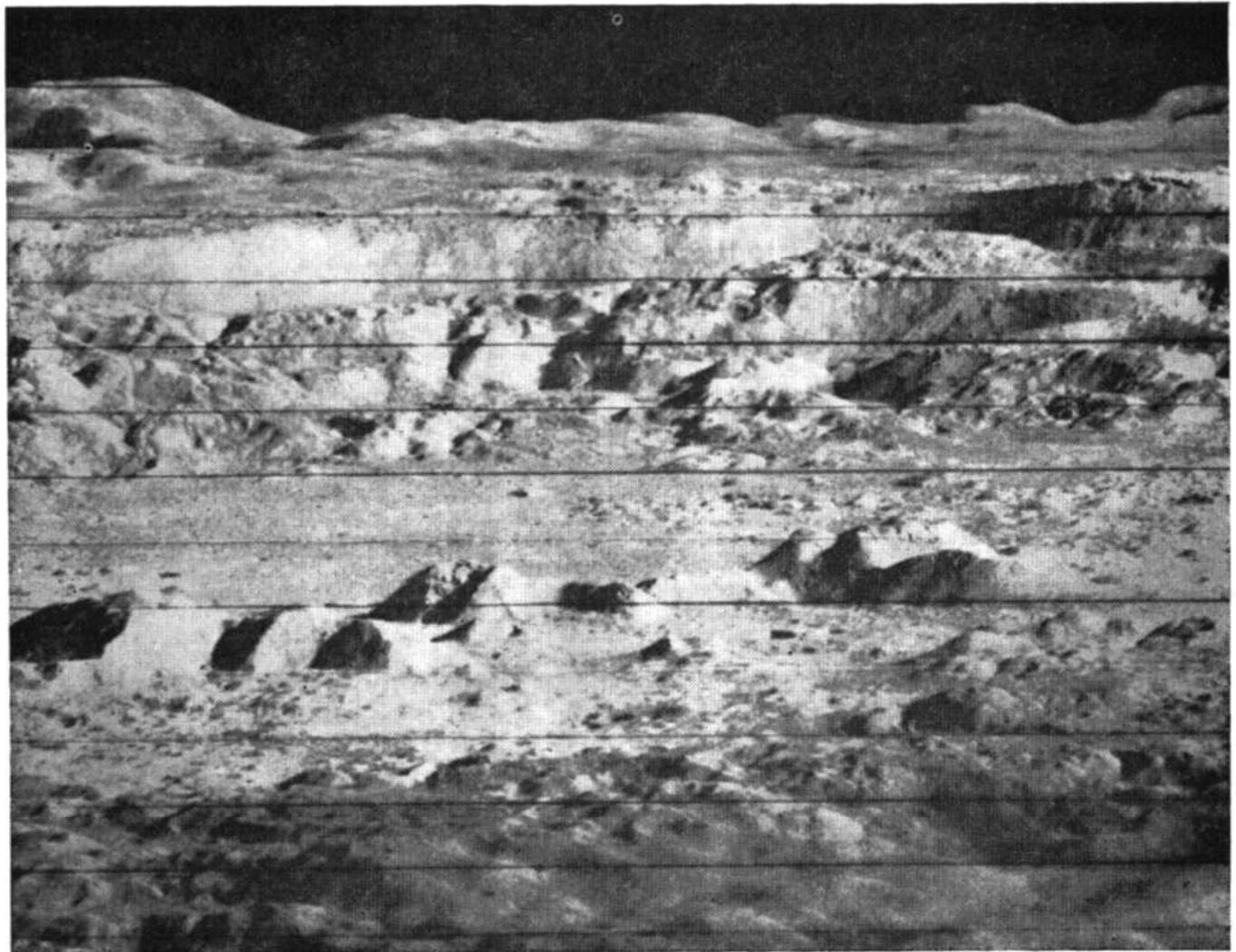




\*192\*

# הכוכבים בחודש



138

יוצא לאור על ידי אגודה אסטרונומית-חובבים בישראל  
כסלון תשביח דצמבר 1967 שנה י'ד מס' 6

ויצא לאור על ידי

אגודת אסטרונומיים-חובבים בישראל  
בעריכת ד. זי'ק

# הכוכבים בחודש

דצמבר 1967

כסלו תשכ"ח

כרך י"ד מס' 6 (138)

Hakokhavim Bekhodsham (The Stars Month by Month)  
Vol. 14, No. 6 (138) الكوكب الشهري  
December 1967

## התוכן

התמונה בשער: נוף הירח כפי שהוא מתגלה בתצלום של 2 Orbiter. החללית הייתה כ-45 ק"מ מעל לפני הירח וכ-240 ק"מ דרומית ללווי קופרניקוס. שורת הרים המצויה במרכזו לוע זה נראה מתחת לאמצע התצלום. מעל לאמצע נראים רכסים הרים מהווים את הקטע הצפוני של סוללת הרים המקיפה את הלווע. (צולם ב-24 בנובמבר 66, בשעה 05:03 לערך זמן עולמי). התצלום כונה בשם "התצלום של המאה ה-20".

79	הכינוס האסטרונומי הארץ השביעי
80	התהות הירח — ט. הרג
88	באוגודה
88	רישימת חברים חדשים
89	יום השמים — דצמבר 1967
95	מפת שמי הארץ
96	סימנים • ראשית תיבות • קיצורים

## אגודת אסטרונומיים-חובבים בישראל

### מוסדות, סניפים מקומיים וחוגים אזוריים

מרכז האגודה: אגודה אסטרונומיים-חובבים בישראל, ע"י האוניברסיטה העברית ירושלים. מזכירות האגודה: בכל יום (א-ה') בין השעות 5 עד 7 אחה"צ בפלנטריום ויליאמס, קריית האוניברסיטה העברית ירושלים, טלפון 30211, קו משנה 300.

מצפה-כוכבים: ירושלים — סגור באופן זמני.  
פלנטריום ויליאמס: ירושלים, קריית האוניברסיטה העברית. ההציגות מתקינות בכל יום ב' ובי' בשבוע, בשעה 17.00 בדיקוק! — קבוצות מאורגנות חביבות להרשות לביקור לפחות שבועיים מראש במזכירות האגודה, בכתב או בטלפון. — הציגות מוחדרת במועדדים אחידים (ל-60 עד 100 איש) לפי הזמנה, לפחות שבועיים לפני המועד הרצוי. הדרישות תאושנה לפי מידת האפשר.

"כוכבים בחודש": ירחון האגודה, מערכת והנהלה לפי כתובות מרכזו האגודה.  
הספרייה האסטרונומית ואולם הקריה: פתוחים לחברים ביום א' עד ה' בשבוע, בין השעות 5 עד 7 אחה"צ בפלנטריום ויליאמס ירושלים.

### סניפים וחוגים אזוריים:

תל-אביב וגוש דן: ע"י איגוד ג'. פוקס, רח' ז'בוטינסקי 44, גבעתיים.

גליל מערבי: ע"י ד. קיש, רח' ירושלים 5 ב', נחריה.

גליל עליון: ע"י ד. בן ליש, דפנה, דאור נס הגליל העליון.

עמק הירדן: ע"י ש. לולב, בית גורדון, דגניה א', דאור נס עמק הירדן

# **הכינוס האסטרונומי הארץ השביעי וتنוכת מצפה-כוכבים בגבעתיים**

בחנוכה, ביום כד/כה בכסלו תשכ"ח, 26/27 בדצמבר 1967 (ג' ו' ז' שבוע) יתקיים בגבעתיים ובטל-אביב הכינוס האסטרונומי הארץ השביעי של אגודות אסטרונומים-כוכבים בישראל.

הכינוס יפתח ביום ג', 26 בדצמבר, בשעה 6 בערב במצפה הכוכבים בגבעתיים באספה חגיגית שתהיה מוקדשת לchnocat מצפה הכוכבים החדש שהוקם על פי יוזמת סניף אגודתנו על ידי עיריית גבעתיים. מקום המצפה בגבעתיים, בפיסגת גן העליה השנייה, ליד רחוב גולומב (אוטובוסים 53 ו-63).

אחרי הפתיחה יעברו משתתפי הכינוס לבית העם של גבעתיים (גבעת רמב"ט) שם תתקיים מסיבת החברים המסורתית. בתכנית המאי-סיבה כלולה הצגה של סרטיים אסטרונומיים חדשים.

למחרת, ביום ד', 27 בדצמבר, יימשו ישיבות הכינוס באולם הרצאות של אוניברסיטת תל-אביב ברמת-אביב. סדר היום המפורט יפורסם בעוד מועד ויישלח לחברים בנפרד; הוא כולל הרצאות והודעות קצרות. הדיונים יתחלו בשעה 9 לפה"צ ויימשו עד 11.30 בקירוב.

בשעה 11.30 יתקיים ביקור מודרך במכון לחקור החלל של אוניברסיטת תל-אביב שבו יוצגו ויוסברו מכשירים שונים. אם תנאי מזג האוויר ירשו זאת, תתקיים צפייה טלסקופית בפרוטוגרפניות של המשמש.

לגלילו זה מצורף טופס הרשמה לכינוס. אלו מקוים לחבריו האגודה ואורחיהם ישתתפו בכינוס ובחנוכת מצפה-כוכבים במספר מקסימלי. אלו מבקשים למלא את טופס הרשמה ולהעבירו אלינו בהקדם האפשרי! גם חברים מטל-אביב וגוש דן מתבקשים להרשם בכתב!

**הבטיחו בנוכחותכם את הצלחת הכינוס!**

# על התהווות הידח

מאת ט. הרץ<sup>1</sup>

הארץ ובתוכה עשויה היה להשפיע באופן ניכר על יחסינו התנועות. כלומר על דמות המערכת, תוך אותן  $10^8$  או  $10^9$  שנים של קיומה. החיכוך גאות זה מכניס לתוך החישובים גורם של "חד-סיט-ריאות", מן "חד-צדדיות" של המתרחש; דבר זה מאפשר עקרונית — כשמי-חשבים אל נכוון בכל הגורמים — שיחזק מהימן יחסית של קורות המערכת ארץ-ירח, מבלתי שיסתבכו החישובים המתאים עד שאין להתגבר עליהם. תהליכי ההתהוות עצמו אמורים מעבר לחישובים אלה, אך אנו רשאים לצפות, לפחות, לאפשרות של אבסטרא-פולציה, אם כי לא למסקנות ישירות. כיצד נוכל, איפוא, לתאר לעצמנו את התהוות הירח? עקרונית מסתבירות שלוש האפשרויות האלה:

(1) הירח נפרד מגוף הארץ, הארץ המקורית התפצלה לשני חלקים: הארץ הנוכחית והירח הנוכחי.

(2) הארץ והירח התהוו בעת ובעונה אחת: אנו מכנים את ההנחה הוותת בשם "השערת כוכב-הlection הכלול".

(3) הירח נוצר כגוף שמיימי עצמו ו"גלאד" מאוחר יותר על ידי הארץ. נדוע להלן בשלוש האפשרויות האלה לפי הסדר.

