגב	נירים :
תשכ"ג	ברקוביץ שלמה, רח' בן ציון פוגל 25	רחובות :
תשט"ו	גור־אריה רחל, רמת־יצחק, רח' יד שלום 14	רמת גן :
תשכ"ג	ינקלביץ מיכה, רח' גורג' אליז 5 א'	תל אביב :
תשכ"ג	פויכטונגר אהרן מאיר, רח' פומבדיתא 24	
תשכ"ג	קולניק ישראל, נחלת יצחק, רח' רית השדה 10	
תשכ"ג	קרצ'מר אבי, רח' חברון 12	
תשכ"ג	רוזנבלט מיכאל, רח' לוינסקי 105	
תשכ"ג	רוזנברג יוסף, מהנדס, שד' סמאטס 19	

¹ הרשימה המלאה הופיעה בגל' 4 (1959), השלמות בגל' 6, 10 (59), 1, 3, 6, 12 (60), 4, 9 (61), 5, 10 (62), 1 (63).

השמים בחודש יוני 1963

תופעות מיוחדות

יום	שעה	(לפי שעון ישראל)
1	1	שבתאי בדרימו.
1	3	צדק במז' 58° מע' לשמש.
1	4	נוגה במז' צפ' 24° מע' לשמש.
1	20	מאדים במע' דר' מע' 1° צפ' לרגולוס ¹ ; ההתקבצות בעליה ישרה חלה בשעה 07 בבוקר.
1	22	הירח צפ' מז' לגאמא ² בבתולה.
2	22	הירח צפ' צפ' מז' לספיקה ³ .
4	3	שבתאי, במזל גדי, עובר מתנועה קדומנית לאחורנית.
4	20	הירח צפ' מז' לאלפא ⁴ במאזניים.
5	20	הירח צפ' מע' לביתא ⁵ בעקרב.
5	21	מאדים מתקבץ עם אורנוס ועובר 0.6° צפ' לו.
6	22	הירח צפ' צפ' מז' לאנטארס ⁶ .
9	9	כוכב-חמה מתקבץ עם נוגה ועובר 3° דר' לו, במז' של כ-22° מע' לשמש; תצפית לאור היום!
10	10	כוכב-חמה מזהיר בשעה 10 05, בגובה של 73½° מעל לאופק הדרומי; ג' +0.9; תצפית לאור היום!
11	3	הירח דר' לאלפא/ביתא ⁷ בגדי.
11	21	אורנוס נוח לתצפית — עד ל-22 בחודש (ערבים ללא ירח).
12	1	הירח מע' דר' מע' לשבתאי; ההתקבצות חלה בשעה 17 אחה"צ, שבתאי 2° צפ'.
13	4	כוכב-חמה נמוך. במז' צפ' מז'; הוא עולה בשעה 03 21 כשעה ורבע לפני השמש; ג' +0.7.
13	8	כוכב-חמה במז' מע' הגדול ביותר (אלג'יה) של 23°; הוא מזהיר בשעה 10 03 בגובה של 74½° מעל לאופק הדרומי; תצפית לאור היום!

