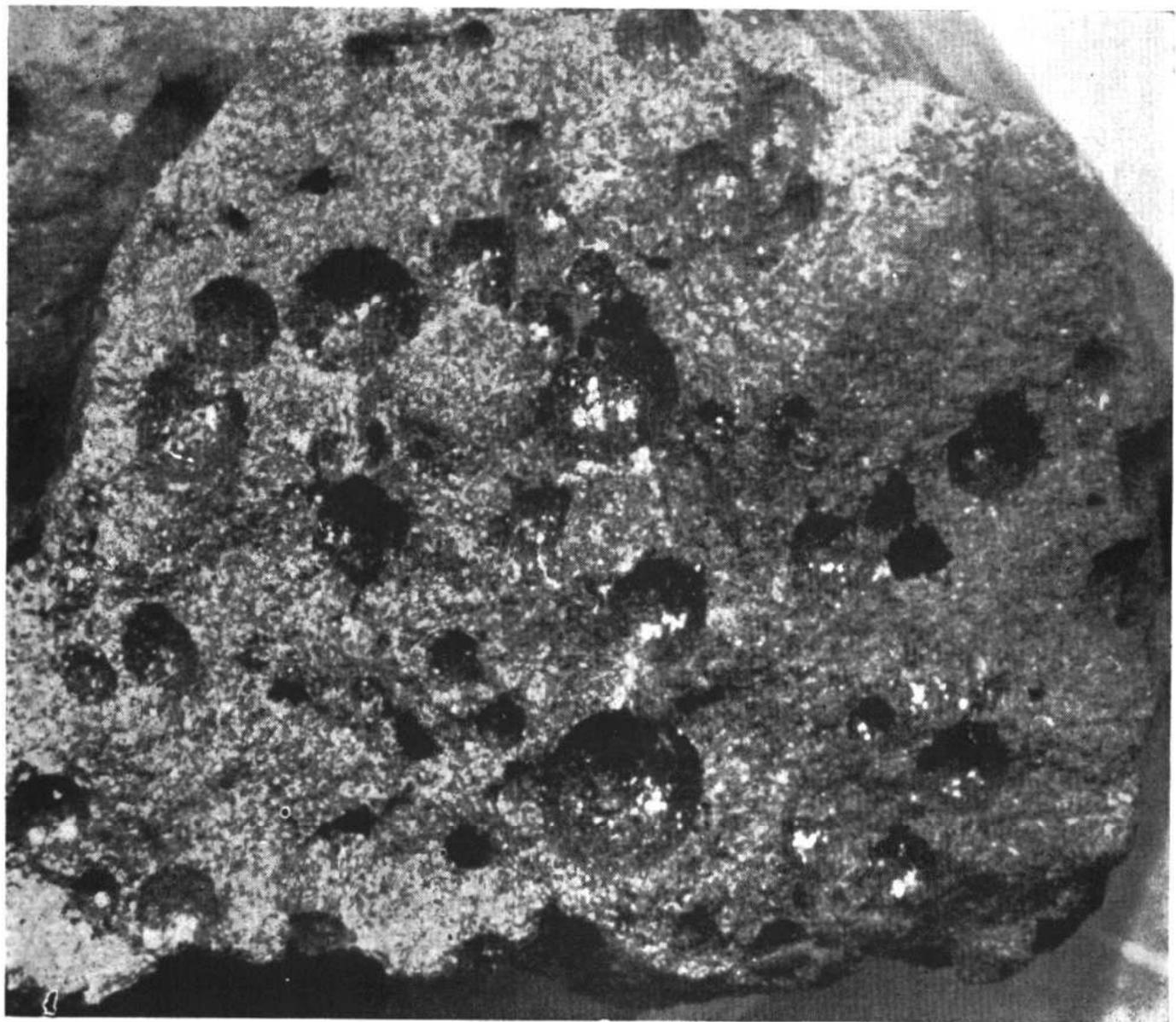




162

הכוכבים בחודש



הכוכבים בחודשם

יוצא לאור על ידי
האגודה הישראלית לאסטרונומיה
בעריכת ד"ר זיצ'ק

כרך י"ז מס' 2/1 (152) טבת/אדר א' תש"ל ינואר/פברואר 1970

Hakokhavim Bekhodsham (The Stars Month by Month)
Vol. 17 No. 1/2 (152) January/February 1970

|| - كواكب شهرية

ה ת ו כ ן

התמונה בשער: התך טרי בסלע קריסטליני שהובא מן הירח על ידי האסטרונומים של אפולו 11. הסלע בעל מבנה גרגירי דק ואחיד ויש בו חללים כדוריים זעירים מרופדים לרוב בחומר זגוגי (סלע מותך), מוגדל 5 פעמים.

- 1 לימוד ראשון של חומר ירחי
- 2 תכניות אסטרונומיות בחקר החלל
- 3 באגודה: תצפיות בכוכב השביט, החוגים לאסטרונומיה בנתניה, תצפיות משותפות בהתכסויות-נגישה, מצפה הכוכבים בגבעתיים
- 7 התכסויות כוכבים על ידי הירח ב-1970
- 8 יומן השמים בפברואר 1970
- 9 פרקי מבוא באסטרונומיה (8); כדור הארץ ככוכב לכת (המשך)
- 18 יומן השמים במרס 1970
- 23 מפת שמי הערב בפברואר
- 24 מפת שמי הערב במרס

האגודה הישראלית לאסטרונומיה

מוסדות, סניפים מקומיים וחוגים אזוריים

מרכז האגודה: האגודה הישראלית לאסטרונומיה ע"י האוניברסיטה העברית ירושלים.
מזכירות האגודה: בכל יום (א'-ה') בין השעות 5 עד 7 אחה"צ בפלנטריום ויליאמס, קריה האוניברסיטה העברית ירושלים, טלפון 30211, קו משנה 300.
מצפה-כוכבים: ירושלים - סגור באופן זמני.

פלנטריום ויליאמס: ירושלים, קריה האוניברסיטה העברית. ההצגות מתקיימות בכל יום ב' וה' בשבוע, בשעה 17.00 בדיוק! - קבוצות מאורגנות חייבות להרשם לביקור לפחות שבועיים מראש במזכירות האגודה, בכתב או בטלפון. - הצגות מיוחדות במועדים אחרים (ל-60 עד 100 איש) לפי הזמנה, לפחות שבועיים לפני המועד הרצוי. הדרישות תאושרנה לפי מידת האפשר.

"הכוכבים בחודשם": ירחון האגודה, מערכת והנהלה לפי כתובת מרכז האגודה.

סניפים וחוגים אזוריים:

תל-אביב וגוש דן: ע"י אינג' י. פוקס, רח' ז'בוטינסקי 44, גבעתיים
מצפה-כוכבים גבעתיים: גן העליה השניה, רח' גולומב.
גליל מערבי: ע"י ד. קיש, רח' יפה-נוף 41/5, נהריה.
גליל עליון: ע"י ד. בן ליש, דפנה, דואר נע הגליל העליון.
עמק הירדן: ע"י ש. לולב, בית גורדון, דגניה א', דואר נע עמק הירדן

לימוד ראשון של חומר ירחי

הדוגמות של סלעים וקרקע שנאספו בירח על ידי האסטרונאוטים של אפולו 11 ב-20 ביולי 1969 עברו את הבדיקות הראשונות. מדענים בעלי מקצועות שונים, כגון מינרלוגים, פטרולוגים, כימאים, ביולוגים, פירסמו את מימצאיהם לא מכבר וסיכמו כמה מסקנות פרילימנריות.

יש לזכור שהחומר שנבדק מייצג אך ורק דוגמה ירחית מוגבלת. הוא נאסף באזור מצומצם ביותר בסביבת מקום הנחיתה של אפולו 11. מקום זה נמצא בחלק הצפ'מע' של Mare Tranquillitatis, ברוחב ירחי צפ' של 0.67° ואורך מז' 23.49° בקירוב, כ-20 ק"מ דר'מע' ללוע Sabine D. אזור זה נחצה על ידי מספר של "קרניים" חלשות, שמוצאן מן הלועות Alfraganus, Theophilus ואולי אף Tycho, אך סביבתו הקרובה של מקום הנחיתה, שבה עברו האסטרונאוטים בסיוורם, היתה נעדרת גושים גדולים של חומר הנזרק מן הלועות המרוחקים. חומר מעין זה היה אולי נוכח רק בתערובת בקרקע של פני השטח שנאספה. ואלה המסקנות העיקריות:

(1) את הדוגמות אפשר לחלק לשלוש קבוצות: (א) גושי סלע קריסטליניים, מגמתיים, בעלי מבנה גרגירי דק או בינוני; (ב) ברציות (breccia) מורכבות משברי סלעים שונים המחוברים ומודבקים יחד על ידי "אבק ירחי" דק; (ג) אבק דק שקוטר חלקיקיו קטן ממילימטר אחד. הסלעים המגמתיים הושקעו כפי הנראה כזרמי לבה, נשברו לאחר מכן על ידי חבטות מבחוץ, התפוררו ופוזרו כפרורים. נמצאו בהם סימני ארוזיה — אם כי לא של ארוזיה הנגרמת על ידי מים. סלעים שהיו בחלקם טמונים בתוך הקרקע, מראים הבדלים ניכרים בפני שטחם המגולה והטמון: החלקים שבלטו מעל פני הקרקע הם מעוגלים בדרך כלל, בעוד שהחלקים שהיו מתחת השטח הם חדים ומזוויתיים. בשטחם החיצוני המעוגל של כמה מן הסלעים בולטים גרגרים בודדים וכדוריות זכוכית (סלע מותך) זעירות, בעוד שסביבתם מראה סימנים של תהליך הארוזיה. העדר מינרלים שעברו הידראציה משנית הביא את המדענים למסקנה, כי במקום זה לא היו מים על פני השטח מאז שהסלעים היו מונחים בו מגולים. נמצאה עדות לשינויים שחלו בסלעים וכן באבק הדק בעקבות חבטות והתנגשויות. יש להניח שהחבטות על ידי גופים זעירים גרמו להתהוות הגומות הקטנות המרובות, המרופדות לרוב חומר זגוגי מפוזר שנזרק עליהן והנראות בכל דוגמות הסלעים.

(2) החומר הירחי מכיל אך ורק יסודות המצויים גם בסלעים אדמתיים. כל 23 הדוגמות שנבדקו מבחינת ההרכב הכימי דומות בדרך כלל ביניהן, אך הן שונות הן מבחינה מינרלוגית והן מבחינה כימית כללית מכל סלע אדמתי ידוע וכן ממטיאוריטים. מאפינת את החומר הירחי במיוחד התכולה הגבוהה של היסודות טיטאניום, צירקוניום, איטריום וכרומום בהשוואה עם אותם סלעים אדמתיים המכילים גם חומרים אלה. הבדל נוסף הוא בשכיחותן הנמוכה של מתכות האלקלי נתרן, אשלגן ורובידיום. בברציות ובאבק הדק נמצאו כמויות גדולות של גזים אצילים (הליום, ניאון ועוד) שמוצאם קרוב לוודאי ברוח השמשית.

(3) נקבע גילם של סלעי הירח. היחס של אשלגן-40 לארגון-40 העלה, כי הסלעים המגמתיים התגבשו לפני כשלושה עד שלושה וחצי מיליארדי שנים. חידה מהווה העובדה שגיל האבק הירחי הדק נקבע בחצי מיליארד שנה גבוה מזה של הסלעים. הנוכחות של גרעיני אטומים שנוצרו על ידי קרניים קוסמיות מגלה

שהסלעים היו במשך 20 עד 160 מיליון שנים מונחים על פני השטח או לכל היותר עד לעומק של מטר אחד מתחת לפני השטח.

(4) לא נמצאה בחומר הירחי שום עדות לנוכחות אורגניזמים חיים, רצנטיים או פוסיליים. נוכחות של תרכובות פחמן היא נמוכה ביותר — פחות מחלק אחד במיליון. כ-700 גרם של פרורי סלע ואבק ירחי שימשו בנסיונות מעבדה עם עכברים, דגים ובעלי חיים אחרים וגם צמחים, ולא נמצאה עדות שהם עלולים לגרום למחלות כלשהן.

בתמונת השער של גליון זה רואים חתך טרי בסלע קריסטליני מן הירח. הוא בעל מבנה גרגירי דק ואחיד ובו חללים כדוריים זעירים מרופדים לרוב בחומר זגוגי (סלע מותך); ההגדלה: 5 פעם.

תכניות אסטרונומיות בחקר החלל

המינהל הלאומי לאירונאוטיקה ולחלל (NASA) פנה אל צוות של 19 מבין ראשי האסטרונומים בארצות-הברית בבקשה שיחוו דעתם על הדרך הטובה ביותר לניצול החלליות ומיכשורן בשנות ה-70 לשם קידום המחקר בבעיות היסודיות של האסטרונומיה.

הצוות, המכונה הועדה לשיגורים אסטרונומיים (Astronomy Missions Board), פעל בהנהלתו של ליאו גולדברג, מנהל מצפה הכוכבים של הארווארד, והקדיש שנתיים ללימוד העדיפויות ולקביעת התקציבים הדרושים וחלוקתם בין התכניות השונות שהועלו. הועדה הגישה כעת את הדו"ח שלה ל-NASA. המלצותיה כוללים:

מאמץ מוגבר בשדה האסטרונומיה של קרני-א וקרני-γ תוך שימוש חלליות מסוג Explorer והגדלת מיטענן למטרות אלה.

