

הכוכבים בחודש

ט. 8. שנה מס' 8.

יוצא לאור על ידי
אגודת אסטרונומים-חובבים בישראל
בעריכת ד. ז'יק

שביעים; מטיאורים ובעיות מזא ואבולוציה במערכת השמש

לפי ס. ק. וסבוסויאטסקי

אנו מבאים להלן תרגום מקוצר של מאמר שהופיע באפריל החברת האסטרונומית של הפציפיק¹ שבו מתאר המחבר אחד מכוחני המחקר האסטרונומי בסס"ר הנוגעים לאבולוציה של מערכת השמש. פרופסור ס. ק. וסבוסויאטסקי, מנהל מצפה הכוכבים של אוניברסיטת קיב ידוע בספרות האסטרונומית כבעל השערות מעניות ונוודות על מזא כוכבי השביט מהתרצויות על צדק וכוכבי לכת אחרים. מחקרים הופיעו בorsch שלושים וחמש השנים האחרונות. ספרו המשכם הגדל על "האופי הימי של השביטים" הופיע בשנת 1958.² לאחרונה פירסם עבודה על "קיום משוער של טבעת סבב צדק" שלא הוקדש מאמר של אותו סטרובה בסקסאי אנדרטסקוף³.

בשנים האחרונות נתגלו נתונים חשובים חדשים הנוגעים לטבעם ולתנועותיהם של הגוף הקטנים במערכת השמש לסוגיהם השונים. נובעות מהם מסקנות ברורות לגבי המזא והאבולוציה של גופים אלה.

מספר השביטים. המספר הכולל של השביטים שנרשמו על ידי בני-האדם בכל התקופות הוא כ-2000. עד סוף 1958 חישבו 813 מסלולים שرك 564 מהם הם של שביטים שונים. המספר הגוטר מתייחס לשביטים מהזרים. בין השביטים המחזוריים קיימות קבוצות נפרדות, "משפחות שביטים", שمراחקי האפלהון של מסלוליהם חופפים את אחד המסלולים של כוכבי הלכת הגדולים. מדברים, איפוא, על משפחות שביטים של צדק, של שבתאי, של אורנוס ושל נפטון. חלוקת מספרי השביטים לפי קבוצות ומהירות הקפה מסוימים בלוות.

חלוקת מספרי השביטים לפי קבוצות (משפחות), מהירות הקפה וממדים מוחלטים							
קבוצות והיפרboleות	חסוך (בשנים)	צדק	שבתאי	אורנוס	נפטון	49-28	18-12
20,000 וחזירים והיפרboleות	20,000-550	550-100	100-60	49-28	11-2	18	12
382	68	24	10	7	5	68	H ₁₀
6.7		6.1	7.2	7.0	8.7	8.9	9.8

H₁₀ בלוח מצין את הערכיהם הממוצעים של הגודלים המוחלטים של כוכבי השביט.⁴

S. K. Vsekhsviatskii: Comets, Small Bodies, and Problems of the Solar System. Publ. Astr. Soc. Pacific 74 (1962), 106-115.
תרגומוינו איננו מילולי, לפරקים הוא מקוצר, לפරקים ראיינו צורך להוסיף להוסף הספר של מושגים גם בתחום הטכסט.

S. K. Vsekhsviatskii: Fizicheskiye kharakteristiki komet. Gosud. izd. fiziko-matem. literatury, Moskva 1958. (נמצא בספריית האוניברסיטה).

O. Struve: Planets with Rings. Sky and Telescope 20 (1960), 20-23.

⁴ הערך מוסבר להלן.



ראוי לציין שבמשפחת צדק מרובת השביטים (68) אין אף אחד שהוא בעל תנועה אחורנית או נטיה גדולה מ- 35° (bihis לאליפטיקה).⁵

השערת לאפלאס. לפני 150 שנה העלה לאפלאס (Laplace) את ההשערה שהשביטים באים לפि טבעם מן המרחב הבין-כוכבי והתויפה של שביטים מהזורים ובעלי מוחוריים קצריים היא תוצאה של "לכידה" על ידי כוכבי הלקת. השערה זו נחקרה על ידי חוקרים רבים במשך הדורות (גאוס, סקיאפראלי, פאברי, ניסל, שארלייה — Gauss, Schiaparelli, Faibry, Niessl, Charlier) ובזמן האחרון (Moiseev) ועל ידי מoiseev (Moiseev) ואחרים. הם הגיעו לאותה מסקנה: כוכבי-השביט "הפרבוליים" הנצפים אינם יכולים לבוא מן המרחב בין-כוכבי.⁶ העדר מסלולים היפרבוליים, "סטאלארים", מפוזרים של שביטים ומטיורים אינה משaira כל של ספק שכל השביטים הידועים נמנים עם מערכת המשך.