1	Regulus, α Leonis (=המלך הקטן; השם ניתן על ידי קופרניקוס); ג' +1.3, ג' מוחלט -0.4, מ' 70 ש"א, ט' 13400°, תנועה עצמית 0.247" בז"מ 269°, מהירות רדיאלית +7 ק"מ/שנ', עוצמת-אור 97×שמש; מלחה בן ג' 8.4, מז' 176°; ספ' B8.
2	γ Virginis: כוכב כפול, ג' 3.7/3.7, מז' 5.3, ז"מ 310°, מ"ה 178 ש', מ' 40 ש"א, שני המרכיבים צהובים. ספ' F0/F0.
3	Spica, α Virginis (=שבולת); ג' +1.2, ג' מוחלט -1.6, מ' 120 ש"א, ט' 20000°, תנועה עצמית 0.055", מהירות רדיאלית +2 ק"מ/שנ'; כוכב כפול ספקטרוסקופי, מ"ה 4.014; ספ' B2 + B5.
4	α ₁ /α ₂ Librae: כוכב כפול, ג' 5.3/2.9, מז' 231°, ז"מ 314° (משקפת שדה!); מ' 58 ש"א, קרוב למילקה.
5	β Scorpil: כוכב כפול, ג' 5.1/2.9, מז' 14°, ז"ה 23°, מ' 400 ש"א, ספ' B1; מלחה שני, ג' 9, סמוך מאוד.
6	Antares, α Scorpil (=מתחרה של מארס, מאדים); ג' 0.9—1.8, משתנה סדיר למחצה, מחזור שינויי האור 1733 י', ג' מוחלט -3.3, ק' 330×שמש, עוצמת-אור 1900×שמש, מ' 250 ש"א, ט' 3300°, תנועה עצמית 0.034", מהירות רדיאלית -3 ק"מ/שנ'; ספ' gM0 מלחה לבן; ג' 5.2, מז' 3.1, ז"מ 275°, ספ' A3.
7	α ₁ /α ₂ Capricorni: כפול אופטי, הנראה כבר בעין. ג' 3.8/4.5, מז' 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, מז' 205°, ז"מ 267°, מ' 500 ש"א. לשני המרכיבים צבעים שונים — צהוב וכתלחל, ספ' B8/G0.

יום	שעה	(לפי שעון ישראל)
13	21	נפסון נוח לתצפית — עד ל-23 בחודש (לילות ללא ירח).
16	2	הירח דר'מע' לצדק; ההתקבצות חלה בשעה 09 לפה"צ, צדק 4° צפ'.
19	4	הירח מע' לכוכב-חמה (כוכב-חמה עולה בשעה 03 20); ההתקבצות תחול בשעה 23 בלילה; התכנסות בדרום-פציפיק.
20	4	הירח דר'דר'מו' לנוגה; ההתקבצות חלה קודם לכן בשעה 03 כשנוגה וירח עוד מתחת לאופק, נוגה 3° צפ'.
21	3	נוגה מתקבץ עם אלדיברן ועובר 5° צפ' לו; ההתקבצות בעליה ישרה חלה כשהכוכבים עוד מתחת לאופק; נוגה עולה ב-23 03.
22	5	התחלת הקיץ האסטרונומי בחצי הכדור הצפוני של הארץ והחורף בחצי הכדור הדרומי. בשעה זו נכנסת השמש לסימן סרטן (22d 05h 04m — ☊) ומגיעה בזה למ"ז צפ' הגדול ביותר מקו-המשחה, בחוג הסרטן או קו המפנה הצפוני ($\alpha = 6h, \delta = +23^\circ 27'$). השמש נמצאת במזל תאומים. בחצי הכדור הצפוני חלים בתאריך זה היום הארוך והלילה הקצר ביותר. בירושלים עולה השמש בצהרים במיצהר עד לגובה של 81° 41' מעל לאופק (לעומת 34° 47' ביום הקצר ביותר). אורך היום מגיע עד 14 שעות 13 דקות.
25	21	הירח צפ'צפ'מו' לרגולוס ¹ .
26	2	צללי שני הירחים: ו-ו ביחד על צדק, משעה 02 11 עד 03 49; ראה לוח ירחי צדק בעמ' 86 של גליון זה.
26	21	מאדים מתקבץ עם הירח, מאדים 3° דר'.
28	3	כוכב-חמה מתקבץ עם נוגה, בפעם השניה בחודש יוני (ראה ב-9 בחודש); כוכב-חמה עובר 0.6° דר' לנוגה. שני הכוכבים עולים ב-03 30 בקירוב, הם מצהירים בשעה 10 29 בגובה של 80° מעל לאופק הדרומי; ג' של נוגה 3.3—, של כוכב-חמה 0.6—; תצפית לאור היום!
29	22	הירח צפ'צפ'מע' לספיקה ³ .
29	22	הירח צפ'צפ'מע' לספיקה ³ .
30	2	צדק 2° צפ' לכוכב "77" בדגים ⁸ .