תכנית בשדה האסטרונומיה באולטרה-סגול שתוביל להקמת טלסקופ-חלל גדול בשנות ה-80 ולהקמת מצפי-כוכבים קבועים בחלל.

מחקר ופיתוח של ציוד עבור אסטרונומיה באינפרא-אדום מתלליות. תצפיות בגלי-רדיו ארוכים מאוד הבאים מגופים אסטרונומיים, למשל, בעזרת אנטנה בקוטר של כ-10 ק"מ שתמוקם בחלל ואם אפשר על פני הירח. חלליות משוכללות יותר לחקר השמש.

תצפיות רציפות של כוכבי-הלכת ממצפי-כוכבים על גבי חלליות הנמצאות במסלול.

תצפיות מתקדמות יותר במדיום הבין-פלנטרי, בקרניים קוסמיות ובשדות מגנטיים.

ועוד שורה שלמה של נסיונות תוך שימוש במטוסים, באלונים וטילים-לווינים. הדרישות התקציביות חולקו לשני אומדנים נפרדים: "תכנית מינימום מאוזנת" ו-"תכנית אופטימום". התכנית הראשונה הוגדרה על ידי הועדה כתכנית חלל לאומית רבת תוקף שתנצל את צוותי המחקר הראשיים הקיימים בשדה זה. ההוצאות לפי תכנית זו תעלינה לרבע מיליארד דולר לשנה באמצע שנות ה-70 (כעת עולה מחקר החלל האסטרונומי כמחצית הסכום הזה). "תכנית האופטימום" חייבת לקדם בקצב המהיר האפשרי את כוח האדם המדעי והטכני. מאמץ מוגבר זה עשוי לעלות כמחצית מיליארד דולר לשנה.

באגודה

תצפיות בנוכב-השביט

Comet Tago-Sato-Kosaka 1969 g

סרה באַפמריס. המסלול הניצפה הוא מקביל למחושב באופן כללי והוא כ-5° מצפון-מערב לו. נוסף על כך מקדים השביט את המצבים הנתונים באַפמריס בארבעה ימים בקירוב. ואלה המצבים שנקבעו על ידי ח' צור בתצפית (הזמנים לפי שעון ישראל):

יום	שעה h m	עליה ישרה h m	נטייה °
17 ינואר	18 30	23 42.0	-30 00
18	19 30	0 09.0	-22 12
24	19 25	1 01.5	- 1 45
25	20 00	1 10.5	+ 2 05
28	21 30	1 34.3	+11 40
29	21 25	1 41.5	+14 09

חברים אחדים מסרו לנו על תצפיותיהם בנוכב-השביט, שאת האַפמריס שלו פירסמנו בחוזר מיוחד מס' 34 ב-9 בינואר 1970.

ח' יוסף צור, שובל, כותב: השביט היה נוח מאוד לתצפית בסוף ינואר. מסלולו אינו זהה עם התחזית, כפי שנמ-

בינואר, בשעה 19 32 (לפי שעון ישראל) קבעתי: $\delta + 8^{\circ} 26'$, $\alpha 1^h 16m$. ב-28 בינואר, ב-18 35: $\delta + 11^{\circ}$, $\alpha 1^h 37m$. ג' 4.5 (כגודלו של הכוכב *Pisclum* הקרוב); בטלסקופ נראה coma מפוזר ומעוגל. ב-29 בינואר, בשעה 19 18: $\delta + 14^{\circ}$, $\alpha 1^h 42m$. במשך ימים אלה לא הבחנתי בשינוי גודלו וצורתו של השביט.

ב-24 בינואר נראה זנב קצר, מכוון למזרח.

ח' מנחם רביב, הזורע, כותב: התחלתי לעקוב אחרי השביט ב-25 בינואר. השביט נראה חלש, אבל ברור, ואף בעין בלתי מצויידת. במשקפת שדה נראה זנב, בטלסקופ (60 מ"מ) רק ה-*coma*. בגלל עננים לא הספקתי לקבוע את המקום המדויק. ב-27

החוגים לאסטרונומיה בנתניה

להבנת מדעי היקום, כגון חוקי התנועה, אופטיקה, פיסיקה גרעינית, פעולות אחדות מוקדשות לחקר החלל בעזרת החלליות.

בתצפית נעזרים החוגים בטלסקופ-רפלקטור של 4-אינץ' שהושאל למטרה זו על ידי האגודה. תצפיות להכרת השמים נערכות לפעמים בפגישות מחוץ לעיר בגלל האורות של נתניה המפריעים עים מאוד.

בבית-הספר "בארי" נתקיימו עד עתה 9 חוגים לאסטרונומיה והשתתפו בהם מעל ל-300 נערים ונערות.

בבית-הספר "בארי" בנתניה מתקיימים מיום השנה שלושה חוגים לאסטרונומיה. מדריך את החוגים חברנו אליהו בן-שלמה שהוא מורה במוסד הנ"ל. ח' בן-שלמה מסר לנו את הפרטים הבאים על הפעולה:

בחוגים משתתפים 42 חברים קבועים הנפגשים אחת לשבוע בשעות הערב. הפגישות מתקיימות בחדר מיוחד לכך בבית-הספר. החומר העיוני שבו עוסקים החוגים מקיף את נושאי האסטרונומיה העיקריים ופרקים נבחרים מענפי הפיסיקה שיש להם חשיבות

תצפיות משותפות בהתכסויות-נגישה

ח' מנחם אלון מודיע בזה על שתי התכסויות-נגישה של כוכבים על ידי הירח שייראו בישראל. בתנאי מזג-אוויר מתאימים מתכונן ח' אלון לארגן תצפיות משותפות בהן, חברים המעוניינים להשתתף, מתבקשים להתקשר בכתב בעוד מועד עם ח' מ. אלון, קב' יבנה. רואר נע אכטה, כדי לקבל פרטים נוספים על מקום ומועד המיפגשים.

(1) ב-24.2.70, יום ג', בשעה 22 52 קלון.

(2) ב-15.3.70, יום א', בשעה 19 36 ייראה כוכב בן ג' 7.2 עובר בשולי הירח הצפוניים; שבוע אחרי המולד, 58% מוארים. המקום: דרומית לאש-קלון.

מצפה הכוכבים בגבעתיים

האגודה הישראלית לאסטרונומיה — סניף גוש דן

ערבי תצפית לחבי האגודה :	ערבי תצפית לציבור :
ביום א', 8 בפברואר ב-20 00	ביום ד', 11 בפברואר ב-19 30
א', 15 בפברואר ב-20 00	ה', 12 בפברואר ב-19 30
א', 1 במרס ב-20 00	א', 15 במרס ב-19 30
ג', 31 במרס ב-20 00	ב', 16 במרס ב-19 30
תצפית בשמש בהדרכת ד"ר בר :	ערבי תצפית למורים :
בשבת, 14 בפברואר ב-10 30	ביום ב', 16 בפברואר ב-19 30
בשבת, 14 במרס ב-10 30	ג', 17 בפברואר ב-19 30

הרצאות : ביום א', 22 בפברואר בשעה 20 00

הנושא : "הספקטרום ואפקט דופלר". ס המרצים : ד. גבאי וא. אופיר

ביום ג', 24 במרס בשעה 20 00

הנושא : "הדיאגרמה של הרצפרונג-רסל והפתחות הכוכבים" ס המרצה : אינג' י. פוקס

הערות ללוח ההתכסויות שבעמ' 7

1 ראה המאמר על "התצפית בהתכסויות כוכבים" שהופיעה בגליון מס' 129 של "הכוכבים בתודעה" (ינואר 66), עמ' 3. — לוח התכסויות לחודשים יולי עד דצמבר יופיע בגליון מאוחר יותר.

2 השם או המספר של הכוכב המקובלים בקטלוגים.

3 מספר הכוכבים בקטלוג של 3539 כוכבי גלגל המזלות לשוויון יום ולילה של 1950.0. *Catalog of 3539 Zodiacal Stars for the Equinox 1950.0 Astronomical Papers of the American Ephemeris, Vol. 10, Part 2, 1940.*

4 $e =$ העלמות, $g =$ התגלות.

5 אֵלונגציה (elongation) של הירח היא מרחקו הזוויתי מן השמש במעלות והיא נמדדת מן השמש בכיוון למזרח מסביב לשמים. האֵלונגציה של $0^\circ, 80^\circ, 180^\circ$ ו- 270° משתווה, אפוא, עם מולד, רבע ראשון, מילוא ורבע אחרון של הירח. צורת הירח מתוארת בדיוק רב יותר על ידי האֵלונגציה מאשר על ידי "גיל" הירח כימים (ששימש כלוחות ההתכסויות בשנים קודמות), כי תנועת הירח ליום אינה אחידה.

6 לפי שעון ישראל ; תחזית עבור יבנה (התחנה הסטנדרטית, ראה במאמר הנזכר בהערה 1).

7 הערכים המובאים בטורים a, b הם הפרשים בדקות זמן שיש להכניס בנתוני התחזית לכל מעלה אחת באורך וברוחב שבהן מרוחק מקום התצפית מן התחנה הסטנדרטית, בהתאמה ; ראה הסבר על תיקון הזמן בעמ' 4 של הרשימה הנ"ל (הערה 1).

8 ז"מ (זווית-מצב) נמדדת מנקודת הצפ' של דיסק הירח בכיוון מז' סביב שפתו עד לנקודה שבה חלה התופעה.

התכסויות כוכבים על ידי הירח הנראות בישראל

בשנת 1970¹

זמן ⁵	δ	α	שעה ⁶	אזינוי ⁴	גודל תו ³	מספר Z.C.	שם הכוכב או מספר B.D. או C.D. ²	תאריך
°	m	m	h m	°	m			
336	-1.3	-0.1	02 26.2	283	ג	5.6	1930 68 i Virg	2 ינואר
268	+1.2	-1.5	03 46.4	295	ג	5.7	2051 236 G. Virg	3
125	—	—	18 13.5	39	ע	6.9	3245 -14° 6218	10
118	—	—	18 22.4	53	ע	6.5	3383 82 Aqr	11
45	+2.1	-1.9	19 07.6	116	ע	7.0	470 161B. Arie	16
143	—	—	20 41.2	139	ע	6.5	756 38B. (Auri)	18
66	+0.1	-2.0	23 57.1	140	ע	6.1	771 47B. (Auri)	18
314	-0.5	-0.4	00 10.1	251	ג	5.3	1884 49 Virg	29
353	-2.7	-0.5	05 16.8	265	ג	6.5	2011 -16° 3785	30
342	-1.5	+0.1	04 06.7	289	ג	4.8	2263 1 b Scor	1 פברואר
135	-4.5	+0.1	21 27.4	74	ע	6.4	317 20H ¹ . Arie	11
355	—	—	18 48.2	97	ע	5.4	569 14H. Taur	13
132	—	—	18 55.6	97	ע	6.9	571 +24° 583	13
330	—	—	19 08.8	97	ג	5.4	569 14H. Taur	13
33	+2.4	-2.2	20 33.5	97	ע	7.2	579 +25° 641	13
149	-2.9	+0.6	00 42.3	122	ע	5.6	885 406B. Taur	16
79	-0.8	-0.3	02 26.7	133	ע	6.6	1042 +27° 1236	17
103	-1.4	-0.2	05 09.6	178	ע	1.3	1487 32 α Leon	21
318	-1.8	+0.3	06 04.6	178	ג	1.3	1487 32 α Leon	21
295	-0.7	-2.2	02 48.8	234	ג	6.2	1970 85 Virg	26
320	-0.8	-0.9	01 48.0	245	ג	6.5	2084 9G. Libr	27
99	-0.1	-2.4	05 26.8	272	ע	2.9	2383 23 τ Scor	1 מרס
51	+0.4	-1.1	20 41.3	66	ע	5.9	518 7 Taur	12
71	-0.5	-1.3	00 38.3	125	ע	6.4	1239 35B. Canc	18
86	-0.8	-2.6	00 34.6	157	ע	3.8	1547 47 ρ Leon	21
322	-0.7	-0.5	22 37.5	214	ג	6.4	2045 231G. Virg	25
352	-2.1	+0.2	23 21.0	215	ג	5.7	2051 231G. Virg	25
99	-1.3	-0.5	20 11.9	58	ע	6.5	756 38B. (Auri)	10 אפריל
31	—	—	19 56.9	81	ע	7.0	1056 +27° 1270	12
11	—	—	20 11.0	81	ג	7.0	1056 +27° 1270	12
142	-2.8	-0.9	20 11.3	92	ע	7.1	1180 +24° 1777	13
158	-2.5	-1.0	20 16.0	136	ע	6.0	1589 56 Leon	17
312	-0.4	-0.8	22 43.1	209	ג	4.8	2263 1 b Scor	23
299	-0.8	-2.2	01 40.6	210	ג	5.6	2276 4 Scor	24
338	-1.8	+0.2	00 22.0	235	ג	6.0	2586 210B. (Scor)	26
86	+0.9	-1.8	01 59.8	249	ע	3.4	2784 40 τ Sgtr	27
260	+0.7	-2.3	03 23.2	249	ג	3.4	2784 40 τ Sgtr	27
80	-0.8	-0.6	20 06.8	50	ע	6.9	1013 +27° 1164	9 מאי
164	-3.1	+0.4	20 28.3	73	ע	7.4	1253 +22° 1915	11
96	+0.2	-2.8	19 05.8	128	ע	6.5	1744 46B. Virg	16
67	-0.2	-2.1	00 31.2	153	ע	6.2	1970 85 Virg	19
175	—	—	01 10.1	191	ע	2.9	2383 23 τ Scor	22
202	—	—	01 30.6	191	ג	2.9	2383 23 τ Scor	22
163	-2.9	-0.6	23 26.4	109	ע	6.9	1809 -7° 3443	13 יוני
322	-0.6	-0.5	19 10.9	156	ג	3.0	2287 6 π Scor	17
283	-0.3	-2.8	01 46.8	214	ג	6.2	2991 36B. Capr	22

