



\*165\*

# הכוכבים בחודש



153

יוצא לאור על ידי האגודה הישראלית לאסטרונומיה  
אדר ב'/ניסן תשל"א מרס/אפריל 1970 שנה י"ז מס' 4/3

# הכוכבים בחודשם

יוצא לאור על ידי

האגודה הישראלית לאסטרונומיה

בעריכת ד. זיצ'ק

כרך י"ז מס' 4/3 (153) אדר ב' / ניסן תשל"ל      מרס / אפריל 1970

Hakokhavim Bekhodsham (The Stars Month by Month)

Vol. 17 No. 3/4 (153)

March/April 1970

11-كواكب شهرية

## ה ת ו כ ן

**התמונה בשער :** כוכב שביט Comet 1969g Tago-Sato-Kosaka. צולם ע"י ב. וארד (B. Ward) בניו-זלנדיה ב-1 בינואר 1970. במצלמה 35 מ"מ, עדשת טלה-פוטו 300 מ"מ 5.5/מ, חשיפה 3 דקות, פילם טריי-X. השביט היה 2° דרומע' לכוכב Telescopii ξ (מתוך Sky and Telescope ינואר 70).

|    |   |
|----|---|
| 27 | מיפגש של ארבעה כוכבי-לכת בשמי הערב      |
| 27 | מעבר כוכב-חמה על פני השמש ב-9 במאי 1970 |
| 29 | כוכב שביט Comet 1969i Bennett           |
| 29 | כוכב שביט Comet 1969g Tago-Sato-Kosaka  |
| 30 | כוכב שביט Comet 1970a Daido-Fujikawa    |
| 30 | כוכב-הלכת צדק 1970                      |
| 31 | באיגוד הבינלאומי של אסטרונומים-חובבים   |
| 31 | יומן השמים — אפריל 1970                 |
| 33 | פרקי מבוא באסטרונומיה (9) : הירח        |
| 42 | יומן השמים — מאי 1970                   |
| 47 | מפת שמי הערב באפריל                     |
| 48 | מפת שמי הערב במאי                       |

## 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' כשבוע, 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

# מיפגש של ארבעה כוכבי-לכת בשמי הערב

החל מיום 6 באפריל ועד ל-30 בו ניתן יהיה לצפות בשמי הערב המערביים במחזה שמימי נדיר: מיפגש ממושך (במשך שלושה שבועות) של ארבעה כוכבי-הלכת המזהירים כוכב-חמה, נוגה, שבתאי ומאדים. בימים 7 עד 9 באפריל יצטרף לרביעיה חרמש הירח הצר שיעבור בימים אלה מצפון לכוכבי-הלכת. מעל לרביעיה יראה במשך כל הזמן צביר הכוכבים כימה (פליאדות).

יש להתחיל בתצפית עוד בשעת הדימדומים, החל משעה 18:30 (כמחצית השעה אחרי שקיעת השמש) במקום שבו האופק פנוי במערב. תחילה קרובים זה לזה כוכב-חמה, נוגה ושבתאי, בעוד שמאדים נמצא גבוה יותר מעליהם. ב-7 בחודש לפנות ערב ימצא חרמש הירח הצר צפ'צפ'מו' לכוכב-חמה ונוגה, צפ'צפ'מע' לשבתאי. למחרת בערב (8 באפריל) ימצא הירח כבר צפ'מו' לשלישיה; צפ'צפ'מע' למאדים ומע' לכימה. ב-11 באפריל (בשעה 15:00) יתקבץ נוגה עם שבתאי ויעבור  $1^{\circ}58'$  צפ' לו; בערב הוא ימצא צפ'צפ'מו' לשבתאי. באותו ערב תחול גם ההתקרבות המירבית בין כוכב-חמה ונוגה, כוכב-חמה ימצא כ- $2\frac{1}{2}^{\circ}$  צפ'מע' לנוגה. ב-12 יתקבץ כוכב-חמה עם שבתאי; בהתקבצות (שתחול בשעה 24:00) יעבור כוכב-חמה  $4^{\circ}33'$  צפ' לשבתאי. כוכב-חמה ונוגה ימשיכו בתנועתם למזרח (שבה נוגה יקדים את כוכב-חמה) ויתקרבו אל מאדים; הם ישאירו את שבתאי מאחוריהם (במערב). ב-28 באפריל יעבור כוכב-חמה לתנועה אחורנית ורק נוגה ימשיך להתקרב אל מאדים שאתו יתקבץ ב-9 במאי (בשעה 12:00) ויעבור רק  $10'$  צפ' לו.

## נועבר כוכב-חמה על פני השמש ב-9 במאי 1970

בשבת, 9 במאי 1970 יחול מעבר כוכב-חמה על פני השמש, תופעה נדירה שנראתה לאחרונה ב-7 בנובמבר 1960 ותיראה שוב ב-1973 ו-1986. בישראל יתחיל המעבר כשעה וחצי אחרי זריחת השמש ויסתיים בשעות אחר-הצהריים המוקדמות.

השמש תזרח ביום זה (בירושלים) בשעה 04:47 (כל המועדים לפי שעון ישראל). המגע החיצוני של כוכב-חמה עם שפת השמש יחול ב- $06^{\text{h}}20.5^{\text{m}}$ , המגע הפנימי כשלוש דקות לאחר מכן. הכניסה בז"מ  $70^{\circ}$  (זווית-מצב נמדדת מצפון בכיוון למזרח), כלומר בשפת השמש המזרחית, בהתאם לתנועה האחורנית של כוכב-הלכת בשעת ההתקבצות. כוכב-חמה יעבור לאיטו על פני השמש וייראה כדיסקית שחורה קטנה בעלת קוטר של  $11.98''$  ( $=1/158$  של קוטר השמש ששעורו  $31'40.94''$ ). המגע הפנימי של היציאה יחול ב- $14^{\text{h}}08.8^{\text{m}}$ , המגע החיצוני ב- $14^{\text{h}}11.8^{\text{m}}$ ; ז"מ היציאה  $237^{\circ}$ , בשפת השמש הדרום-מערבית, ראה תרשים.

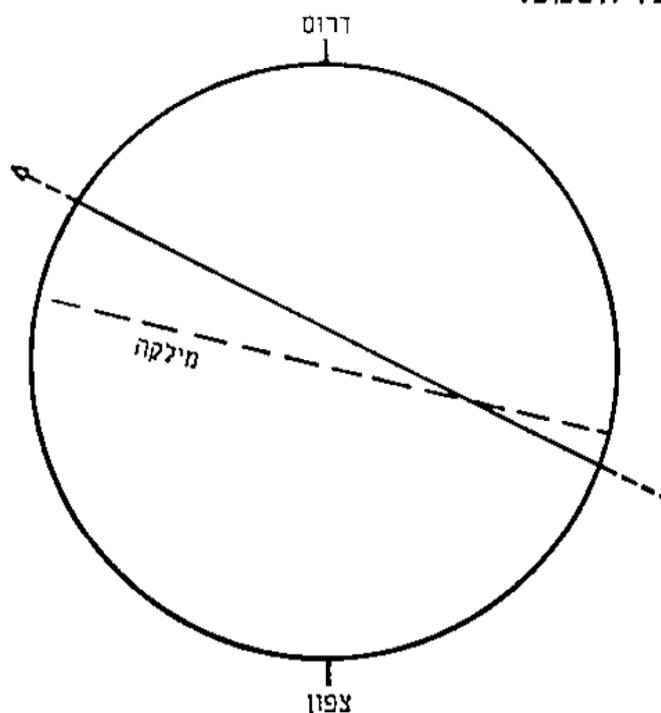
כוכב-חמה נמצא ב-19 במאי באפהליון של מסלולו האקסצנטרי למדי ( $e = 0.2056$ ); הוא קרוב יותר לארץ ונראה גדול מגודלו הבינוני. במעבר הקודם (ב-7 בנובמבר 1960) שחל בסמוך לפריהליון של מסלול כוכב-חמה היה קוטרו המדומה  $9.90''$  בלבד. בגלל היותו באפהליון הפעם, המעבר גם ממושך יותר, כי

תנועתו איטית יותר במרחק מן השמש. הקשר היורד (♄) של מסלול כוכב-חמה נמצא בשעת המעבר בקרבת מרכז השמש; גם זו סיבה למעבר ממושך יחסית, כי כוכב-הלכת עובר רק במעט מדרום למרכז השמש. המעבר נמשך הפעם, במבט גיאוצנטרי,  $7^{\text{h}} 53^{\text{m}} 31.5^{\text{s}}$  והמרחק הקטן ביותר בין מרכזי כוכב-חמה ושמש הוא  $1' 53.7''$  בלבד (ב- $10^{\text{h}} 16.2^{\text{m}}$ ). לגבי הצופה בישראל מתקצר משך המעבר ב-2.2 דקות ל- $7^{\text{h}} 51.3^{\text{m}}$ .

במעבר הבא, בנובמבר 1973, יעבור כוכב-חמה קרוב עוד יותר למרכז השמש, אך הוא יימצא אז בקרבת הפריהליון של מסלולו ומרחקו מן הארץ יהיה גדול יותר; הוא יעבור, אפוא, מהר יותר על פני השמש וייראה קטן מאשר הפעם.

### יש לשמור על כללי הזהירות הנהוגים בתצפיות בשמש!

יש לצפות במשקפת דרך זכוכית מפויחת היטב! משקפי-שמש אינם מספיקים! אנו ממליצים להרכיב שני נגטיבים כהים (לגמרי!) של פילם על עדשות האובייקטיבים של משקפת-שדה או משקפת-תיאטרון. כדאי לנסות את הסידור לפני כן בתצפית על השמש.



### מעבר של כוכב-חמה על פני השמש ב-9 במאי 1970 (בטלסקופ הופך)

מגע ראשון (מגע חיצוני של הכניסה) בשעה  $06^{\text{h}} 20.5^{\text{m}}$  (לפי שעון ישראל) בשפת השמש הצפ' מז' (ז"מ  $70^\circ$ ); מגע רביעי (מגע חיצוני של היציאה) בשעה  $14^{\text{h}} 11.8^{\text{m}}$  בשפת השמש חדר' מע' (ז"מ  $237^\circ$ ). זמן קצר אחרי כניסת כוכב-חמה הוא חוצה את המילקה בכיוון לדרום, בקשר היורד (♄) של מסלולו.

(במשקפת שאינה הופכת: מגע ראשון ליד סיפרה 8; מגע רביעי בין סיפרה 4 ל-5 — כשדיסק השמש מתואר כלוח שעון.)

---

**אטלס הכוכבים של נורטון:** יש ברשותנו מספר מצומצם של טפסים בשביל חברי האגודה (במחיר 11.25 ל"י + דמי משלוח). המעוניינים יפנו בכתב למזכירות האגודה.

---

## Comet 1969i Bennett **כוכב שביט**

כוכב שביט זה, התשיעי והאחרון שנתגלה בשנה שעברה, הפך להיות המזהיר מבין שביטי 1969 במחצית השניה של חודש מרס 70. הידיעה הראשונה על השביט הגיעה אלינו באמצעות בולטין מחודש פברואר של החברה לאסטרונומיה וטיסת החלל במאלמו, שבדיה, שאותו אנו מקבלים בחילופין בעד ירחוננו (Malmö Astronomi- & Rymdfarts Sällskap, M.A.R.S. Bulletin, no. 48). מיד עם קבלת הידיעה פירסמנו חוזר מס' 35 (ב-20 במרס 70) שבגלל עיכובים בחלוקת הדואר בירושלים הגיע לידי החברים באיחור רב. אבל לפי התגובות שהגיעו אלינו בכתב ובטלפון הספיקו חברים רבים לצפות בשביט בעודו בזוהר המירבי בימים 25 ו-26 במרס, כשגודלו 1.6 ואורך זנבו כ-4°. דו"חות על תצפיותיהם קבלנו מן החברים: מ. הורוביץ, קרית ביאליק, מ. אלון, יבנה, וי. צור, שובל.

כוכב השביט נתגלה על ידי J. C. Bennett<sup>1</sup> בפריטוריה, דרום-אפריקה, ב-28 בדצמבר 69. השביט עבר בפריהליון של מסלולו ב-20 במרס 70, במרחק של 0.54 יחידות אסטרונומיות מן השמש. בחזור הבאנו את האפמריס של השביט עד ל-4 במאי. מסלולו ניצב כמעט בדיוק למילקה והשביט נע בכיוון צפ'צפ'מז'. הוא יראה בעין בלתי מצויידת עד למחצית חודש אפריל בשעות הבוקר המוקדמות, לפני ראשית הדימדומים, בכיוון צפ'מז'. לאחר מכן אפשר יהיה לעקוב אחריו באמצעות משקפת.

## Comet 1969g Tago-Sato-Kosaka **כוכב שביט**

חברים אחדים המשיכו לעקוב אחרי כוכב שביט זה שעליו הודענו בחוזר מס' 34 (מ-9 בינואר 70) ובגליון מס' 152. ואלה הפרטים הנוספים על השביט שבינתיים הגיעו לידינו: כוכב השביט נתגלה ביום 10 באוקטובר 1969 על ידי שלושה חובבי-אסטרונומיה יפניים כשגודלו היה 9 או 10. הוא עבר בפריהליון שלו ב-21 בדצמבר, במרחק של 0.47 יחידות אסטרונומיות מן השמש. הישוב המסלול שנעשה על ידי ב. ג. מרסדן (B. G. Marsden) בקמברידג', ארה"ב, התבסס על אלמנטים בלתי בטוחים ולכן היתה הסטייה מן התחזית כה גדולה בסוף ינואר.