גדלים מוחלטים והאגילים הפוטומטריים של שביטים. במשך 35 שנים האחרונות עסכנו, חברי בעבודה ואני, באיסוף אומדן של זהר שביטים שזמני מוחוריים ידועים; נחקרה השתנות הזוהר של שביטים ובדרכו זו נקבעו הגדלים המוחלטים של השביטים. המשכנו את עבודתו המפרוסמת של הולץ' (Holetschek) וקבענו לגבי כל תופעה את הערך

$$\Delta \log 5 - r = 10 \log m - H_{10}$$

מקדם הזוהר 10 מתאים לממוצע שנמצא בעקבות פוטומטריות המדוייקות ביותר של שביטים; m — הוא הגודל הנראה; r — המרחק מן המשך ב"א; Δ — המרחק מן הארץ ב"א.⁷

כבר בשנת 1930 מצאנו מתוך השוואת הגדלים המוחלטים שנקבעו בהופעות שונות של שביטים קצרי-מוחור, כי הם נחלשים במוחירות או אף מתפוררים. אישור מלא לכך נמצא בקטלוג השלם של הגדלים המוחלטים הכלול בספרי שפורסם לא מכבר.² השביטים II Fay, I, Wolf, Brooks נקבעו בכל הקפה 0.5 עד 1.0 גדים של זהר המוחלט וערכו הנוכחי קרוב לגבול הראייה. שביט Enecke נחלש בזוהר עד כדי 100 פעמיים במשך 170 שנה. מסתבר שהగלים הפוטומטריים של שביטים קצרי-מוחור רבים הם כמה עשרות עד מאות שנים לכל היותר. אישור נוסף לתוצאות אלה נובע מהערכת כמות הגיזים והאבק שמאבד שביט בעוברו באזרע השפעת המשך. כוכב שביט Halley, למשל, לא יכול להתקיים

⁵ במקור יש שיבוש במקום זה וכותב "נטיה שתהיה גדולה מ- 45° עד 53° ". למעשה אינה עולה הנטיה אצל 67 מתוך 68 השביטים על 35° , ורק אצל אחד מגיעת הנטיה עד 45° ; הממוצע של נטיות המסלולים של שביטי משפחת צדק הוא 12.3°.

⁶ בשם שביטים "פרבוליים" נוהגים לכנות את כל השביטים אריכי-המוחור שהאפס-מרכזית שלהם בסביבת הארץ 0.99999 ומתחורם הממוצע כמיילון שנים אלה, אפוא, מוחוריים אליפטיים מוארכים ביותר. בחישובים מוקבבים, לקביעת מקומות שביטים אלה לצורכי תצפית, משתמשים ומנית בפרבולה כצורת המסלול. שביט פרבולי באמת, בעל אפס-מרכזיות של 1.0 בדיק, הוא מקרה גבולי, תיאורתי בלבד.

⁷ הארץ H של סכמי-אטסקין, המכונה על ידו "גודל מוחלט של שביט", אין להחילפו בגודל מוחלט של כוכבים (M) ואין שום קשר ביניהם. והוא ערך אempirical, הממוצע שנקבע במדידות פוטומטריות רבות. לפי הניסיון נתברר שזוהרו של שביט אינו רק פינקציה של מרחקו מן השמש וכן הארץ, כי הוא אינו זוהר באור השמש המוחזר בלבד. חוקיות הקרינה של שביט מסוובכת למדי; מנחיתם שהשביטים מפתחים בסביבת השמש הקרובה או רעצמי (או רעל גוים מינונים), קיימים בהם תהליכי אדסורפציה (ספיקת) ודוחה סורפציה והתנדפת המפתחים ומשחררים אנרגיה; כמו כן נצפו תהליכי "ספונטניות" בחומר השביט שלא מצאו עדין הסבר; כן מושפעים השביטים ללא ספק משליניהם המתרחשים בשמש, גם שינוים פתאומיים, כגון התפרזיות כרומוסטיריות וכו'.