⁸ Piscium 77 ($\delta -4^\circ 39', \alpha 1h 03.2m$): כוכב-כפול, ג' 7.6/6.7, מ"ז 33", ז"מ 83°, המרכיבים בצבע לבן וכחול.

שמש

יוני 1963	עליה ישרה	נטייה	נטייה אחרי 5 ימים ¹	שעת-כוכבים במיצהר של גריניץ' ²	זריחה	צהירה זמן גובה	שקיעה
	(ל"ס שעות זמן עולמי)	° ' "	° ' "	h m s	h m	h m °	h m
1	4 32.6	+21 55	+22 33	16 35 01.8	4 36	11 37	18 38
11	5 13.8	+23 01	+23 19	17 14 27.4	4 34	11 38	18 44
21	5 55.3	+23 26	+23 23	17 53 53.0	4 34	11 41	18 47
30	6 32.7	+23 14	—	18 29 22.0	4 37	11 42	18 48

¹ בטור 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-14 שעות 2 דקות בראשית החודש עד 14 שעות 13 דקות ביום הארוך וקטן עד 14 שעות 11 דקות בסוף החודש.

הדימומים האסטרונומיים (השמש 18° מתחת לאופק) נמשכים ברוחב הגיאוגרפי של ירושלים 1h 39m.

חצי קוטר השמש: ב-1 ביוני 15' 48" וב-30 ביוני 15' 45" (חצי הקוטר הבינוני הוא 16' 01", כפי שהוא נראה במרחק של 1 י"א).

כוכבי לכת

זריחה צהירה שקיעה (לפי שעון ישראל ואופק ירושלים) h m h m h m			גודל		חצי צורה קוטרי ⁴	מרחק בי"א ³	תנועה ²	מזל ¹	נטייה	עליה ישרה	יוני 1963	
			m		"					(ל"ס שעות זמן עולמי) ° ' m h		
17 04	10 24	3 44	+1.7	0.14	5.3	0.631	ק	שור	+14 35	3 21.5	1	♀
16 45	10 03	3 21	+0.7	0.37	4.1	0.818	ק	שור	+16 15	3 46.5	*13	
17 00	10 10	3 20	+0.1	0.55	3.4	0.977	ק	שור	+19 07	4 23.9	21	
17 37	10 37	3 37	-0.8	0.78	2.9	1.163	ק	שור	+22 28	5 25.3	30	
16 38	9 59	3 20	-3.3	0.91	5.5	1.520	ק	טלה	+15 07	2 54.5	1	♀
16 57	10 08	3 19	-3.3	0.93	5.4	1.564	ק	שור	+18 30	3 43.2	11	
17 15	10 19	3 23	-3.3	0.94	5.2	1.604	ק	שור	+21 06	4 33.7	21	
17 32	10 31	3 30	-3.3	0.96	5.1	1.635	ק	שור	+22 38	5 20.5	30	
23 42	17 09	10 36	+1.2	0.90	3.1	1.498	ק	אריה	+13 10	10 06.0	1	♂
23 03	16 38	10 13	+1.4	0.90	2.9	1.619	ק	אריה	+10 08	10 34.9	16	
22 30	16 12	9 54	+1.4	0.91	2.7	1.725	ק	אריה	+ 7 01	11 03.1	30	
14 01	7 51	1 41	-1.8		16.9	5.429	ק	דגים	+ 3 51	0 47.8	1	♂
12 27	6 13	23 56	-1.9		18.3	4.017	ק	דגים	+ 5 28	1 04.3	30	
10 08	4 46	23 21	+0.9		7.8	9.556	ק	גדי	-14 49	21 43.2	1	♂
9 57	4 35	23 09	+0.9		7.8	9.508	ע	גדי	-14 49	21 43.2	*4	
8 12	2 50	21 24	+0.8		8.2	9.144	א	גדי	-15 05	21 41.2	30	
23 45	17 16	10 47	+5.9		1.9	18.431	ק	אריה	+11 42	10 14.7	1	♂
21 53	15 25	8 57	+6.0		1.8	18.876	ק	אריה	+11 21	10 18.2	30	
3 15	21 47	16 23	+7.7		1.2	29.412	א	מאזניים	-14 11	14 46.9	1	♂
1 19	19 51	14 27	+7.8		1.2	29.722	א	מאזניים	-14 02	14 44.7	30	