ההערות בעמ' 6

יומן השמים — פברואר 1970

יום	שעה	(לפי שעון ישראל)
1	1	צדק בדרימוז, 96° מע' לשמש; צדק עולה ב- $06:23$.
1	4	התכסות הכוכב b Scorpii (ג' 4.8) על ידי הירח: התגלות ב- $06:04$, ד"מ 342° . ¹
1	5	הירח דרומי ל"ביתא" בעקרב ² , מע' לאנטארס ³ .
1	6	כוכב-חמה בדרימוז, 25° מע' לשמש, נמוך מעל לאופק, כוכב-חמה עולה ב- $05:04$, השמש ב- $06:32$.
1	19	מאדים בדרימוז, 54° מז' לשמש, שוקע ב- $21:20$.
1	19	שבתאי בדרימוז, 81° מז' לשמש.
1	(20)	הירח מתקבץ עם אנטארס ועובר 0.7° דר' לו; התכסות בדרימוז ובדריאמריקה.
1	20	פלנטואיד (4) ואסטה נוח לתצפית, ג' 6.3 ⁴ ; הפלנטואיד נמצא בראשית החודש כ- 4° צפ' מע' לרגולוס ⁵ .
2	5	הירח מז' לאנטארס ³ .
4	6	כוכב-חמה מתקבץ עם הירח, כוכב-חמה 5° צפ'; ההתקבצות בעליה ישרה חלה בשעה (13).
5	6	כוכב-חמה בא לנגייה מע' הגדולה ביותר של 26° , בשעה (22).
8	20	פלנטואיד (4) ואסטה בניגוד לשמש, מ' מן הארץ 1.450 י"א, ג' 6.3; במזל אריה, כ- 4° צפ' מע' לרגולוס ⁵ .
9	19	הירח מע' מע' למאדים.
10	(5)	מאדים מתקבץ עם הירח, מאדים 3° דר'.
10	19	הירח צפ' מז' למאדים, מע' לשבתאי.
11	20	שבתאי מתקבץ עם הירח, שבתאי 7° דר'.
11	20	הירח דר' להאמאל ⁶ .
11	21	התכסות הכוכב 20 H. Arietis (ג' 6.4) על ידי הירח: העלמות ב- $21:27$, ד"מ 135° . ¹
12	0	מינימום של אלגול, בשעה $00:40$. ⁷
12	19	הירח מע' לכימה ⁸ .

המשך בעמ' 17

- * (הסוגריים) סביב סימון השעה מכמנות תופעות שיש בהן ענין, אך הן אינן ניתנות לתצפית.
- 1 ראה "לוח התכסויות כוכבים על ידי הירח" בגליון זה, עמ' 7.
- 2 β Scorpii: כוכב כפול, ג' 4.1/2.9, מ"ז 14, ז"ה 23° , מ' 650 ש"א, ספ' B1; מלווה שני, ג' 9, סמוך מאוד.
- 3 Antares, α Scorpii (= מתחרה של ארס, מאדים): ג' 0.9—1.8, משתנה סדיר למחצה, מחזור שינויי האור 1733 י', ג' מוחלט 3.3—, ק' 740 \times שמש, עוצמת-אור 1900 \times שמש, מ' 560 ש"א, ט' 3300° , תנועה עצמית "0.034, מהירות רדיאלית 3— ק"מ/שני; ספ' gM0 מלחה לבן: ג' 5.2, מ"ז 2.6, ז"מ 274° , ספ' B4.
- 4 ראה "לוח פלנטואידים" בעמ' 22 של גליון זה.
- 5 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/שני, עוצמת-אור $97 \times$ שמש; מלחה בן ג' 8.4, מ"ז 176; ספ' B8.
- 6 Hamal, α Arietis: ג' 2.2, מ' 80 ש"א, ג' מוחלט 0.3+, עוצמת קרינה $60 \times$ שמש, ט' 4000° , ספ' K2III.
- 7 מחזור שינויי האור 2.87 י', משך הליקוי 9.8 שעות, שינויי האור מג' 2.2 עד 3.5 (ראה "הכוכבים בחודש" כרך ג' (1956), מס' 2, עמ' 9—12).
- 8 Pleiades M 45 (פליאדות), 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.

ב' בשבט תש"ל 9 בינואר 1970

כוכב שביט חדש Comet Tago-Sato-Kosaka 1969 g

כוכב השביט החדש נתגלה ב-10 באוקטובר 1969. אנו מעתיקים להלן את האפמריס שפורסם על ידי ד"ר מרסדן (B. G. Marsden) בקמברודג', ארה"ב; את האלמנטים לא קבלנו. - לפי אפמריס זה יהיה זוהרו גדול יחסית בסוף ינואר והוא ייראה במשקפת-שדה או בטלסקופ קטן (ואולי אף בעין). האפמריס חושב לפי תצפיות באמצע אוקטובר, לכן תתכנה סטיות עד ל-20 ממנו בינואר וסטיות קטנות יותר בפברואר עם התרחקות השביט.

1970 O ^h E.T.	α	δ	מרחק מן הארץ בי"א	גודל
I 14.	22 ^h 48.6	-46° 01'	0.512 AU	3.1 ^m
19.	23 59.1	-32 30		
24.	0 54.4	-14 45	0.444	3.7
29.	1 35.4	+ 1 49		
II 3.	2 06.2	+14 15	0.586	5.1
8.	2 30.3	+22 52		
13.	2 50.0	+28 51	0.829	6.5
18.	3 06.8	+33 09		
23.	3 21.6	+36 21	1.101	7.7
28.	3 35.0	+38 48		

לפי האפמריס ייראה השביט אצלנו בשעות הערב. זוהרו יגיע באמצע ינואר עד ג' 3.1, הוא פוחת עד ג' 4.5 בסוף ינואר ועד G.C בסוף פברואר. מסלול השביט עובר ב-14 בינואר בקבוצת-הכוכבים עגור (Grus), ב-16 בו הוא נכנס לפסל (Sculptor), ב-21 ללויתן (Cetus), ב-29 לדגים (Pisces), ב-1 בפברואר לטלה (Aries) וב-15 בו לפרסיאוס (Perseus).

בראשית תקופת האפמריס, בין הימים 16-20 ב-
 ינואר, עובר מסלולו מנקודה המצויה כ- 13°
 דר' לכוכב פומאלהוט (Fomalhaut) בדג דרומי
 עד כ- 10° דר' מז' לו (ב-18 בחודש) ועד כ- 14°
 מז' לו (ב-20 בו). ב-23 בחודש עובר השביט
 בקרבת הכוכב דיפוזא (Diphda, β Ceti), כ- 20°
 דר' מז' למאדים; ב-31 בו כ- $2\frac{1}{2}^{\circ}$ מז' לשבתאי;
 בליל 8/7 בפברואר כ- 5° מז' להאמאל (Hamal
 α Arietis) ובשבוע האחרון של פברואר כ- 5°
 דר' מז' לאלגול (Algol, β Persei).

התכסויות-נגישה שייראו בישראל בפברואר/מרס

ח' מנחם אלון מודיע בזה על שלוש הת-
 כסויות-נגישה של כוכבים על ידי היות שייראו
 בארץ. בתנאי מזג-אוויר מתאימים מתכוונן חבר
 אלון לארגון תצפיות משותפות בהתכסויות מס'
 (2) ו(3). חברים המעוניינים להשתתף, מתבקשים
להתקשר בכתב בעוד מועד עם ח. מ. אלון, קב'
יבנה, דואר, נע אבטח, כדי לקבל פרטים נוס-
פים על מקום ומועד המיפגשים.

(1) ב-13.2.70, יום ג', ב- $19^{\text{h}}52^{\text{m}}$ יעבור
 כוכב בז ג' 6.8 בשולי הירח הדר'; שבוע אחרי
 המולד, מוארים 55% המקום: ליד יקום - תל
 יצחק; בכביש החוף הרצליה-נתניה.

(2) ב-24.2.70, יום ג', ב- $22^{\text{h}}52^{\text{m}}$ יתכסה
 כוכב ψ Virginis (ג' 4.9) בשולי הירח הדר';
 כ-4 ימים אחרי מילוא הירח; מוארים 88% .
 המקום: כביש החוף צפ' לכפר יבנה (כפר הנגיז).

(3) ב-15.3.70, יום א', ב- $19^{\text{h}}36^{\text{m}}$ יעבור
 כוכב בן ג' 7.2 בשולי הירח הצפ'; שבוע אחרי
 המולד, 58% מוארים. המקום: דר' לאסקלון.

במצפה הכוכבים בגבעתיים

נוסף על מועדי תצפיות-הערב שפורסמו בגליון
 מס' 151 של "הכוכבים בחודשם" תערך
 ב-24 בינואר בשעה 10 30 לפה"צ - תצפית בשמש.

8

פרקי מבוא באסטרונומיה

חומר עזר למשתתף בחוג לאסטרונומיה • מתוך "הכוכבים בחודשם" • בעריכת ד"ר זיצ'ק.

נדור הארץ ככוכב-לכת (המשך)

נקיפה (precession) – המשך

כוכב הקוטב של ימינו יהיה אז מרוחק 28° מן הקוטב ויגיע במעגל יומי ברדיוס זה.

נקיפה של שוויוני יום-ולילה

הגדרנו עד כה את הנקיפה כתנועת סביבון של ציר כדור הארץ המתאר במשך המחזור של 25,800 שנים צורה של חרוט כפול משני צידי נקודת המרכז של כדור הארץ. אבל נוכל גם לתאר את הנקיפה כתנועה של קו המשווה הנע בעקבות תנועה זו באיטיות בכיוון למערב בשומרו על נטייתו ביחס למישור המילקה. ובהתאם לכך מתארת גם ההטלה שלו על כדור השמים, כלומר המשווה השמימי, את אותו הסיבוב ביחס למילקה השמימי, כך שנקודות-החיתוך שלהם, נקודות שוויון יום-ולילה, של האביב ושל הסתיו, נעות באיטיות לאורך המילקה מערבה. זוהי הנקיפה של שוויוני יום-ולילה (precession of the equinoxes) שהזכרנו כבר בעמ' (30) וששעורה כעת כ-50.3 לשנה.

היות שנקודת שוויון יום-ולילה של האביב (נקודת האביב) מהווה את נקודת היסוד למערכת הקוארדינטות

נקיפת הקטבים

תנועת הנקיפה של כדור הארץ גורמת לכך שהקטבים השמימיים, הצפוני והדרומי, מתארים מעגלים גדולים בכדור השמים מסביב לקוטבי המילקה, מעגלים שהרדיוס שלהם שווה לזווית נטיית המילקה: $23\frac{1}{4}^{\circ}$. הקוטב הצפוני משלים מעגל שלם מסביב לקוטב המילקה ב-25,800 שנים. זהו, אפוא, מחזור הנקיפה של ציר כדור הארץ; הוא מכונה גם בשם "השנה הפלאטונית" (platoic year). אפשר לתאר את המחזור כתנועת הקטבים השמימיים ביחס לקבוצות הכוכבים שמסביב לקוטב המילקה, ראה ציור 34 בעמ' (59).

כשצופים בכיוון לצפון נראית תנועת הנקיפה של הקטבים כתנועה נגד מחוגי השעון. הקוטב השמימי הצפוני מרוחק כעת כ-50' מכוכב הקוטב (Polaris). הוא יתקרב אליו עד למרחק מינימום של פחות ממחצית המעלה; זה יקרה בערך בשנת 2100. מכאן ואילך יתרחק הקוטב שוב מכוכב הקוטב של ימינו. בשנת 7500 יהיה כוכב קוטב אחר – הכוכב "אלפא" בקבוצת קפיאוס (α Cephei, Alderamin).

של כדור השמים, ראה עמ' (8), יש לתנועת הנקיפה של נקודת האביב כמה תוצאות חשובות:

(א) הקואורדינטות של הגופים השמימיים, עליה ישרה ונטייה, משתנות באופן תמידי. מסיבה זו חייבים להוסיף לכל ציון מדויק של מקומו של כוכב גם את "התקופה" (epoch) כלומר את הזמן שעבורו ציון זה בתוקף. לפני שמשתמשים בציון זה בזמן אחר, יש צורך להכניס בו את התיקונים הדרושים בעקב הנקיפה. בכל קטלוג של כוכבים ובכל מפת-כוכבים מדויקת רשומה התקופה שעבורה הם חושבו והותקנו. מסיבה זו גם מחדשים את הקטלוגים והמפות מדי זמן, בדרך כלל כל חמישים שנה. היום נמצאים בשימוש קטלוגים ומפות הנושאים את הציון „לתקופת 1950.0“; פרוש הדבר שהקואורדינטות חושבו בהם לשעה 0 זמן עולמי של ה-1 בינואר שנת 1950.

(ב) השנה הטרופית (שנת תקופת השנה) קצרה מן המחזור האמיתי של הקפת הארץ, השנה הסידרית, כי נקודת האביב נעה מערבה ופוגשת את השמש לפני שהיא השלימה הקפה מלאה מסביב למילקה, ראה בעמ' (30).