כשביט במשר יותר מ-120 הקפות. ראייה נוספת שתווך 200 עד 250 שנים בלבד נעלמו מאותנו 27 מתוך 68 השביטים קצרי-המחוזר של משפחת צדק. **שביטים קצרי-מחוזר והשערת הלכידה.** על קשיי השערת הלכידה הצביעו לראשונה פרוקטורי (Proctor, 1884) ואחריו במילוי קромלין (Crommelin, 1910) וחוקרים אחרים. גילוי החיים הקצרים של השביטים מבליטה ביתר שאת את הניגוד בין קווי האופי של משפחת צדק לבין מסקנותיה של השערת הלכידה. הנימוקים נגד השערה זו נבדקו על ידי המחבר בסידרה של עבוזות. נזכיר כאן אחדים מהם:

1. **מספר השביטים הידועים של משפחת צדק גדול**⁵ 10 פעם מן המספר המוחש בלפי השערת הלכידה.

2. **אי-ההסתrema בין התכיפות והתייאוריה** בקשר לכך שיש בין מספר השביטים קצרי-המחוזר לבין מספר השביטים שזמן מתחום 100 עד 1000 שנה. מספרי השביטים שמחוזריהם אינם עולים על 9, 30, 100 ו-1000 שנים הם 64, 74, 90 ו-125 בהתאם, בעוד שהיחסים הנדרשים על ידי השערת הלכידה הם 310, 64, 1500 ו-23,000.

3. גם העדר של תנועות אחורניות במשפחת צדק אינו ניתן להסביר מנוקודת המבט של השערת הלכידה. **לפי סיגולב (Scigolev)** מחציימ היה צרכיה להיות בעל תנועות אחורניות. לפי חישובים חדשים של התקרובויות שביטים אל צדק מצאנו שלא פחות מ-10 עד 15 מהם היו חייבים להיות אחורניים. — כמו כן נמצא של- 30% מן השביטים קצרי-המחוזר (כ-20 מן הידועים) היו צרכיות להיות — **לפי השערת הלכידה** — **נטיות גדולות מ-90°.**

4. **ערבי האקסנטראיות הנצפית** של שביטים קצרי-מחוזר קטנים במקרים רבים מערכי המינימום הנובעים מהשערת הלכידה. בעשרות השנים האחרונות נתגלו שביטים בעלי מסלולים כמעט מעגליים, עובדה שאינה להסבירה על ידי לכידה. עובדות אלה מוכיחות שהנחה הלכידה אין לה על מה לטסוך. השביטים הנצפים שמחוזרם קצר לא יכולו להוציא מן המלאי של שביטים אריכי-מחוזר על ידי פרטורה-כיה חד-פעמית גדולה או פרטורה-כיה קטנה חורורות.

אם נוציא מן החשבון את השערת הלכידה, אנו מגיעים באופן הגיוני לדעינו של התפרצויות בגופים הפלנטריים בתור מוצא השביטים.

השערת התפרצויות. לדעתנו מוכיח קיום המשפחות הפלנטריות של שביטים, כי עדין מתרחשים תהליכי ייצור שביטים בכוכבי הלכת הענקים או בסביבתם. לאגראנו, פרוקטורי וקרומלין (Lagrange, Proctor, Crommelin) הניחו שכוכבי הלכת עצםם הם מקורות השביטים. דעה זו נתמכה על ידי המחבר אחריו גילוי (בשנות 1930/31) השער גובה מאוד של התפרצויות שביטים קצרי-מחוזר, עובדה שהוכיחה, כי הולדתם במערכת של צדק. ברם, קשה היה להסביר, כיצד נוצרו המהירויות ההתחלתיות הגדולות הנדרשות במקרה זה (עד 60 ק"מ/שנ'), וכן לא הסתבר העדרם של שביטים קצרי-מחוזר בעלי תנועה אחורנית. את הקיום של תנועות קדומניות בלבד במשפחת השביטים של צדק אפשר להבין, אם מחפשים את מקורות בירתי צדק. האלבדו הגבוה של ירחים אלה מרמז שהם מכוסים בשלג וקרח. הנחה זו מוצאת אישור בגילוי אטמוספרות אצל טיטאן וטיטון (הירח הראשון, הגדל של נפטון) על ידי קויפר (Kuiper), מה שמעיד לנראה על פעילות וולקנית נרחבת ואווריים חמימים על פני השטח המוצק של אובייקטים אלה.

המהירויות ההתחלתיות הדרשות לגבי חומר הנפלט מפני הירחים, כדי שינוי בمسلולים יובי- מרכזיים (שצדק במרקם) הן כ-1 עד 3 ק"מ/שנ' בלבד. להפלטה

שביטים הליאו-מרכזרים (שההמש במרכזה מסלולים) דרישות מהירויות של 5 עד 7 ק"מ/שנ'. בסיידרת עבודות בחנו את המסקנות הקינטיות של השערת ההתרצות וכן את ההשגות השונות שהובעו על ידי החוקרים קורליין, בוב羅בניקוב, וטסונן (Corlin, Bobrovnikoff, Watson, van Woerkom).