## התפתחות של גאות ושפלה

הראשונה מבין התהוות קשורה באופן כה מודוק בחיכוך הגאות הנוכר לעיל, באבולוציה של המערכת על ידי

רוב התהוות על התהוות מערכת השימוש דעת על הירחים שבמערכת דיון כללי, כולל יותר מדי; אחדות מהן מסתפקות בהערה הקצרה, כי "אותו התהлик — דהיינו כמו בתהוות כוכבי הלכת — חור אצל הירחים בקנה מידה מוקטן יותר". למולנו אנו עומדים על קרקע מוצק בהרבה בבואה לשאול על מוצאו של הירח שלנו. יש לו במובן מה עמדת יוצאה דופן בן הירחים, כי "המpta היחסית" שלו, כאמור מסת הירחת בהשוואה למסת כוכב-הlection שלו, גדולה הרבה יותר מאשר אצל כל יתר הירחים שבמערכת. יחס המסות של ירח/ארץ הוא 1/81.3, בעוד שיחס המתאים של טרייטון/נפטון הוא כ-1/800, של טיטאן/שבתאי 1/4000 ואצל יתר הירחים הוא אין עולה על 1/10000. הערכים הנמוכים ביותר הם אף בסביבה בת  $10^9$ . מדברים במקורה של המערכת ארץ-ירח בהצדקה מסוימת על "כוכב-לכת כפול" ואין לפסול את הרעיון, כי בנסיבות מסוימות ניתן אולי לחקור את התהוות הירח, מבלתי להגיע קודם לכך לפתרון בעיית הקוסמוגוניה של כוכב-הlection.

קיימים עוד פרטי הראי לתשומת לב מיוחדת: אצל המערכת ארץ-ירח ישנה תקופה סבירה, כי ניתן לשחרור את העבר מתחוך היישובים של מכינית השמיים, מה שכמעט אינו אפשרי ביחס למערכת המשמש בכללותה. כי בין הארץ והירח קיימת פעילות גאות ושפלה חזקה והחיכוך הנוצר בעקבותיה על פני

<sup>1</sup> בזה אנו מביאים את המאמר השני מסידרת המאמרים על הקוסמוגוניה של מערכת השמש שהעמדו לרשותנו על ידי מחברים. המאמר הראשון הופיע בجلון מס' 137 של "הכוכבים בחוותם", כרך י"ה, מס' 5, עמ' 61–67 (אוקטובר/נובמבר 1967). — המאמר הנוכחי הופיע לראשונה בירחון *Sterne und Weltraum*, כרך 4, מס' 11, עמ' 248–252 (נובמבר 1965). אנו מודים למחבר וכן למערכת הירחון بعد רשותם האדיבת להביא כאן את המאמר בתרגום עברי.

הווקטור המתאים מתואר לארך ציר הסיבוב או, בהתאם, לארך ציר המסלול; דרישה כמובן עוד הסכמה ביחס לציון המגמה החיובית של הסיבוב או תנועת ההקפת.

התנוע הווותי נשאר במערכות סגורות בהכרח קבוע לחלווטין. מכאן שהירח חייב לקבל במדוייק את החלק שנאבד לארץ בעקבות כוחות גאות ושפלה של הירח. מסלול הירח מתרחב על-ידי-יכן והחדש מתארך — בהתאם לחוק השלישי של פLER. קיים יחס גומלין פשוט בין אורך היום לבין גודל מסלול הירח; נוכל לרושמו מיד, אם נקבע משפט אחד מפתרון בעית-שניהם: זווית התנוע המסלולי ( $\alpha$ ) פרופורציוני לשורש בריבוע של מהירות-הפראמטר ( $p$ )

$$I = \text{const. } \sqrt{p}$$

במקרה שלנו שווה ( $e^2 - 1 = a = p$ ), כפי שידוע מן הגיאומטריה.<sup>2</sup> (במידה שדאסצנטריות  $e$  נשארת קבועה, גדל התנוע הווותי כמו  $\sqrt{e}$ ). כאשר נציג את השעור הרגעי של אורך היום ושל מחזית-הפראמטר ב- $\text{km}$ ,  $P$  ואת העדר-כימם שלהם בזמן כלשהו ב- $\text{km}$ , קונחchap בעובדה, כי התנוע הווותי של מסלול הירח כתע גבול פי 4.85 מזה של סיבוב הארץ, נקבל:

$$\frac{d_0}{d} + 4.85 \sqrt{\frac{p}{p_0}} = 5.85$$

אך עליינו לזכור: לא הבנו בחשבון כאן את השפעתם של כוחות גאות ושפלה של המשם; יתר על כן, הנחנו, כי נטילת מסלול הירח לגבי משווה הארץ אינה אינהה משתנה באופן מהותי או אינה משתנה כלל; הווקטורים של התנוע הווותי נשאים, איפוא, קבועים במוגמתם. לכן המשווה הנ"ל היא בת-תוקף מוקרב בלבד והוא אינה מוחלטת

כחות גאות ושפלה, עד שאנו נאלצים לסקר עניין זה לפחות בקצרה. הבעייה נחרה בפראוטרווט בעבודתו הלאסיט של ג'ורג' דארווין (George Darwin) בסוף המאה ה-19.

גאות ושפלה של האוקינוסים מלוים בעלי הרף בחיכון פער, בדיפורמציה של חוף ושל קרע הים וכד'. פירושו של דבר, שבכל שנייה ושניה הולך לאיבוד, או יותר נכון: משנה צורתו חלק זעיר של אותה אנרגיה מכנית הכלולה בסיבוב כדור הארץ. חיכון זה הבא בעקבות גאות ושפלה (שעת שעורו העיקרי יש לחפש, כנראה, בימים הרדודים, כגון הים האירי או ים באינג'ן), גורם, איפוא, להאטת הדרגת של סיבוב הארץ, היכולת להגיע במרוצת תולדות הארץ לערכם ניכרים. לעומת זאת, מושגתו של סיבוב כדור הארץ מושגת באמצעות האסטרונומיות שינוי "סאקו-לארי".<sup>3</sup> של מהירות סיבוב הארץ המגדיל את אורך היום בכל 100 שנים ב-1.001 שניות בקירוב; סביר הוא לוותה תופעה זו עם השפעת חיכון הגאות. יש אמנים גם לשמש חלק קטן בבלתי איטית זאת של סיבוב הארץ, אך מקורה ברובו בכוחות גאות ושפלה של הירח והיא משפיעה על המערכת הארץ-ירח בכללותה בדרך הנראית פרודופסילית במידה מה.

האטת סיבוב הארץ פרושה לא רק איבוד של אנרגיה קינטית, אלא גם של נקודת מסה הנעה במסלול מעגלי נתון, בידוע, על ידי המכפלת: מסה×

מהירות ארדיזום המסלול; את התנוע ידי חיבור וסיכון התנוע הווותי של כל חלקיק בודד של הגוף (בעזרת חישוב אינטגרלי). לתנוע הווותי יש אופי ווקטורי, כפי שניתן לראות בקלות;

<sup>2</sup> שינוי איטי, אך מתמיד: "למאה שנים", "לדורות".

<sup>3</sup>  $a = \text{חיצ'צ'ר המסלול}$ ,  $e = \text{אקסצנטריות}$ ; הקבוע (const.) מבוטא במקרה שלנו על ידי: מסת הארץ  $\times$  קבוע-הגביעתית  $\sqrt{\times}$  מסת הירח.

כלומר מכוון מים, אוקינוסים בהיקפה של הארץ, התרcosa העלייה הפתאומית והמהירה של משערת הדיפרנציה, אותה "תהודה של כוחות גאות ושפלה". הדיפרנציה המתגברת והולכת של גופ הארץ הסתימה לבסוף בתהליך הדרדרי מתי שلن יתרוק מסה ניכרת מכדור הארץ: נוצר הירח ובכך החל השלב הראשי באבולוציה של כוחות הגאות והשפלה.

עד כאן השערתו של דארווין על הולדת הירח. היא נתקבלה בדרך כלל כמובנת מלאה ונראית סבירה ביותר במשך זמן רב.

### טענות נגד

אך לבסוף הועלו טענות נגד השערה זו, שורה ארוכה ומשכנית של טענות. נזכיר כאן אחדות בלבד. כך הסיק נלקה (Nölke) מן המסלול המשוער, האפסצנטרי ביותר, של לוין הארץ שווה עתה נוצר, כי זה בהכרח יצולל שוב לתוכה הארץ, ככלומר יאלץ להתאחד אתה מחדש. אחרים הציעו על כך, כי יש השלכות גם על התהודה העצמית שלה ובאופן כזה לא יוכל להיווצר אותן מסיבות קיזוניות. נדמה לנו, כי את הטענה הנגדית המשכנית והמהותית ביותר פירסם ז'פרייס (Jeffreys) בשנת 1930. אפשרות העלייה המהירה של משערת הכוחות של גאות ושפלה תלויה כמובן בשעור ההשפעה הבולמת של החיקוך בתוך גופ הארץ; ז'פרייס הגיע ביחסוביו לאומדן של שעור זה. מסקנתו הייתה, כי פיזור האנרגיה על ידי חיקוך עולה ביחידת הזמן פי 500 על כמות האנרגיה הדורשת לדיפורי מציה הפרוגרסיבית של כדורי הארץ. אבל בתנאים אלה נבלם תהליכי התהודה במהירות רבה והתפלצות גופ הארץ נעשית בלתי אפשרית. (ההפרש של למקרה מסוימתי חזות הוא כה גדול ובلتוי מתגש, עד שאין "להציג" את

לגביו תקופות זמן ארוכות כלשהן! אלום ג'ורג' דארווין האמין בנסיבות ההנחה, כי נתיחה מסלול הירח נתונה לשינויים זעירים בלבד, בתחום של כ- $10^{\circ}$  עד  $15^{\circ}$  לגבי העבר הרחוק, ולגבי זמנים חדשים יותר בתחום של  $1^{\circ}$  עד  $2^{\circ}$  בלבד.

### השערת הפרדה

על פי השערתו של דארווין משתנה מסלול הירח במרוצת האבולוציה של גאות ושפלה באורח ראוי לתשומת לב: הוא גדל באופן תמידי, כי הארץ נבלמת באופן תמידי על ידי חיקוך הגאות. מגמה השינוי היא בתיקוק "مبرאיות".

ומה כאן פרוש "בראשית"? מה מסוגלת השערה זו להגיד על התהווות הירח? התשובה אינה נובעת ממשם מן ההשערה במישרין, אך דארווין היה בדעה, כי יש בכך זה חשיבות רבה להתקדמות מיספרית מענינית אחת. כאשר נאחד את כל התגעז הווייתי של המיער רقت הארץ—ירח בגוף הארץ, נקלט מהירות סיבובית גדולה פי שש בקרובה, ככלומר אורך היום יהיה של כ-4 שעות. אך לגוף הארץ יש תדריות עצמית (כלומר תדריות בעלת כושר תחזקה) שמשך תנודותיה הוא בין 4 ל-24 שעות. היות שלכוחות גאות ושפלה של המשם, הקימות ללא ספק "תמיד", יש מחזור של חצי יום ארכזי, התרcosa הגאות בהפסקות של שעתים כשאורך היום היה בשעור של 4 שעות; אפשר לחשב, איפוא, על התגברות התזוזית של פועלות הגאות — בעקבות התאום בין שתי התקדריות.