פלנטואידים⁵

m_p	m_v			(1950.0)	(1950.0)		
	7.4	2.473	ק	אריה	+16 38	11 13.2	10 (1)
8.1	7.5	2.599	ק	אריה	+14 54	11 23.2	20
	7.6	2.723	ק	אריה	+13 05	11 34.3	30
	6.7	1.816	ק	אריה	+12 01	11 37.1	10 (4)
7.5	6.9	2.017	ק	בתולה	+ 9 03	11 54.4	20
	7.0	2.123	ק	בתולה	+ 7 17	12 05.8	30

- ראה ברשימת התופעות המיוחדות בתאריך זה.
- 1 כאן נרשם שם המזל שבתחומו נע כוכב-הלכת. לפי תיחום קבוצות-הכוכבים המקובל היום עוברים המסלולים של כוכבי-לכת גם בקבוצות שאינן נמנות עם גלגל-המזלות.
- 2 א = תנועה אחורנית (ממז' למע').
- ע = עומד מתנועה (בעליה ישרה), עובר מכיון אחר למשנהו.
- ק = תנועה קדומית (ממע' למז').
- 3 י"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, (4) ואסטה. הנתונים בטור ג' (גודל) הם גדלים ראויים (m_v) וגדלים פוטוגרפיים (m_p).
- (1) Ceres, (4) Vesta

ירח

יוני 1963	עליה ישרה	נטייה	חצי קוטר	קולונג. ²	זריחה (לפי שעון ישראל ואופק ירושלים)	שקיעה	צורה
	(ל"ס שעות זמן עולמי)						
	h m	° '	° '	°	h m	h m	d h m
1	12 07.4	+ 4 26	14 51	15.9	13 26	1 21	7 10 31 ○
6	15 52.8	-16 06	14 49	76.9	17 54	3 59	14 22 54 ☾
11	20 15.5	-20 48	15 23	137.8	22 13	8 00	21 13 46 ●
16	0 41.1	- 1 09	16 10	198.9	0 48	13 11	28 22 24 ☾
21	5 26.9	+20 44	16 22	260.1	4 25	18 49	
26	10 17.6	+14 17	15 22	321.4	9 25	22 49	3 16 אפוגיאום
30	13 22.5	- 3 01	14 48	10.3	13 04	0 22	21 08 פריגיאום

¹ קולונגיסורה סלונגרסית של השמש.

ליבראציה מכסימלית	באורך :	d (U.T.)	ברוחב :	d (U.T.)
	-6.2	12.4	-6.7	2.8
	+6.3	25.0	+6.7	16.8
			-6.8	30.1
פרוש הסימנים :	באורך : + שפה מע' מגולה - שפה דר' מגולה ברוחב : + שפה צפ' מגולה - שפה דר' מגולה			