חלוקת האלמנטים של מסלולים קומטריים. אם נניח שההפלטה מירחי צדק התרחשה בכיוונים כל-ישראל, יוכל למצוא את מהירות ההפלטה המכסימלית האפשרית שבעקבותיה תיווצר נטייה של המסלולים הליוצנטריים לגבי האקליפט טיקה שתהיה קבועה תמיד מ- 40° . מהירות זו תהיה כ-7 ק"מ/שנ' לגבי הירחים של גאלילי, אך בתנאים מתאימים יוכל גם מהירות של כ-5 ק"מ/שנ' לגרום למסלולים הליוצנטריים. טبعי יהיה להניח חלוקה באקראי של מהירות ההפלטה מ-0 עד לגבול הניל' וחולקה אוניפורנית של כיווני ההפלטה. המחבר וחבריו חישבו את כל המסלולים הליוצנטריים האפשרים בתנאים אלה וחלוקת האלמנטים המסלוליים, שנתקבלו בתוצאה מחישובים אלה, נמצאים בהתאם מצוינית עם החלוקות הנצפות.

התאמת הרכב השביטים להרכב האטמוספרות של כוכבי הלכת הענקים וירחיהם. קווי הפליטה של NH_3 , CO_2 , OH , CH_2 , CN , CO^+ , N_2^+ , CO^+ וצופים אחרים שנצפו בספקטרומישביטים הם בהתאם טובہ עם הצופים המשובכים יותר של מתאן ואמוניה שנתגלו בכוכבי הלכת הענקים וירחים אחדים (טיטאן, טריטון).

גילוי קרח בשביטים מצבעה ביתר שאת על הקירבה בין שביטים וכוכבי לכת. "מודל הקרח" של ויפל (Whipple)⁸ הולם יפה את הרעיון של גופים פלנטריים מכוסי קרח ושלג (ירחי צדק?) הנמצאים במצב של פעילות וולקנית גבואה ופולטים לעיתים קרובות חלקיקי אפר המכסים את מפלי השלג הרגילים העשויים מתאן-אמוניה.

התקרבויות שביטים קזרי-מחוזר אל צדק לפני גילויים. רוב השביטים של משפחת צדק התקרבו מאוד אל כוכב הלכת לפני גילויים (כגון שביטי Lexell, Brorsen, Wolf, I, Brooks II, Giacobini-Zinner, Oterma ועוד). כמעט ככל השביטים קזרי-המחוזר שנתגלו בזמן האחרון היו התקראויות אלה אל צדק. עובדות אלה (מעל ל-30 מקרים) מצביעות על ההפלטה של שביטים "משמעות לעיני הצופים". בשלושה מקרים לפחות העלו חישובים שהשביטים יצאו את האוזור של ירחי צדק.

توزרות של התפרצויות במערכות שבתאי. מחקרים גילו שטבעת שבתאי תוכל לשמש עדות ישירה להפלטות כבירות של שברי קליפה ואולי גם של גזים וקרח מפני השטח של ירחי שבתאי (במהירות התחלתיות של 1 עד 4 ק"מ/שנ') ואף מכוכב הלכת עצמו. לא רק הקיום של משפחת שביטים של שבתאי, אלא גם התופעה השכיחה של כתמים מוהירים בדיסק של כוכב הלכת מצביעים על פעילות וולקנית גדולה. נוכחות אטמוספירה על טיטאן מעידה אף היא, כפי שכבר נזכר לעיל, על רמה גבוהה של פעילות וורם של חום מקרבו.

יש סיבות לחשוב שקיימת סביב צדק טבעת שביטים או שרידיהם בדמותם לאלה המהווים את טבעת שבתאי. הטבעת של צדק לא נתגלתה עד כה, אולי בגלל גטיתה הקטנה לגבי כיוון הרניה שלנו או בגלל צפיפות הנמוכה.⁹

⁸ ויפל מתאר שביט כ"קרחון ובו חומר זhom" ("dirty iceberg"), תערובת קרחים של מים, אמונייה, מתאן ותומרים אחרים וביהם גרגירים של תומר מטיאורי, המורכב בעיקר מברול, סיון, מגנזום, מגנוזיט, צורן, ניקל, חמן ונתרן.

קיום טבעות סביב כוכבי לכט מצביעה, לפי דעתו, בהכרח על ההלכי התפרצונות החדשיניות, כי קיום ממשך מואוד של הטבעות אינו בא בחשבון בגלל ההתנגדות שוויות בין השברים המרוביים ובגלל הפרטוטרבציות מצד הירחים.