על פי השקפת זו הסתובב כדורי הארץ תחילתה במהירות רבה, בغالל היציבות המכנית. שכוחות הגאות והשפלה של השימוש האיטו את סיבוב הארץ במידה מה (הם יכולים להשפיע גם על גופ הארץ ולא היו קשורים בהכרח בקיומה של הידרואספירה —

חלקי אבן, מטאוריטים או טיפות של התעבות חומר; כל זה למרות העובדה, כי בהכרח מתעורות כאן, אותן השאלות הרבות, הפתוחות עדין, של הקוסמוגניה של כוכבי-הlections שיש להן בהקשר זה אף חפkid חשוב. התמונה באמת מרשימה למדי, כאשר מנגנים, כי גרעיני התעבות אחדים, בקרבת כוכבי-הlections הגדל, היו מסוגלים לשמר על מעין "עצמות למחצה" בשעה שהתחוו כוכבי-הlections: גרעינים אלה לא התאחדו אמם עם המסה הגדולה יותר של כוכבי-הlections, אך נשארו מайдך בקרבתו והפכו למלואים שלו. שיקולים אלה מתאים, למשל, גם להפליא למסגרת השערתו של או. י. שמידט (O. J. Schmidt); מסת הירח הגדולה יחסית אינה אמם בהקשר זה הכרחי, אלא יש ליחס אותה פחות או יותר למקרה.<sup>4</sup>

לא בקהל אפשר לחת ניסוח מתמטי מדויק יותר לגירסאות השונות של השערה זאת: כך נדבק לפעמים אופי-כלי, בלתי-邏輯י—איך לאותה הש-קפה על התהווות הירח. לעיתים מפתים צורכי המוחשיות להנמה פשנטנית מדי ול"הוכחות" שלא עמדו בבחן: "The lunar composition (density of olivin 3.3, absence of an iron core) further indicates that the moon was formed as a twin planet with the earth." אבל דוקא בנקוי זה זו טמונה קושי לא מבוטל, דהיינו בהרכבת הכימי השונה מאוד של ארץ וירח. הצפיפות הבינונית של כדור הארץ היא 5.52, של הירח 3.34; יתר על כן ידוע לנו, כי הירח בנוי באופן הומוגני כמעט ולא בטח אין לו, בנויגוד לארץ, גרעין של ברזל וניקל. הירח

השערתו של דארווין על התהווות הירח, אף אם קיים אידיקט כלשהו באומדן הנ"ל).

לפעמים הושמעה בעבר גנחה נוספת, כי השלה של השערת ההפרדה, כי אגן האוקיינוס השקט מהווה עד היום מן "צלקת" אחריו ניתוק הירח מגוף הארץ. אולי יסביר לנו להעיר בענין זה, כי ההשערה מחייבת דיפרנציה של כדור הארץ עד כדי צורת אליפט-סואיד בעל יחס-צירים בשעור 2:3, ואולי אף 2:1 (!). האם אפשר להניח, כי עיות מעין זה של צורת הארץ היה משפייע רק על שכבה כה דקה יחסית של פני השטח?

נזכיר לבסוף, כי על סמך תישובים חדשים מטילים ספק רב גם בהנחה-המוחזא של דארווין האומרת, כי חיקוק גאות ושפלה מגדילה את מסלול הירח ועלינו, איפוא, לחפש את מקום התהוותו של הירח "בקרבת הארץ". נחוור עוד לשאלת זאת. אך בשלב זה עליינו לקבוע, כי מוצדק יהיה לראות את השערה על התהווות הירח בדרך ההפרדה במperfact, על סמך השיקולים שהזכרנו ועוד נספחים שלא נזכרו.

### השערת כוכב-הlections ההפוך

נפנה עתה לאומה השערה שלפיה צריכים היו להטהות הארץ והירח באופן חד-זמני או כמעט חד-זמני, לפי המשוער שנייהם בMOVEDות אותו תהליך התפתחות עצמו, והם היו מתחילה מערכת אחת. השערה זאת נראית אמנם ממבט ראשון מאד "מושחת" ו"מת-קיבלת על הדעת", במיוחד כשהאנו מתארים לעצמנו את תהליכי התהווות של כוכבי-הlections, כפי שהוא מקובל היום בדרך כלל, כהצברות הדרגת של

<sup>4</sup> אמרנו קודם (ראה העלה 1) אין על התהווות כוכבי-הlections. המידע שהובא בו זריך מודifikציה אחת שאינה מכירה ביזה: כי שהעל מחקרים של האיש, קאמרון (Hayashi, Cameron) ואחרים, אפשר היה של קדר של עוצמת קרינה גבוהה בתכנתה המוקדמת של הטמש. אך ניתן לחשוב, כי שלב זה התקיים עוד לפני התהווות כוכבי-הlections.

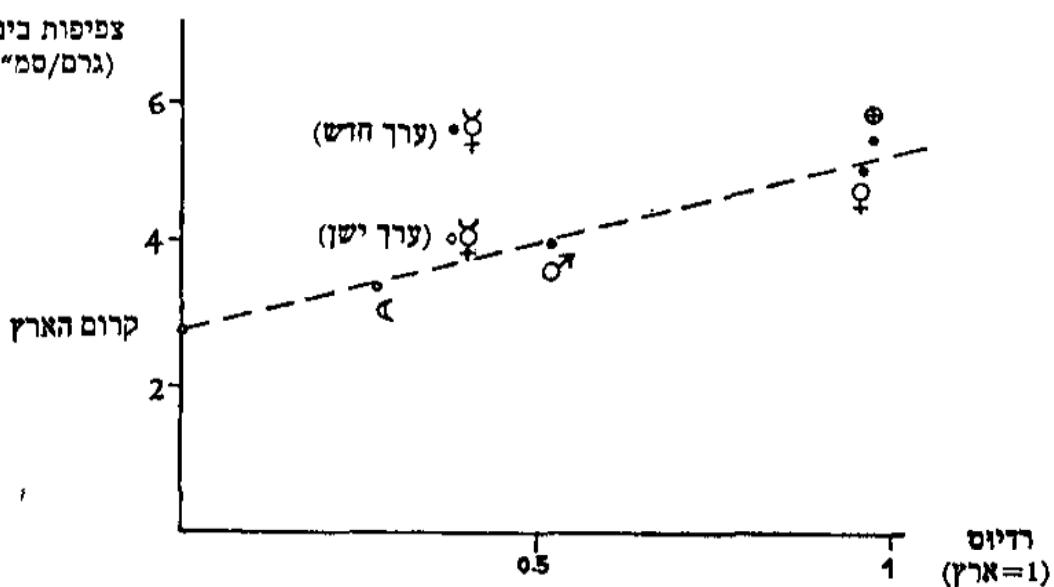
ידי אסטרונומים וגיאופיזיקאים רבים, לפחות בתרו היפותזה לצורכי העבודה. לפיה אין לכדור הארץ גרעין עשוי ברזל, איזהרכזיות הברורה מאוד של החומר בכדור הארץ בעומק של כ-2900 ק"מ אינה נובעת משינוי ההרבי כב הימי, אלא משינוי מצב פיסיקלי, למשל מעבר סיליקטים שונים לפוזה הקורייה מתכתיות. כל כוכבי-הlection האקדמיים", מכוכבי-חמה עד מודים וגם הירח, כל האזור הפנימי של מערכת השמש, צריכים להיות הומוגניים על פי השערה זאת; אין מקום, איפוא, לבועיה שנוברה לעיל.

להצעה זו היו כמה יתרונות מבוחנת האסטרונומיה. אך היא ספגה מכיה קשה על ידי התוצאות של קביעת מסה חדשה ומהימנה יותר עבר כוכבי-חמה חדש (Rabe ואחרים). לו אדק ראמסי, היה צריך לחכות, כי מסה וצפיפות מוצעת של כוכבי-הlection היו מראים יחסית גומלין חד-משמעותים: במידה שהמסה גדולה יותר, גודלה גם הצפיפות, כי מסה גדולה יותר גורמת ללחץ גבוה יותר בפנים כוכבי-הlection. על פי הנתונים הקודמים קיים היה למעשה יחס מעין זה, כפי שהוא מתבטא

עשוי, בדומה לקרום הארץ, בעיקר צורן ויסודות קלים אחרים ולא תחנן בו השכיחות הגבוהה במיוחד של קבוצת הברזל האופיינית כל כרך לכדור הארץ. בהקשר זה קשה מאד למצוא מנגנון אשר ירכז למעשה את כל היסודות הכבדים במרכיב הגדול יותר של כוכבי-הlection הכפול המ מצוי בתהיליך בנייתו, כי גידול שני המרכיבים עבר בעיקר על חשבונו של אותו ענן של חלקיקים.

קשה זה קיים גם, כאשר אנו רואים את הופעתו המקורית של כוכבי-הlection הouselה בדין שהתעורר בעקבות בקורס מצד יורי (Urey). מוקדם מדי הוא להצהיר, כי ניסחה ההשערה על תהליכי התהווות של ארץ וירח שתהי' רחשו באותו הזמן ובשכנות מרחובות אבל יחד עם זה אין להמנע מלדרושים חשובה על השאלה הנ"ל מלאה הדוגלים בהשערה על כוכבי-הlection הכפול. היה נדמה אמן ממש זמן מה, כי אפשר יהיה לפתור בעיה זו בעזרת העצה מענית שהועלתה אודות המבנה הפנאי מי של כדור הארץ. מדובר על השערתו של ראמסי (Ramsey), שנטקלה על

ציפויי בינוי  
(גרם/ס"מ<sup>2</sup>)



⊕ ארץ, ♀ נוגה, ♂ מודים, ♁ כוכבי-חמה, ⚡ ירח

תרשים 1. חסר בטפסט.