בגליון ינואר 70 של Sky and Telescope פורסם התצלום שאנו מביאים בשער גליון זה של „הכוכבים בחודשם” — תצלום שני ראינו ב-„Sterne und Weltraum”, גליון מרס 70, צולם בדרום-אפריקה ב-7 בינואר.

★

ח' יוסף צור שלח לנו דו"ח מפורט, מלווה קטעי מפות ובהם רשומים מצבי השביט שנקבעו על ידו. אנו מביאים מתוך חומר זה את הסיכום של 19 תצפיות בכוכב-השביט שנערכו בין 17.1.70 ל-1.3.70 בטלסקופ-רפלקטור-8" של מצפה-הכוכבים בשובל. בתצפית השתתפו חברי החוג לאסטרונומיה בביה"ס היסודי בשובל: יוחאי הוברט, רונן הופמן, שאול ויגרט, עלי צירקל, יהל קרשנר, אחאב

<sup>1</sup> מגלה השביט הוא אסטרונום-חובב הפעיל במשך כמה שנים. משנת 1967 הוא עוסק באופן שיטתי בחיפוש שביטים והקדיש לצייד זה עד כה 333 שעות, מזה 153 שעות ב-1969. הוא משתמש למטרה זו ברפרקטור 5" (בהגדלה  $\times 21$ ). את השביט הוא גילה באותו ערב אחרי סיקור השמים במשך 15 דקות בקרבת אחרנאר בקבוצת ארידנוס בשמי הדרום; השביט היה בגודל +8.5.

רון והראל שנורמן, וכן חברי המשק וצעירים נוספים מן הקיבוץ וביניהם: מנחם גבעון, דן סלן, יניב ועמיקם צור.

אנו מביאים להלן את המצבים של השביט, כפי שנקבעו על ידי ח' צור בעזרת האטלסים: Atlas eclipticalis, Atlas borealis (הנתונים לתקופה 1950.0), בימים מ-30 בינואר עד 1 במרס (שש התצפיות הראשונות הבאנו בגליון 151, עמ' 5):

| $\delta_{1950.0}$ | $\alpha_{1950.0}$ | שעה<br>(לפי שעון ישראל) | יום      |
|-------------------|-------------------|-------------------------|----------|
| ° ' "             | h m "             | h m "                   |          |
| +16 50            | 01 48.0           | 21 35                   | 30 ינואר |
| +19 06            | 01 54.3           | 21 15                   | 31       |
| +21 07            | 02 00.7           | 20 10                   | 1 פברואר |
| +22 59            | 02 05.2           | 20 05                   | 2        |
| +29 29            | 02 27.3           | 21 10                   | 6        |
| +30 30            | 02 30.0           | 21 30                   | 7        |
| +41 30            | 03 21.6           | 19 00                   | 22       |
| +42 25            | 03 27.7           | 19 35                   | 24       |
| +42 49            | 03 30.5           | 19 35                   | 25       |
| +43 10            | 03 33.0           | 20 40                   | 26       |
| +43 36            | 03 36.0           | 22 15                   | 27       |
| +44 00            | 03 39.0           | .. ..                   | 28       |
| +44 16            | 03 41.5           | 22 00                   | 1 מרס    |

### Comet 1970a Daido-Fujikawa **כוכב שביט**

כוכב שביט מזהיר עוד הרבה יותר (כנראה רק באופן תיאורטי!) נתגלה בינואר 1970. אין בידינו עדיין נתונים ולא ידועות לנו תצפיות שנעשו. השביט עבר בפריהליון ב-15 בפברואר, במרחק של 0.066 י"א בלבד מן השמש, וזהו צריך היה להגיע עד 3.3— בשעה זו, אך מרחקו מן השמש היה רק 4°. ב. ג. מרסדן, שחישב את המסלול של השביט החדש, מצביע על דמיון האלמנטים שלו לשביט משנת 1577, השביט "הקלסי" המפורסם, שנראה על ידי טיכו דה-בראהה<sup>2</sup>. אם הזהות תתאמת, יהיה זה המתחזר הארוך ביותר של שביט שהוכח על ידי תצפיות, מחזור של כ-400 שנה.

<sup>2</sup> מרחק הפריהליון של 1970 a — 0.066 י"א (של 1577 — 0.178 י"א); נטיית המסלול 100° (105°); אורך הקשר 30° (25°); אורך הפריהליון 267° (256°).

### **כוכב הלכת צדק 1970**

צדק מגיע השנה לניגוד ב-21 באפריל. הוא נע בשעת הניגוד בתנועה אחורנית בחלקו המזרחי של מזל בתולה, כ-8° מז' לספיקה. את תנועתו האחורנית הוא יסיים ב-24 ביוני; מכאן ואילך ינוע בתנועה קדומנית עד ל-23 במרס 1971. ב-25 בספטמבר 70 יעבור ממזל בתולה למאזניים; באמצע אוקטובר יעלם משמי הערב המערביים, ב-9 בנובמבר יתקבץ עם השמש ולקראת סוף נובמבר יופיע שוב בשמי הבוקר המזרחיים.

בשעת הניגוד יימצא צדק כ-11 שעות מעל לאופק, משעה 18 04 עד 05 07. זוהרו יגיע בשיא עד 2.0— בלבד, כי הוא קרוב עדיין לאפהליון של מסלולו. שבו הוא עבר ב-3 בספטמבר 69. הארץ תתקרב אליו בשעת הניגוד עד 4.436.

י"א = 663.6 מיליון ק"מ. אורו יגיע אלינו אחרי 36 דקות 54 שניות וקוטרו מקוטב לקוטב יראה בזווית של "41.44.

## באיגוד הבינלאומי של אסטרונומים חובבים

בימים אלה קיבלנו את הפירסום הראשון של האיגוד שנשלח לחבריו. אגודתנו הצטרפה, כידוע, בקונגרס הייסוד, כחברה קורפורטיבית לאיגוד. בפרסום מובאים, דייוני האספה הכללית הראשונה" שהתקיימה בימים 19—22 באפריל 1969 בבולגנה. Proceedings of the First General Assembly (Bologna 1969, April 19-22) edited by Achille Leani, International Union of the Amateur Astronomers, I.U.A.A. Publication, Cremona, December 1969.

החבורת מביאה על 110 עמודים את רוב ההרצאות שהושמעו בכינוס במלואן זרק חלק ניתן בתקצירים. ההרצאות הן באנגלית, באיטלקית ובצרפתית. את נושאי ההרצאות פירטנו בגליון מס' 151 של "הכוכבים בחודשם", עמ' 125—129 במסגרת הדו"ח על הכינוס.

קבלנו גם מספר טפסים להרשמה באיגוד בתור חבר יחיד (2 £ לשנה) או בתור חברות קולקטיבית (10 £ לשנה). חברים המעוניינים להצטרף, יכולים לקבל טופס במזכירות אגודתנו.

## יומן השמים — אפריל 1970

| יום | שעה   | (לפי שעון ישראל)   |
|-----|-------|--|
| 1   | 18½   | נוגה במע', 16° מז' לשמש, נוגה שוקע ב-19 09, 70 דקות אחרי השמש. נוגה מתקרב אל שבתאי ומאדים. |
| 1   | 19    | שבתאי במע', 28° מז' לשמש, שוקע ב-19 57.  |
| 1   | 19    | מאדים במע', 37° מז' לשמש, שוקע ב-20 49.  |
| 1   | 21    | צדק במזר'ר/מז', 158° מע' לשמש, עולה ב-19 36.   |
| 1   | 22    | צדק: מעבר צפ' של ירח IV, ק"ת ב-22 05. <sup>1</sup>   |
| 4   | 22    | צדק: כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המע', לפי הסדר: I, II, III, IV. <sup>1</sup>            |
| 6   | 18½   | כוכב-חמה מופיע במע', 4° מע' לנוגה, ראה רשימה בעמ' 27.                                      |
| 7   | (11)* | כוכב-חמה מתקבץ עם הירח, כוכב-חמה 3° דר'.   |
| 7   | 18    | נוגה מתקבץ עם הירח, נוגה 5° דר', ראה רשימה בעמ' 27.  |

\* (הסוגריים) סביב סימון השעה מסמנות תופעות שיש בהן ענין, אך הן אינן ניתנות לתצפית.  
<sup>1</sup> ראה גם "לוח ירחי צדק" בעמ' 46 של גליון זה. — סדר הירחים בהערות הבאות ניתן כפי שהוא נראה בטלסקופ הופך, מז' מימין, מע' משמאל. העיגול O מסמן את כוכב הלכת צדק, המספרים הרומיים את ארבעת הירחים הגדולים, הסוגריים — עמדה קרובה (התקבצות).

### מצפה הכוכבים בגבעתיים

האגודה הישראלית לאסטרונומיה — סניף גוש דן

| ערבי תצפית לחברי האגודה: |         | ערבי תצפית לציבור: |         |
|--------------------------|---------|--------------------|---------|
| ביום ה', 16 באפריל       | ב-20 00 | ביום ג', 14 באפריל | ב-20 00 |
| ה', 30 באפריל            | ב-20 00 | ד', 15 באפריל      | ב-20 00 |
| א', 17 במאי              | ב-20 00 | ד', 13 במאי        | ב-20 00 |
| א', 31 במאי              | ב-20 00 | ה', 14 במאי        | ב-20 00 |

המקום: גן העליה השניה, רחוב גולומב

| יוס | שעה  | (לפי שעון ישראל)  |
|-----|------|---|
| 7   | 19   | הירח (חרמש צר) צפצפ'מו' לכוכב-חמה ונוגה, צפצפ'מע' לשבתאי, ראה רשימה בעמ' 27.  |
| 8   | (1)  | שבתאי מתקבץ עם הירח, שבתאי 7° דר'.  |
| 8   | 19   | הירח צפ'מו' לשבתאי, נוגה וכוכב-חמה, ראה רשימה בעמ' 27.  |
| 8   | 20   | הירח צפצפ'מע' למאדים, מע' לכימה <sup>2</sup> .  |
| 9   | (1)  | מאדים מתקבץ עם הירח, מאדים 5° דר'.  |
| 9   | 19   | נוגה מתקרב אל כוכב-חמה ושבתאי, ראה להלן ב-11 בחודש, ראה גם רשימה בעמ' 27.   |
| 9   | 20   | מאדים מתקרב אל כימה <sup>2</sup> , ראה להלן ב-17 בחודש.   |
| 9   | 20   | הירח מזצפ'מו' לכימה <sup>2</sup> ומאדים, צפ'מע' לאלדיברן <sup>3</sup> .   |
| 10  | 5    | צדק: מעבר דר' של ירח IV, ק"ע ב' (06 59); סדר הירחים: III ו (O) IV ו <sup>1</sup> .  |
| 10  | 20   | התכסות הכוכב (Aurigae) 38 B. (ג' 6.5) על ידי הירח: העלמות ב-20h 11.9m, ז"מ 99° <sup>4</sup> .   |
| 10  | 21   | הירח צפ'מו' לאלדיברן <sup>3</sup> .   |
| 11  | (15) | נוגה מתקבץ עם שבתאי ועובר 1° 58' צפ' לו.  |
| 11  | 19   | התקרבות מירבית של כוכב-חמה ונוגה, כוכב-חמה 2½ צפ'מע' לנוגה; ראה רשימה בעמ' 27.  |
| 11  | 19   | נוגה צפצפ'מו' לשבתאי; אחרי ההתקבצות, ראה לעיל בשעה (15).  |
| 12  | 19   | כוכב-חמה מתקבץ עם שבתאי; ההתקבצות בעליה ישרה חלה בשעה (24), כוכב-חמה עובר בה 4° 33' צפ' לשבתאי. — זוהי ההתקבצות הראשונה מתוך שלוש, כוכב-חמה נמצא בתנועה קדומנית ממע' למו'; בהתקבצות השניה, ב-17 במאי, יעבור בתנועה אחרנית דר' לשבתאי; בשלישית, ב-29 במאי, יעבור שוב בתנועה אחרנית דר' לשבתאי. |
| 12  | 19   | התכסות הכוכב B.D. + 27° 1270 (ג' 7.0) על ידי הירח: העלמות ב-19h 56.9m, ז"מ 31°; התגלות ב-20h 11.0m, ז"מ 11° <sup>4</sup> .  |
| 12  | 21   | הירח דר'מע' לקאסטור/פולוקס.   |
| 13  | 20   | התכסות הכוכב B.D. + 24° 1777 (ג' 7.1) על ידי הירח: העלמות ב-20h 11.3m, ז"מ 142° <sup>4</sup> .  |
| 13  | 21   | הירח דר'מו' לקאסטור/פולוקס.   |
| 13  | 21   | מאדים מתקרב אל כימה <sup>2</sup> ; ראה להלן ב-17 בחודש.   |
| 15  | 19   | כוכב-חמה נוח לתצפית נמוך כמע', עד סוף החודש; ראה ב-18 בו.   |
| 15  | 21   | הירח מעצפ'מע' לרגולוס <sup>5</sup> .  |
| 16  | 18   | הירח מתקבץ עם רגולוס <sup>5</sup> ועובר 0.6° צפ' לו; התכסות נראית בצפ' אירופה וצפ' אסיה; בישראל עובר הירח בקרבה קרובה צפ' לרגולוס (תצפית טלסקופית!).  |
| 17  | 20   | התכסות הכוכב 56 Leonis (ג' 6.0) על ידי הירח: העלמות ב-20h 16.0m, ז"מ 158° <sup>4</sup> .  |

#### המשך בעמ' 41

- 2 Pleiades M 45 — 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-ארכעה.
- 3 Aldebaran, α Tauri (אד-דאבארן = 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/שנ'; מלווה בן ג' 13, מ"ז 31°; ספ' K5 g.
- 4 ראה "לוח התכסויות כוכבים על ידי הירח" בגליון 152, עמ' 7.
- 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/שנ', עוצמת-אור 97 × שמש; מלווה בן ג' 8.4, מ"ז 176°; ספ' B8.