מבנה המטיאוריטים והרכבים הכימיים. החקירה המדוקדקת של מבנה מטיאוריטים שבאוספי ספס"ר על ידי זואו-אריצקי וקוואשה (Zavaritskii, Kvasha) הביאה למסקנה, שאינה מוטלת בספק, שהמטיאוריטים הם פראגמנטים של הקרום החיצוני של גופים פלנתריים. זה הקשר את הקרקע להנחהם של פנסקוב וזואו-אריצקי (Fesenkov, Zavaritskii), כי התהווות מטיאוריטים היא תוצאה מהתפרצותו של גוף פלנטרי או מהתפרצויות וולקניות.

מטרות מטיאוריטים בעלי מחוזר קצר. אין ספק שמטרות הגמינידים וה-טאורידים (Geminids, Taurids) והמטרות של אור היום שנתגלו זה לא כבר על ידי מתקני רדר, שהם בעלי מסלולים אבסטראטירים מואוד ומרחבי פריהליון קטנים, הם צעירים מואוד. במשך אלפיים או רבבות השנים היה מביא האפקט של פוינטינג-רוזברטסון⁹, ואולי אף במידה גדולה יותר פועלות ההפצתה של הגופים הסולאריים, בידי התפרצונות המטר.

מכאן אנו מסיקים שמטרות אלה הופיעו לא לפניizzo ומן רב. חישוב ההתקרכוביות האפשריות של מסלולי מטיאוריטים אל מסלולים של כוכבי לכט מראים שהתקרכוביות הסמכות הן עם מסלולו של נוגה.

הנתונים על מטיאוריטים שנתקבלו בגדודרל בנק מצביעים אף הם שכוכבי הלכת הפנימיים (ונגזה ביניהם) הם המקורות של מטיאוריטים וזרמי מטיאוריטים בזמן הנוכחי. אפשרי הדבר שמוואה השביט Encke קשור בתהליכיים על פני נוגה.

עדות של תעפיות אודות וולקניות על גופים פלנתריים. וולקניות על הארץ איננו חסר משקל בקנה מידת קוסמי. אנרגיות התפרצונות של קראקאטאו (1883) עלתה על 10^{26} ארג, של טומבورو (1815) על 10^{27} ארג. תוך Kataklizמים וולקניים אחדים של התקופות השלישונית והרביעונית הגיעו האנרגיה הכללית של התפרצונות עד כדי 10^{29} עד 10^{30} ארג, לפי אומדנה של עובי האפר הפסילי. יש לציין כאן שלגביה התהווות של שביט בעל מסה של 10^{13} עד 10^{15} גרם כחוצה מהתפרצונות מאחד של ירתי צדק, מספיקה אנרגיה של 10^{25} עד 10^{27} ארג.

על מאדים נצפו הבהקות פתאומיות וקימיות נימוקים בעלי משקל לטובה ההשערה שיש בכוכב זה אף בהוות וולקניות פעיל (ראה עבודותיו של מקילאלוין — McLaughlin משנות 1954, 1956). העננים הכהובים הנראים בדיסק של כוכב הלכת והחטומות האטמוספרה שלו (תופעה שנצפתה פעמים אחדות) מוסברות באופן טבעי על ידי הפלטה של חלקיקי אפר; המושג של "סערות אבק" אינו נראה נכון בכך בגלל הדليلות הגדולה של האטמוספרה ובגלל העוצמה הקטנה של פועלות המשם למרחק של מאדים.

⁹ בשם Poynting-Robertson מבנים אפקט של תנועה הפעול על חלקיקים זעירים והקשרו בליחז הירינה של השימוש. בידוע עולת לחץ הירינה של השימוש על כוח המשיכה שלה (המוחנה בגրביטתאציה) לגבי חלקיקי אבק שגודלם אינו עולה על אלפיות מילימטרים אחדות ולגבי מולקולות ואטומים והם מסלולים משך הזמן ממערכת השמש. פוינטינג ורוזברטסון מצאו שחלקיקי אבק בגודלים בין 0.01 ו-0.01 מילימטרים אחדים מקבלים באoor הירינה המפוזרת של השימוש דחיפה בכיוון המנוגד לתנועתם מתקרבים לשמש תוך מאות אלפי שנים במסילות סליליות. האפקט מבוסס על חוקי תורה היחסות. חלקיקים אלה אמורים יתנדפו בחום השימוש ובעקבות מכך הם אלא את מסת הגוף הבין-פלנטרי. — לאפקט פוינטינג-רוזברטסון יש חלק בתהליכי פירוק של שביטים וזרמי מטיאוריטים, בהתחווה החומר הבין-פלנטרי ובין היתר גם בתופעת אור הגלגל.