בנוגד הנחה זו הובע במשך עשרות שנים נימוק מן המכניתה של השמיים, שאינו נראה להיות מוצדק ביותר. בתור דימוי מקרוב נוכל ביעילות להשתמש בשיקולים מתחום עייתת-שלו-שתי-ה גופים המצוומצת — לגבי שלו-שת הגופים שמש, ארץ וירח. מקרה מיוחד זה של בעיתת-שלו-שתי-ה גופים מודיע את אחת מתחום שלוש המסתות לגדול «קטן עד אינסוף», במובן זה, שהגוף אמן סובל משיכת משנים אחרים, אך הוא עצמו אינו מפעיל משיכת. במקרה שלנו משחק הירח את תפקיד הגוף האינפיניטיסימלי. נוסף על כך קיים משטח גבולי סגור סביב הארץ שהוא הירח אינו יכול לחצות. מהירותו מצד אחד של משטח זה היא ממשית, בעוד שהיא מדומה בצדו השני. הירח מצוי מבעניהם למשטח גבולי זה; לפיכך הוא אינו יכול להפרד מן הארץ למגרין. מאידך גם לא יכול היה, בובאו «מן האין-סוף», להתחבר אל הארץ. קיומו התיאורטי של משטח גבולי זה נראה לבטל את האפשרות, כי הירח הנוכחי של הארץ מוצאו מגוףשמי עצמאי. לפני זמן לא רב הגיעו קופאל וליטלטון (Kopal and Lyttleton) לקביעה מפה-תיעת: קיום המשטח הגבולי מותנה בתנאי, שני ה גופים «הלא-אינפיני-טסימליים» (במקרה שלנו שם וארץ) חייבים לתאר מסלולים מעגליים מדויים. קים סביבם מרכזו ה כובד המשותף שלהם. להיות של מסלול הארץ יש אקסצנטריות, שהיא בדרך כלל מאפיין — כתע שعروה שונה עד 0.0167 — סולק לפי דעתם קושי עקרוני לגבי אפשרות לכידתו של הירח.

הסתברותו של תהליך הילכידה קטנה ללא ספק, לפחות עליינו להגיד, כי היא קשורה במסיבות התחלתיות מיוחדות מאוד. דיון מחדש באבולוציה של גאות ושפלה ובשינויים במסלול הירח בעבר הרחוק, הנובעים מאבולוציה זאת, נותן את ההזמננות להמשיך

בתדרשים (1). לפי אלפונן (Alfvén). יש לציין שהמסה בוטאה בתרשים בעורת הרדיוס. ניתן לראות, כי הערך הקודם עבר כוכב-חמה מסתדר יפה בשורה, אך הערך החדש אינו מתאים כלל; הציפיות החדש שנקבעה עבר כדור הארץ; דבר זה אפשר להסביר רק על ידי השכיחות המוגברת של היסודות הכבדים יותר, בהתחשב במסה הקטנה בהרבה של כוכב-חמה. ובכך, ההומוגניות המקווחת לגבי כוכבי הלכת «האדמתיים» אינה קיימת; לפחות כוכב-חמה מהוות יוצאת מן הכלל. נראה, אם רצוי, אם כי לא הכרחי, לחזור להנחה הישנה על מבנה כדור הארץ שאינו הומוגני מבחינה כימית, מה שאולי גם יותר לגבי הגיאוז-פיסיקאי. אך הקושי שהזוכרנו, ההרכב הנבדל כל כך של הארץ ושל הירח, חוזר אלינו שוב.

בסוף פרק זה עליינו להזכיר לפחות כמה השערות המועבדות גם במידה מסוימת מבחינה כימית. למשל הצעתו של רוסקובל (Ruskol), הדן בהתקפת חות של ענן אבק «סביב-אדמתי» העשויה היה להוביל להמתנות לוין עשיר במסה. אם לדיק, לא מדובר כאן על כוכב-לכת כפול: הירח ההיולי נוצר רק לאחר שהארץ הייתה הגעה בגדולה כדי 30 עד 50 אחוז של המסה הנוכחית והיתה מסוגלת על-ידי-כך להשפיע באמצעות שדה הגרביטציה שלה על יחס התנועה בסביבתה. — אל תוצאות דומות הגיע בערך באותו הזמן גם אפיק (Öpik), אם כי יצא משיקולים אחרים.

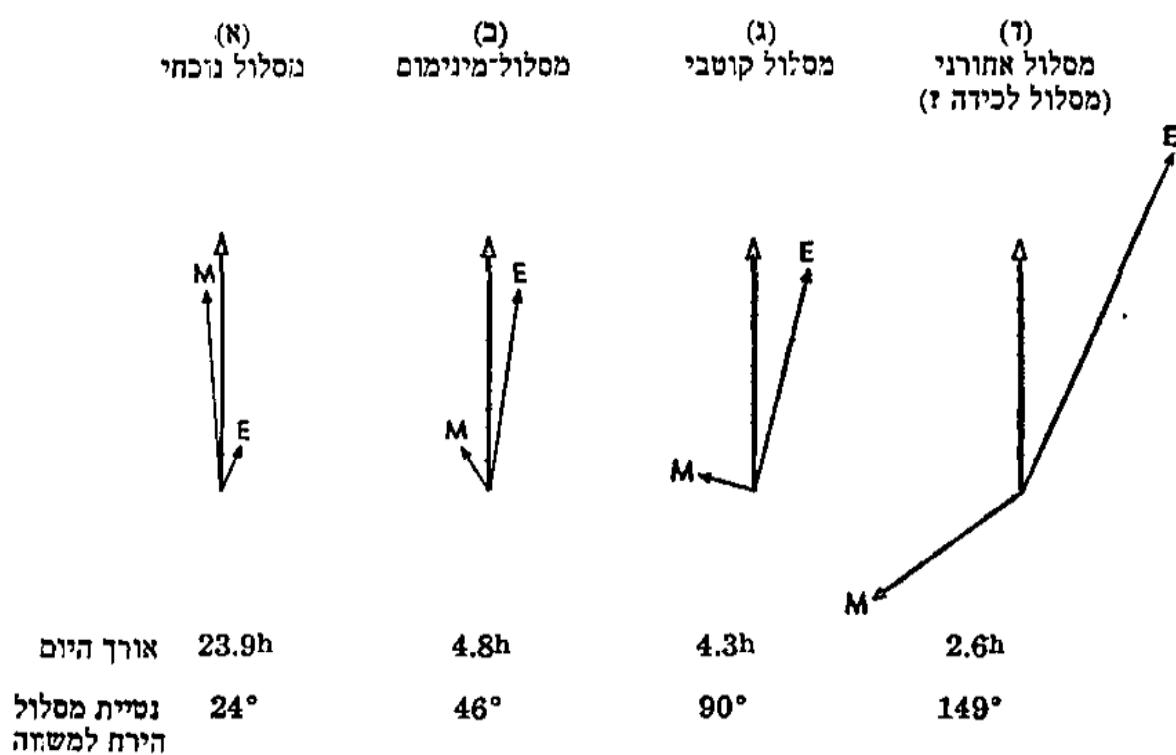
## הילכידה

בתוך אפשרויות שלישית נשארת עוד ההשערה, כי הירח היה לפני כוכבי-לכת עצמאי או פלנטואיד בעל מסה גדולה והפרק רק מאוחר יותר, אחרי שנולד עלי ידי הארץ, לוין שלה.

לאופי הוקטוריו של התנועה הווותי בغالotaה "ニידות" משוערת של מסלול הירח; קבוע נשר ווקטור התנועה הווותי תי הכללי של המערכת, המתוור בתריים בכו עבה. הוא מיצג את הסיכום של שני ווקטורים משתנים, המתארים את סיבוב הארץ (E) ואת מסלול הירח (M). תלדות המערכת מוצאות את ביטוין במידה מה בשינויים של שני המרכיבים (א) בתרשים, מקרים המצב הנוכחי, (ב) ו(ג) כנסקיים על עזרת חישוב-לאחר את השלבים הكريטיים (ב', ג' וד'). כנסקיים על תוצאות אלה לפי הסדר ד', ג', ב' א', מציאות לפנינו התמונה הבאה לגבי ההתפתחות האפשרית של גאות ושפלה. הירח נלכד על ידי הארץ לתוכו מסלול אחורי (רטוגראדי) נרחב — נקודת מוצא זו נשארת אמנים היופתית. המסלול האחורי של הירח נעשה יותר ויותר תלול ובאותו זמן

ולעקב אחריו אפשרויות אלה. הכוונה לעיבוד המחויש של הבעיה על ידי ה- גרשטנקורן (H. Gerstenkorn) שפורסם ב-1955. הוא חור על חיישובי של דארווין בהשתמשו בערך מתוקן עברו מומנט-התמדה של הארץ ובונחו את ההנחה שנתיית מסלול הירח עשויה להראות רק שינויים קטנים ומוגבלים יחסית. לעומת זו היהתה בעלת חשיבות הרבה, כי היא נתנה תמונה חדשה למגרי אודות עברה של המערכת ארץ-ירח שלנו. לפיה מסלול הירח אינו גדול עוד באופן תמידי עם הזמן, אדרבה, מותרים כבר "מלכתהילָה" מסלולים גדולים מאוד אשר כיוונים אחורי. בכך אמן לא הוכחה עדין לכידתו של הירח, אך נעשה קל יותר לקבל רעיון זה.<sup>5</sup>

נגסה להמחיש את תוצאות הדיוון של גרשטנקורן, לפי אלפונן, בזורה דיאגרמות הוקטוריים המובאות כאן (תרשים 2). עליינו לשים לב בקפדנות



תרשים 2. חסר בטכסט.

<sup>5</sup> ההתפתחות של גאות ושפלה נרונה לעיל (עמ' 81) באופן כללי במקצת ולא הוחש כראוי, כיצד מתחדים שינויים גדולים יותר בנתית מסלול הירח; עליינו להפנות את המיעין למספרות המקצועית בנדון זה.

הירח הוא חלק מכדור הארץ המקורי, כפי שהשיבו קודם! אך אין כל בטחון, שלא נוצלה כאן יתר על המידה אותה ההתאמאה של שני המספרים במסגרתו של דיון הוביל גם כמה הנחות פשטיות מדי וחישובים מספריים שלדיוקם יש גם גבול מסוימים. המצב יעשה פרוץ-בלטתי במיוודה, כאשר תחתאמת או תחזוק השערה גיאופיסיקלית חדשה שלפיה מניחים, כי כדור הארץ שינה — הגדליל — את מדיוו במרוצת הזמן. במקרה זה אין להמנע מדיון מחד-dash ויסודי על התפתחות המערכת הארץ-ירח.

אך מה מוצאו של הירח שנלכד אחרי היוציארו? שאלת זו מביאה אותנו שוב לעימיות עם כל הפרובלטמיקה של התהווות כוכבי-הlection. לא נוכל במסגרת אמר זה והלא בשאלת זו בפרופטרוט, אך עליינו לפחות להעיר, כי קיימים גם שיקולים שלפיהם נדרש המוצא הנפרד של הארץ ושל הירח. כך, למשל, יוצא יורי (Urey), בעבודותיו שנתפרסמו בשנים 1957—1958, מן היפותיקה והכימיה של המטאוריטים ומגיע למסקנה על קיום בעבר של מספר גופים במערכת כוכבי-הlection "מן הדור הראשון", שגודלם היה חייב להיות בערך כגודל הירח. אולם מכאן עד אחדים מעטים (אולי עד אחד, הירח), לפי המשוער בעקבות התנגשותיות. השירידים הקטנים המרוביים של החורבן שימשן מאוחר יותר חומר לבניין ארבעת כוכבי-הlection הפנימית בתור "דור שני".