ירחי צדק

ראשי תיבות ראה בגליון מס' 8, עמ' 96 (אוגוסט 1962)

h m d	h m d	h m d	h m d
מ"ה I 3 31 26	מ"ה II 1 23 19	צ"ה I 3 55 10	צ"ה II 4 05 1
¹ צ"ס II 3 49	מ"ה I 1 35	ל"ה I 1 05 11	צ"ה I 2 01 3
מ"ה II 4 05	צ"ס I 2 29	מ"ס II 1 08 12	מ"ה I 3 11
צ"ס I 4 22	מ"ס I 3 46	מ"ס I 1 49	כ"ס II 3 50
כ"ס I 2 58 27	מ"ס II 3 51	IV מ"ז מו' 14	צ"ס I 4 13
² ק"ע IV 4 12	כ"ס I 1 03 20	III ל"ס 3 36 17	כ"ס I 2 37 4
III מ"ה 0 20 28	IV מ"ז מע' 23	II ל"ה 4 06	IV מ"ז מע' 6
II כ"ס 1 19	II צ"ה 1 17 26	I ל"ה 2 59 18	II ל"ה 1 32 10
III מ"ס 2 55	¹ צ"ה I 2 11	II צ"ס 1 12 19	III כ"ה 1 51

- ¹ צללי שני הירחים I ו-II ביחד על צדק, משעה 02 11 עד 03 49.
- ² ירח IV בהתקבצות עליונה, מצפון לצדק ; בגלל הנטייה הנוכחית של מסלולי הירחים לגבי הכיוון לשמש לא יתולו מכאן ואילך במשך כשלוש שנים ליקויים, התכסויות, מעברים ומעברי צללים של ירח IV.

ירחי שבתאי

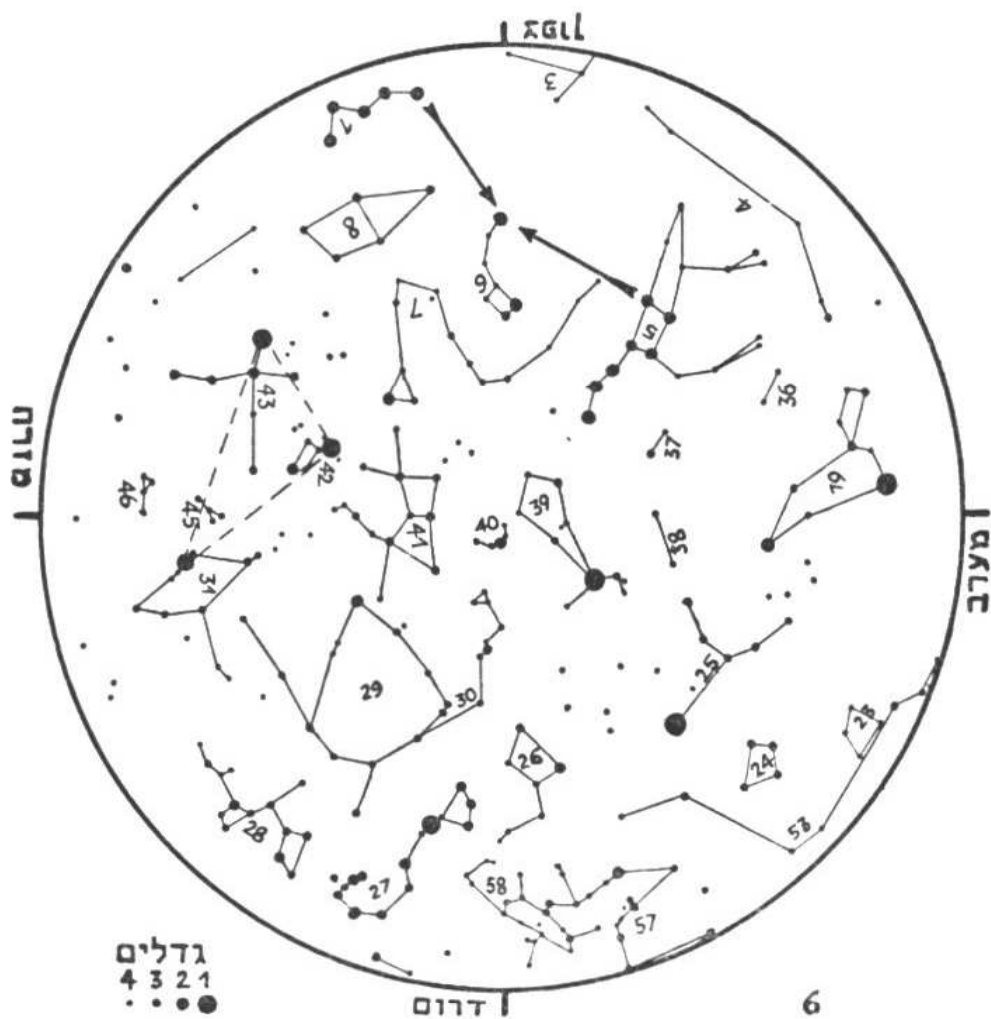
VI (Titan)				טיטאן			
h	d	h	d	h	d	h	d
מ"ז מו' 16.4	14	ק"ע 19.4	10	מ"ד מע' 0.0	7	ק"ת 21.8	2
מ"ז מו' 14.7	30	ק"ע 17.8	26	מ"ז מע' 22.4	22	ק"ת 20.3	18