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

## ה י ר ח

האחרים היחס הזה הוא קטן מ- $1/1000$ ; הקטן מבין ירחי שבתאי, שמסתו ידועה, שוקל פחות מ- $1/15,000,000$  מכובי-הלכת שלו. מסתבר שאין גבול תחתון למסה של לוויין טבעי, כל גוף מטיאוריטי יכול להפוך לוויין כתוצאה מהפרעות במסלולו. אך יתכן שהירח מייצג את הגבול העליון ליחס המסות בין לוויין לבין כוכב-הלכת. — קוטרו של הירח שווה ליותר מ- $\frac{1}{3}$  של קוטר כוכב-חמה. הקטן מבין כוכבי-הלכת, והוא גדול פי  $4\frac{1}{2}$  מקוטר הגדול מבין הפלנטואידים. יתכן שמתוך דעה גיאו-צנטרית קדומה אין אנו מעריכים נכונה את העובדה, כי הארץ היא למעשה רק השותף הבכיר של כוכב-הלכת כפול: המערכת-ארץ-ירח.

ליד הארץ והשמש הירח הוא הגוף השמימי הידוע ביותר. הוא לוויה הטבעי של הארץ. לכוכב-חמה ולנוגה אין ירחים ומסתבר שגם לפלוטו אין ירח. אבל לכל יתר כוכבי-הלכת יש ירחים, שניים למאדים ושניים לנפטון, חמישה לאורנוס, עשרה לשבתאי ושנים-עשר לצדק; בסך-הכל ידועים עד היום 32 ירחים במערכת-השמש.

הירח איננו אמנם בעל המסה הגדולה ביותר בין הירחים במערכת-השמש (עולים עליו במסה חמישה ירחים אחרים, שלושה של צדק, אחד של שבתאי ואחד של נפטון), אך הוא המסיבי ביותר בהשוואה למסה של כוכב-הלכת שלו. יחס המסות של ארץ/ירח הוא  $1/81$ , אצל הירחים

## מ מ ד י ם

רדיוס הארץ ( $R_{\oplus}$ ) במבט מן הירח, ראה ציור 39. קובעים אותה על ידי מדידת ההעתקה הפרלקטית של דיסק הירח על רקע כדור השמים, כפי שהיא נצפית משתי נקודות על פני כדור הארץ. כאשר שני צופים, בנקודה א' וב' (ראה בציור 39), מצלמים את הירח

## מרחק

מרחק הירח הבינוני (ממרכז הארץ עד למרכז הירח) הוא  $384,400$  ק"מ, מרחק השווה בערך ל-60 פעם רדיוס כדור הארץ או 10 פעמים הקף הארץ (כ-40 הפלגות מחיפה לניו-יורק).

את מרחק הירח קובעים באמצעות המדידה של הפרלקסה הגיאו-צנטרית (geocentric parallax) של הירח<sup>1</sup>. היא הזווית ( $p$ ) שבה, נראה

<sup>1</sup> השווה עם פרלקסה הליוצנטרית בפרק על "התנועה הפרלקטית של הכוכבים" — "פרקי מבוא 8", עמ' (61).

נקודות אחרות על פני כדור הארץ שבהם הוא נראה מעל לאופק, למשל בנקודות ג' וד'. מודדים את ההעתקה הפרלקטית בתצלומים והופכים אותה על ידי חישוב לפרלקסה הגיאוצנטרית.

שיטה אחרת למדידת מרחק הירח נוסחה לראשונה בשנת 1946 בארצות-הברית. שודרו בה אותות מכ"ם (באורך גל של 300 ס"מ בקירוב) בהפסקות קצובות אל הירח וההד של כל אות נקלט 2.56 שניות לאחר שידורו. הירח מרוחק לפיכך כמרחק הדרך שבה עוברת קרן הגל האלקטרומגנטי במחציתו של הזמן שבו הגיע ההד (1.28 שניות). מהירות הקרן כמהירות קרן האור ( $c = 3 \times 10^5 \text{ km/sec}$ ). המרחק = מהירות  $\times$  זמן  $= 1.28 \times 3 \times 10^5 = 384,000$  ק"מ. שיטה זאת ניתנת לשיכלול, לפי דעת המומחים, עד כדי דיוק של  $\pm 100$  מטרים.

ב-1969 הציבו האסטרונומים של אפולו 11 בירח מכשיר שבעזרתו ניתן לקבוע את מרחק הירח על ידי קרני לייזר עד לדיוק של  $\pm 15$  סנטימטרים.

באופן חד-זמני, לא תופיע תדמיתו בתצלומים באותו מקום ביחס לכוכבים המרוחקים יותר. ההעתקה הזוויתית של תדמית הירח ( $p$ ). היא ההעתקה הפרלקטית או הפרלקסה הגיאוצנטרית שלו והיא עומדת ביחס למרחק הירח ( $d$ ) לפי:

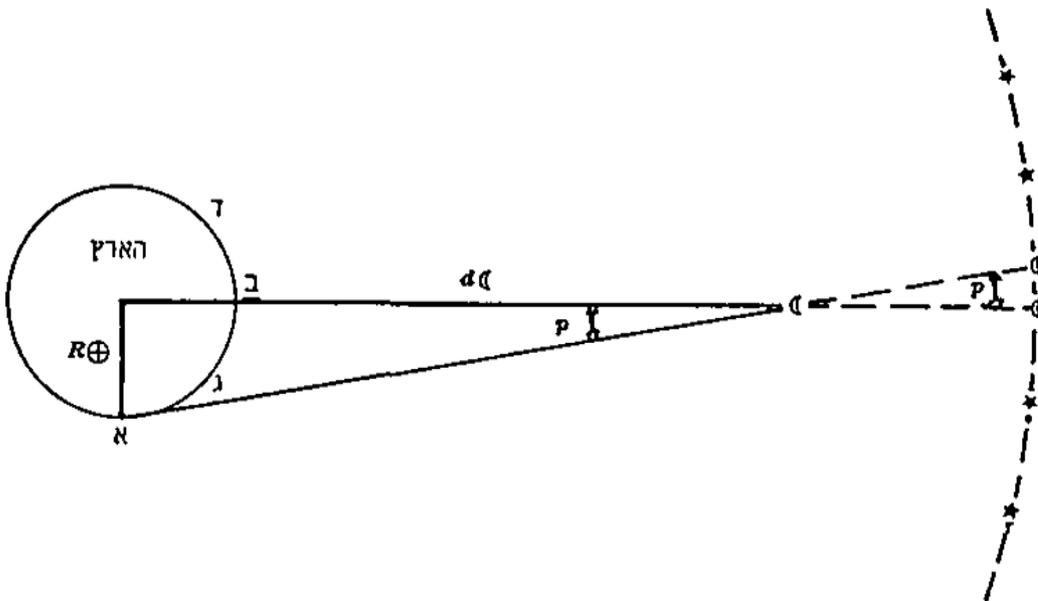
$$\frac{p^\circ}{360^\circ} = \frac{R_\oplus}{2\pi d}$$

שעור הפרלקסה הגיאוצנטרית של הירח נקבע במדידות ל- $3422.451''$  שניות-קשת, שהן כ- $57'$  או  $0.95^\circ$ ; רדיוס הארץ ( $R_\oplus$ ) הוא 6,370 ק"מ. אנו מקבלים, איפוא:

$$\frac{0.95}{360} = \frac{6,370}{2\pi d}$$

$$d = 384,400 \text{ km או}$$

למעשה אין אפשרות לצפות בירח באופן חד-זמני בנקודות א' וב' (שב-ציור), כי מנקודה א' הירח נראה באופק. מצלמים, אפוא, את הירח משתי



ציור 39. הפרלקסה הגיאוצנטרית של הירח.

הפרלקסה היא הזווית ( $p$ ) שבה נראה רדיוס הארץ במבט מן הירח. קובעים אותה על ידי מדידת ההעתקה של תדמית הירח על כדור השמים, כפי שהיא נצפית משתי נקודות שונות על פני כדור הארץ.

## גודל

כשידוע מרחק הירח, אפשר לחשב את הרדיוס שלו על פי גודלו הזוויתי הנראה. במבט מן הארץ נראה רדיוס הירח ( $R_{\text{C}}$ ) בזווית של  $\frac{1}{2}^{\circ}$  בקירוב. מן המשולש, המתואר בציור 40 (והכוונה לל את הזווית  $\frac{1}{2}^{\circ}$ ), אנו מקבלים את היחס:

$$\frac{1}{2}^{\circ}/360^{\circ} = R_{\text{C}}/2\pi d_{\text{C}}$$

ומכאן

$$R_{\text{C}} = \frac{2\pi \times 3.84 \times 10^5}{4 \times 360} = 1,670 \text{ km}$$

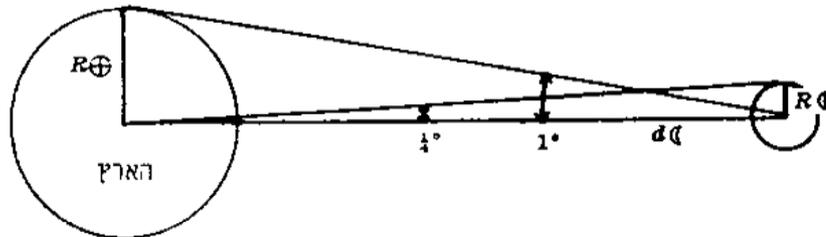
נוכל גם להקיש מן הפרלקסה הגיאומטרית של הירח במישרין על הרדיוס שלו, מבלי להופכה קודם למרחק ליניארי. הפרלקסה הגיאומטרית שווה, לפי התגדרה, לזווית שבה היה נראה רדיוס הארץ ( $R_{\oplus}$ ) במבט מן הירח. ציור 40 מראה שיחס הרדיוסים הוא:

$$R_{\text{C}}/R_{\oplus} = \frac{1}{2}^{\circ}/1^{\circ} = \frac{1}{2}$$

הערך המדויק של רדיוס הירח הוא 1,738.0 ק"מ או  $0.273 \times R_{\oplus}$  (הקוטר 3,476 ק"מ).

היות שפחיסות הירח אינה ניכרת, אפשר לחשב את נפחו ( $V_{\text{C}}$ ) מן הרדיוס, בהנחה שהוא כדור מושלם:

$$V_{\text{C}} = \frac{4}{3}\pi R_{\text{C}}^3 = \frac{4}{3}\pi (1.74 \times 10^8)^3 = 2.2 \times 10^{25} \text{ cm}^3 = \frac{1}{50} V_{\oplus}$$



ציור 40. קביעת הרדיוס של הירח

(א) רדיוס הירח נראה במבט מן הארץ בזווית של  $\frac{1}{2}^{\circ}$ . היות שידוע מרחק הירח ( $d_{\text{C}}$ ), ניתן לחשב מן המשולש המתואר בציור את הרדיוס (בקילומטרים).

(ב) ניתן גם לקבוע את רדיוס הירח ביחידות של רדיוס הארץ. הפרלקסה הגיאומטרית של הירח, כלומר הזווית שבה נראה רדיוס הארץ במבט מן הירח, היא גדולה 4 פעמים בקירוב מן הזווית שבה נראה רדיוס הירח במבט מן הארץ.

## מסה

נפחו של הירח מהווה 1/50 בלבד מנפח הארץ. אפשר, אפוא, להניח שגם המסה שלו קטנה בהרבה מזו של הארץ. ישנה דרך לבחון הנחה זו ולקבוע את מסת הירח — על ידי מציאת מקומו של מרכז הכובד המשותף של המערכת ארץ-ירח. מרכז הכובד חייב להיות בין ארץ לירח ולפי ההנחה הנ"ל קרוב יותר למרכז הארץ מאשר למרכז הירח.

כדי למצוא בכמה מרוחק מרכז הכובד של המערכת ארץ-ירח ממרכז כדור הארץ, עלינו להבהיר לעצמנו ראשית כל, כי זהו מרכז הכובד הנע בתנועת הקפה סביב השמש (בהתאם לחוקי התנועה של קפלר). בשעה שמרכז הכובד נע באליפסה מושלמת וחלקה מסביב לשמש, מתנוודים הארץ והירח לכאן ולכאן, כל אחד בצדו שלו ביחס למרכז הכובד, ראה ציור 41 א' וב'. כתוצאה מכך מקדים

ציור 41 א'. התנועה המסלולית של המעי רכת-ארץ-ירח סביב השמש. מרכז הכובד של המערכת נע בקשת אליפטית חלקה, הקרובה לצורת מעגל. במולד הארץ היא במקצת מחוץ לקשת והירח מבפנים לה. בירח מלא המצבים של ארץ וירח הפוכים.