יורי מצlich גם לתת הסבר מניה את הדעת לגבי השוני בהרכבת הכימי של הארץ ושל הירח, אך למרות זאת עליינו להציג, כי גם השערתו, עד כמה שתוא מאוננית ומחוכמת, אינה יכולה לשמש הוכחה חותכת לעניין הלכידה.

אין, איפוא, ביכולתנו להביא דיוונים אלה לסיום חד-משמעות. התקדמות 15

קטן יותר עד שהתפתח מסלול קופטי; הירח נע במסללו מעל לקוטבי הארץ. במצב זה אין יותר השפעה של כוחות הגראות של הירח על סיבוב הארץ, אך כוחות הגראות של השימוש ממשיכים לפעול על האטת הסיבוב של הארץ. ההתקצרות הנוספת של זוקטור התגעז הווייתי המתאים גורמת לכך שהירח "מכניס את עצמו" לתוך מסלול קדמוני. חלק זה של התפתחות הירח למסלול-ביזטר) להלן מגיע הירח למסלול-מינימום במרקח של 2.89 רדיוסי הארץ; לאחר מכן גדל שוב מסלול הירח, הנטייה לגבי קו המשווה קטנה ומעט אינה משתנה יותר. מכאן עובר הפרטון למשהו זהה של דארווין: קנה המידה של הזמן, כשמתחילה במסלול-מינימום, נאמד ב-2.5 מיליארדי שנים, אומדן שהוא אמן בלתי בטוח מאוד. אין זה הכרחי, כי על הירח היה לעבור דרך כל שלבי התפתחות המתוארים כאן; הוא יכול היה "להיכנס למסלול" מאוחר יותר, כפי שמתבטה גרשטנקורן. טיבה המדוייק של אותה כניסה נשאר אמן בלתי ברור במקצת. ראוי הוא לציין, כפי שהציג כבר גרשטנקורן, כי אותו מרחק-מינימום (2.89 רדיוסי הארץ) מזדהה בדיקע עם מה שמכונה המרחק הגבולי של מרחק גבולי זה: בתחום גבולותיו יכולה עלות הדיפומציה הנובעת מכוחות הגראות של הארץ, נכוון יותר כוח הרדי-פורמציה, על כוח הגרביטציה של הירח. במקרה זה אינה מוגבלת עוד יציבות הירח. אלפון בנה השערה מענית על יסוד ההתאמאה הנזכרת: הירח נע במסלול קצר בקרבה כה גדולה לגבול היציבות, עד שהוא איבד חלקים נכדים של המסתה שלו, אם כי לא נשבר. שברים אלה נפלו על כדור הארץ ויצרו את שכבות העליונה, סייפו את החומר להתהווות הבשומות. אכן זה היפוך נועז של השערת ההפרדה הישנה: לפניו עשוים פני הארץ "חומר ירחי" ולא

עד 20 השנים האחרונות מסויימת להשערה הילכית  
כפי עניין ההפרדה של הירח מן הארץ  
הווכחה סופית כבלתי אפשרי; יתר על כן  
זה לבין אותם השיקולים שכונו על ידינו  
בקיצור כהשערה כוכב-הילכת הכלול.

## ב א ג ו ד ה

על "העREFERENCE הגדולה באוריוון ואסוטו"  
ציאציות של כוכבים".

### חידוש החברות בשנת תשכ"ח

לגליוון זה מצורפים כרטיסי חבר  
וקבלות אלה מן החברים שהעבירו  
את דמי החבר לשנה השופטת.  
אנו מבקשים מכל החברים שעדיין  
לא שלמו את מסיהם לשנת תשכ"ח,  
להעבירו אותם ללא דיחוי בכרזת הטופס  
שנשלוח להם בגליוון הקודם.

### בנסיף תל-אביב וגוש דן

(כתובת הבנסיף: ע"י אינגו ג. פוקס, רח' ז'בוטינסקי 44, גבעתיים).

#### במצפה הכוכבים בגבעתיים:

##### ערבי תכפיה:

ביום ב' 11 בדצמבר, בשעה 19:00  
ביום ב' 25 בדצמבר, בשעה 19:00  
ביום ב' 8 בינואר בשעה 19:00.  
הרצתה: ביום ב' 11 בדצמבר,  
אחרי התכפיה, התקיים הרצתה קקרה

### רשימת החברים – חברים חדשים<sup>1</sup>

שנות  
ההרשמה

תשכ"ז	בוטנרו אבנר, שכ' עתיות ג' 11/236	אשקלון :
תשכ"ז	צורי יואח, דואר נס אשורת	בוסטון הנגלי :
תשכ"ז	המוסד החינוכי בבקעת כנרת, דואר נס עמק הירדן	בית זרע :
תשכ"ז	תמרי מרדיי א', רחוב סוקולוב 40	בת ים :
תשכ"ז	אוסטררייכר מרדיי, רחוב צפריריים 23	גבעתיים :
תשכ"ז	דוד רחל, רחוב שינקין 2	
תשכ"ז	פטל אדריאד, רחוב שינקין 79	געתון :
תשכ"ז	מור רפאל, דואר נס הגליל המערבי	דיזיה :
תשכ"ז	ויס יונה, דאר דליה	הרצליה :
תשכ"ז	וינטל צפורה, רחוב ויצמן 32	חווריה :
תשכ"ח	גרוס משה, רחוב רוטשילד 38	חיפה :
תשכ"ז	לייב"ק ארן, אהוזה, רחוב דישראלי 3	חרב לאת :
תשכ"ז	רדליך חנה, דאר כפר הרא"ה	טבריה :
תשכ"ז	אפלבוים נפתלי, שכון ג' 591	

<sup>1</sup> הרשימה המלאה הופיעה בengl. 4 (1959), השלמות בengl. 6, 10 (59), 1, 3, 6, 12, (60), 4, 9, 5, 10, 12 (63), 3, 5, 12 (64), 10/6 (65) 12, 5, 10 (66).

תשכ"ז	אנסי אליהו, רסקו, רחוב טשרניחובסקי 68/נ'	ירושלים :
תשכ"ח	ברון אליהו, קרית שמואל, שכונת סטודנטים	
תשכ"ד	מודל פיטר, קרית האוניברסיטה, שכוני הסטודנטים 3/208	
תשכ"ז	פינס קפא, ת. ד. 801	
תשכ"ז	רוזנברג יצחק, בקעה, רחוב אפרים 16	נהריה :
תשכ"ח	שרייבר מאיר, קרית מנחם 46/24	נתניה :
תשכ"ז	תשבי נפתלי, שדרות הרצל 46	
תשכ"ז	לנדאו יוסף, סמטה התמנית 2 (עמ"ד 151/3)	
תשכ"ח	כהן ארנון, רחוב בילינסון 14	
תשכ"ז	לויט פנחס, רחוב בארי 55	
תשכ"ז	לנדאו אפרים, שדרות ייצמן 68	
תשכ"ז	סגל ארמין, רחוב גורדון 28	
תשכ"ז	רוטשטיין יונה, רחוב גורדון 31	
תשכ"ח	עתידיה מיכה, זואר באר שבע	עין יהב :
תשכ"ח	בט פרנק, זואר נע חבל כורזים	עמידע :
תשכ"ח	ונאמן גدعון, רחוב הגפן 2	קרית אתא :
תשכ"ח	אופיר אהרון, רחוב המתמיד 23	רמת גן :
תשכ"ח	גבאי דוד, רחובABA הלל 136	
תשכ"ז	עדיה יצחק, מעלה הצביה 37	
תשכ"ז	רודן, רחוב יהלום 16	רמת השופט :
תשכ"ז	שחר נורית, זואר רמת השופט	תל אביב :
תשכ"ז	בן מנשה אברהם, רחוב מעין 29	
תשכ"ז	בן-צדוק בנימין, רחוב הוועוץ 16	
תשכ"ח	גרינברג אברהם, מעון אביב 1/9	
תשכ"ז	גרינגהאוז יגאל, רחוב שטריקר 4	
תשכ"ח	טל אברהם, רחוב דיזנגוף 254	
תשכ"ח	סולובייצ'יק שלומית, רחוב הירקון 186	
תשכ"ח	ספרנוביץ' יוסי, קרית שלום, רחוב שמעון 43	
תשכ"ז	קויאט דורון, שדרות קק"ל 83	
תשכ"ח	ראובני משה, רחוב אדווארד ברנשטיין 17	
תשכ"ח	שלם שמואל, רחוב בן-יהודה 76 א'	
תשכ"ז	שפירה אbial, נווה אכיבים, רחוב לוייתן 6	

## יום השמיים — דצמבר 1967

יום	שנה (לא כולל ישראל)	
1	נובה בדורמן, $45^{\circ}$ מ' לשמש ; עולה ב-47°.	4
1	נוגה מע'צ'ט'ם' וקרוב לכוכב המשתנה S Virginis. <sup>1</sup>	5
1	שבתאי בדורמן, $118^{\circ}$ מ' לשמש.	18
1	מאדים בדורמן, $51^{\circ}$ מ' לשמש ; שוקע ב-11°20'.	18

\* (הסוגרים) סביב סימן השעה מסמנות תופעות שיש בתן עניין, אך הן אין ניתנות לתצפיות.  
<sup>1</sup> S Virginis '56'  $56^{\circ} - 6^{\circ} - 8$ ,  $13h\ 30.4m$ , כוכב משתנה בעל מתoor אדור, שינויי אור מג' 6.0 עד 12.9, מחזור 377 ימים, מכסיום השנה ב-25 באוקטובר.