(ג) סימני גלגל המזלות אינם חופפים יותר את תחום המזלות הנושאים את אותם השמות.

גלגל המזלות

גלגל המזלות (zodiac, כלומר „גלגל החיות“) הוא חגורה בכדור השמים המשתרעת ברוחב של 16° , 8° מכל צד המילקה העובר במרכז הגלגל. באזור שמימי זה נעים השמש, הירח וכוכבי-הלכת העיקריים. סימני גלגל המזלות (signs of the zodiac) הם שנים-עשר קטעים שווים בגלגל המזלות, כל אחד באורך 30° , המסומנים לפי הסדר מנקודת האביב בכיוון למזרח. הם שתיים-עשרה תחנות בדרכה השנתית המדומה של השמש, שבכל אחת מהן השמש שוהה במשך חודש

אחד. הסימנים נקראים על פי שנים-עשר המזלות של גלגל המזלות לפי מקומם של אלה במסלול השמש המדומה לפני כ-2000 שנה.

ואלה שמות הסימנים והחודשים שבהם השמש עוברת בהם, ליד השמות העבריים רשומים השמות הלטיניים המקובלים וסמלי הסימנים (המזלות) הקדומים:

ניסן	טלה	♈	Aries
אייר	שור	♉	Taurus
סיון	תאומים	♊	Gemini
תמוז	סרטן	♋	Cancer
אב	אריה	♌	Leo
אלול	בתולה	♍	Virgo
תשרי	מאזניים	♎	Libra
חשוון	עקרב	♏	Scorpio
כסלו	קשת	♐	Sagittarius
טבת	גדי	♑	Capricornus
שבט	דלי	♒	Aquarius
אדר	דגים	♓	Pisces

מאז קביעת סימני המזלות לפני למעלה מ-2000 שנה ועד לימינו הועתקה נקודת האביב בגלל הנקיפה של שוויוני יום-ולילה (שמחזוריה 25800 שנה) בכיוון למערב ב- 30° בקירוב, כלומר ב- $1/12$ של מעגל המילקה השלם ($30^{\circ}/360^{\circ}$) או בסימן אחד מ-12 הסימנים ($1/12 = 2150/25800$). יחד עם נקודת האביב הועתקו סימני גלגל המזלות והתרחקו מקבוצות הכוכבים (המזלות) שלפיהן נקראו בשמות. לכן אין הסימנים והמזלות הנושאים את אותם השמות זהים היום במקומם בשמים. אם השמש מגיעה כעת ב- 21° במרס לנקודת האביב ולפיכך נכנסת לסימן טלה, היא נמצאת במזל דגים, המזל המצוי ממערב לתחום של מזל טלה; חודש לאחר מכן היא מגיעה לסימן שור בשעה שהיא מצוייה בתחום כוכבי מזל טלה וכו'.

ניענוע (nutation)

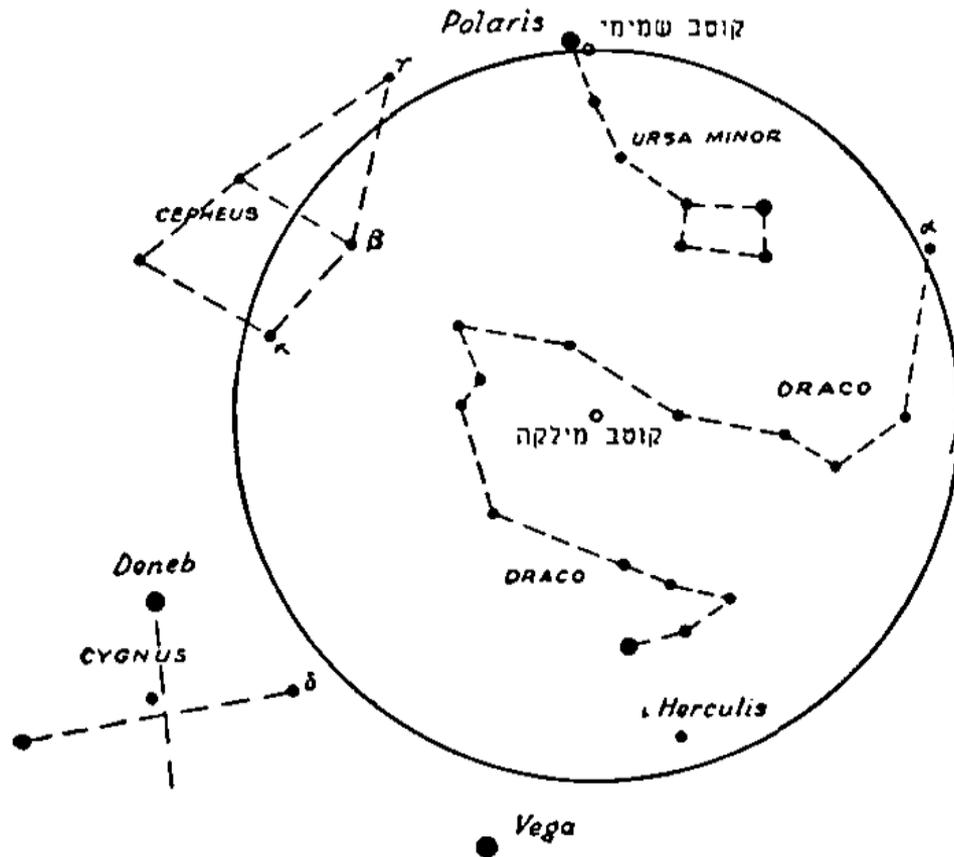
במישור המילקה, הכוחות Y, Z (בציור העליון) פועלים במישור זה (המישור של X בציור) והמרכיבים y, z (בציור התחתון) מתאפסים, כלומר אינם שואפים לסובב את הנפית חות אל כיוון המילקה.

מכאן השינויים העיקריים שבהם נתונים הכוחות הגורמים לנקיפה:

(א) המרכיבים y, z , הנובעים מכוח המשכיבה של השמש מגיעים פעמיים בשנה לערכם המירבי (במיפנה הקיץ ובמיפנה החורף) ופעמיים בשנה הם מגיעים לאפס (בשוויון האביב ובשוויון הסתיו). בין ארבע נקודות אלה ערכם גדל או קטן, בהתאמה.

(ב) פעמיים בכל חודש מצויים כוחות המשיכה של הירח, הפועלים

לו היו הכוחות המופעלים על ידי השמש והירח על שני החצאים של הנפיתות המשוונית נשארים תמיד שווים, היחה תנועת הנקיפה אחידה לגמרי. אבל למעשה משתנים כוחות אלה מסיבות אחדות. בציור 32, שהובא ב"פרק 7" עמ' (55), מתואר מצב קיצוני מסויים של הנפיתות המשוונית ביחס לכיוון השמש, המצב הקיים בשעת מיפנה הקיץ. אך שונה המצב בשעת שוויון יום-ולילה של אביב או סתיו. במצב זה עומדת השמש, בציור 32 הנ"ל, מעל תר- שים של כדור הארץ או מאחוריו. במקרה זה מצוייה הנפיתות המשוונית



ציור 34. תנועת הנקיפה של הקוטב השמימי הצפוני. הקוטב השמימי מתאר מעגל בין קבוצות הכוכבים. רדיוס המעגל הוא $23\frac{1}{2}^{\circ}$ והמרכז שלו מצוי בקוטב המילקה. α Draconis היה כוכב הצפון בשנת 3000 לפה"ס, בשנת 7500 לס"פ יהיה α Cephei כוכב הצפון ובשנת 14000 הכוכב Vega (α Lyrae).

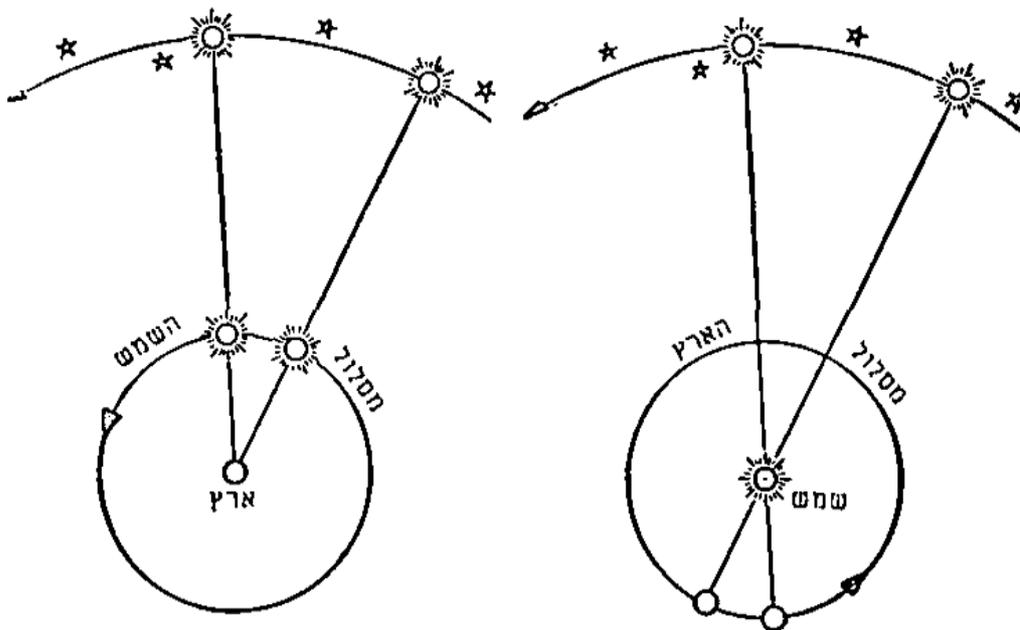
על הנפיחות המשוונית, גם הם במי-
 שור המילקה (בנקודות החיתוך של
 מסלול הירח עם המילקה) והמרכיבים
 x, y, z , הנובעים מכוח המשיכה של
 הירח, מתאפסים. בזמני הביניים פוער
 לים הכחות בדומה לאלה של השמש
 וגורמים נקיפה.
 (ג) נוסף על כך נתון מישור המס-
 לול של הירח עצמו (הנטוי תמיד
 ב- 5° ביחס למילקה), לתנועת נקיפה
 סביב המילקה; הציר הניצב על מי-
 שור המסלול של הירח מתאר חרוט
 מסביב לניצב של מישור המילקה
 במחזור של 18.6 שנים. מחזור זה
 ידוע בשם נסיגת מישור המס-
 לול של הירח (regression of the
 moon's orbital plane) או נסיגה
 של נקודות החיתוך של מסלול הירח
 (regression of the lunar nodes).
 תופעה אחרונה זו בצרוף התוצאות
 של (א) ו(ב) הנ"ל מסתכמות במה
 שמכונה ניענוע או נוסטאציה
 (nutation) של ציר כדור הארץ. ניענוע
 הציר מתווסף על תנועת הנקיפה:
 במקום שיתארו מעגלים אחידים סביב
 קוטבי המילקה, נעים הקטבים השמי-
 מיים בעקומה גלגלית מחזורית ובה
 כ-1390 (≈ 25,800 / 18.6) תנועות במ-
 ש' השנה הפלאטונית, במשערת של
 9.2 שניות-קשת משני צידי עקומת
 הנקיפה; זוהי זאת מכונה בשם מקדם
 הנוטציה.

על הנפיחות המשוונית, גם הם במי-
 שור המילקה (בנקודות החיתוך של
 מסלול הירח עם המילקה) והמרכיבים
 x, y, z , הנובעים מכוח המשיכה של
 הירח, מתאפסים. בזמני הביניים פוער
 לים הכחות בדומה לאלה של השמש
 וגורמים נקיפה.
 (ג) נוסף על כך נתון מישור המס-
 לול של הירח עצמו (הנטוי תמיד
 ב- 5° ביחס למילקה), לתנועת נקיפה
 סביב המילקה; הציר הניצב על מי-
 שור המסלול של הירח מתאר חרוט
 מסביב לניצב של מישור המילקה
 במחזור של 18.6 שנים. מחזור זה
 ידוע בשם נסיגת מישור המס-
 לול של הירח (regression of the
 moon's orbital plane) או נסיגה
 של נקודות החיתוך של מסלול הירח
 (regression of the lunar nodes).

תנועת הקפה (revolution)

ההוכחה שלה. אפשר לפרש אותה כתנו-
 עת השמש מסביב לארץ או כתנועת
 הארץ מסביב לשמש, ראה ציור 35.

תנועת השמש המדומה בין המזלות
 היא התוצאה של תנועת ההקפה של
 הארץ מסביב לשמש, אך היא אינה



ציור 35. תנועת השמש המדומה בין המזלות היא אמנם התוצאה של
 תנועת ההקפה של הארץ מסביב לשמש, אך היא אינה הוכחה עבורה.
 אותה התוצאה מושגת אם הארץ מקיפה את השמש או השמש את הארץ.