נכחותם של CO₂ ו"אבק" באטמוספירה של נוגה מרמזים על רמה גבוהה של פעילות וולקנית גם על כוכב לכתח זה אף בזמננו. התפרצויות של גלי רדיו שנצפו יכולות לאשר דעה זו.

פעילות גדולה על צדק הייתה ידועה מתחפויות ראותיות. התפרצויות רדיו חזקות מאוד, כמו כן מוקדים וולקניים לפני השטח המוצק של כוכב הלכת. נראה לנו שהכתם האדום נחשב בעבר בצדק כאור של ימת-לביה כבירה.

הכתמים הלבנים על שבתאי, שנצפו בשנות 1876, 1891, 1895 ו-1905 גם בזמן האחרון, מעידים על קיום תהליכי התפרצויות בקנה מידה מסומי. אף אצל אונרנו נרשמו סימנים של פעילות גדולה (ארמלייני — Armellini, 1949).

על פני הירח נשمرו עקבות של תהליכי כבירים שאינם יכולים להיות אך ורק התוצאה של התנשויות מטיאוריטיות. מחוקרים רבים אינם משאים ספק שאנו רואים בירח סימנים של פעילות וולקנית גבוהה בעבר, כגון החוקרים המזר פולוגיים של תבלית הירח (חאבאקוב, Spurr — Chabakov, Kozyrev — 1958). הדמיון בין תצורות ירחיות ואדמותיות האנגלו-הסטטיסטית (Boneff — בונף) והדמיון בין תצורות ירחיות ואדמותיות (טורירים, קלדרות וכו') ולבסוף גם תציפות ישירות (Kozyrev — Kozyrev — 1958). — להתחווות הסוללות של לוע ירחי ממוצע היו דרישות עד 10^{27} עד 10^{28} ארג, כולל אותה כמות של אנרגיה או אף יותר ממה שדרוש להפלטה של שבית או של מטר מטיאוריטים.

שביטים פרבוליים. הנימוקים שהעלו מצביעים על מוצא השביטים המחוור ריים וגופים קטנים אחרים במערכות המשמש מתהליכי התפרצויות העדר כל הבדל פיסיקלי בין שביטים מהזריים ו"פרבוליים" מביא אותנו למסקנה שהשביטים אריכי-המחוזה, "הפרבוליים", נוצרים באותה הדרך. השגותיהם של אסטרונומים אמריקנים נגד ההשערה הארופטיבית מבוססים על הרעיון, שאופי המסלולים של שביטים פרבוליים אינו משקף את ההשערה של תנעות פלנטריות: הוא מראה חלוקה באקראי של נתינות המסלולים (ואן וורקום — van Woerkom, 1948). ברכם, נימוק זה איןנו נכון; לפि השערת התפרצויות אפשר לחשב חלוקה תיאורטית של מסלולי השביטים האלה והיא נמצאת בהתאם טובה עם הנזיפה.

המחבר חושב, אפוא, שהשביטים הפרבוליים שנצפו, נוצרו בדרך כלל בעבר הרחוק כשמתיירות הפלטה התחילה על פני ירחים וכוכבי-ילכתulo עלו על המהירות הנוכחית. אפשר לאמוד את גיל השביטים הפרבוליים כמשמעותם בתוצאה החשובה של ואן וורקום (van Woerkom) ביחס לאפקט המctrבר של פרטזרכזיות שלושת. גילים לא יכול להיות גדול מ- $10^{17} \times 3$ עד 10^8 שנים. שביטים מהזריהם ארוכים יותר אינם יכולים לחזור לשביבת המשמש בגלל פרטזרכזיות של כוכבים שכנים.

ענן השביטים של סקיאפארלי — אורט (Schiaparelli — Oort). השדי ערתו של סקיאפארלי על קיום ענן שביטים המקיף את מערכת השמש, שמצוה מאוחר יותר עיבוד מתמטי על ידי אורט, נוצרה בנסיבות מנסזון להסביר את קוי החלוקה האופייניות של שביטים הקרובים למסלול פרבולי. אך ההשערה אינה מסבירה את העדרם המוחלט של מסלולים היפרבוליים שהיו חייבים להופיע מפעם לפעם, אם הפרבולוגיות הן תוצאה של פרטזרכזיות סטלאריות ולאלה אחרות להבאת השביטים מאoor הענן ("מחסן הקירור של השביטים") אל אoor התצפית בסביבת המשמש. — קיום ענן שביטים נעשה פרובטטטי גם כתוצאה מהוסר האפשרות להסביר את קיומן של משפחות שביטים של כוכבי הלכת, כפי שהוכיחו עבודות אחרות של המחבר.