יום	שנה	(לפי שעון ישראל)
1	24	צ' ד ק במו, ° 93 מ' לשמש ; עולה ב- 01.23.
2	4	מינימום של אלגול, בשעה 10.04. <sup>2</sup>
2	(5)	כוכביהם מתקbez עם נפטון ועובר ° 34 דר' לו ; שני כוכבי הילכת עלים אחריו שעה חמיש ובעגל קרבתם לאפק והתחלה הדימודים אין לראותם גם לאחר ההתקבזות.
3	18	מאדים עובר דר' לכוכבים הכהולים "אלפא/ביתא" בגידי. <sup>3</sup>
4	18	הירח עובר דר' למארדים ו"אלפא/ביתא" בגידי. <sup>3</sup>
4	19	מאדים עובר ° 47 1 דר' לכוכב הכהול "סיגמא" בגידי. <sup>4</sup>
5	1	מינימום של אלגול, בשעה 00.01. <sup>2</sup>
5	(10)	מאדים מתקbez עם הירח, מאדים ° 4 צפ'.
5	18	הירח מזידר'מו' למארדים, זר'מו' לא"אלפא/ביתא" בגידי. <sup>3</sup>
6	17	שלוש התרכשות כוכבים במשך שעת ימים : התכשות הכוכב Capricorni 37 (ג' 5.8) על ידי הירח : העלמות ב- 18.8m, °מ' 72°. <sup>5</sup>
6	17	התכשות הכוכב Capricorni 38 (ג' 7.0) על ידי הירח : העלמות ב- 23.2m, °מ' 113°. <sup>5</sup>
6	18	מאדים עובר ° 18 2 דר' לכוכב "פי" בגידי. <sup>6</sup>
6	19	התכשות הכוכב Capricorni 39 (ג' 4.7) על ידי הירח : העלמות ב- 19.0m, °מ' 25°. <sup>5</sup>
7	18	מאדים עובר ° 44 1 דר' לכוכב הכהול "אומיקרון" בגידי. <sup>7</sup>
7	21	מינימום של אלגול, בשעה 21.48. <sup>2</sup>
9	18	הירח דר'מע' לששתאי.
9	23	התכשות הכוכב Piscesum B. 47 (ג' 6.8) על ידי הירח : העלמות ב- 05.5m, °מ' 125° ; התגלות ב- 23h 19.4m, °מ' 159° ; התכשות נגינה ?. <sup>5</sup>
10	(12)	שבתאי מתקbez עם הירח, שבתאי ° 0.8 דר' ; התכשות ברוב חלקי אסיה ובאלסקה, אינה נראית בישראל, כי שבתאי וירח עוד מתחת לאפק.
10	(12)	שבתאי, בקבוצת הכוכבים לוייתן, חוזר לתנועה קדומנית.
10	18	הירח צפ'מו' לששתאי.
10	18	מינימום של אלגול, בשעה 18.37. <sup>2</sup>
12	0	ג מגינ'דים, מט' מטיאורים, בשייא, עד 14 בחודש. מוצא הקרינה 3° מ' לקאסטור. מטיאורים מהיריים, קזרמיים, מהירותם הבינונית 40 ק"מ/שנ'. בשיא נראים עד 60 מטיאורים לשעה. מוצא הקרינה נוח לתצפית משעה 21 עד סוף הלילה.
13	0	התכשות הכוכב B.D. + 13° 351 0325 (ג' 7.4) על ידי הירח : העלמות ב- 13.5m, °מ' 106°. <sup>5</sup>

<sup>2</sup> כהוור שינוי האור 2.87 י', מישר הליקוי 9.8 שעות, שינוי האור מג' 2.2 עד 3.5 (ראה "כוכבים בחודשים" ברק ג' (1956), מס' 2, עמ' 9-12).

<sup>3</sup> Capricorni α₁/α₂ - בפל אופטי, הנראה כבר בעין. ג' 5, 3.8/4.5, מ"ז ° 376, °מ' 291 ; מ' של Capricorni α₁ 3000 ש"א, ג' מוחלט 5.4.—.

Capricorni β: כוכב כפול, ג' 6.1/3.3, מ"ז ° 267, °מ' 205, °מ' 500 ש"א. לשני המרכיבים צבעים שונים — צהוב וכחול, ספ' B8/G0.

Capricorni σ: כוכב כפול, ג' 9.0/5.5, מ"ז ° 54, °מ' 176, מ' 360 ש"א, ג' מוחלט +0.2, ספ' gK4.

ראה לוח "התכשות כוכבים על ידי הירח" בגל' 135 (יוני/יולי 67), עמ' 28.

Capricorni γ: כוכב כפול, ג' 8.5/5.2, מ"ז ° 3, °מ' 146, תנועה עצמית משותפת, מ' 470 ש"א, ג' מוחלט 0.6.—, ספ' B8sp.

Capricorni δ: כוכב כפול, ג' 6.6/6.1, מ"ז ° 22, °מ' 240, מ' 450 ש"א, ספ' A2/A3.

יום	שנה	(לפי שעון ישראל)
16	13	התכשות הכוכב Arietis $\pi$ 42 (ג' 5.4) על ידי הירח: העלומות ב- $m_{\text{v}} 55.2$ , $16^{\text{h}} 55^{\text{m}}$ , $37^{\circ} 5'$ .
21	13	התכשות הכוכב Arietis 45 (ג' 5.9) על ידי הירח: העלומות ב- $m_{\text{v}} 52.0$ , $21^{\text{h}} 52^{\text{m}}$ , $84^{\circ} 5'$ .
21	14	הירח עובר בקרבה דר' לבימה <sup>8</sup> — משך כ-4 שעות.
18	15	הירח צפיפםע' לאולדיברן <sup>9</sup> , מוי' לכימה <sup>8</sup> .
1	17	ציהירת הירח המלא הגבוהה ביותר בשנת 1967 — $86^{\circ}$ מעל לאופק בדורות.
3	18	התכשות הכוכב Aurigae 49 (ג' 5.0) על ידי הירח: התגלות ב- $m_{\text{v}} 52.0$ , $03^{\text{h}} 52.0^{\text{m}}$ , $338^{\circ} 5'$ .
21	18	הירח מע' לפולופס, דרי'םע' לקאסטור.
5	19	נוגה עובר $25^{\circ} 0'$ צפ' לכוכב "מי" במאזניים <sup>10</sup> ו- $17^{\circ} 2'$ צפ' לאלקא"ם מאזניים <sup>11</sup> .
21	19	הירח דרי'םע' לקאסטור/פולופס.
1	20	שבתאי עובר את משזה השמים בביישן לאפטון.
4	20	התכשות הכוכב Cancer 28 (ג' 6.1) על ידי הירח: התגלות ב- $m_{\text{v}} 10.8$ , $04^{\text{h}} 10.8^{\text{m}}$ , $324^{\circ} 5'$ .
0	21	אורסידים (של דצמבר), מטר הטיאורים, בשי'א, בין 21 ל-23 בדצמבר.
24	21	מורא הירינה ליד הכוכב "ביטה" בדובה הקטנה (Ursae Minoris β).
5	22	בשיא עד 10 מטאורים לשעה. זמן ההקפה המשוער של עיקר זרם המטיאורים הוא 13 עד 14 שנים; בשנת 1945 ניצפה מטר חזק, ב-1947 הוכח הורם בודר, מזפים לפעילות מוגברת בשנת 1971/72. מסתבר קשר עם כוכב השביט I = II = 1858 = Méchain-Tuttle 1790.
5	22	שביט זה עבר ב- $29.3.67$ בפריהילון שלו ויתכן שיש להכחות למוגברת כבר השנה! מושג הירינה הוא סביב-קוטבי (circumpolar) ולכך נהוח לתצפית במשך כל הלילה, במיויחד אתרי ה策ות; השגה יפריע הירח הנמצא בין מילואו לרבע האחרון.
(13)	22	הירח צפיפםע' לרגולים <sup>12</sup> , צפםע' לזרק.
15	22	מינימום של אלגוז, בשעה 05:54. <sup>2</sup>
5	22	נטזון (ג' 7.8) סמוך מאוד ליד הכוכב B.D. — $17^{\circ} 4372$ (נפטון 9.1); בשעת ההתקבצות בעליה ישירה שתחול בשעה 07:26 יעבר נפטון 2' בלבד (!) דר' לכוכב קוטרו של נפטון 2.3').
	22	זרק מתבקש עם הירטה, אורך $3^{\circ}$ דר'.
	22	הທלת החורף האסטרונומי בתзи הבודר הצפוני של הארץ והקץ בחצי הבודר הדרומי. בשעה זו נכנסת השמש לטיסמן גדי ( $17^{\circ} 15^{\text{h}} 17^{\text{m}}$ ) — $220^{\circ} 27'$ וגיעה למ"ז דר' הגדול ביותר מקו המשווה (חוג הגדי או קו-המפנה הדרומי); ומגיעה למ"ז דר' הגדול ביותר מקו המשווה (חוג הגדי או קו-המפנה הדרומי); ומגיעה למ"ז דר' הגדול ביותר מקו המשווה (חוג הגדי או קו-המפנה הדרומי).

<sup>8</sup> Pleiades M45 — כימה (פליאוות), מ-45, צביר כוכבים פתוח במול שור, כ- $30^{\circ}$  כוכבים בני ג' עד 14 (7 עד 10 נראים בעין), מ' 410 ש"א, קוטר האביר 30 ש"א; הירח הבהיר הראשי, אלקיאונה, בן ג' 3.0 הוא כוכב כפול-ארבעה. ראה מפה בכרך י' (1959) עמ' 116.

<sup>9</sup> Aldebaran, α Tauri — אולדיברן (אולדיבראן) = שבא אחריו,(Clomer הכוכב העולה אחרי כימן) ג' +1.1, ג' מוחלט 0.2 — מ' 53 ש"א, ק' 35 × שמש, ט' 3500, תנואה עצמית  $0.203^{\circ}$  בז'מ' 160°, מהירות רדיאלית  $+55 \text{ ק"מ/שנ'}$ ; מלואה בן ג' 13, מ"ז 31; ספ' 5gK5.

<sup>10</sup> Librae μ: כוכב כפול, ג' 6.7/5.8, מ"ז 2, ז'מ' 358 (1960), מ' 300 ש"א, ג' מוחלט  $+0.6$ , ספ' A2p/B.

<sup>11</sup> Librae α₁/α₂: כוכב כפול, ג' 5.3/2.9, מ"ז 231, ז'מ' 314 (מקפת שדה!), מ' 78 ש"א, קרוב למלקה.

<sup>12</sup> Regulus, α Leonis — המלך הקטן; השם ניתן על ידי קופרניקוס; ג' +1.3, ג' מוחלט מ' 68 ש"א, ט' 13400, תנואה עצמית  $0.247^{\circ}$  בז'מ' 269°, מהירות רדיאלית  $+0.4 \text{ ק"מ/שנ'}$ , עוממת-אור 97 × שמש; מלואה בן ג' 8.4, מ"ז 176; ספ' B8.

יום שנה (לפי שעון ישראל) בתאריך זה היום הקצר ביותר והלילה הארוך ביותר. גובה השמש בצהרים (בירושלים)  $34^{\circ} 37'$  מעלות לאופק (לעומת  $41^{\circ} 81'$  ביום הארוך ביותר). אורך היום 10 שעות 6 דקות.

	צדקה, במזל אריה, עובר מתנוועה קדומנית לאחורינית.	1	23
2	מינימום של אלגול, בשעה 02:43. <sup>2</sup>	2	25
3	הירוח עובר צפ' לכוכב הכפול "גאנמא" בבטולה. <sup>13</sup>	3	25
4	hirah צפ' לספיקה. <sup>14</sup>	4	26
5	hirah מע' לאלפא" במאזניים <sup>11</sup> ונוגה.	5	27
(23)	התכשות הכוכב Librae 34 (ג' 5.9) על ידי נוגה ; התכשות נראית בדור'מו' אסיה ונמשכת 5 דקות, מ-23:32 עד 23:37.	(23)	27
	מינימום של אלגול, בשעה 23:32. <sup>2</sup>		23
7	נוגה מתקbez עם הירח, נוגה 5° צפ'.	7	28
1	כוכ'חמה מתקbez עם השמש, המתכחות עליוונה.	1	29
1	אוזר גוֹס במו', נוגה לחצפית עד 7 בינוואר.	1	29
4	נוגה מתקbez עם נפטון ועובר 39° צפ' לו ; נמוך מאוד ליד האופק במו', יש לצפות מאוחר יותר כשבכוכ'יתלכת עלו במקצת.	4	29
5	התכשות אנטארס על ידי הירח, אנטארס 1° דר' ; התכשות תחול כשירת ואנטארס נומוכים מעל לאופק במוזדר'מו' (HIRAH עולה ב-04:47).	5	29
20	מינימום של אלגול, בשעה 20:22. <sup>2</sup>	20	30
5	נוגה מתקרב אל הכוכב "ביתא" בעקבות. <sup>14</sup>	5	31

<sup>13</sup> Virginis ז : כוכב כפול, ג' 3.7/3.7, מ"ז 5.0, ז"מ °307, מ"ה 178 ש', מ' 40 ש"א שני המרכיבים אהובים. פט' F0/F0

<sup>14</sup> Scorpil β : כוכב כפול מטסי, ג' 5.1/2.9, מ"ז 14, ז"מ 23, מ' 650 ש"א, ספ' B1  
מלחה שני, ג' 9, ספדור מאוד.