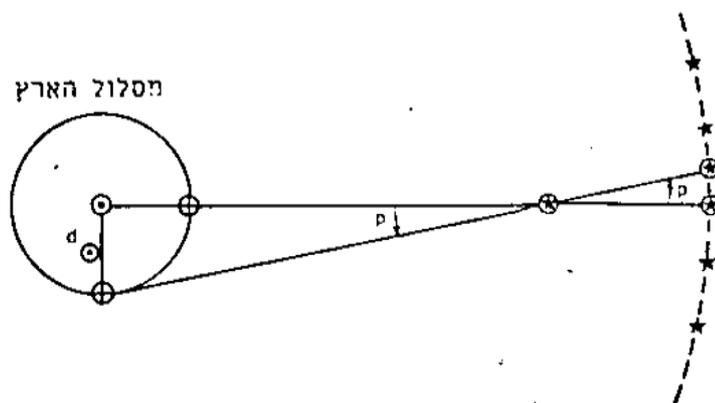
התנועה הפרלקטית של הכוכבים (parallactic motion)

אפשר היה לגלותה לפני המצאת הטלסקופ ולמעשה היא נמדדה לראשונה רק בשנת 1838 על ידי בסל (Bessel) אצל הכוכב 61 Cygni ושעורה היה בסדר גודל של פחות מ-0.3". העתקה זו מכונה בשם העתקה פרלקטית (parallactic displacement) וכיוון שהיא גובעת ממסלול ההקפה של הארץ שבמרכזו השמש היא נקראת גם בשם פרלקסה הליוצנטרית (heliocentric parallax) של הכוכבים. היא אחת העדויות החשובות לתנועת ההקפה של הארץ במסלולה סביב השמש.

תנועת ההקפה מובילה את הצופה שעל פני כדור הארץ לעמדות תצפית שונות ביחס לכוכבים. כתוצאה מכך משתנים לכאורה מקומות הכוכבים, של כוכבים קרובים במידה גדולה יותר מאשר של כוכבים רחוקים — והכוכבים הרחוקים ביותר מהווים רקע שאינו נראה כמשתנה כלל. הדבר דומה לשינוי האיטי של מראה הנוף המרוחק הניצפה מאוטובוס דוהר, בעוד שהעצמים שבקרבת הכביש חולפים במהירות.

הקדמונים פירשו את התנועה כידוע כתנועת השמש מסביב לארץ שנחשבה ניחת במרכז היקום. תורה זו הקשורה בשמו של פטולימיוס ידועה בשם המערכת הגיאוצנטרית (geocentric system) והיתה מקובלת במדע במשך מאות בשנים. כאשר קופרניקוס העלה את הרעיון של המערכת ההליוצנטרית (heliocentric system), שבין השמש היא הגוף המרכזי במערכת כוכבי-הלכת ואלה מקיפים אותה בתנועתם, טענו נגד נכונות תורתו, כי תנועת הארץ במסלול היתה חייבת לגרום להעתקות במקומותיהם של הכוכבים במרוצת השנה. מסקנתם של הטוענים היתה אמנם נכונה, אך טענתם היתה מוטעית בעיקרה; כיוון שהסתמכו על העובדה, כי העתקות כנ"ל לא ניצפו. לא היה להם מושג, כמה עצום הוא מרחק הכוכבים ומה זעירה היא ההעתקה של מקום הכוכבים הנובעת ממרחק עצום זה.

ההעתקה השנתית המדומה של הכוכבים, הבאה כתוצאה מתנועת ההקפה של הארץ, היא כה קטנה, עד שאי



ציור 36. הפרלקסה ההליוצנטרית של כוכב. הזווית (p) ליד הכוכב, מול רדיוס מסלול הארץ המסומן בציור כמרחק השמש (d) , היא הפרלקסה ההליוצנטרית של הכוכב. היא נקבעת על ידי מדידת ההעתקה של מקום הכוכב על רקע כדור השמים משתי עמדות של הארץ במסלולה.

שהכוכב קרוב יותר לארץ. ערך ההצטננה תקה יכול, אפוא, לשמש למדידת מרחק הכוכב, כל עוד ההעתקה הזוויתית ניתנת למדידה. עד היום נמדדו פרלקסות טריגונומטריות של אלפים אחדים של כוכבים. הפרלקסה הגדולה ביותר, בשעור של "0.765, היא של הכוכב Proxima Centauri ("הקרוב בקנטאורי", המרוחק מאתנו 4.3 שנות-אור — לנו) שא הפרלקסה נקדיש פרק מיוחד בדיון על מרחקי הכוכבים).

הפרלקסה של כוכב נמדדת כהעתקה מחזורית של מקום הכוכב הקרוב על רקע הכוכבים הרחוקים, שאינם מראים העתקה פרלקטית הניתנת למדידה — בגלל מרחקם הגדול. מציינים בוויית הפרלקסה הטריגונומטרית (p) את מחצית ההעתקה הזוויתית, כפי שהיא נראית משני צדדים נגדיים של מסלול הארץ. כלומר בתצפיות הנבדלות במחצית השנה, ראה ציור 36. מכאן ברור, כי ההעתקה הפרלקטית גדולה במידה

הטיית אור הכוכבים (aberration of starlight)

הארץ. זוהי התופעה המכונה בשם הטיית אור הכוכבים.

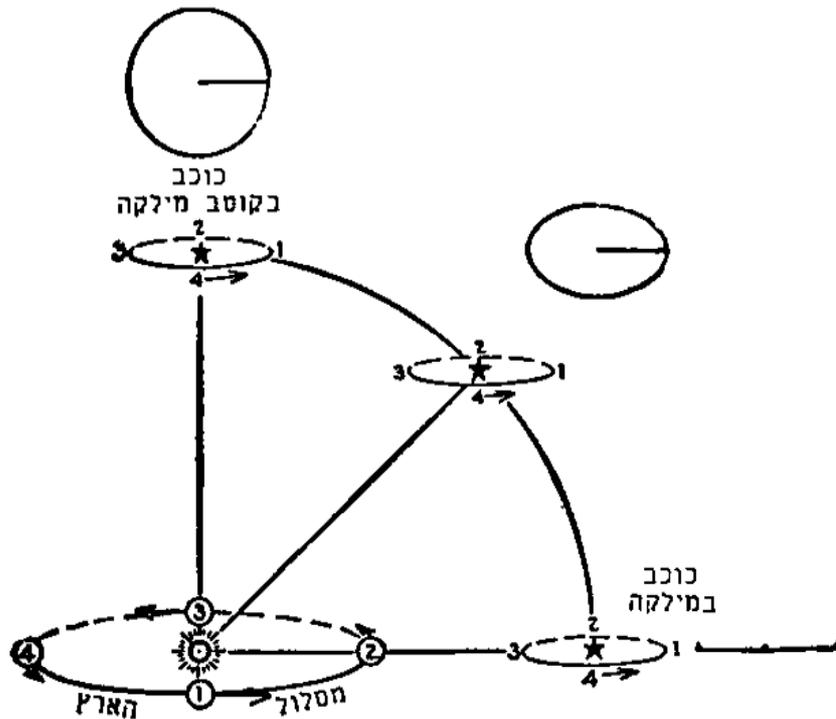
היות שכיוון התנועה של הארץ במסלולה משתנה ברציפות, משתנה בדומה לכך ברציפות גם ההעתקה המדומה של מקום הכוכב בעקבות הטיית האור. הכוכב נראה, אפוא, מתאר על רקע כדור השמים אליפטת שנתית קטנה, אליפטת ההטייה (aberrational ellipse). בשעה שהארץ מתארת את אליפטת המסלול שלה, אליפטת ההטייה דומה למעגל כשמקום הכוכב בקרבת קוטב המילקה. כוכב שמקומו במישור המילקה נראה כנודד לאורך קו ישר. מסלולי ההטייה באזורי השמים שבין מישור המילקה לקטביו הן אליפטות בעלות עקמומיות שונות, ראה ציור 37; במילים אחרות, אנו צופים על אליפטות ההטייה השונות בכל מקרה, פעם מן השטח (כשהן מצויות בקוטב המילקה), פעם מן הצלע (כשהן במישור המילקה) ובאזורי הביניים מזוויות שונות.

מקדם ההטייה (constant of aberration, α) הוא חצי-הציר הגדול של אליפטת ההטייה (או מחצית האורך של הקו הישר במישור המילקה), ערכו "20.5. היות שזווית זו גדולה במידה ניכרת מכל העתקה פרלקטית, אין פלא, אפוא, שתופעת ההטייה נתגלתה שנים רבות (1729) לפני גילוי התנועה הפרלקטית (1838).

עדות שניה לתנועת ההקפה של הארץ היא הטיית אור הכוכבים (aberration of star light), העתקה מדומה של מקום הכוכב, הבאה בעקבות צרוף של תנועת הארץ עם מהירות קרן האור המגיעה מן הכוכב.

להבהרת התופעה של הטיית האור נתאר תחילה תופעה אנאלוגית ומוכרת יפה. נניח, למשל, שבשעת מטר של גשם נופלות טיפות הגשם במאונך. נהג העוצר את מכוניתו ליד רמזור, יראה עקבות ישרים של הטיפות על חלונות מכוניתו. אך ברגע שמכוניתו נעה קדימה, ולא חשוב באיזה כיוון מבין רוחות השמים, הטיפות תראנה נופלות על שימשת-המגן הקדמית של המכונית באלכסון ועקבותיהן על החלונות הצדדיים יהיו משופעים. אם בשני המקרים ירצה לקבוע את מקור הטיפה בעוקבו לאחור לאורך העקבות שהצטיירו בשימשה, הוא יסיק במקרה הראשון שהטיפה ירדה מענן הנמצא ישר מעל לראשו, בעוד שבמקרה השני תיראה הטיפה כאילו באה מענן הנמצא לפניו (בכיוון נסיעתו).

תמונה דומה נקבל, אם נחליף את טיפת הגשם ב"טיפת אור", את הענן ב"כוכב" ואת המכונית ב"כדור הארץ הנע". כוכבים "מעל" למישור המסלול של הארץ יועתקו לכאורה, בדומה להנ"ל, בזווית קטנה קדימה, בכיוון של תנועת



ציור 37. מסלולי ההטייה של הכוכבים. המספרים מציינים מצבים של הארץ במסלולה ומצבים מתאימים של הכוכבים במסלולי ההטייה המדומים שלהם. הצירים החיצוניים מראים את הצורות הניצפות של מסלולי ההטייה.

הטיית אור הכוכבים היא תוצאה של תנועת כדור הארץ ותנועת האור; כמותה תלויה ביחס שבין המהירות המסלולית של הארץ לבין מהירות האור. ההטייה היא שווה לגבי כל הכוכבים, ללא קשר למרחקהם או לכיוניהם.

אפשר לתאר את כמות ההטייה על ידי המשולש שבציור 38. הצלע $v \oplus$ מתארת את המהירות המסלולית הממוצעת של הארץ, הצלע c את מהירות האור והזווית a הוא מקדם ההטייה. בעזרת הטריגונומטריה קיים יחס זה: $\tan a = v \oplus / c$. לכן הארץ לא היתה נעה ($v \oplus = 0$), גם a היה אפס; לכן האור היה מתפשט "בן רגע", כלומר מהירותו היתה אינסופית. a שוב היה אפס. $\tan 20.5'' = 0.0001$. כשיודעים את מהירות האור — 300,000 ק"מ/שנ', מתקבלת המהירות המסלולית של הארץ כ-30 ק"מ/שנ' ($30/300,000 = 0.0001$). הטיית האור הניצפית מוכיחה, אפוא, הן את תנועת ההקפה של הארץ והן את המהירות הסופית של האור.



ציור 38. הטיית אור הכוכבים. כמות ההטייה (a) תלויה במהירות הארץ ($v \oplus$) ובמהירות האור (c).

השתנות המהירות הרדיאלית (variation of radial velocity)

הכוכבים מראים, נוסף על מהירותם הרדיאלית הקשורה בתנועתם הממשית, בהתקרבותם או התרחקותם, גם שינוי מחזורי שנתי של מהירותם הרדיאלית, הבא כתוצאה של תנועת ההקפה של הארץ במסלולה מסביב לשמש.

מסלול ההקפה של הארץ

המדידות של אפקט-דופלר המחזורי השנתי מגלות, אפוא, את תנועת ההקפה המסלולית של הארץ, אבל נוסף על כך הן מאפשרות למדוד בדייקנות את המהירות של הארץ במסלולה. במדידות מדוייקות ביותר שימש הכוכב ארקטורוס (Arcturus) לקביעת השינויים המחזוריים באפקט-דופלר השנתי שהוא מגלה. במדידות אלה נקבעה המהירות הבינונית של הארץ במסלולה ל-29.80 ק"מ/שנ'.

כשיודעים את המהירות המסלולית אפשר לחשב את הקף מסלול הארץ: $\text{הקף המסלול} = \text{מהירות} \times \text{זמן}$.

הזמן הדרוש לארץ להקפה אחת היא השנה הסידרית שיש לה 31.558,149.5 שניות; הקף מסלול הארץ יהיה אפוא: $3.15 \times 10^7 \times 29.8 = 9.4 \times 10^8$ ק"מ.

יצאנו לעיל מהנחה שהארץ נעה במסלולה במהירות אחידה ושמסלולה מעגלי. אם נמשיך בהנחה זו, נוכל גם לחשב את רדיוס המסלול המעגלי. כלומר את המרחק (הבינוני) של הארץ מן השמש. המרחק ארץ-שמש מהווה אחת היחידות היסודיות בכל חישובי המרחקים באסטרונומיה ומסיבה זו קיבל את הכינוי היחידה האסטרונומית (astronomical unit, A.U.).

— הקף המסלול $= 2\pi r$, כלומר:

$$9.4 \times 10^8 = 2\pi \times \text{A.U.}$$

ומכאן ערך היחידה האסטרונומית $= 1.5 \times 10^8$ ק"מ. (על הצורה האליפטית של המסלול נדון בפרק על התנועה של כוכבי-הלכת).

דרך שלישית להמחשת התנועה השנתית של הארץ מסביב לשמש היא למדוד את שעור התקרבותנו אל כוכב מסויים או התרחקותנו ממנו במרוצת השנה. שעור זה ניתן למדידה באמצעות "אפקט-דופלר" (Doppler effect) הספקטרוסקופי.