לפעמים מרכז הארץ את מרכז הכובד במסלול (ברבע הראשון של הירח) ולפעמים הוא מפגר אחריו (ברבע האחרון). במועדים אלה השמש, במבט מן הארץ, מפגרת או מקדימה, בהתאמה, ביחס למקומה המדויק במסלולה המדומה. ההעתקה הפרלקטית החודשית הזאת של השמש למערב ולמזרח ( $d_1$ ) מסתכמת בזווית של  $6.4''$ , ראה ציור 42. היות שהפרלקסה הגיאוצנטרית<sup>2</sup> של השמש היא  $8.8''$ , נקבל את היחס:

$$d_1/R_{\oplus} = 6.4''/8.8''$$

$$a_1 = 6380 \times 6.4/8.8 = 4640 \text{ km}$$

מרכז הכובד של המערכת-ארץ-ירח נמצא, אפוא, במרחק 4640 ק"מ ממרכז כדור הארץ, כלומר בתוך כדור הארץ, כ-1740 (= 6380-4640) ק"מ מתחת לפני שטחו (רדיוס הארץ הוא 6380 ק"מ). מרכז הכובד של המערכת קרוב יותר אל מרכז הארץ מאשר אל מרכז הירח ביחס של

$$384.400 - 4640/4640$$

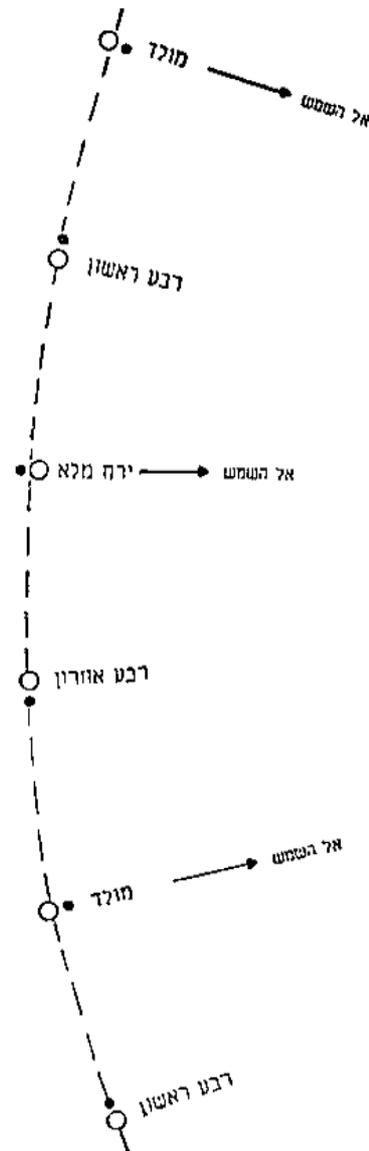
או 81.8 פעם, וזהו גם יחס המסות של שני שותפי המערכת<sup>3</sup>.

אילו היו הארץ והירח שווים בגודלם, היה אדם העומד על פני הירח נמשך אליו על ידי כוח הכובד שגודלו  $1/80$  בלבד מזה המופעל על פני כדור הארץ. אך היות שפני הירח קרובים פי 3.67 אל מרכזו מאשר פני הארץ אל מרכזה, פועל על פני הירח כוח כובד שהוא  $(3.67)^2/80$  מזה הפועל על פני הארץ או  $\frac{1}{8}$  ממנו בקירוב.

## צפיפות

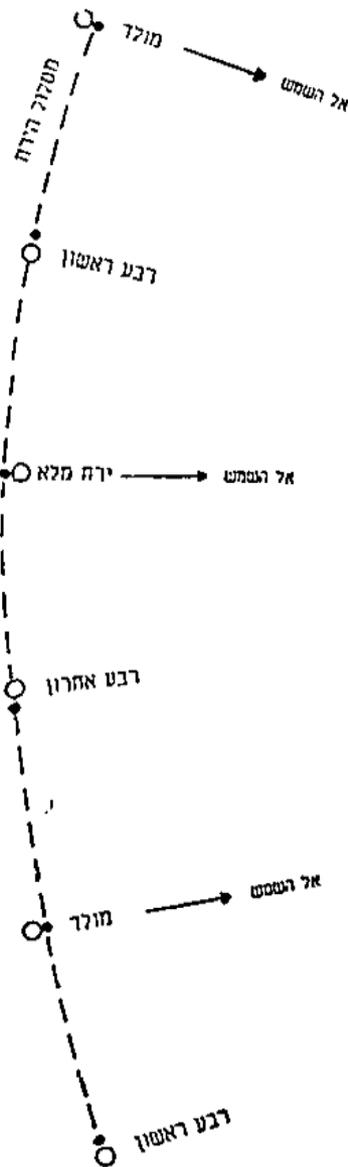
לפיכך אין ספק שהירח, "שוקל" פחות ביחס לגודלו מאשר הארץ, כי נפחו הוא  $1/50$  של נפחה והמסה שלו פחות מ- $1/80$  של מסתה. צפיפותו הממוצעת קטנה, אפוא, מזו של הארץ ושעורה  $3.34 \text{ g/cm}^3$ .

<sup>2</sup> הפרלקסה הגיאוצנטרית מוסברת לעיל ביחס לירח, ראה עמ' (65).



# תנועות הירח

ציור 41 ב'. תנועת הירח סביב השמש. עקמומיות הקשת משתנה במקצת במשך החודש. היא גדולה יותר בירח מלא מאשר במולד, אך המסלול נשאר קעור בכיוון לשמש לכל אורכו. (קוטרי הארץ והירח מוגזמים בציור, אך מרחקם ההדדי מתואר בהתאמה למרחק השמש.)



התנועה המסלולית של הירח והתנועה של המסלול עצמו במרחב הן דוגמה טובה לאופי התנועות של הגופים במערכת השמש. תנועות אלה מסובכות מאוד והענף המדעי העוסק בהן והמכונה „תיאוריית הירח“ (lunar theory) הוא אחד מענפי ההתמחות הקשים ביותר של האסטרונומיה הדינמית. במסגרת פרקים אלה לא נוכל אפילו לציין ברמז את הקף הבעיות. נצטרך להצטמצם בתאור של כמה מושגים וכמה מן העובדות העיקריות הנובעות במישרין מתורת הגרביטציה.

## התנועה המסלולית של הירח

תנועת הירח בכדור השמים נראית כמעגל גדול כמעט מדוייק. מעגל זה אינו חופף את מישור המילקה (האקליפטיקה), אלא הוא נטוי ביחס אליו במוצק  $5^{\circ} 9'$ . מסלול הירח חוצה, אפוא, את מישור המילקה בשתי נקודות, הקשרים (nodes) — בדומה למשווה השמימי החוצה את המילקה בנקודות שוויון-יום ולילה, ראה „פרקי מבוא 2“, עמ' 12). הקשר שבו הירח חוצה את המילקה במהלכו מדרום לצפון מכונה הקשר העולה (ascending node) של מסלולו; הקשר השני, שבו המסלול חוצה את המילקה מצפון לדרום, הוא הקשר היורד (descending node). הקו המחבר את שני הקשרים מכונה קו הקשרים (line of nodes).

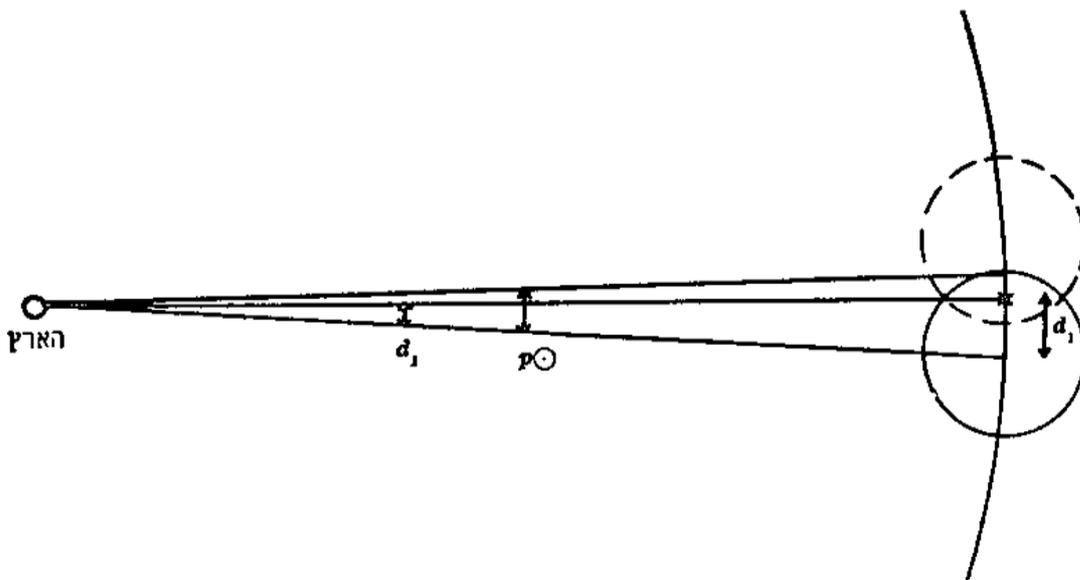
<sup>3</sup> הערך המדוייק הנמצא בתוקף היום הוא  $1/81.3$ , כשסת הירח היא  $7.35 \times 10^{25}$  גרם ומסת הארץ  $5.975 \times 10^{27}$  גרם (על פי ה-IAU System of Astronomical Constants שנקבע באספה הכללית של האיגוד האסטרונומי הבינלאומי IAU בספטמבר 1964).

ימים או 27 ימים 7 שעות 43 דקות ו-11.5 שניות (כ-27 $\frac{1}{3}$  ימים).

אבל נתונים אלה נכונים באופן ממוצע בלבד. אילו היה לנו ענין בשני גופים בלבד, שהם כדוריים והזמגניים במידה מושלמת ופועלים זה על זה בכוחות גרביטציה, היו התנועות שלהם פשוטות והן היו חוזרות על עצמן בדייקנות בכל מחזור. אבל התנאים במערכת השמש מסובכים הרבה יותר. כבר כאשר קיימים שלושה גופים, נע-שית הבעייה קשה ומסובכת מאוד על ידי המשחק ההדדי של כוחות המשיכה. אין לבעייה זו למעשה פתרון מתמטי מושלם, מלבד במקרים פשוטים יחסית אחדים (למשל כשאחד מבין שלושה הגופים הוא בעל מסה מבוטלת). הקושי הוא ברב-גוניות של המצבים ההדדיים המתהווים והמשתנים ללא הפסק. מערכת השמש כוללת מספר רב מאוד של גופים מפעילי גרביטציה, והעובדה שרובם אינם לא הזמגניים ולא כדוריים גורמת לסיבוכים נוספים. השינויים הנגרמים בתנועה הפשוטה של שני גופים על ידי גוף שלישי או על ידי כמה גופים נוספים והשפעתם הגרביטציונית נית מכוניים בשם פרטורבציות (perturbations).

בקירוב ראשון ניתן לומר, כי מסלול ההקפה של הירח ביחס לארץ הוא אליפסה שבאחד המוקדים שלה מצוייה הארץ. האפסצנטריות של האליפסה היא 0.0549; גודלה הוא כמעט פי 3 $\frac{1}{2}$  מזו של מסלול הארץ מסביב לשמש (0.0167). מכאן שהשינויים בגודל הנראה של הירח במבט מן הארץ הם גדולים מאלה של הגודל הנראה של השמש. הקוטר הזוויתי של הירח משתנה ונוודד בין שני הערכים הקיצוניים האלה: 33' 30" כשהירח קרוב ביותר עד 29' 21" כשי הוא רחוק ביותר מאתנו<sup>4</sup>. מרחק הירח משתנה מ-356,000 ק"מ עד 406,700 ק"מ. מצבי הירח במסלולו כשהוא קרוב ביותר ורחוק ביותר מן הארץ מכונים פריגיאון (perigaeon, perigee) ואפוגיאון (apogaeon, apogee). בהתאמה. הקו המחבר את נקודות הפריגיאון והאפוגיאון, הוא הציר הארוך של המסלול האליפטי, מכונה קו האפסידים (line of apsides). מחזור ההקפה הסידרי (sidereal period) של הירח (החודש הסידרי) הוא 27.32166

<sup>4</sup> לעומת זאת משתנה הקוטר הזוויתי הנראה של השמש בין 32' 36" בפריהליון לבין 31' 31" באפהליון.



ציור 42. קביעת יחס המסות של הארץ והירח בעזרת ההעתקה המדומה של מקום השמש למזרח ולמערב במשך חודש אחד.

הפרטורבציות (ההפרעות) במסלול הירח הן מרובות מאוד ונוכל למנות כאן רק אחדות מהן. הן נגרמות בעיקר על ידי הפעולה הגרביטציונית של השמש על המערכת-ארץ-ירח.

(א) regression of the lunar nodes — נסיגת קו הקשרים היא תנועה שהזכרונה כבר בקשר לנקיפה, ראה "פרקי מבוא 8", עמ' (60). קו הקשרים של מסלול הירח (ראה עמ' (69)) מתאר, בהשפעת כוח המשיכה של השמש על מסלול הירח הנסוי, תנועת נקיפה ממזרח למערב (לכן "נסיגה") שמחזוריה (בשעור  $360^\circ$ ) הוא 18.6 שנים. בשנה אחת קטן האורך השמימי <sup>5</sup> של הקשר העולה ב- $20^\circ$  בקירוב. הזמן בין שני מעברים עוקבים של הירח באותו הקשר נקרא חודש דראקוניתי (draconitic month) <sup>6</sup>; אורכו 27.21222 ימים והוא קצר ב-0.10944 ימים מן החודש הסידרי (27.32166). יחס החודש הדראקוניתי לחודש הסידרי של הירח הוא מקביל ליחס בין השנה הסרופית והשנה הסידריית של הארץ (ראה עמ' (30)).