שוחש

שְׁקִיעָה זָמַן (לֵיָס שָׁעָות זָמַן עֲולָמִי)	צְהִירָה זָמַן גּוֹבָה	זְרִיחָה זָמַן	שְׁעָתִיכּוֹכְבִים בְּמִצְחָר שֶׁל גְּרִינִיצִי <sup>2</sup>	נְטוּיָה אַחֲרִי 5 יְמִים <sup>1</sup>	עַלְיָה יְשֻׁרָה	נְטוּיָה (לֵיָס שָׁעָות זָמַן עֲולָמִי)	1967	
שְׁקִיעָה זָמַן	צְהִירָה זָמַן	זְרִיחָה זָמַן	שְׁעָתִיכּוֹכְבִים בְּמִצְחָר שֶׁל גְּרִינִיצִי <sup>2</sup>	נְטוּיָה אַחֲרִי 5 יְמִים <sup>1</sup>	עַלְיָה יְשֻׁרָה	נְטוּיָה (לֵיָס שָׁעָות זָמַן עֲולָמִי)		
16 36	36	11 28	6 20	4 36 39.4	—22 23	—21 40	16 25.3	1 דצמ.
16 37	35	11 32	6 27	5 16 05.0	—23 17	—22 56	17 08.9	11
16 40	35	11 37	6 34	5 55 30.6	—23 24	—23 26	17 53.1	21
16 46	35	11 42	6 38	6 34 56.1	—	—23 10	18 37.5	31

<sup>1</sup> בפברואר והפוגאת הנטזיה ב-16, 17 ו-26 של כל חונך.

לכל 1 אורך מוי' מגריניצ' יש להוסיף  $4\text{m}$  (למשל זמן כוכבים בשביל אורך גיאוגרפי של ירושלים  $13^{\circ} 35' = 20\text{m } 52\text{s} + 3\text{m } 56.56\text{s}$ ; השינוי ליממה:  $+9.86\text{s}$ ).

אורך היום קטן מ-10 שעות 16 דקות בראשית החודש עד 10 שעות 6 דקות ביום הקצר ביותר (22 בדצמבר) והוא גדול עד 10 שעות 8 דקות בסוף החודש.

הדים הדרומיים האסטרונומיים (המש ° 18 מתחת לאופק) נמשכים ברוחב הגיאוגרפי של ירושלים מה 26° 1h בראשית החודש ר' m 27° 1h בסופו.

חצי קווטר השימוש : ב-1' בדצמבר '15' '16' וב-1' בו '17' '16' (חצי הקווטר הבינוני הוא '16' '17'), כפי שהוא נראה בפרק של 1 י"א).

## כוכבי לכת

שנה	עדייה	נסיפה	מילוי <sup>2</sup>	תנוועה <sup>2</sup>	מרקח	חזי צורה	גודג	ב'א <sup>3</sup>	קוטר <sup>4</sup>	זריחה צהירה שקיעה (לפי שערן ישראלי ואופק ירושלים)		ל'ו שעות ומן פולמי <sup>5</sup>
										ה	מ	
15 42	10 27	5 12	—0.6	0.89	2.6	1.271	ק	—	17 20	15 24.0	1	דצמ'
15 53	10 51	5 49	—0.6	0.96	2.4	1.388	ק	נושאי-חיש	21 39	16 26.5	11	
16 12	11 18	6 24	—0.7	0.99	2.3	1.440	ק	נושאי-חיש	24 19	17 33.3	21	
16 32	11 40	6 48	—0.8	1.00	2.3	1.443	ק	קשת	24 58	18 22.0	28	
16 40	11 48	6 56	—0.8	1.00	2.3	1.436	ק	קשת	24 53	18 43.2	31	
14 13	8 30	2 47	—3.8	0.61	9.9	0.849	ק	בתולה	6 51	13 27.6	1	♀
14 07	8 34	3 01	—3.8	0.65	9.1	0.922	ק	בתולה	10 39	14 10.9	11	
14 04	8 40	3 16	—3.7	0.69	8.5	0.993	ק	מאזניים	14 15	14 56.3	21	
14 03	8 48	3 33	—3.6	0.72	7.9	1.062	ק	מאזניים	17 26	15 43.8	31	
20 11	15 09	10 07	+1.1	0.92	2.7	1.764	ק	גדי	21 40	20 07.3	1	♂
20 09	14 58	9 47	+1.2	0.93	2.6	1.838	ק	גדי	18 43	20 55.2	16	
20 07	14 45	9 23	+1.3	0.94	2.5	1.912	ק	גדי	15 02	21 41.6	31	
11 57	5 31	23 01	—1.7		17.6	5.217	ק	אריה	+10 31	10 29.2	1	24
10 37	4 11	21 42	—1.8		18.8	4.896	ע	אריה	+10 20	10 32.1	22	
10 01	3 35	21 06	—1.9		19.3	4.770	א	אריה	+10 25	10 31.7	31	
1 28	19 24	13 24	+0.9		8.4	8.932	א	לויתן	0 05	0 25.0	1	ל
0 53	18 49	12 49	+1.0		8.2	9.069	ע	לויתן	0 05	0 24.7	10	
23 23	17 28	11 28	+1.1		7.9	9.412	ק	לויתן	0 10	0 26.1	31	
13 01	6 58	0 55	+5.9		1.8	18.614	ק	בתולה	1 13	11 56.3	1	♂
11 05	5 02	22 55	+5.8		1.9	18.105	ק	בתולה	1 01	11 58.3	31	
15 46	10 31	5 16	+7.8		1.2	31.281	ק	מאזניים	17 18	15 30.7	1	Ψ
13 52	8 38	3 24	+7.8		1.2	31.035	ק	מאזניים	17 32	15 34.8	31	

## פלנטואידים<sup>6</sup>

$m_p$	$m_v$				(1950.0)	(1950.0)		
8.4	7.7		2.948	ק	בתולה	+ 2 27	13 10.4	6 דצמ'
8.3	7.6		2.838	ק	בתולה	+ 1 21	13 24.6	16
8.2	7.5		2.721	ק	בתולה	+ 0 23	13 38.0	26
8.3	7.6		2.071	ק	גביע	—14 25	11 06.5	6 (2)
8.2	7.5		1.961	ק	גביע	—14 55	11 19.2	16
8.0	7.4		1.848	ק	גביע	—15 05	11 30.2	26

ראה בראשימת התופעות המזוהות בתאריך זה.

כאן נרשם שם המול שבתחומו נע כוכבי-הලכת. לפי תיחום קבוצת-הכוכבים המקובל היום  
עוורבים המסלולים של כוכבי-הლכת גם בקבוצות שאינן נמצאות עם גלגל-הمولות.

<sup>2</sup> א = תנוועה אחורינית (ממוי למעל').

ע = עומד מתנוועה (בעליה ישירה), עובר מכיוון אחר למשנהו.

ק = תנוועה קדומנית (ממוי למז').

<sup>3</sup> י"א (יתידה אסטרונומית) = 149 600 000 ק"מ.

<sup>4</sup> אצל כוכבי-הლכת צדק ושבתאי מובא כאן חזי הקוטר מקוטב לקוטב.

<sup>5</sup> שמות הפלנטואידים: (1) קרס, (2) פלאס; הנתונים בטור ג' (גודל) הם גדלים ראותיים ( $m_v$ )  
וגודלים פוטוגרפיים ; (1) Ceres, (2) Pallas. ( $m_p$ )

## ירוח

צורה	וריחה קוולוננית. (לפי שטן ירושאל ושל השם וואופק ירושלמי)	חזי קוטר סלונגראט.	נשיה (ל-5 שנות זמן עולמי)	עליה ישרה	1967		
						ה	מ
ד b m	h m	h m	•	•	•	h	m
1 18 10	⊗	16 15	5 58	259.4	16 38	—22 29	15 43.0
8 19 58	⊗	21 33	10 55	320.4	15 41	—22 20	20 58.8
17 01 22	○	1 22	13 15	21.2	14 48	+ 4 01	0 49.9
24 12 48	⊗	6 04	16 02	81.9	14 54	+25 55	4 41.6
31 05 39	●	10 07	20 57	142.6	15 29	+20 44	9 17.8
12 20	אַפּוֹנִיאָוּם	12 43	1 13	203.3	16 13	— 9 03	13 27.9
28 21	פְּרִינִיאָוּם	16 57	7 04	264.2	16 16	—28 03	18 29.6

1 קולונוגנטודה סלונגראט של השימוש.

## ירוחי צדק

בטבלה ניתנים זמנים המאפיינים של ארבעת הירחים הגדולים של כוכב-הלכת זדק, איו (Io), אירופה (Europa), גאנימיד (Ganymed) וו (Callisto), הנראים בטלסקופ קטן או במשקפת-שדה חזקה. ראש תבות וקצורים בפבללה: כ"ה התחלה החכשות, הירח נעלם בשפטו המע' של זדק.

ביסת הירח לטור קונגוס-הazel של זדק. נקודות הליקויים מושנות את מրחיקן המודומה משפטו של זדק במשך השנה, לפי מצב קונגוס-הazel ביחס לכיוון הראייה מן הארץ.

יציאת הירח מתוך קונגוס-הazel של זדק. הירח עובר על פני זדק. הומן בטבלה הוא ראשית מעבר הירח על פניו הדיסק של זדק.

יציאת הירח מן הדיסק של זדק בשפטו המע'. הופעת כל הירח על פני הדיסק של זדק. הופעה זו קשורה במישרין למעבר הירחים.