אפקט-דופלר הוא שינוי התדירות של קרינה גלית הבא בעקבות תנועה יחסית בין הצופה למקור, הקרינה. לגבי התפשטותם של גלי קול קיים אפקט-דופלר האקוסטי; הוא ניכר, למשל, בשינוי גובה הצליל כשמכונית עוברת במהירות תוך צפירה: בהתקרב המכונית עולה צליל הצופר, עם התרחקותה הוא יורד בהשוואה לגובה קול הצופר (תדירותו) במכונית ללא תנועה. באסטרונומיה חשוב אפקט-דופלר האופטי. בהתקרבותו של מקור האור ניצפות תדירויות גבוהות יותר מאלה הנפלטות ממקור האור למעשה והדבר מתבטא בהסחת קווי הספקטרום של האור לצד הסגול של הספקטרום: הסחה לסגול (violet shift); בהתרחק מקור האור ניצפות תדירויות נמוכות יותר מן הנפלטות וההסחה היא לאדום: הסחה לאדום (red shift). שינוי התדירות מתאים לשינוי היחסי באורכי-הגל, לפי הנוסחה: $\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}$ (הוא ההפרש באורך הגל, $\Delta \lambda$, הגל של קו שלא סבל הסחה, λ — המהירות היחסית בין הצופה למקור האור ו- c מהירות האור). מהסחת קווי הספקטרום אפשר לחשב במישרין את מהירותו של מקור האור בכיוון הצופה. מהירות זאת מכונה מהירות רדיאלית (radial velocity). היא למעשה רק המרכיב הרדיאלי (המרכיב בכיוון קו הראייה) של מהירות מקור האור ביחס לצופה. המהירות הרדיאלית נחשבת תיובית כשמקור האור (הכוכב) מתרחק מן הצופה, שלילית כשהוא מתקרב. מבטאים אותה בקילומטרים לשניה (ק"מ/שנ').

המשך מעמ' 8

יום	שעה	(לפי שעון ישראל)
13	18	התכסות הכוכב 14 H. Tauri (ג' 5.4) על ידי הירח : העלמות ב- 18h 48.2m, ז"מ 355° ; התגלות ב- 19h 08.8m, ז"מ 330° ¹ .
13	20	התכסות הכוכב B.D. + 24° 583 (ג' 7.2) על ידי הירח : העלמות ב- 20h 33.5m, ז"מ 33° ¹ .
13	20	הירח מזצפ'מו' לכימה ⁸ , צפ'מע' לאלדיברן ⁹ .
14	1	צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המע', לפי הסדר : \bigcirc I II III IV ¹⁰ .
14	19	הירח צפ'מו' לאלדיברן ⁹ .
14	21	מינימום של אלגול, בשעה 21 32 ⁷ .
16	0	התכסות הכוכב 406 B. Tauri (ג' 5.6) על ידי הירח : העלמות ב- 00h 42.3m, ז"מ 149° ¹ .
17	2	התכסות הכוכב B.D. + 27° 1236 (ג' 6.6) על ידי הירח : העלמות ב- 02h 26.7m, ז"מ 79° ¹ .
20	3	צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המז', משעה 03 02 (I כ"ס) עד 03 22 (II מ"ה), לפי הסדר : IV III II I \bigcirc I ¹⁰ .
20	(11)	צדק, במזל בתולה, עובר מתנועה קדומנית לאחורנית.
20	19	מאדים עובר 17° 0' צפ' לכוכב הכפול "ויטא" בדגים ¹¹ .
21	5	התכסות רגולוס (Regulus, α Leonis), ג' 1.3, ע"י הירח המלא : העלמות ב- 05h 09.6m, ז"מ 103° ; התגלות ב- 06h 04.6m (כרבע שעה לפני שקיעה הירח!), ז"מ 318° ¹ .
21	(10)	ליקוי ירח חלקי, לא יהיה נראה בישראל. הירח המלא נכנס לתוך הצל המלא של הארץ בשעות לפה"צ כשהוא מתחת לאופק אצלנו (הוא שוקע בירושלים ב-19 06); הליקוי יראה באמריקה הצפ' והדר' ובזילנדיה החדשה. הירח נמצא במסלולו עוד סמוך לאפוגיאום וכ-19 שעות לפני שיחצה את הקשר היורד. הליקוי נמשך 55.3 דקות בלבד וגודלו רק 0.051 (כשקוטר הירח = 1.0). הירח דר'דר'מו' ל"גאמא" בבתולה ¹² , מע'צפ'מע' לספיקה ¹³ .
24	24	צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המז', לפי הסדר : (III IV) II I \bigcirc I ¹⁰ .
25	24	הירח דר'מו' לספיקה ¹³ , מע'דר'מע' לצדק.
26	2	התכסות הכוכב 85 Virginis (ג' 6.2) על ידי הירח : התגלות ב- 02h 48.8m, ז"מ 295° ¹ .
26	(18)	צדק מתקבץ עם הירח, צדק 6° צפ'.
27	1	הירח דר'מו' לצדק, דר'מע' ל"אלפא" במאזניים ¹⁴ .
27	1	התכסות הכוכב 9 G. Librae (ג' 6.5) על ידי הירח : התגלות ב- 01h 48.0m, ז"מ 320° ¹ .
27	4	צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המז', משעה 04 51 (I כ"ס) עד 05 46 (II מ"ה), לפי הסדר : (IV III) II I \bigcirc I ¹⁰ .

⁹ Aldebaran, α Tauri (ארדואבארן = שבא אחריו, כלומר הכוכב העולה אחרי כימה) : ג' 1.1, ג' מוחלט 0.2 — מ' 53 ש"א, ק' 35 × שמש, ס' 3500°, תנועה עצמית 0.203" בז"מ 160°, מהירות רדיאלית +55 ק"מ/שנ' ; מלווה בן ג' 13, מ"ז 31" ; ספ' K5 g.

¹⁰ ראה גם "לוח ירחי צדק" בעמ' 22 של גליון זה. — סדר הירחים בהערות הבאות ניתן כפי שהוא נראה בטלסקופ הופך, מו' מימין, מע' משמאל. העיגול \bigcirc מסמן את כוכב הלכת צדק. המספרים הרומיים את ארבעת הירחים הגדולים, הסוגריים — עמדה קרובה (התקבצות).

¹¹ Piscium ζ : כוכב כפול, ג' 6.5/5.6, מ"ז 23.3", ז"מ 63° ; מלווה שני בן ג' 11, קרוב מאוד : מ"ז 0.9", מרחק 163 ש"א ; ספ' F8/A5.

¹² γ Virginis : כוכב כפול, ג' 3.7/3.7, מ"ז 4.7", ז"מ 305° (1968), מ"ה 178 ש', מ' 40 ש"א, שני המרכיבים צהובים, ספ' dF0/dF0.

¹³ Spica, α Virginis (= שבולת) : ג' 1.2, ג' מוחלט 2.9 —, מ' 220 ש"א, עוצמת קרינה $\times 1100$ שמש, ס' 20,000°, תנועה עצמית 0.055", מהירות רדיאלית +2 ק"מ/שנ' ; כפול ספקטרוסקופי בעל מ"ה 4.014 ; מלווה בן ג' 10, מ"ז 360", ז"מ 62°, ספ' B2 + B5.

	יום	שעה	(לפי שעון ישראל)
28	2	צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המע', אחרי שעה 02 07 (1 מ"ס), לפי הסדר : (1 IV III II) ¹⁰ .	

יומן השמים — מרש 1970

1	(3)	הירח מתקבץ עם אנטארס ועובר 0.7° דר' לו : התכסות בדרי'אפריקה, באנטארק' טיקה ובאוטטרלאטיה.
1	5	התכסות הכוכב τ Scorpii (ג' 2.9) על ידי הירח : העלמות ב- 26.8^m 05^h , ז"מ 99° ¹ .
1	18	נוגה במע'דר'מע', 8° מז' לשמש, נוגה שוקע ב- 11^h 18^m , 34 דקות אחרי השמש.
1	19	מאדים בדרי'מע', 46° מז' לשמש, שוקע ב- 05^h 21^m .
1	19	שבתאי בדרי'מע', 55° מז' לשמש, שוקע ב- 44^h 21^m .
1	20	פלנטואיד (4) ואסטה נוח לתצפית עד ל-7 בחודש ⁴ .
1	23	צדק בדרי'מו', 124° מע' לשמש, עולה ב- 47^h 21^m .
3	(19)	נפטון, במזל מאוניים, עובר מתנועה קדומנית לאחורנית.
6	23	מינימום של אלגול, בשעה 18^h 23^m ⁷ .
7	4	צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המע', אחרי שעה 03 55 (1 מ"ס), לפי הסדר : (1 \odot) III (IV II) ¹⁰ .
7	(20)	ליקוי שמש מלא, לא יראה בישראל ; הליקוי מלא במקסיקו, בארצות-הברית (החופים המז' של פלורידה, גיאורגיה, דר' וצפ' קרולינה) ובקנדה (נובה סקוטיה וניו-פונדלנד). — הירח גורם לליקוי המלא ששעות אחרי חצותו את הקשר העולה של מסלולו ויום אחרי הפריגיאוים. גודלו המירבי של הליקוי 1.042 . — אורכו של אזור הליקוי המלא כ- $15,000$ ק"מ, ראשיתו באוקיינוס השקט בשעת זריחת השמש ב- 04.5^m 16^h זמן עולמי, ברוחב דר' $2^\circ 00'$ ואורך מע' $33^\circ 148'$. רוחב האזור בראשית הליקוי 104 ק"מ ומשכו 1^m 26.8^s ; אזור הליקוי מגיע לרוחב מירבי של 160 ק"מ במקסיקו ושם חל המשך המירבי בשעור 3^m 31.6^s . הליקוי מסתיים בשעת שקיעת השמש באוקיינוס האטלנטי, כ- 1050 ק"מ דר' לאיס-לנדיה ו- 900 ק"מ מע' לאירלנדיה הצפוי ב- 10.8^m 19^h זמן עולמי, ברוחב צפ' $01^\circ 55'$ ואורך מע' $27^\circ 22'$; רוחב אזור הליקוי המלא בסיומו הוא 101 ק"מ, משכו 38.6^m ¹ .
7	20	מאדים עובר $18^\circ 7'$ דר' לכוכב הכפול „גאמא“ בטלה ¹⁵ .
8	1	צדק : מעבר דר' של ירח IV, התקבצות עליונה בשעה 01^h 22^m ¹⁰ .
9	20	מינימום של אלגול, בשעה 07^h 20^m ⁷ .
10	20	הירח צפ'מע' למאדים/שבתאי, דר'מע' „גאמא“ בטלה ¹⁵ והאמאל ⁶ .
11	(3)	התקבצות מאדים עם הירח, מאדים 4° דר'.
11	(10)	התקבצות שבתאי עם הירח, שבתאי 7° דר'.
11	19	הירח צפ'מו' לשבתאי/מאדים, מז'דר'מו' להאמאל ⁶ .
11	24	צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המז', לפי הסדר : IV III (I II) \odot ¹⁰ .
12	19	נוגה מתקרב אל מאדים ושבתאי.
12	20	מאדים עובר $12^\circ 10'$ דר' להאמאל ⁶ .
12	20	התכסות הכוכב γ Tauri (ג' 5.9) על ידי הירח : העלמות ב- 41.3^m 20^h , ז"מ 51° ¹ .
12	23	הירח קרוב לכימה ⁸ .

¹⁴ α_1/α_2 Librae : כוכב כפול, ג' 5.3/2.9, מז' 231° , ז"מ 314° (משקפת שדה!), מ' 62/78 ש"א, קרוב למילקה ; ספ' F4/A3.

¹⁵ Mesarthim, γ Arietis (= משרתים) : כוכב כפול פיסי, ג' 4.8/4.7, מז' 8° , ז"מ 2° , מ' 200 ש"א, ג' מוחלט +0.4/+0.3, ספ' A0p/A0.