V (Rhea) ריאה

זמני מ"ז מו' : ב' בחודש בשעה 19.5, ב' בשעה 07.9, ב' בשעה 20.3, ב' בשעה 08.7, ב' בשעה 21.1, ב' בשעה 09.5.

מפת שמי הערב ב־15 ביוני ב-22 00

בראשית החודש ב־23 00 ובסופו ב־21 00 = שעת הכוכבים: 15 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	9	לטאה	28	קשת	39	רועה-דובים	52	ראם
3	ביראפה	19	אריה	29	נושא-נחש	40	כתר	53	נחש-מים
4	לינכס	23	גביע	30	נחש	41	הרקולס	57	קנטאור
5	דובה גדולה	24	עורב	31	נשר	42	נבל	58	זאב
6	דובה קטנה	25	בתולה	36	אריה קטן	43	ברבור		
7	דראקון	26	מאזניים	37	כלבי-צייד	45	חץ		
8	קפאוס	27	עקרב	38	שער-בירוגיקה	46	דולפין		

מונחים וערכים [4]

אלמנטים של מסלול (המשך)¹ בשם זה מכנים שישה ערכים המציינים והמגדירים באופן חד-משמעי (א) את המסלול של כוכב (צורתו, גודלו ומצבו) ו(ב) את מקומו (מצבו) של הכוכב במסלול זה בזמן נתון. —

(1) **גודל המסלול** נקבע ע"י חצי-הציר הגדול של המסלול (semi-major axis) a ($AM = PM$ בציר) — ראה גם ערך אפסידים.

(2) **צורת המסלול** נקבעת באמצעות e (numerical eccentricity) שלו. בשם זה מכנים את היחס של המרחק מרכז מסלול—מוקד לחצי הציר הגדול (בציר: SM/PM), המרחק מרכז מסלול—מוקד מכונה בשם אפסצנטריות ליניארית (linear eccentricity).

(3) **מצב המסלול במרחב** (האוריינטציה שלו במרחב) מוגדר על ידי זווית הנטייה i (inclination) של מישור המסלול לגבי מישור-יסוד של מערכת קואורדינטות; במערכת השמש משמש בתור מישור הייחוס לרוב מישור מסלול הארץ, המילקה (האקליפטקה).