מסקנות של השערת התפרצויות וסיכוןם. אומדן מספר השביטים במערכות המשמש (בעיקר שביטים פרבוליים) נotonin ערכיהם של 10¹¹ עד 10¹². אך מספר זה מופיע רק את השביטים שיש להם אפלהה בקרבת גבולות מערכת המשמש (100,000 עד 200,000 ק"א) ואשר חווורים אל המשמש בפעם הראשונה. באופן תיאורטי אפשר גם לחשב את מספר השביטים היפרבוליים העזובים את מערכת המשמש וגם את האליפטיים אשר, בעודם נעים בתחום השפעת המשמש, הם מתפוררים במהירות גדולה.

המספר הכללי של הגופים המופלטים הוא 10¹⁵ עד 10¹⁷; אם נקבל כערך בינוני של המסה של שביט 10¹³ גרם, נגיע למסה כללית של חומר מופלט בסדר גודל של 10²⁸ עד 10³⁰ גרם, כמוות הגדולה מן המסה של כוכב לכת כמו הארץ. חשוב כאן לצין, כי קנה המידה של תהליכי אלה, המבוסס על אומדןם בתחום השביטים, עומד בהתאם עם הערך המקובל לגבי המסה הכללית של אסטרואידים ומטיאוריטים (7 10²⁷ גרם).

המסקנה : הגופים הפלנטריים מאבדים על ידי התפרצויות וולקניות חלק ניכר של החומר שלהם. לפי השביטים וגופים קטנים אחרים אנו יכולים להעיר את הגודל המשמעותי של הפסדים אלה. מכאן האפשרות לפתור לא רק את בעית הגופים הקטנים, אלא גם את בעיות היסוד של האבולוציה של כוכבי הלכת. בעורת הנთוניות שניתן להעלות מחקר השביטים אפשר לשחזר את תולדות מערכת כוכבי הלכת ב-10⁸ שנים האחרונות. כתוצאה מתהליכיים וולקניים כבירים משתנות התוכנות הדינמיות של מערכת המשמש.

המסקנה היא בעלת עניין רב להבנת תולדות הארץ. אם אמנים נפלטה כמות מעין זו של גז וחומר מפוזר מקרום הארץ, הביאת הפלטה זו בעקבותיה שינוי מומנטום ההתחמדה של הארץ ויתכן אף הסתת ציר. הסיבוב של הארץ ושינוי צורתה. תהליכי אלה יכולים לגרום לתופעות של תקופות הפעילות הולקנית, של עידני הקמתה, וכן להתקומות הקרים וליצירת התרמים.

שאלת השביטים קעריה מהוחרת תוכל למצוא את פתרונה הסופי בעזרת המחשבים המודרניים. תצפית ירחי צדק וטבעת השביטים שלו, ירחי שבתאי והטבעת שלו, התציפות של נוגה ומארדים יכולים לספק גם היום עובדות חשובות נוספת רבות. בעוד זמן לא רב תספינה לנו ספינות בין-פלנטריות ידיעות על טבעם האמיתי של נוגה ומארדים ואולי תתחשנה בדרך זו מסקנותינו על התפקיד החשוב של תהליכיים וולקניים באבולוציה של מערכת המשמש.

*

תצפית הפרסאים

בלילות 11–12 באוגוסט מגיעים לשיא הפרסאים, מטר מטיאוריטים הנקרא בשם זה, כי מוצא הקרןעה שלו (radian) נמצא בתחום קבוצת הכוכבים פרסאי אוס, כ-7° צפ'מע' לכוכב "אלגניב" או "אלפא" בפרסיאוס (α Persei); קואורדינטות מוצא הקרןעה הם: (+56° 8' 3h 0m).

הפרסאים נראים החל מ-20 ביולי (בודדים) ועד 22 באוגוסט, אך שכיחותם גוברת בין ה-9 ל-13 באוגוסט והשיא חל בלילות ה-11 וה-12 באוגוסט. בלילה ללא ירח, במיוחד במחצית השנייה של הלילה, נראים כ-70 מטיאוריטים בכל שעה לפחות. והוא נחל המטיאוריטים היפה ביותר של השנה. – מהירות המטיאוריטים גדולה — 62 ק"מ/שנייה, הגובה הממוצע של ההתלקחות הוא ב-130 ק"מ, של הכיבוי ב-90 ק"מ, אורך המסללה כ-80 ק"מ. מוצאם מכוכב שביט III 1862, המקיים את השימוש ב-121 שנים.