שנה	יום	הירח צפ"מ/מע' לאלדיברן ⁹ , מוצפ"מ/ז' לכימה ⁵ .
20	13	הירח צפ"מ/מע' לאלדיברן ⁹ , מוצפ"מ/ז' לכימה ⁵ .
(4)	17	פלוטו בניגוד לשמש; מרחקו מן הארץ 30.678 י"א = 4,589 מיליון ק"מ, אורו מגיע אלינו אחרי 4h 15m 8s. הודות לאקסצנטריות הגדולה של מסלולו (0.2498) יקטנו וילכו מרחקי הניגוד של פלוטו עד 28.7 י"א (= 4,291 מיליון ק"מ) בשנת 1989 והוא יהיה קרוב מנפטון. בשעת הניגוד ג' +14.3, זוהרו חלש כ-4000 פעם מזהר כוכב בן ג' +6 (כוכב הנראה עוד בעין). פלוטו נראה בטלסקופים חזקים בלבד או בתצלומיהם. — השמש מספקת לו כ-1000 פעם פחות אור וחום מאשר לארץ. השמש נראית בו כדיסק לוחט קטן בקוטר של 62" בלבד, אק דיסק זה עולה כ-100 פעם על זוהר הירח המלא אצלנו; ג' השמש במבט מפלוטו הוא 18— (השווה עם ג' הירח המלא אצלנו: -12.55). — פלוטו נמצא כ-15° צפ' למילקה (מסלולו נטוי לגבי המילקה ב-10° 17'), הוא נע בין כוכבי מזל אריה, באזור בין 5° עד 8° מז' לדנובולה (β Leonis, Denebola).
19	17	מאדים מתקבץ עם שבתאי ועובר 2° 53' צפ' לו; ההתקבצות בעליה ישרה חלה בשעה (10).
0	18	התכסות הכוכב B. Cancri 35 (ג' 6.4) על ידי הירח: העלמות ב-38.3m 00h, ז"מ 71° ¹ .
24	19	הירח מעצפ"מ/מע' לרגולוס ⁵ .
(11)	20	הירח מתקבץ עם רגולוס ועובר 0.7° צפ' לו; התכסות בצפ"מ/ז' אסיה, צפ' ומרכז אמריקה.
0	21	התכסות הכוכב ρ Leonis 47 (ג' 3.8) על ידי הירח: העלמות ב-34.6m 00h, ז"מ 86° ¹ .
2	21	התחלת האביב האסטרונומי בחצי הכדור הצפ' של הארץ והסתיו בחצי הכדור הדר'. בשעה זו נכנסת השמש לסימן טלה (♈ — 21d 02h 57m) ועוברת את משוה השמים בכיוון לצפון. זהו שוויון האביב — אורך היום והלילה שווים על פני כדור הארץ. נקודת החיתוך של מסלול השמש המדומה (המילקה) עם משוה השמים היא נקודת האביב (♈, 0h, 0°) ומקומה בשמים בתקופתנו בין כוכבי מזל דגים. בירושלים מגיעה השמש בצהריים לגובה של 14' 58° מעל לאופק בדרום וזהו גובה משוה השמים במצפה ירושלים: 90° פחות 46' 31' (= הרוחב הגיאוגרפי של ירושלים).
23	21	צדק: כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המע', לפי הסדר: (○) II III IV 10 ¹⁰ .
(17)	23	כוכב-חמה מתקבץ עם השמש, התקבצות עליונה.
22	23	הירח דר' ל"גאמא" בבתולה ¹² , מעצפ"מ/מע' לספיקה ¹³ .
23	24	הירח דר'מז' לספיקה ¹³ , מע' לצדק.
21	25	צדק מתקבץ עם הירח, צדק 6° צפ'.
22	25	התכסות הכוכב G. Virginis 231 (ג' 6.4) על ידי הירח: התגלות ב-37.5m 22h, ז"מ 322° ¹ .
23	25	הירח דר'דר'מז' לצדק, דר'מז' לספיקה ¹³ .
23	25	התכסות הכוכב G. Virginis 236 (ג' 5.7) על ידי הירח: התגלות ב-21.0m 23h, ז"מ 352° ¹ .
3	26	הירח דר'מע' ל"אלפא" במאזניים ¹⁴ .
3	27	הירח מע'דר'מע' ל"ביתא" בעקרב ² , דר'מז' ל"אלפא" במאזניים ¹⁴ .
23	27	אורנוס בניגוד לשמש; מרחקו 17.323 י"א = 2591.5 מיליון ק"מ, אורו מגיע אלינו אחרי 4h 24m 48s; כ" 5.7, קוטרו המדומה 3.96" אורנוס נמצא בשעת הניגוד בתנועה אחורנית כ-4° מע'דר'מע' לכוכב "גאמא" בבתולה ¹² וכ-27° מז' לצדק. יש לצפות בו במשקפת-שדה או בטלסקופ; כבר בטלסקופ קטן נראה הדיסק שלו בברור, הוא בעל גוון ירקרק אופייני.
3	28	הירח מע' לאנטארס ³ , דר'דר'מז' ל"ביתא" בעקרב ² .
(9)	28	הירח מתקבץ עם אנטארס ועובר 0.7° דר' לו; התכסות בדר' אמריקה ובאנטארקטיקה.
21	29	מינימום של אלגול, בשעה 21 51 ⁷ .

שמש

שקיעה	צהירה		זריחה	שעת-כוכבים	נטייה	נטייה	עליה	1970
	זמן גובה			במיצהר של	אחרי		ישרה	
(לפי שעון ישראל ואופק ירושלים)				גרניניץ ²	5 ימים ¹	(לפי שענות זמן אפמריס)		
h m	°	h m	h m	h m s	° '	° '	h m	
17 13	42	11 53	6 32	8 43 08.6	-15 49	-17 17	20 56.7	1 פבר'
17 23	45	11 53	6 24	9 22 34.2	-12 33	-14 14	21 36.9	11
17 31	48	11 53	6 15	10 01 59.8	- 8 57	-10 47	22 15.8	21
17 37	51	11 51	6 07	10 33 32.2	- 5 55	- 7 50	22 46.1	1 מרס
17 44	54	11 49	5 55	11 12 57.7	- 1 59	- 3 58	23 23.3	11
17 51	58	11 46	5 42	11 52 23.3	+ 1 57	- 0 01	23 59.9	21
17 58	62	11 43	5 29	12 31 48.8	-	+ 3 54	0 36.2	31

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

: לכל י"א אורך מז' מגרניניץ יש להוסיף 4m (למשל זמן כוכבים בשביל אורך גיאוגרפי שי ירושלים $35^{\circ} 13' 52'' = 20m + 2h$). השינוי ליממה: $56.56m + 3$; השינוי לשעה $+9.86$.

אורך היום גדל מ"10 שעות 41 דקות בראשית פברואר עד 11 שעות 30 דקות בראשית מרס ועד 12 שעות 29 דקות בסוף מרס.

הדימומים האסטרונומיים (השמש 18° מתחת לאופק) נמשכים ברוחב הגיאוגרפי של ירושלים מ"1h 24 בראשית פברואר, מ"1h 21 בראשית מרס וגם בסופו.

חצי קוטר השמש: ב"1 בפברואר $16' 15''$, ב"1 במרס $16' 10''$ וב"1 בו $16' 02''$ (חצי הקוטר הבינוני הוא $16' 01''$, כפי שהוא נראה במרחק של 1 י"א).

ירח

זורה	שקיעה	זריחה	קולונגים	אצי	נטייה	על ה	1970
	שקיעה	זריחה	קולונגים	אצי	נטייה	על ה	
	(לפי שעון ישראל	(לפי שעון ישראל	סלונגריפ	קוטר		ישרה	
	ואופק ירושלים)	ואופק ירושלים)	של השמש		(לפי שענות זמן אפמריס)		
h m	h m	h m	°	°	°	h m	
09 13	11 51	1 44	204.6	15 53	-24 53	15 42.0	1 פבר'
13 06 10	17 35	6 38	265.5	16 44	-19 32	21 02.9	6
21 10 19	23 13	9 23	326.5	15 50	+13 15	1 29.1	11
	3 11	12 58	27.3	14 51	+28 29	5 54.8	16
6 01	6 19	17 43	88.0	14 46	+13 17	10 03.1	21
19 00	8 30	22 30	148.8	15 16	-14 52	13 43.1	26
1 04 33	10 35	0 40	185.2	15 49	-26 58	16 23.9	1 מרס
7 19 43	16 21	5 08	246.2	16 36	-16 24	21 35.1	6
14 23 16	22 00	7 53	307.2	15 53	+16 38	1 59.6	11
23 03 53	1 56	11 47	8.2	14 52	+28 00	6 33.4	16
30 13 05	4 48	16 31	69.0	14 51	+ 9 29	10 34.6	21
6 12	7 07	21 26	129.8	15 25	-18 42	14 20.7	26
18 14	11 38	2 34	190.7	16 07	-26 37	19 15.7	31

¹ קולונגיסודה סלונגריפית של השמש.

•	d (U.T.)	•	d (U.T.)
+6.7	2 פבר'	+7.4	12 פבר'
-6.8	14	-7.1	27
+6.8	1 מרס	+6.8	12 מרס
-6.8	13	-5.9	26
+6.8	28		

באורך: + שפה מע' מבולה, - שפה מז' מבולה; ברוחב: + שפה צפ' מבולה, - שפה דר' מבולה.

כוכבי לכת

ורידה צהירה שקיטור (לפי טעון ישראל ואופק ירושלים)			גודל		יצי צורה		מרחק		תנועה ²		מזל ¹		נטייה		עליה		1970	
			קוטר ⁴		בי"א ³		ק		ק		ק		ק		ק			
n	m	h	m	h	m	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
15	12	10	08	5	04	+0.3	0.51	3.7	0.908	ק	קשת	-20	50	19	12.2	פבר	1	♀
15	12	10	08	5	04	+0.2	0.57	3.4	0.978	ק	קשת	-21	04	19	27.2			* 5
15	17	10	13	5	08	+0.1	0.70	3.1	1.074	ק	קשת	-20	54	19	55.6			11
15	40	10	30	5	20	-0.1	0.80	2.8	1.204	ק	גדי	-19	02	20	51.8			21
16	06	10	47	5	28	-0.2	0.87	2.6	1.283	ק	גדי	-16	00	21	40.8	מרס	1	
16	47	11	13	5	39	-0.7	0.94	2.5	1.347	ק	דלי	-10	17	22	45.0			11
17	46	11	48	5	50	-1.5	1.00	2.5	1.350	ק	דגים	-0	44	0	07.0			* 23
18	31	12	14	5	57	-1.4	0.95	2.6	1.277	ק	דגים	+6	44	1	04.9			31
17	15	12	02	6	49	-3.5	1.00	4.9	1.712	ק	גדי	-17	59	21	05.1	פבר	1	♀
17	36	12	12	6	48	-3.5	1.00	4.9	1.708	ק	גדי	-14	11	21	54.9			11
17	56	12	20	6	44	-3.4	0.99	5.0	1.700	ק	דלי	-9	44	22	42.7			21
18	11	12	26	6	41	-3.4	0.99	5.0	1.691	ק	דלי	-5	51	23	18.9	מרס	1	
18	30	12	32	6	34	-3.4	0.98	5.0	1.675	ק	דגים	-0	47	0	05.6			11
18	49	12	38	6	27	-3.4	0.97	5.1	1.655	ק	דגים	+4	20	0	50.9			21
19	07	12	44	6	21	-3.4	0.96	5.2	1.629	ק	דגים	+9	18	1	36.6			31
21	20	15	15	9	10	+1.3	0.92	2.6	1.798	ק	דגים	+1	49	0	19.7	פבר	1	♂
21	12	14	56	8	40	+1.4	0.93	2.5	1.905	ק	דגים	+6	20	0	59.9			16
21	05	14	40	8	15	+1.5	0.94	2.4	1.995	ק	דגים	+10	01	1	34.9	מרס	1	
20	57	14	22	7	47	+1.6	0.95	2.2	2.097	ק	טלה	+13	56	2	15.8			16
20	49	14	04	7	19	+1.7	0.96	2.1	2.195	ק	טלה	+17	21	2	57.4			31
10	39	5	09	23	36	-1.7		17.5	5.251	ק	בתולה	-12	06	14	14.3	פבר	1	♄
9	26	3	57	22	24	-1.8		18.6	4.955	ע	בתולה	-12	13	14	16.5			* 20
8	51	3	21	21	47	-1.8		19.0	4.828	א	בתולה	-12	09	14	16.0	מרס	1	
6	47	1	15	19	39	-2.0		20.4	4.515	א	בתולה	-11	22	14	07.9			31
23	25	16	59	10	33	+0.6		8.0	9.308	ק	לוייתן	+10	13	2	05.6	פבר	1	♃
21	44	15	16	8	48	+0.6		7.7	9.735	ק	טלה	+11	00	2	13.2	מרס	1	
20	01	13	31	7	01	+0.6		7.4	10.061	ק	טלה	2	25.4	2	57.4			31
9	21	3	28	21	31	+5.8		1.9	17.762	א	בתולה	-2	45	12	32.9	פבר	1	♁
7	29	1	35	19	37	+5.7		2.0	17.438	א	בתולה	-2	26	12	30.1	מרס	1	
5	44	23	45	17	50	+5.7		2.0	17.323	א	בתולה	-2	00	12	26.1			* 27
5	28	23	29	17	34	+5.7		2.0	17.324	א	בתולה	-1	56	12	25.5			31
12	01	6	50	1	39	+7.8		1.2	30.628	ק	מאזניים	-18	39	15	55.4	פבר	1	♏
10	12	5	01	23	46	+7.8		1.2	30.150	ק	מאזניים	-18	41	15	56.5	מרס	1	
10	04	4	53	23	38	+7.8		1.2	30.116	ע	מאזניים	-18	41	15	56.5			* 3
8	13	3	02	21	47	+7.8		1.2	29.682	א	מאזניים	-18	37	15	55.6			31
6	58	0	15	17	27	14.3			30.678	א	ש' ברוגי	+16	33	12	11.1	מרס	* 17	♁

• ראה ברשימת התופעות המיוחדות בתאריך זה.
¹ כאן נרשם שם המזל שבתחומו נע כוכבי-הלכת. לפי תיחום קבוצת-הכוכבים המקובל היום עוברים המסלולים של כוכבי-לכת גם בקבוצות שאינן נמנות עם גלגל-המזלות.
² א = תנועה אחורנית (ממד' למע').
 ע = עומד בתנועה (בעליה ישראל), עובר מכיוון אחר למשנהו.
 ק = תנועה קדומנית (ממע' למד').