(ב) התקדמות קו האפסידים (progression of the line of apsides) היא תנועה קדומנית (ממערב למזרח) שבה סובב מסלול הירח סביב עצמו (ב- $360^\circ$ ) בהשפעת כוח המשיכה של השמש. מחזור התנועה הוא 8.85 שנים. אורך <sup>5</sup> הפריגיאוון גדל במשך שנה אחת ב- $40^\circ$  בקירוב. הזמן שבין שני מעברים עוקבים של הפריגיאוון ארוך לפיכך ב-0.23289 ימים מן החודש הסידרי. מחזור זה (מפריגיאוון לפריגיאוון) מכוונה בשם חודש אנומליסטי (anomalistic month) <sup>7</sup> ואורכו 27.55455 ימים.

(ג) אַוּקְצִיָּה (evection) <sup>8</sup>. הירח נע במסלולו במהירות גדולה יותר בפריגיאוון ולאט יותר באפוגיאוון (בהתאם לחוק השני של קפלר). הסטייה המחזורית מן התנועה התיאורטית האחידה (כ- $\pm 6^\circ$ ) מכוונה בשם מ-ש-וואת המרכז (equation of centre) או גם בשם "אי-שוויון הירח" (lunar inequality). בהשפעת כוח המשיכה של השמש מתנווד הירח (ב- $\pm 1.3^\circ$ )

במחזור של 31.8 ימים מסביב למקומות המחושבים לפי משוואת המרכז. הפרטורבציה הזאת, המכונה אַוּקְצִיָּה, נתגלתה כבר לפני 2000 שנה ויותר על ידי היפארכוס.

(ד) הוּרִיָּאצִיָּה (variation) היא הפ-רעה נוספת הנגרמת על ידי השמש והפועלת על כמות התאוצה של הירח ביחס לארץ, המשתנית בעקבותיה באופן מחזורי. ההשפעה מגיעה לשיא פעמיים בחודש הסינודי (שהוא המחזור של צורות הירח), בשעת הסי-זיגיות (syzygies) <sup>9</sup>, כלומר כמולד ובירח המלא. שעור התנועות כ- $40''$ .

(ה) המשוואה השנתית (annual equation) היא התוצאה של המסלול האליפטי של הארץ ושל השפעתה הגרביטציונית של השמש על הירח, המשתנית בעקבות המסלול האליפטי של הארץ. מחזוריה שנה אחת <sup>10</sup> ותנועותיה כ- $11''$ .

הפרטורבציות של תנועת הירח שנו-כרו כאן הן הבולטות ביותר מבין מספר גדול בהרבה. אפשר לפרק את תנועת הירח ל-150 תנועות מחזוריות עיקריות בקירוב לאורך המילקה ולאותו מספר

<sup>5</sup> ראה עמ' (15), "פרקי מבוא 2".  
<sup>6</sup> מירווח הזמן שבו יכולים לחול ליקויים הוא כפולה מדויקת של החודש הדראקוניתי, מכאן השם דראקוניתי (של הדראקון). זכר לזמנים שבהם חשבו שדראקון בולע את השמש בשעת ליקוי מלא.

<sup>7</sup> בשם אנומליה (anomaly) מכנים כל סטייה מכלל כלשהו; באסטרונומיה משמש מונח זה לציון של כמות זוויתית הבאה לתאר תנועה מסלולית. בשם אנו-מליה אמיתית (true anomaly) של הירח מציינים את הזווית בין נקודת הפריגיאוון לבין מקום הירח והיא נמדדת ממרכז כדור הארץ בכיוון תנועת הירח. לזווית זו מתייחס כינוי החודש האנומליסטי של הירח.

<sup>8</sup> פרוש הפועל הלטיני eveho (evectus) — להוביל, לסלטל.

<sup>9</sup> בשם זה מכנים את מועדי ההתקבצות והניגוד של הירח ביחס לשמש כלומר את מועדי מולד הירח ומילואו, בהתאמה. פרוש המונח היווני  $\sigma\upsilon\lambda\upsilon\gamma\alpha$  — צמד זוגי.

<sup>10</sup> שנה אנומליסטית של הארץ, מפריהליון לפריהליון, ראה "פרקי מבוא 4", עמ' (30).

אותם הפרטים של פני שטחו — „פניו“ של מה שמכונה „האדם שבירח“ — נראים בו תמיד. זה מוליד אצל רבים את הסברה המוטעית שהירח „אינו מסתובב“.

להמחשת הסיבוב של הירח ישמש ציור 43 („פרקי מבוא 10“, עמ' (74)). בתרשים הימיני מתואר מסלול הירח סביב הארץ והירח סובב בו על צירו בזמן של הקפה אחת. החיצים המכוונים אל כדור הארץ מציינים את הצד של פני השטח המופנה תמיד אל הארץ. אילולא היה הירח מסתובב, הוא היה מפנה אל הארץ במשך החודש בהדרגה חלקים אחרים של פני שטחו והיינו רואים את הירח במשך החודש מכל הצדדים (התרשים השמאלי, הירח אינו סובב על צירו, כיוון החיצים אינו משתנה).

אין זה הגיוני ואין זה גם מתקבל על הדעת לחשוב, כי השוויון המושלם של מחזורי הסיבוב וההקפה של הירח קיים ללא קשר סיבתי. סביר יותר להניח, כי מחזור הסיבוב של הירח הוסדר בצורה זו על ידי גורם כלשהו. מניחים שאת הגורם היוו כוחות גאות ושפל של הארץ הפועלים על הירח והם הביאו לידי כך, שאותו צד של הירח מכוון תמיד אל הארץ. כוחות אלה גרמו בתקופה קדומה של תולדות שני הגופים, כשהירח היה עדיין במצב פלסטי, להתהוות גלי גאות בגופו. תנועת גלים אלה גרמה לחיכוך גאות ושפל, בלמה והאיטה את הסיבוב המקורי של הירח עד שהתקשה מין „הרגאות על פני הירח, דפורמציה של כדורו לאורך קוטר משווני מסויים, המכוונת ב„חודה“ תמיד בכיוון אל הארץ.

דפורמציה זו אינה עולה על כמה מאות מטרים, היא אפוא, זעירה מאוד בהשוואה לקוטר הירח. למעשה היא גם קטנה בהרבה מגובהם של תצורות רבות על פני הירח, כגון הרים, שולי הלועות וכדו'.

של תנועות בניצב אליו; עליהן מתווספים עוד כ-500 ערכים פחותי משקל. יחסי הגומלין של שמש, ירח וארץ מחוללים תנועה כה מסובכת עד שהמצבים ההדדיים של שלושה גופים אלה לעולם אינם חוזרים על עצמם.

לאור הקף ההפרעות האלה, עולה בלי-משים המחשבה לתודעתנו, כי יותר נכון לחשוב, שהארץ היא המפריעה (גורמת פרטורבציות) לתנועת הירח סביב השמש, מאשר שהשמש מפריעה לתנועות הירח מסביב לארץ.

הדבר הוא נכון במלוא מובן המילה וללא הגזמה כשמתייחסים לתנועת הירח במרחב ולא לתנועתו ביחס לארץ בלבד, כי כוח המשיכה של השמש הפועל על הירח גדול פי שניים מזה המופעל עליו על ידי הארץ וכי התנועות, הן של הארץ והן של הירח, נשלטות בעיקר על ידי השמש. היות שכוה המשיכה של השמש הפועל על הארץ או על הירח הוא גדול מכוחות המשיכה של הארץ ושל הירח הפועלים זה על זה, תהיה התאוצה הגדולה ביותר של הארץ או של הירח תמיד זו המכוונת אל השמש. לכן המסלולים של הארץ ושל הירח הם לכל אורכם קעורים בכיוון אל השמש, ראה ציור 41 ב'. מעובדה זו מתעלמים בדרך כלל כאשר מתייחסים לתנועת הירח סביב הארץ בלבד.

## סיבוב הירח

בדומה לגופים השמימיים האחרים סובב הירח סביב צירו. מחזור הסיבוב של הירח שווה למחזור ההקפה שלו סביב הארץ, כלומר הוא סובב פעם אחת סביב צירו (ב- $360^{\circ}$ ) בזמן שבו הוא משלים גם הקפה אחת בתנועתו סביב הארץ (בחודש הסידרי). היות ששתי התנועות, הסיבוב וההקפה, הן באותו הכיוון, ממערב למזרח, מפנה הירח תמיד את אותו הצד שלו אל הארץ. זוהי עובדה הידועה לכל, כי

המשך מעמ' 32

יום סעה (לפי שעון ישראל)

|  |      |    |
|--|------|----|
| מאדים עובר $3\frac{1}{2}^{\circ}$ דר' לכימה <sup>2</sup> .   | 21   | 17 |
| צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המז', לפי הסדר : (IV III) I (II) $\odot$ <sup>1</sup> .  | 21   | 17 |
| כוכב-המה באַלֹּנְגִיָּה (מ"ז) מז' הגדולה ביותר של $20^{\circ}$ .   | (10) | 18 |
| צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המע', לפי הסדר : $\odot$ (IV I III) II <sup>1</sup> .  | 21   | 18 |
| הירח דר'מע' ל"גאמא" בבתולה <sup>6</sup> .  | 21   | 19 |
| צדק : מצב הירחים לפי הסדר : (I II) $\odot$ (III IV) <sup>1</sup> .   | 23   | 19 |
| הירח מע' לספיקה <sup>7</sup> וצדק.   | 20   | 20 |
| צדק בניגוד לשמש ; מרחקו 4.436 י"א = 663.6 מיליון ק"מ ואורו מגיע אלינו אחרי $36^m 54^s$ ; ג' $-2.0$ , קוטרו מקוטב לקוטב $41.44''$ — צדק נראה במשך כל הלילה, ראה רשימה מיוחדת בעמ' 30 של גליון זה. | (18) | 21 |
| צדק מתקבץ עם הירח, צדק $6^{\circ}$ צפ'.  | 22   | 21 |
| הירח דר' ל"אלפא" במאזניים <sup>8</sup> , דר'מו' לצדק.  | 22   | 22 |
| התכסות הכוכב $1b$ Scorpii (ג' $4.8$ ) על ידי הירח : התגלות ב- $22^h 43.1^m$ , ז"מ $312^{\circ}$ <sup>4</sup> .   | 22   | 23 |
| הירח דר'דר'מע' ל"ביתא" בעקרב <sup>9</sup> , מע' לאנטארס <sup>10</sup> .  | 1    | 24 |
| התכסות הכוכב $4$ Scorpii (ג' $5.6$ ) על ידי הירח : התגלות ב- $01^h 40.6^m$ , ז"מ $299^{\circ}$ <sup>4</sup> .  | 1    | 24 |
| הירח מתקבץ עם אנטארס ועובר $0.5^{\circ}$ דר' לו ; התכסות בדר' אסיה ובדר' אמריקה.   | (15) | 24 |
| מאדים בין כימה <sup>2</sup> לאלדיברן <sup>3</sup> .  | 21   | 24 |
| הירח מז'דר'מו' לאנטארס <sup>10</sup> .   | 1    | 25 |
| צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המע', לפי הסדר : $\odot$ III I IV II <sup>1</sup> .  | 21   | 25 |
| התכסות הכוכב $210$ B. (Scorpii) (ג' $6.0$ ) על ידי הירח : התגלות ב- $00^h 22.0^m$ , ז"מ $338^{\circ}$ <sup>4</sup> .   | 0    | 26 |
| צדק : מצב הירחים לפי הסדר : $\odot$ (III I IV) II ; השווה עם יום 25 בשעה 21 (לעיל) <sup>1</sup> .  | 2    | 26 |
| נוגה עובר $3^{\circ}$ דר' לכימה <sup>2</sup> .   | 19   | 26 |
| צדק : מעבר דר' של ירח IV (ק"ע ב- $10^{\circ} 21$ ) ; הירחים לפי הסדר : I (IV) $\odot$ III (ירח II : כ"ה 19 00, ל"ס 21 48) <sup>1</sup> .   | 21   | 26 |
| התכסות הכוכב $40$ $\tau$ Sagittarii (ג' $3.4$ ) על ידי הירח : העלמות ב- $01^h 59.8^m$ , ז"מ $86^{\circ}$ ; התגלות ב- $03^h 23.2^m$ , ז"מ $260^{\circ}$ <sup>4</sup> .                            | 1    | 27 |
| מאדים צפ' להיאדים <sup>11</sup> , עד ל-3 במאי.   | 19   | 27 |

<sup>6</sup>  $\gamma$  Virginis : כוכב כפול, ג'  $3.7/3.7$ , מ"ז  $4.7$ , ז"מ  $305^{\circ}$  (1968), מ"ה  $178$  ש', מ'  $40$  ש"א, שני המרכיבים צהובים, ספ'  $dF0/dF0$ .

<sup>7</sup> Spica,  $\alpha$  Virginis (= שבולת) : ג'  $+1.2$ , ג' מוחלט  $-2.9$ , מ'  $220$  ש"א, עוצמת קרינה  $\times 1100$  שמש, ט'  $20,000^{\circ}$ , 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  $62^{\circ}$ , ספ'  $B2 + B5$ .

<sup>8</sup>  $\alpha_1/\alpha_2$  Librae : כוכב כפול, ג'  $5.3/2.9$ , מ"ז  $231''$ , ז"מ  $314^{\circ}$  (משקפת שדה !), מ'  $62/78$  ש"א, קרוב למילקה ; ספ'  $F4/A3$ .

<sup>9</sup>  $\beta$  Scorpii : כוכב כפול, ג'  $4.1/2.9$ , מ"ז  $14''$ , ז"ה  $23^{\circ}$ , מ'  $650$  ש"א, ספ'  $B1$  ; מלווה שני, ג'  $9$ , סמוך מאוד.