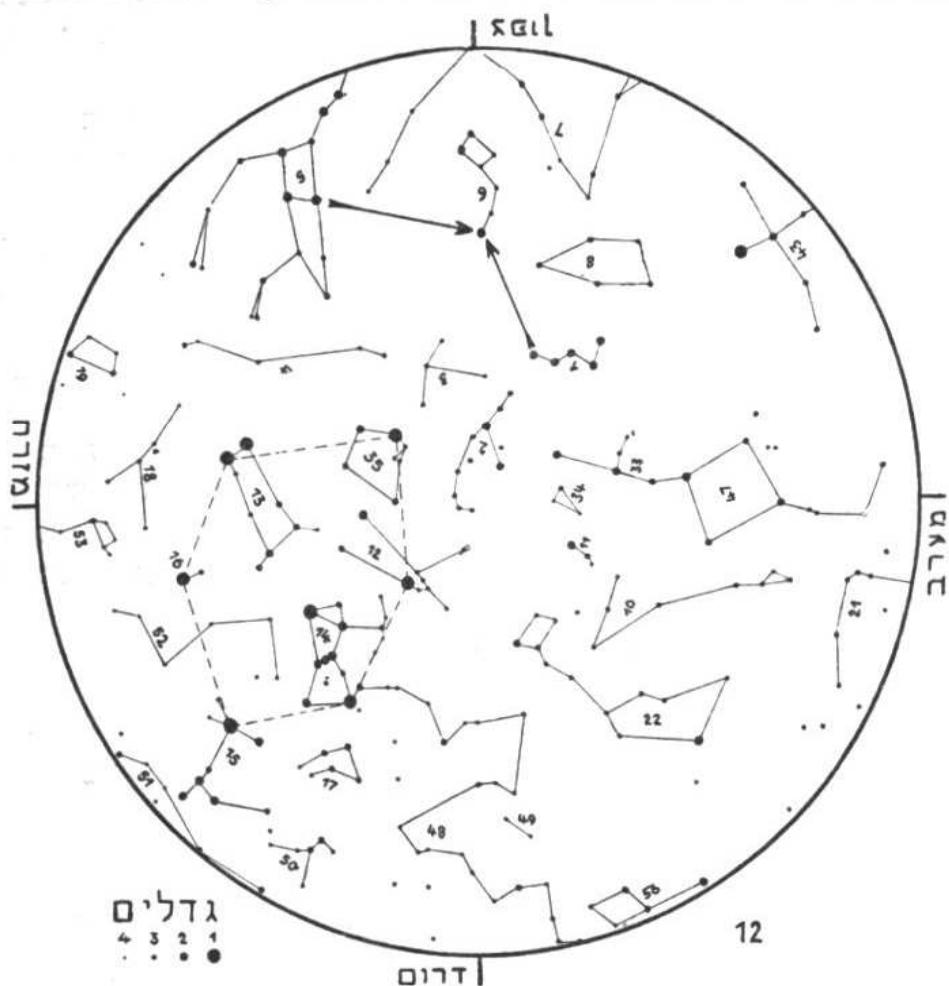
יציאת צל הירח מן הדיסק של זדק. מרחק זהית (אלונגאנציה) מורה (של ירח א'). מרחק זהית מערבי. קיבוץ (התקבצות) עליון. קיבוץ תחתון.

יש להתחיל בתצפית לפני המועדים ואו אפשר לעיתים לראות שינוי מקום מהיר של הירחים של הירחים.

ב	מ	ד	ב	מ	ד	ב	מ	ד	ב	מ	ד
III צ"ה	23 11	24	IV מ"ס	4 26	17	III מ"ס	23 44	10	II צ"ס	5 19	1
ו צ"ה	2 19	25	III צ"ס	22 50		I צ"ה	1 3 46	12	II מ"ס	23 25	2
ה צ"ה	2 47		III מ"ה	24 00		I מ"ה	1 4 58		ו מ"ז מע'	4	
ה צ"ה	3 43		III מ"ס	3 31	18	I צ"ס	1 6 03		I ל"ה	4 31	
ט צ"ס	2 01	26	II ל"ס	23 35		ו מ"ז מ"ז	1 7 03		I צ"ה	1 1 53	5
ה צ"ה	4 39	27	I צ"ה	5 40	19	I ל"ה	1 0 53	13	I מ"ה	3 07	
ה צ"ה	2 01	28	I ל"ה	2 46	20	I צ"ס	1 4 23		I צ"ס	4 10	
ה צ"ה	3 05		I צ"ה	0 08	21	I מ"ה	1 23 26		I מ"ס	5 23	
ט צ"ס	4 18		ו מ"ז מע'			I צ"ס	1 0 31	14	I צ"ס	2 31	6
ט צ"ס	5 21		I מ"ה	1 16		I מ"ס	1 1 42		I מ"ס	23 51	
ה צ"ה	23 08		I צ"ס	2 25		ו ל"ה	1 5 10		I ל"ה	1 1 12	7
ט צ"ס	2 29	29	I מ"ס	3 32		כ"ס	1 22 50		ו ל"ס	4 50	
ו מ"ז מ"ז			I צ"ס	0 40	22	I ל"ה	1 5 06	15	ו ל"ס	2 17	8
ט צ"ס	22 46		I צ"ה	1 50	24	ו צ"ה	1 23 16	16	I ל"ה	2 31	
ט צ"ס	23 48		I מ"ה	4 05		I מ"ה	1 1 38	17	I צ"ס	23 32	9
ה צ"ה	4 24	31	I צ"ס	4 40		I צ"ס	1 2 06		I מ"ס	1 57	10

מפתח שמי הערב ב-15 בדצמבר ב-00 22

בראשית החודש ב-00 23 ובסיומו ב-00 21 = שעת הכוכבים 03 40



מצ' ומע' מסומנים במלفوות כוכבים הופיעו מן הנהוג במפות הארץ, כי אלו צופים על פני הארץ מלמעלה" (מבחן), על השם "מלמטה" (מבפנים). יש אפוא להזכיר את מפת השמים מען בראש. צריך לדאוג שהקו צפ'-דר' יהיה מכובן אל-ינכו (בעזרת כוכב-הקוטב המסתובן בחיצים) ואז יתאיימו נקודות מצ' ומע' של המפה. קבוצות הכוכבים מסווגות במפה במספרים המופיעים בתאoor שמי הערב בסוגרים אחרי שמות הקבוצות. הכוכבים הראשיים הנזכרים בתאoor הם הכוכבים המזהירים בכל גבואה ובגובהם.

המספרים במאמר מציינים את קבועות הרכבים הללו:

תנור	49	אנדרומודה	33	כלב קטן	16	קפיאום	8	קאסיפיה	1
יונה	50	משולש	34	ארנבת	17	דגים	10	פרסיאום	2
ספינת ארגו	51	עגלון	35	سرطان	18	טלה	11	ג'יראה	3
ראם	52	ברבור	43	אריה	19	שור	12	לינפס	4
נחש-מים	53	פגאוס	47	דלי	21	תאוומים	13	דובה גדולה	5
פניפס	56	ארידונוס	48	לויתן	22	אורוון	14	דובה קטנה	6
						כלב גדול	15	דראקון	7

ירחי שבתאי

									VI (Titan)		
	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	
מ"ז מ"ז	17.5	14	ע"ק	17.6	10	מ"ז מ"ע	22.9	6	ת"ק	23.6	2
	16.6	30		16.6	26		21.7	22		22.3	18

## סימנים אסטרונומיים

<p>התקבצות (קוניגונקציה). אותו אורך גיאו-אקטורי (התקבצות כוכב-לכת עם שם) או אותה עליה ישרה (התקבצות כוכב-לכת עם כוכבים, עם ירח).</p> <p>ניגוד (אופוזיציה). האורך הגיאו-אקטורי נבדל ב-<math>180^{\circ}</math> (כוכב-לכת בניגוד המשמש).</p> <p><input type="checkbox"/> ריבוע (קוادرאטורה). האורך הגיאו-אקטורי נבדל ב-<math>90^{\circ}</math>.</p> <p>קשר עולה. ירח או כוכב-לכת חוזה את האקליפטיקה בכיוון צפוני.</p> <p>קשר יורדת ירח או כוכב-לכת חוזה את האקליפטיקה בכיוון דרומי.</p>	<p>התקבצות (קוניגונקציה).</p> <p>אותו אורך גיאו-אקטורי (התקבצות כוכב-לכת עם שם) או אותה עליה ישרה (התקבצות כוכב-לכת עם כוכבים, עם ירח).</p> <p>ניגוד (אופוזיציה).</p> <p>האורך הגיאו-אקטורי נבדל ב-<math>180^{\circ}</math> (כוכב-לכת בניגוד המשמש).</p> <p><input type="checkbox"/> ריבוע (קוادرאטורה).</p> <p>האורך הגיאו-אקטורי נבדל ב-<math>90^{\circ}</math>.</p> <p>קשר עולה. ירח או כוכב-לכת חוזה את האקליפטיקה בכיוון צפוני.</p> <p>קשר יורדת ירח או כוכב-לכת חוזה את האקליפטיקה בכיוון דרומי.</p>	<p>כוכבי-חמה (מרקורי) נוגה (וונג'וס)</p> <p>ארץ</p> <p>מאדים (mars)</p> <p>צדק (יופיטר)</p> <p>שבתאי (סאטורן)</p> <p>אורנוס</p> <p>נפטון</p> <p>פלוטו</p> <p>שמש</p> <p>ירח</p> <p>ירח, מולד</p> <p>ירח, רביע ראשון</p> <p>ירח מלא</p> <p>ירח, רביע אחרון</p>
---	--	---

## סימני גלגל המזלות

Libra	♎	מאזניים	תשורי	♎	Aries	♈	טליה	♈	ניסן
Scorpius	♏	עקרב	חשון	♏	Taurus	♉	שור	♉	אייר
Sagittarius	♐	קשת	כיסלו	♐	Gemini	♊	תאומים	♊	סיוון
Capricornus	♑	גדי	טבת	♑	Cancer	♋	סרטן	♋	תמוז
Aquarius	♒	דלי	שבט	♒	Leo	♌	אריה	♌	אב
Pisces	♓	דגים	אדר	♓	Virgo	♍	בתולה	♍	אלול

## ראשי תיבות וקיצוריהם

צפון, צפונית התקבצות עליונה התקבצות תחתונה רווח הליו-אקטורי גדול ביותר קוטר שנה, שנים שנה, שנים מעלה (מעלת-קשת, 1/360 של מעגל)	ג'ודל, דרגת-ג'ודל (זוהר מדומה) צפ' דרום, דרוםית זווית-מצב, נמדדת מצפ' מכיוון ק"ת מו' דר' מע' יום (על פני השטח) שנה, שנים של ארץ-שמש = 149,600,000 ק"מ, שנה לפי הפרלפסה של השמש בשעורה	ג' נ' מ' י"א
דקת-קשת ( $60' = 1^{\circ}$ ) שנית-קשת ( $60'' = 1'$ )	'	מ' מ"ה
עליה ישרה נתיה יום, ימים (יממות) שעה, שעות דקה, דקות שניה, שנים	" α d h m s	מחזור הקפה מרחק זוויתי (בין כוכבים, בשניות) קשת = אלונגציה אצל כוכב-לכת מזהר, מזרחה מכס. מכסימלי מערבית, מערבית ספ' מחלקה ספקטרלית

כתובת המערכת וההנאה : אגודה אסטרונומית-חובבים, ע"י האוניברסיטה העברית, ירושלים  
דף קואופרטיבי "אהווה" בע"מ, ירושלים