המשך ההערות בעמ' 22

פלנטואידים⁵

m_p	m_v			(1950.0)	(1950.0)		
7.0	6.3	1.459	א	אריה	+21 06	9 39.0	פבר' 3 (4)
		1.449	א	אריה	+22 23	9 28.9	13
7.0	6.3	1.466	א	סרטן	+23 27	9 19.1	23
		1.508	א	סרטן	+24 13	9 10.7	מרס 5
7.1	6.4	1.573	א	סרטן	+24 39	9 04.9	15
		1.655	א	סרטן	+24 45	9 02.2	25

ירחי צדק

ראשי תיבות בגליון מס' 138, עמ' 94 (דצמבר 67)

				פברואר											
h	m	d		h	m	d	h	m	d						
כ"ה	03	22 56	23	מ"ה	01	3 42	19	צ"ה	01	0 40	12	צ"ה	01	4 18	3
כ"ס	03	0 52	24	צ"ס	01	4 45		מ"ה	01	1 51		מ"ה	01	5 32	
צ"ה	01	4 27	26	מ"ס	01	5 51		צ"ס	01	2 51		ל"ה	02	1 21	4
מ"ה	01	5 31		ל"ה	01	23 46		מ"ס	01	4 01		ל"ה	01	1 32	
ל"ה	01	1 39	27	צ"ה	02	1 09	20	צ"ה	03	0 31	13	כ"ס	01	4 54	
צ"ה	02	2 41		כ"ס	01	3 02		מ"ה	02	0 56		מ"ה	01	0 00	5
כ"ס	01	4 51		מ"ה	02	3 22		צ"ס	02	1 06		צ"ס	01	0 58	
מ"ה	02	5 46		צ"ס	02	3 39		כ"ס	01	1 13		מ"ס	01	2 09	
צ"ה	01	22 55		צ"ה	03	4 29		צ"ס	03	2 53		מ"ס	02	0 54	6
מ"ה	01	23 58		מ"ס	02	5 48		מ"ס	02	3 22		מ"ה	03	1 39	
צ"ס	01	1 06	28	צ"ס	01	23 13		מ"ה	03	5 29		מ"ס	03	2 38	
מ"ס	01	2 07		מ"ס	01	0 18	21	IV מ"ז מע'			14	IV מ"ז מד'			
ל"ה	02	22 28		כ"ס	02	0 41	22	ל"ה	01	5 18	18	ל"ה	01	3 25	11
כ"ס	01	23 18		IV מ"ז מד'			23	צ"ה	01	2 34	19	ל"ה	02	3 57	
מרס															
מ"ס	02	4 21	24	מ"ס	02	2 04	17	מ"ס	02	23 44	9	כ"ס	02	3 06	1
מ"ס	01	20 21		כ"ס	02	21 01	18	ל"ה	03	2 16	10	ל"ה	03	22 18	2
כ"ס	02	23 19	25	IV מ"ז מע'			20	ל"ס	03	4 38		ל"ס	03	0 41	3
צ"ה	03	0 18	28	צ"ה	03	20 19		IV מ"ז מד'			11	כ"ה	03	2 35	
צ"ס	03	2 37		צ"ס	03	22 39		ל"ה	01	5 25	13	כ"ס	03	4 28	
מ"ה	03	2 51		מ"ה	03	23 28		מ"ס	03	21 48		IV מ"ז מע'			
מ"ס	03	4 38		מ"ס	03	1 15	21	צ"ה	01	2 42	14	ל"ה	01	3 32	6
IV מ"ז מד'				צ"ה	01	4 36		מ"ה	01	3 33		צ"ה	01	0 49	7
ל"ה	01	3 40	29	מ"ה	01	5 19		צ"ס	01	4 54		מ"ה	01	1 46	
צ"ה	01	0 58	30	ל"ה	01	1 47	22	ל"ה	01	23 54		צ"ס	01	3 00	
מ"ה	01	1 31		כ"ס	01	4 37		כ"ס	01	2 51	15	מ"ס	01	3 55	
צ"ס	01	3 09		צ"ה	01	23 04		ל"ה	02	3 38		ל"ה	01	22 00	
מ"ס	01	3 40		מ"ה	01	23 46		צ"ה	01	21 11		ל"ה	02	1 02	8
ל"ה	01	22 08		צ"ס	01	1 16	23	מ"ה	01	22 00		כ"ס	01	1 05	
כ"ס	01	0 48	31	מ"ס	01	1 55		צ"ס	01	23 22		IV ק"ע		1 22	
צ"ה	02	3 09		ל"ה	01	20 15		מ"ס	01	0 09	16	כ"ס	02	5 30	
מ"ה	02	4 11		כ"ס	01	23 03		כ"ס	01	21 18		צ"ס	01	21 28	
מ"ה	01	19 57		צ"ה	02	0 36	24	צ"ה	02	22 03		מ"ס	01	22 22	
צ"ס	01	21 38		מ"ה	02	1 55		מ"ה	02	23 38		מ"ה	02	21 19	9
מ"ס	01	22 06		צ"ס	02	3 07		צ"ס	02	0 34	17	צ"ס	02	22 01	

המשך ההערות מעמ' 21

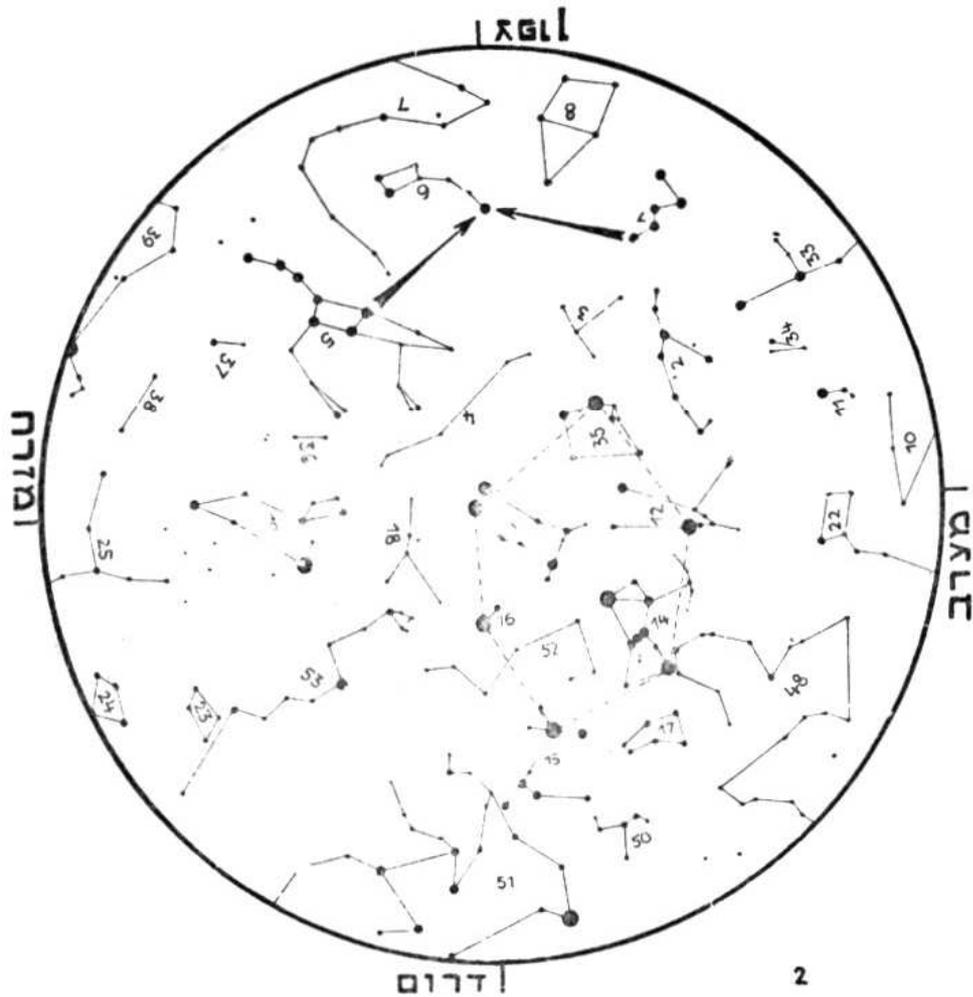
3 י"א (יחידה אסטרונומית) = 149 600 000 ק"מ.

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

5 שמות הפלנטואידים: (4) ואַסטה, ניגוד ב"8 בפברואר; הנתונים בטור ג' (גודל) הם גדלים ראומיים (m_v) וגדלים פוטוגרפיים (m_p). Vesta (4)

מפת שמי הערב בי 15 בפברואר ב-22.00

בראשית החודש ב-23 00 ובסוף ב-21 00 = שעת הכוכבים 07 40



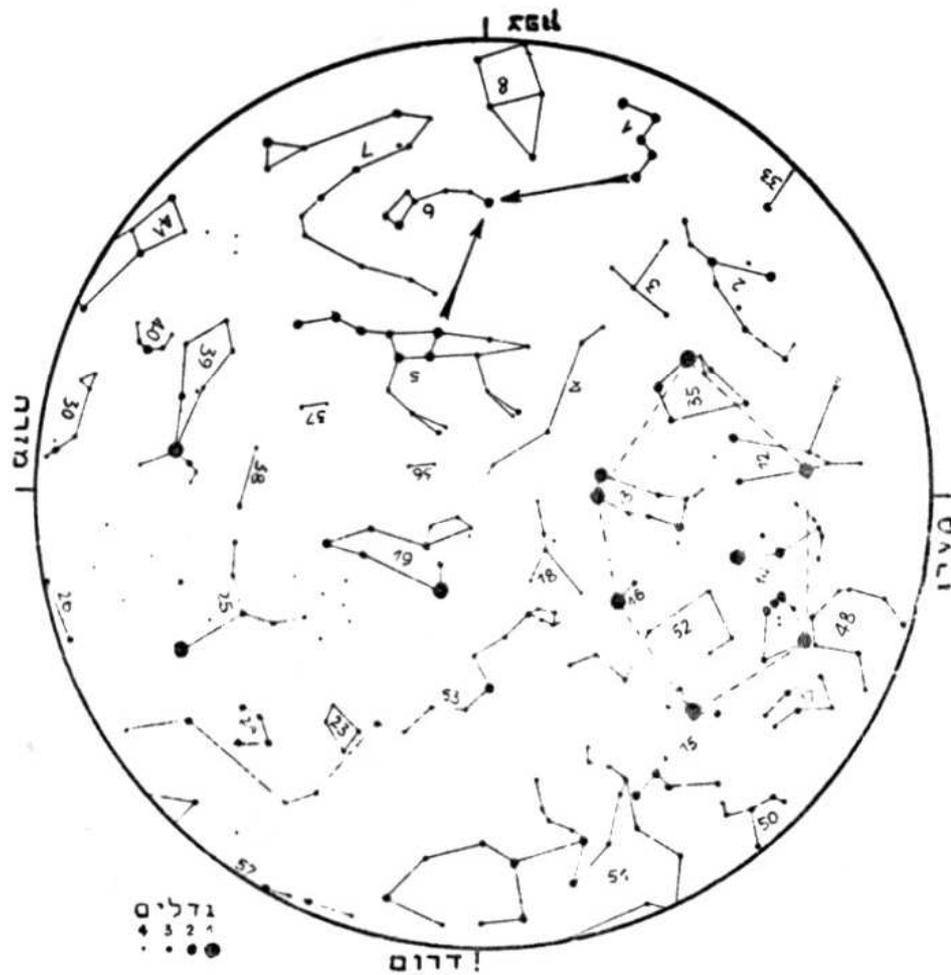
מד' ומע' מסומנים במפות כוכבים הפוך מן הנהוג במפות הארץ, כי אנו צופים על פני הארץ „מלמעלה“ (מבחוץ), על השמים „מלמטה“ (מבפנים). יש אפוא להחזיק את מפת השמים מעל לראש. צריך לדאוג שהקו צפ'—דר' יהיה מכוון אל-ימין (בעזרת כוכב־הקוטב המסומן בחיצים) אז יתאימו נקודות מד' ומע' של המפה. קבוצות הכוכבים מסומנות במפה 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	קאסיופייה	8	קפיאוס	16	כלב קטן	25	בתולה	39	רועה דובים
2	פרסיאוס	10	דגים	17	ארנבת	33	אנדרומדה	48	ארידנוס
3	גיראפה	11	טלה	18	סרטן	34	משולש	50	יונה
4	לינכס	12	שור	19	אריה	35	עגלון	51	ספינת ארגו
5	דובה גדולה	13	תאומים	22	לוייתן	26	אריה קטן	52	ראם
6	דובה קטנה	14	אוריין	23	גביע	37	כלבי־צייד	53	נחש־מים
7	דראקון	15	כלב גדול	24	עורב	38	שערי־בירוניקה		

מפת שמי הערב בי 15 במרס ב-00 22

בראשית החודש בי 23 00 ובסופו בי 21 00 = שעת הכוכבים : 09 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 קאסיופייה	8 קפיאוס	18 סרטן	33 אנדרומדה	41 הרקולס
2 פרסיאוס	12 שור	19 אריה	35 עגלון	48 ארידנוס
3 גיראפה	13 תאומים	23 גביע	36 אריה קטן	50 יונה
4 לינכס	14 אוריון	24 עורב	37 כלבי-ציד	51 ספינת ארגו
5 דובה גדולה	15 כלב גדול	25 בתולה	38 שערי-בירוניקה	52 ראם
6 דובה קטנה	16 כלב קטן	26 מאזניים	39 רועה-דובים	53 נחש-מים
7 דראקון	17 ארנבת	30 נחש	40 כתר	57 קנטאור

כתובת המערכת וההנהלה : האגודה הישראלית לאסטרונומיה, ע"י האוניברסיטה העברית, ירושלים
דפוס קואופרטיבי "אחזה" בע"מ, ירושלים