<sup>10</sup> Antares,  $\alpha$  Scorpii (= מתחרה של ארס, מאדים) : ג'  $1.8-0.9$ , 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'  $3300^{\circ}$ , תנועה עצמית  $0.034''$ , מהירות רדיאלית  $-3$  ק"מ/שנ' ; ספ'  $gM0$  מלווה לבן : ג'  $5.2$ , מ"ז  $2.6''$ , ז"מ  $274^{\circ}$ , ספ'  $B4$ .

<sup>11</sup> Hyades : צביר ההיאדים מורכב מ- $150$  כוכבים בעלי תנועה עצמית באותו הכיוון, המטרה :  $\delta + 7^{\circ}$ ,  $\alpha$   $6^h 10^m$ , אלדיברן אינו נמנה עם הצביר.

| זמן | שעה | (לפי שעון ישראל)  |
|-----|-----|---|
| 28  | 4   | הירח דר'דר'מע' ל"אלפא"/"ביתא" בגדי <sup>12</sup> .                                  |
| 28  | 19  | כוכב-חמה 8° מע'דר'מע' לכימה <sup>2</sup> .  |
| 28  | 23  | כוכב-חמה, במזל טלה, עובר מתנועה קדומנית לאחורנית.                                   |
| 29  | 19  | נוגה בין כימה <sup>2</sup> לאלדיברן <sup>3</sup> .                                  |
| 30  | 21  | צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המז', לפי הסדר : IV III II I (O) <sup>1</sup> . |

## יומן השמים — מאי 1970

|    |      |   |
|----|------|---|
| 1  | 3    | צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים קרובים לאֶלֶוֹנְגַצִיָה הגדולה ביותר שלהם, מצבם לפי הסדר : IV III II I (O) <sup>1</sup> .   |
| 1  | 19   | נוגה במע', 23° מז' לשמש, בין כימה <sup>2</sup> לאלדיברן <sup>3</sup> ; נוגה שוקע ב-13 <sup>h</sup> 20.  |
| 1  | 19   | מאדים במע', 28° מז' לשמש, שוקע ב-30 <sup>h</sup> 20.  |
| 1  | 20   | צדק בדר'מז', 169° מז' לשמש.   |
| 1  | 21   | צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המז', לפי הסדר : IV III II I (O) <sup>1</sup> .   |
| 3  | (1)  | שבתאי מתקבץ עם השמש.  |
| 3  | 19   | מאדים צפ' לאלדיברן <sup>3</sup> ; ההתקבצות בעליה ישרה חלה ב-23, מאדים עובר 17° 6' צפ'.  |
| 4  | 21   | צדק : מעבר צפ' של ירח IV, ק"ת ב-15 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> .   |
| 6  | 19   | נוגה מתקרב אל מאדים, ראה להלן ב-9 בחודש ; נוגה צפ' לאלדיברן <sup>3</sup> ; ההתקבצות בעליה ישרה חלה ב-(09), נוגה עובר 21° 6' צפ'.  |
| 7  | 19   | נוגה מתקבץ עם הירח, נוגה 4° דר'.  |
| 7  | (21) | מאדים מתקבץ עם הירח, מאדים 4° דר'.  |
| 9  |      | מעבר כוכב-חמה על פני השמש, ראה רשימה מיוחדת בעמ' 27 של גליון זה. — התקבצות התחתונה חלה ב-16 <sup>h</sup> 10. — השמש עולה באופק ירושלים ב-04 47 ; המעבר מתחיל, מגע חיצוני ב-06 20.5, ז"מ 70°, מגע פנימי ב-06 23.5 ; המעבר מסתיים, מגע פנימי ב-14 08.8, מגע חיצוני ב-14 11.8, ז"מ 237°. |
| 9  | (12) | נוגה מתקבץ עם מאדים ועובר 10° 0' צפ' לו.  |
| 9  | 19   | נוגה קרוב למאדים וצפ' לו.   |
| 9  | 20   | התכסות הכוכב B.D. + 27° 1164 (ג' 6.9) על ידי הירח : העלמות ב-20 <sup>h</sup> 06.8m, ז"מ 80° <sup>4</sup> .  |
| 10 | 0    | צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המע' אחרי שעה 00 31 (III O) מ"ס, לפי הסדר : (III O) II IV <sup>1</sup> .  |
| 11 | 20   | התכסות הכוכב B.D. + 22° 1915 (ג' 7.4) על ידי הירח : העלמות ב-20 <sup>h</sup> 28.3m, ז"מ 164° <sup>4</sup> .   |
| 13 | 21   | הירח מע'צפ'מע' לרגולוס <sup>5</sup> ; ההתקבצות בעליה ישרה חלה למחרת בשעה (03), הירח עובר 0.4° צפ' לרגולוס, התכסות באמריקה הצפ' והדר'.   |
| 14 | 20   | צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המז', לפי הסדר : (IV III O) II I <sup>1</sup> .   |
| 16 | 0    | צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים בצידו המז', אחרי שעה 00 39 (I O) ל"ס ; לפי הסדר : IV III II I (O) <sup>1</sup> .  |
| 16 | 19   | התכסות הכוכב B. Virginis 46 (ג' 6.5) על ידי הירח : העלמות ב-19 <sup>h</sup> 05.8m, ז"מ 96° <sup>4</sup> .   |

12 Capricorni  $\alpha_1/\alpha_2$  : כפול אופטי, הנראה כבר בעין, ג' 3.8/4.5, מ"ז 376", ז"מ 291° ; מ' של Capricorni  $\alpha_1$  3000 ש"א, ג' מוחלט 5.4.—  
 Capricorni  $\beta$  : כוכב כפול, ג' 6.1/3.3, 205", ז"מ 267°, מ' 500 ש"א. לשני המרכיבים צבעים שונים — צהוב וכחלחל, ספ' B8/G0.

|  |      |    |
|--|------|----|
| הירח מע'צפ'מע' ל"גאמא" בבתולה. <sup>6</sup>  | 22   | 16 |
| כוכב-חמה מתקבץ עם שבתאי ועובר 11' 0° דר' לו.   | (20) | 17 |
| הירח מע'צפ'מע' לספיקה <sup>7</sup> , מע' לצדק.   | 21   | 17 |
| הירח דר'מו' ל"גאמא" בבתולה. <sup>6</sup>   | 22   | 17 |
| הירח דר'דר'מע' לצדק, דר'מו' לספיקה <sup>7</sup> .  | 21   | 18 |
| התכסות הכוכב 85 Virginis (ג' 6.2) על ידי הירח : העלמות ב- 31.2h 00h, ז"מ 67° <sup>4</sup> .  | 0    | 19 |
| צדק מתקבץ עם הירח, צדק 6° צפ'.   | 1    | 19 |
| הירח דר'מע' ל"אלפא" במאזניים <sup>8</sup> , דר'מו' לצדק וספיקה <sup>7</sup> .  | 21   | 19 |
| הירח דר'מע' ל"ביתא" בעקרב <sup>9</sup> , מע' לאנטארס <sup>10</sup> .   | 0    | 21 |
| נפסון בניגוד לשמש ; נפסון נע בתנועה אחורנית בתחום של 1° דר' לכוכב Librae ♂ (ג' 4.3, ספ' gK0), כוכב אדום. — מרחקו של נפסון בשעת הניגוד 29.311 י"א = 4,384.9 מיליון ק"מ, אורו מגיע אלינו אחרי 4 שעות 4 דקות ; ג' 7.7, קוטר 2.5". | 2    | 21 |
| כוכב-חמה, במזל טלה, חוזר מתנועה אחורנית לקדומנית.  | (17) | 21 |
| הירח מתקבץ עם אנטארס <sup>10</sup> ועובר 0.4° דר' לו ; התכסות בדר' אפריקה ואוסטרליה.   | 22   | 21 |
| התכסות הכוכב 23 τ Scorpii (ג' 2.9) על ידי הירח : העלמות ב- 10.1h 01h, ז"מ 175° ; התגלות ב- 30.6h 01h, ז"מ 202° <sup>4</sup> .  | 1    | 22 |
| הירח דר'מע' ל"אלפא/ביתא" בגדי <sup>12</sup> .  | 3    | 25 |
| צדק : כל ארבעת הירחים הגדולים קרובים לאֶלונגציה הגדולה ביותר שלהם, לפי הסדר : II ○ III IV <sup>1</sup> .   | 22   | 25 |
| כוכב-חמה מתקבץ עם שבתאי (בשעה 05) ועובר 1° 41' דר' לו ; כוכב-חמה 23° מע' לשמש, עולה ב- 36' 03, כשעה לפני זריחת השמש.   | 4    | 29 |
| צדק : מעבר דר' של ירח IV, ק"ע ב- (21 02) <sup>1</sup> .  | 1    | 30 |

## שמש

| שקיעה                          | צהירה    | זריחה    | שעת-כוכבים                     | נטייה                    | נטייה       | עליה                  | 1970   |
|--------------------------------|----------|----------|--------------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|--------|
| זמן גובה                       | זמן גובה | זמן גובה | במיצהר של גריניץ' <sup>2</sup> | אחרי 5 ימים <sup>1</sup> | אחרי 5 ימים | ישראל                 |        |
| (לפי שעות ישראל ואופק ירושלים) |          |          | גריניץ' <sup>2</sup>           | 5 ימים <sup>1</sup>      | 5 ימים      | (ל-5 שעות זמן אפמריס) |        |
| h m                            | °        | h m      | h m s                          | °                        | °           | h m                   |        |
| 17 59                          | 63       | 11 43    | 12 35 45.4                     | + 6 13                   | + 4 18      | 0 39.9                | 1 אפר' |
| 18 05                          | 67       | 11 40    | 13 15 10.9                     | + 9 54                   | + 8 05      | 1 16.5                | 11     |
| 18 12                          | 70       | 11 38    | 13 54 36.4                     | +13 18                   | +11 39      | 1 53.5                | 21     |
| 18 18                          | 73       | 11 36    | 14 34 02.0                     | +16 21                   | +14 53      | 2 31.2                | 1 מאי  |
| 18 26                          | 76       | 11 35    | 15 13 27.6                     | +18 57                   | +17 43      | 3 09.8                | 11     |
| 18 32                          | 78       | 11 36    | 15 52 53.1                     | +21 01                   | +20 03      | 3 49.3                | 21     |
| 18 38                          | 80       | 11 37    | 16 32 18.7                     | —                        | +21 50      | 4 29.8                | 31     |

<sup>1</sup> בטור זה מובאת הנטייה ב"6, 16 ו"26 של כל חודש.

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

אורך היום גדל מ-12 שעות 31 דקות בראשית אפריל עד 13 שעות 23 דקות בראשית מאי ועד 14 שעות 2 דקות בסוף מאי.

הדימדומים האסטרונומיים (השמש 18° מתחת לאופק) נמשכים באופק ירושלים 22m 1h בראשית אפריל, בראשית מאי 29m 1h בסופו.

חצי קוטר השמש : ב"1 באפריל "16' 02", ב"1 במאי "15' 54" וב"31 בו "15' 48" (חצי הקוטר הבינוני הוא "16' 01", כפי שהוא נראה במרחק של 1 י"א).