(4) **להגדרת מצבו של מישור המסלול** דרוש עוד, נוסף על נטייתו, האורך של הקשר העולה Ω (longitude of the ascending node), כלומר המרחק הזוויתי בין הכיוון של נקודת האביב (Υ) לבין הקשר העולה (Ω). נטיית המסלול כשלעצמה אינה מספיקה, כדי להגדיר את מצבו של המסלול, כי ישנם מישורים שונים ומרובים עד אין סוף בעלי אותה נטייה. אצל גוף השייך למערכת השמש חייב מישור מסלולו לעבור דרך מרכז השמש הנמצאת במוקד האחד של כל המסלולים. לפיכך הוא יחתוך את מישור המילקה בקו ישר העובר דרך מרכז השמש; קו חיתוך זה מכונה קו הקשרים (line of nodes). שני הקשרים (שתי נקודות החיתוך) נמצאים במילקה בנקודות מנוגדות באופן דיאמטרלי. בקשר העולה (ascending node) Ω חוצה המסלול את המילקה בכיוון לצפון, בקשר היורד (descending node) Υ — בכיוון לדרום. מקום הקשר העולה (האורך של הקשר העולה, ראה לעיל) ניתן על ידי מרחקו הזוויתי מנקודת האביב והוא נמדד במעלות בכיוון מזרח לאורך המילקה. הזווית נקראת האורך הליוצנטרי של הקשר העולה (בקיצור גם "אורך הקשר").

(5) **מצב המסלול בתוך מישורו** נקבע על ידי המרחק הזוויתי בין הקשר העולה לנקודת הפריהליון ω (ascending node — perihelion angle), כלומר המרחק הזוויתי הנמדד מן הקשר העולה (Ω) אל הפריהליון (P), במישור המסלול ובכיוון תנועת הכוכב. — במקום ערך זה משתמשים לעיתים גם "באורך הפריהליון" (π longitude of perihelion), שהוא הסכום של שתי זוויות $\omega + \Omega$: קשת הנמדדת בשני מישורים שונים, בחלקה במילקה ובחלקה במישור המסלול של הכוכב.

(6) **זמן מעבר הפריהליון** (T time of perihelion passage) הוא האלמנט השישי. הוא מאפשר לחשב את מקומו האקטואלי של הכוכב במסלולו בכל זמן שהוא.

סיבוב הפריהליון (motion of perihelion), התקדמות הפריהליון (advance of perihelion). בשם זה מכנים את תנועת הפריהליון (ואת תנועת הציר הגדול) של מסלול כוכבי הלכת שכיוונה ככיוון תנועת הקפה שלהם סביב השמש, ממערב למזרח. סיבוב זה נגרם על ידי הפרעות גרביטציוניות מצד כוכבי הלכת האחרים ואפשר לחשבו על פי חוקי המכניקה של השמים. אך התברר, כי אצל כוכבי הלכת הפנימיים עולים הערכים הנצפים של סיבוב הפריהליון על הערכים שחושבו לפי המכניקה הקלאסית. ההפרש הוא $43.11''$ ב-100 שנים (מתוך $574''$ של התקדמות הפריהליון ב-100 שנים) אצל כוכב-חמה, $8.4''$ אצל נוגה ו- $5.9''$ אצל הארץ. הפרש זה בהתקדמות הפריהליון מצא את הסברו על ידי אינשטיין כתוצאה מעקמומיות החלל בקרבת השמש. לפי תורת היחסות הכללית פרופורציונית התקדמות הפריהליון הרלטביסטית ל- $3v^2/c^2$ בכל מחזור (v היא מהירות כוכב הלכת ו- c מהירות האור). על יסוד נוסחה זו חושבה התקדמות הפריהליון של כוכב-חמה במאה שנים בשעור $43.03''$ של נוגה $8.6''$ ושל הארץ $3.8''$. שני הערכים הראשונים הם בהתאמה טובה לערכים הנצפים; הם מהווים את אחד המבחנים העיקריים להוכחת הנכונות של תורת היחסות הכללית על ידי התצפית. את המבחן הטוב ביותר מספק כוכב-חמה, כי המהירות ההקפתית שלו גדולה (בממוצע 47.9 ק"מ/שניה) ומסלולו אקסצנטרי במידה מספקת ($e = 0.21$).

¹ ראה "הכוכבים בחודש" כרך י', מס' 4 (אפריל 1963), עמ' 60.