## כוכבי לכת

| זריחה צהירה שקיטה<br>(לפי שעון ישראל<br>ואופק ירושלים) |       |       | חצי צורה גודל<br>קוטר <sup>4</sup> |      | תנועה <sup>2</sup> מרחק<br>בי"א <sup>3</sup> |        | מזל <sup>1</sup> | נטייה   | עליה<br>ישרה | 1970    |          |
|--|-------|-------|------------------------------------|------|--|--------|------------------|---------|--------------|---------|----------|
| h m  | h m   | h m   | m                                  | "    | "  | "      | "                | ° /     | h m          |         |          |
| 18 36  | 12 17 | 5 58  | -1.4                               | 0.93 | 2.7  | 1,263  | ק                | דגים    | + 7 40       | 1 12.2  | אפר' 1 ♀ |
| 19 27  | 12 46 | 6 05  | -0.6                               | 0.65 | 3.2  | 1,051  | ק                | טלה     | +16 00       | 2 20.5  | 11       |
| 19 44  | 12 52 | 6 00  | +0.3                               | 0.40 | 3.8  | 0.874  | ק                | טלה     | +19 37       | 2 55.9  | * 18     |
| 19 28  | 12 32 | 5 36  | +1.7                               | 0.13 | 5.0  | 0.666  | ע                | טלה     | +20 50       | 3 17.5  | * 28     |
| 18 20  | 11 35 | 4 50  | +3.6                               | 0.00 | 6.0  | 0.558  | א                | טלה     | +17 24       | 3 04.1  | * 9 מא'  |
| 17 04  | 10 31 | 3 58  | +1.9                               | 0.09 | 5.5  | 0.603  | ע                | טלה     | +13 01       | 2 46.9  | * 21     |
| 16 38  | 10 05 | 3 32  | +1.1                               | 0.26 | 4.6  | 0.733  | ק                | טלה     | +13 02       | 2 58.6  | 31       |
| 19 09  | 12 45 | 6 21  | -3.4                               | 0.96 | 5.2  | 1.626  | ק                | דגים    | + 9 47       | 1 41.3  | אפר' 1 ♀ |
| 19 29  | 12 53 | 6 17  | -3.3                               | 0.95 | 5.3  | 1.596  | ק                | טלה     | +14 20       | 2 28.2  | 11       |
| 19 50  | 13 02 | 6 14  | -3.3                               | 0.93 | 5.4  | 1.559  | ק                | טלה     | +18 19       | 3 16.6  | 21       |
| 20 13  | 13 15 | 6 17  | -3.4                               | 0.91 | 5.5  | 1.518  | ק                | שור     | +21 30       | 4 06.8  | 1 מא'    |
| 20 29  | 13 25 | 6 21  | -3.4                               | 0.89 | 5.7  | 1.471  | ק                | שור     | +23 43       | 4 58.7  | 11       |
| 20 46  | 13 39 | 6 32  | -3.4                               | 0.87 | 5.9  | 1.420  | ק                | שור     | +24 49       | 5 51.5  | 21       |
| 20 59  | 13 52 | 6 45  | -3.4                               | 0.84 | 6.2  | 1.363  | ק                | תאומים  | +24 44       | 6 44.5  | 31       |
| 20 49  | 14 03 | 7 17  | +1.7                               | 0.96 | 2.1  | 2.201  | ק                | טלה     | +17 33       | 3 00.2  | אפר' 1 ♂ |
| 20 40  | 13 46 | 6 52  | +1.8                               |      | 2.0  | 2.292  | ק                | שור     | +20 20       | 3 42.7  | 16       |
| 20 30  | 13 30 | 6 30  | +1.8                               |      | 2.0  | 2.376  | ק                | שור     | +22 25       | 4 25.9  | 1 מא'    |
| 20 19  | 13 15 | 6 11  | +1.9                               |      | 1.9  | 2.451  | ק                | שור     | +23 46       | 5 09.6  | 16       |
| 20 06  | 13 00 | 5 54  | +1.9                               |      | 1.9  | 2.517  | ק                | שור     | +24 21       | 5 53.4  | 31       |
| 6 43   | 1 11  | 19 36 | -2.0                               |      | 20.4   | 4.508  | א                | בתולה   | -11 19       | 14 07.5 | אפר' 1 ♀ |
| 5 07   | 23 38 | 18 04 | -2.0                               |      | 20.7   | 4.437  | א                | בתולה   | -10 29       | 13 58.3 | * 21     |
| 4 34   | 22 54 | 17 19 | -2.0                               |      | 20.7   | 4.446  | א                | בתולה   | -10 03       | 13 53.4 | 1 מא'    |
| 2 26   | 20 45 | 15 08 | -1.9                               |      | 19.8   | 4.643  | א                | בתולה   | - 9 04       | 13 41.8 | 31       |
| 19 57  | 13 27 | 6 57  | +0.5                               |      | 7.4  | 10.069 | ק                | טלה     | +12 10       | 2 25.9  | אפר' 1 ♀ |
| 18 14  | 11 40 | 5 06  | +0.4                               |      | 7.3  | 10.192 | ק                | טלה     | +13 25       | 2 40.9  | * 2 מא'  |
| 16 38  | 10 01 | 3 24  | +0.5                               |      | 7.4  | 10.099 | ק                | טלה     | +14 30       | 2 55.3  | 31       |
| 5 23   | 23 25 | 17 30 | +5.7                               |      | 2.0  | 17.325 | א                | בתולה   | - 1 55       | 12 25.4 | אפר' 1 ♂ |
| 3 23   | 21 22 | 15 26 | +5.7                               |      | 2.0  | 17.496 | א                | בתולה   | - 1 28       | 12 21.0 | 1 מא'    |
| 1 23   | 19 22 | 13 25 | +5.8                               |      | 1.9  | 17.864 | א                | בתולה   | - 1 13       | 12 18.5 | 31       |
| 8 09   | 2 58  | 21 45 | +7.8                               |      | 1.2  | 29.668 | א                | מאזניים | -18 37       | 15 55.6 | אפר' 1 ♀ |
| 6 10   | 0 58  | 19 44 | +7.7                               |      | 1.2  | 29.373 | א                | מאזניים | -18 28       | 15 53.0 | 1 מא'    |
| 4 49   | 23 33 | 18 21 | +7.7                               |      | 1.3  | 29.311 | א                | מאזניים | -18 21       | 15 50.9 | * 21     |
| 4 09   | 22 53 | 17 41 | +7.7                               |      | 1.3  | 29.324 | א                | מאזניים | -18 18       | 15 49.8 | 31       |

- ראה ברשימת התופעות המיוחדות בתאריך זה.
- <sup>1</sup> 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.
- <sup>2</sup> א = תנועה אחורנית (ממז' למע').  
ע = עומד בתנועה (בעליה ישרה), עובר מכיוון אחר למשנהו.  
ק = תנועה קדומנית (ממע' למז').
- <sup>3</sup> י"א (יחידה אסטרונומית) = 149 600 000 ק"מ.
- <sup>4</sup> אצל כוכבי-הלכת צדק ושבתאי מובא כאן חצי הקוטר מקוטב לקוטב.
- <sup>5</sup> שמות הפלנטואידים: (4) ואַסטה, (8) פלורה, ניגוד ב"ו במאי, (20) מאסאליה, ניגוד ב"ו באפריל, (44) ניסה, ניגוד ב"ו במאי; הנתונים בטור ג' (גודל) הם גדלים ראותיים ( $m_v$ ) וגדלים פוטוגרפיים ( $m_p$ ). (4) Nysa, (8) Flora, (20) Massalia, (44) Vesta.

## פלנטואידים<sup>5</sup>

| $m_p$ | $m_v$ |       |   | (1950.0) | (1950.0) |         |             |
|-------|-------|-------|---|----------|----------|---------|-------------|
| 7.3   | 6.6   | 1.750 | ק | סרטן     | +24 34   | 9 02.7  | אפר' 4 (4)  |
|       |       | 1.855 | ק | סרטן     | +24 09   | 9 06.2  | 14          |
| 7.6   | 6.9   | 1.964 | ק | סרטן     | +23 30   | 9 12.4  | 24          |
|       |       | 2.076 | ק | אריה     | +22 41   | 9 20.9  | מא' 4       |
| 7.8   | 7.1   | 2.188 | ק | אריה     | +21 41   | 9 31.2  | 14          |
|       |       | 2.299 | ק | אריה     | +20 32   | 9 43.2  | 24          |
|       |       |       | א | מאזניים  | -11 01   | 15 41.9 | אפר' 14 (8) |
|       |       |       | א | מאזניים  | -10 24   | 15 34.5 | 24          |
|       |       |       | א | מאזניים  | -9 46    | 15 25.1 | מא' 4       |
| 10.4  |       |       | א | מאזניים  | -9 13    | 15 14.7 | 14          |
|       |       |       | א | מאזניים  | -8 48    | 15 04.4 | 24          |
| 10.0  |       |       | א | בתולה    | -4 41    | 12 40.5 | אפר' 4 (20) |
|       |       |       | א | בתולה    | -3 41    | 12 31.7 | 14          |
|       |       |       | א | בתולה    | -2 50    | 12 24.5 | 24          |
|       |       |       | א | מאזניים  | -10 28   | 14 54.0 | אפר' 4 (44) |
|       |       |       | א | מאזניים  | -9 41    | 14 46.8 | 14          |
|       |       |       | א | מאזניים  | -8 51    | 14 37.8 | 24          |
| 10.7  |       |       | א | מאזניים  | -8 04    | 14 28.3 | מא' 4       |
|       |       |       | א | בתולה    | -7 26    | 14 19.4 | 14          |
|       |       |       | א | בתולה    | -7 02    | 14 12.1 | 24          |

## ירח

| צורה     | שקיעה                          | זריחה                          | קולונגיסט.       | חצי   | נטייה                 | עליה    | 1970   |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-------|-----------------------|---------|--------|
| d h m    | (לפי שעון ישראל ואופק ירושלים) | (לפי שעון ישראל ואופק ירושלים) | סלונגרפ. של השמש | קוטר  | (לפי שעות זמן אפמריס) | ישרה    |        |
| d h m    | h m                            | h m                            | °                | ' "   | ° '                   | h m     |        |
| 6 06 10  | 12 50                          | 2 23                           | 202.9            | 16 14 | -23 14                | 20 16.6 | אפר' 1 |
| 13 17 44 | 18 32                          | 5 15                           | 264.0            | 16 11 | +7 51                 | 0 45.3  | 6      |
| 21 18 22 | 23 47                          | 8 41                           | 325.1            | 15 11 | +28 13                | 5 18.7  | 11     |
| 28 19 19 | 2 21                           | 13 26                          | 26.0             | 14 47 | +16 10                | 9 36.1  | 16     |
| 3 13     | פריגיאון                       | 4 35                           | 86.9             | 15 20 | -11 50                | 13 17.3 | 21     |
| 15 08    | אפוגיאון                       | 8 23                           | 147.8            | 15 59 | -28 15                | 17 58.8 | 26     |
| 30 06    | פריגיאון                       |                                |                  |       |                       |         |        |
| 5 16 52  | 14 04                          | 2 12                           | 208.8            | 16 10 | -7 43                 | 22 47.0 | מא' 1  |
| 13 12 27 | 19 33                          | 4 58                           | 270.0            | 15 39 | +22 16                | 3 04.0  | 6      |
| 21 05 38 | 23 48                          | 9 21                           | 331.1            | 14 53 | +25 00                | 7 43.4  | 11     |
| 28 00 32 | 1 41                           | 14 01                          | 32.2             | 14 59 | +1 43                 | 11 31.8 | 16     |
|          | 4 22                           | 19 16                          | 93.1             | 15 52 | -24 25                | 15 36.3 | 21     |
| 13 04    | אפוגיאון                       | 9 42                           | 154.1            | 16 14 | -20 26                | 20 47.2 | 26     |
| 25 10    | פריגיאון                       | 15 09                          | 215.2            | 15 50 | +10 23                | 1 03.7  | 31     |

1 קולונגיסודה סלונגרפית של השמש.

| °    | d (U.T.)        | °    | d (U.T.)       |
|------|-----------------|------|----------------|
| -6.7 | אפר' 10 : ברוחב | +5.7 | אפר' 9 : באורך |
| +6.6 | 24              | -5.3 | 22             |
| -6.6 | מא' 7           | +4.9 | מא' 7          |
| +6.5 | 21              | -5.8 | 19             |

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

## ירחי צדק

התחלת התכסות, הירח נעלם בשפתו המז' של צדק.  
 כ"ס סוף התכסות, הירח חוזר ומופיע בשפתו המז' של צדק.  
 ל"ה התחלת ליקוי, בניסת הירח לתוך קונוס-הצל של צדק.  
 ל"ס סוף ליקוי, יציאת הירח מתוך קונוס-הצל של צדק.  
 מ"ה התחלת מעבר, הירח עובר על פני צדק. הזמן בסבלה הוא ראשית מעבר הירח על פני הדיסק של צדק בשפתו המז'.  
 מ"ס סוף מעבר, יציאת הירח מן הדיסק של צדק בשפתו המז'.  
 צ"ה התחלת צל, הופעת צל הירח על פני הדיסק של צדק. הופעה זו קשורה במישרין למעבר הירחים.  
 צ"ס סוף צל, יציאת צל הירח מן הדיסק של צדק.  
 מ"ז מז' מז' מע' מרחק זוויתי (אלונגאציה) מזרחי או מערבי (של ירח IV).  
 ק"ע ק"ת התקבצות עליונה או תחתונה.

אפריל

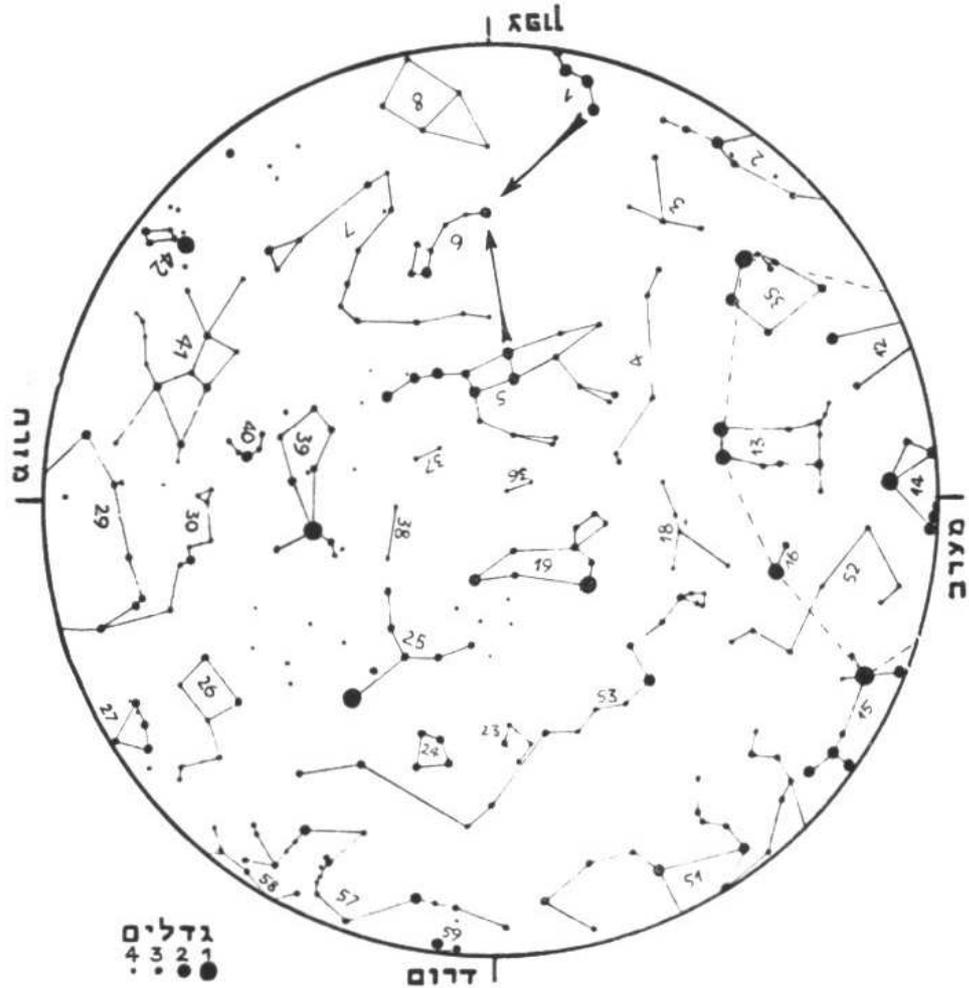
|     |         |       |    |     |         |       |    |     |         |        |    | h m d |         |       |   |
|-----|---------|-------|----|-----|---------|-------|----|-----|---------|--------|----|-------|---------|-------|---|
| ל"ס | I       | 18 56 | 24 | צ"ה | II      | 21 33 | 17 | ק"ע | IV      | (6 59) | 10 | ק"ת   | IV      | 22 05 | 1 |
| מ"ה | II      | 0 00  | 25 | מ"ה | II      | 21 47 |    | צ"ה | II      | 18 59  |    | ל"ה   | II      | 22 07 |   |
| צ"ה | II      | 0 08  |    | צ"ס | II      | 0 06  | 18 | מ"ה | II      | 19 33  |    | כ"ס   | II      | 1 36  | 2 |
| מ"ס | II      | 2 28  |    | מ"ס | II      | 0 14  |    | צ"ס | II      | 21 32  |    | מ"ס   | II      | 19 45 | 3 |
| צ"ס | II      | 2 40  |    | כ"ס | II      | 19 15 | 19 | מ"ס | II      | 22 00  |    | צ"ה   | III     | 4 16  | 4 |
| צ"ס | III     | 18 27 |    | ל"ה | I       | 3 49  | 21 | IV  | מ"ז מז' |        | 14 | IV    | מ"ז מע' |       | 6 |
| כ"ה | II      | 19 00 | 26 | מ"ה | I       | 1 09  | 22 | ל"ה | I       | 1 55   |    | צ"ה   | I       | 2 52  |   |
| ק"ע | IV      | 21 10 |    | צ"ה | I       | 1 09  |    | כ"ס | I       | 4 16   |    | מ"ה   | I       | 3 15  |   |
| ל"ס | II      | 21 48 |    | IV  | מ"ז מע' |       |    | ל"ה | III     | 22 04  |    | צ"ס   | I       | 5 03  |   |
| מ"ה | I       | 2 53  | 29 | ל"ה | III     | 2 03  |    | צ"ה | I       | 23 15  |    | ל"ה   | I       | 0 02  | 7 |
| צ"ה | I       | 3 03  |    | מ"ס | I       | 3 18  |    | מ"ה | I       | 23 25  |    | כ"ס   | I       | 2 32  |   |
| כ"ה | I       | 0 00  | 30 | צ"ס | I       | 3 20  |    | כ"ס | III     | 0 49   | 15 | צ"ה   | I       | 21 21 |   |
| ל"ס | I       | 2 22  |    | ל"ס | III     | 4 22  |    | צ"ס | I       | 1 26   |    | כ"ס   | III     | 21 32 |   |
| IV  | מ"ז מז' |       |    | כ"ה | I       | 22 17 |    | מ"ס | I       | 1 34   |    | מ"ה   | I       | 21 41 |   |
| מ"ה | I       | 21 19 |    | ל"ס | I       | 0 28  | 23 | ל"ה | I       | 20 24  |    | צ"ס   | I       | 23 32 |   |
| צ"ה | I       | 21 32 |    | מ"ה | I       | 19 35 |    | כ"ס | I       | 22 42  |    | מ"ס   | I       | 23 50 |   |
| מ"ס | I       | 23 29 |    | צ"ה | I       | 19 37 |    | ל"ה | II      | 3 18   | 16 | כ"ס   | I       | 20 58 | 8 |
| צ"ס | I       | 23 43 |    | מ"ס | I       | 21 44 |    | צ"ס | I       | 19 54  |    | ל"ה   | II      | 0 43  | 9 |
|     |         |       |    | צ"ס | I       | 21 48 |    | מ"ס | I       | 20 01  |    | כ"ס   | II      | 3 52  |   |

מאי

|     |         |        |    |     |         |       |    |     |     |       |    |     |         |       |   |
|-----|---------|--------|----|-----|---------|-------|----|-----|-----|-------|----|-----|---------|-------|---|
| IV  | מ"ז מע' |        | 25 | צ"ס | I       | 22 00 | 16 | מ"ס | I   | 19 39 | 9  | כ"ה | I       | 18 26 | 1 |
| מ"ה | II      | 22 12  | 26 | III | מ"ה     | 1 51  | 17 | צ"ס | I   | 20 05 |    | ל"ס | I       | 20 50 |   |
| צ"ה | II      | 23 45  |    | IV  | מ"ז מז' |       |    | III | מ"ה | 22 31 |    | מ"ה | II      | 2 14  | 2 |
| מ"ס | II      | 0 43   | 27 | ל"ס | I       | 19 08 |    | III | צ"ה | 0 08  | 10 | צ"ה | II      | 2 42  |   |
| צ"ס | II      | 2 18   |    | כ"ה | II      | 1 48  | 18 | III | מ"ס | 0 31  |    | מ"ה | III     | 19 14 |   |
| כ"ה | III     | 18 46  |    | מ"ה | II      | 19 54 | 19 | III | צ"ס | 2 24  |    | צ"ה | III     | 20 09 |   |
| כ"ס | III     | 20 57  |    | צ"ה | II      | 21 09 |    | II  | כ"ה | 23 31 |    | מ"ס | III     | 21 11 |   |
| ל"ה | III     | 21 56  |    | מ"ס | II      | 22 24 |    | II  | ל"ס | 2 59  | 11 | צ"ס | III     | 22 26 |   |
| ל"ס | III     | 0 12   | 28 | צ"ס | II      | 23 42 |    | II  | צ"ה | 18 34 | 12 | כ"ה | II      | 21 15 | 3 |
| ל"ס | II      | 21 27  |    | ל"ס | III     | 20 14 | 20 | II  | מ"ס | 20 06 |    | ל"ס | II      | 0 23  | 4 |
| כ"ה | I       | 1 28   | 30 | ל"ס | II      | 18 52 | 21 | II  | צ"ס | 21 07 |    | ק"ת | IV      | 21 15 |   |
| ק"ע | IV      | (2 21) |    | מ"ה | I       | 2 34  | 22 | I   | מ"ה | 0 49  | 15 | כ"ה | I       | 1 44  | 7 |
| מ"ה | I       | 22 48  |    | כ"ה | I       | 23 41 |    | I   | צ"ה | 1 21  |    | מ"ה | I       | 23 04 |   |
| צ"ה | I       | 23 39  |    | ל"ס | I       | 2 33  | 23 | I   | מ"ס | 2 58  |    | צ"ה | I       | 23 26 |   |
| מ"ס | I       | 0 58   | 31 | מ"ה | I       | 21 01 |    | I   | כ"ה | 21 55 |    | מ"ס | I       | 1 13  | 8 |
| צ"ס | I       | 1 48   |    | צ"ה | I       | 21 44 |    | I   | ל"ס | 0 39  | 16 | צ"ס | I       | 1 37  |   |
| כ"ה | I       | 19 54  |    | מ"ס | I       | 23 11 |    | I   | מ"ה | 19 15 |    | כ"ה | I       | 20 10 |   |
| ל"ס | I       | 22 57  |    | צ"ס | I       | 23 54 |    | I   | צ"ה | 19 49 |    | ל"ס | I       | 22 45 |   |
|     |         |        |    | ל"ס | I       | 21 02 | 24 | I   | מ"ס | 21 25 |    | IV  | מ"ז מע' |       | 9 |

# מפת שמי הערב ב־15 באפריל ב-00:22

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



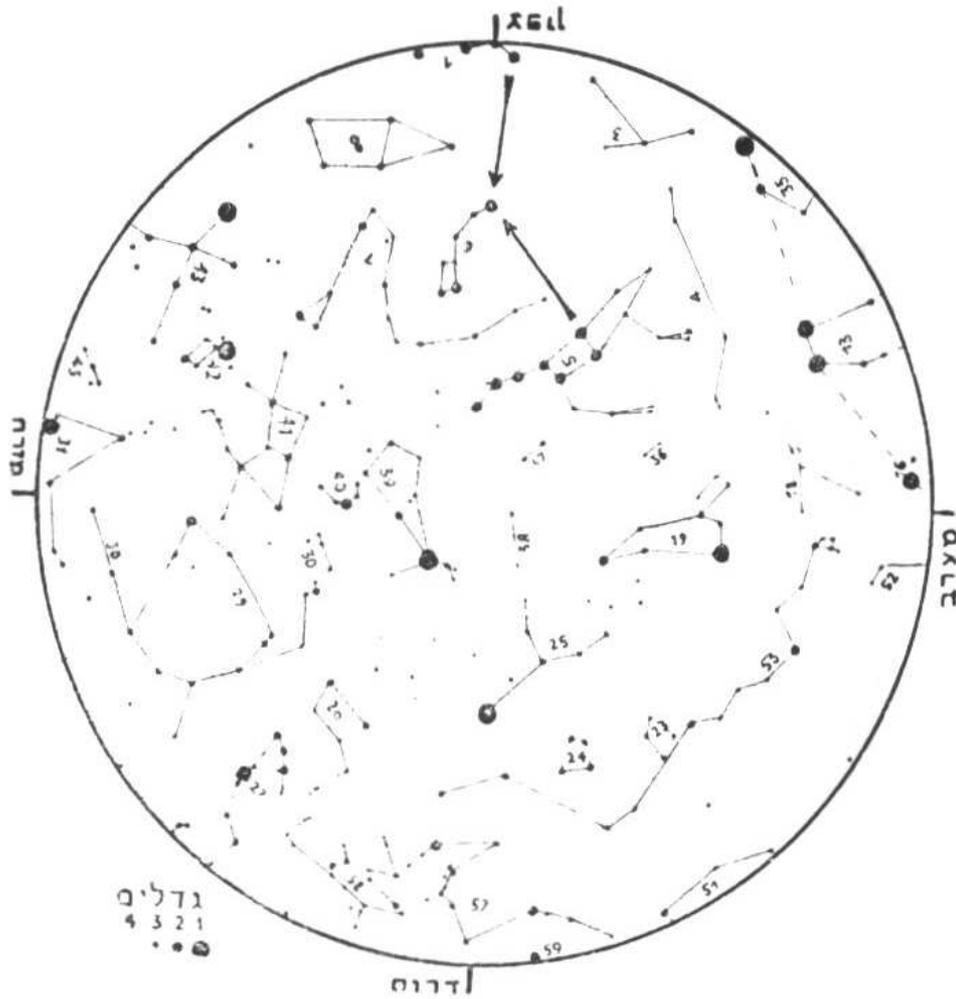
מז' ומע' מסומנים במפות כוכבים הפוך מן הנהוג במפות הארץ, כי אנו צופים על פני הארץ, מלמעלה (מבחוץ), על השמים "מלמטה" (מבפנים). יש אפוא להחזיק את מפת השמים מעל לראש. צריך לדאוג שהקוו צפ'—דר' יהיה מכוון אלינכון (בעזרת כוכב־הקוטב המסומן בחיצים) או יתאימו נקודות מז' ומע' של המפה. קבוצות הכוכבים מסומנות במפה במספרים המיפיעים 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  | 12 | שור      | 24 | עורב     | 35 | עגלון        | 42 | נבל        |
| 2 | פרסיאוס    | 13 | תאומים   | 25 | בתולה    | 36 | אריה קטן     | 51 | ספינת ארגו |
| 3 | גיראפה     | 14 | אוריון   | 26 | מאזניים  | 37 | כלבי־צייד    | 52 | ראם        |
| 4 | לינכס      | 15 | כלב גדול | 27 | עקרב     | 38 | שער־בירוניקה | 53 | נחש־מים    |
| 5 | דובה גדולה | 16 | כלב קטן  | 29 | נושא־נחש | 39 | רועה דובים   | 57 | קנטאור     |
| 6 | דובה קטנה  | 18 | סרטן     | 30 | נחש      | 40 | כתר          | 58 | זאב        |
| 7 | דראקון     | 19 | אריה     | 33 | אנדרומדה | 41 | הרקולס       | 59 | צלב דרומי  |
| 8 | קפאוס      | 23 | גביע     | 34 | משולש    |    |              |    |            |

## מפת שמי הערב ב־15 במאי ב־00 22

בראשית החודש ב־23 00 ובסופו ב־21 00 = שעת הכוכבים : 13 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  | 13 | תאומים  | 26 | מאזניים  | 37 | כלבי־ציד     | 45 | חץ         |
| 3 | גיראפה     | 16 | כלב קטן | 27 | עקרב     | 38 | שער־בירוניקה | 51 | ספינת ארגו |
| 4 | לינכס      | 18 | סרטן    | 29 | נושא־נחש | 39 | רועה־דובים   | 52 | ראם        |
| 5 | דובה גדולה | 19 | אריה    | 30 | נחש      | 40 | כתר          | 53 | נחש־מים    |
| 6 | דובה קטנה  | 23 | גביע    | 31 | נשר      | 41 | הרקולס       | 57 | קנטאור     |
| 7 | דראקון     | 24 | עורב    | 35 | עגלון    | 42 | נבל          | 58 | זאב        |
| 8 | קפיאוס     | 25 | בתולה   | 36 | אריה קטן | 43 | ברבור        | 59 | צלב דרומי  |

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