תנאי התצפית השנה יהיו מושפעים מאוד על ידי הירח המגיע לربع הראשון ב-8 באוגוסט ולמלואו ב-15 בו. תצפית ייילה תחילת רק אחרי שקיעת הירח. אנו מביאים להלן את זמני השקיעה באופן המתמטי של ירושלים. ההפרשים לגבי מקומות אחרים בארץ הם בגדר דקות מעטות.

זמן שקיעת הירח בירושלים בלילהシア הפסאידרים

בלייל 23/9 באוגוסט	בשעה 48:00
00:30	10/11
01:19	11/12
02:13	12/13
03:14	13/14

אנו מפנים את תשומת לב החברים למאמריהם על תצפית מטיאוריים שהופיעו ב„הכוכבים בחודש“, כרך ה', מס' 8, עמ' 41—37 (יוני 1958). הח' א. מצגר ונ. אריה בתל-אביב מ提נים תצפית משותפת של חברי החוג לתצפית במטיאוריים בלילה 12/11 באוגוסט. חברי המעוניינים להצטרף, מתבקשים להתקשר עם ח' א. מצגר. כל חברי שיצפו בפסאידרים מתבקשים למסור את תרשימיהם למרכז החוג, לפי הכתובת: א. מצגר, רחוב רוזן 21, רמת חן (ע"י תל-אביב).

התכשות שבתאי על ידי הירח

חישב ד. זכאי, תל-אביב

ב-14 באוגוסט בשעות הערב יכסה הירח את שבתאי. תנאי התצפית בתכשות יהיה טובים, כי היא חלה בחושך הלילה, אך אור הירח החזק (הוא קרוב למלאו) יקשה במידה מה על התצפית בעין בלתי מצויה. יש אפוא, להעדיף תצפית בטלסקופ או במשקפת שדה.

העלמות (מגע ו) חלה בתל-אביב¹ ב- 47.2° 19:47.2m גובה הירח מעל לאופק 22.7°. ז"מ⁰, 105, ליד סירה 7 (7.1); גובה הירח מעל לאופק 3.1°.

התגלות (מגע וו) חלה ב- 57.8° 20:57.8m גובה הירח מעל לאופק 32.2°. ז"מ⁰, 239.5, ליד סירה 3 (3.1);

נתוני הסיפורות הנ"ל מסבירות את זווית-המצב לגבי התצפית בעין; בטלסקופ הופך יש להוסיף שש שעות בלוט השעון להמתשת זווית-המצב בשיטה זו.

הירח בין 14.3 יום, חלקו המואר 0.98; קוטר הירח 28.3'; קוטר שבתאי בין כוכבי מזל גדי; קוטרו המשוני 18.6, קוטרו הקוטבי 16.6; קוטר הטבעות הגדיל 41.9, הקטן 13.6.

מודדי הheiten וההתגלות הנ"ל הם המגעים I (השפה המע' של דיסק שבתאי בשפה המז' של הירח — ראשית הheiten) ודוו (השפה המע' של שבתאי בשפה המז' של הירח — ראשית התגלות). המגעים II (השפה המז' של שבתאי בשפה המז' של הירח — סיום הheiten) ודוו (השפה המז' של שבתאי בשפה המע' של הירח — סיום התגלות) נבדלים ב-56 דקות לערך.

הheiten מערכות הטבעות של שבתאי מתחילה והຕגלות מסתיימת כ-25 דקות לפני/אחרי ראשית-הheiten/סופה-התגלות הדיסק. בתכשות הטבעות אפשר להבחן כמובן במגעים שונים אלה: מגע בשפה החיצונית ומגע בשפה הפנימית של

¹ החישובים לפי אופק מעוז-אביב: "34° 06' + 32° φ, m 19.3 — ג.

מערכת הטבעות בשעת ההצלחות וההצלות. אפשר אף לבדוק בקיום המגעים של כל אחת הטבעות המזהירות A, B לחוד. מגע השפה החיצונית של מערכת מקדים/מאחר את מגע ו/או של הדיסק ב-25 שניות לערך, מגע השפה הפנימית ב-10 שניות לערך.

ליקוי חצי-צל של הירח

ירחת המלא נכנס ב-15 באוגוסט 1962 לתוך חצי-צל הארץ ושזהה בו משעה 20:16 עד 23:39; הירח עולה בירושלים ב-17:18. שיא הליקוי חל ב-18:58 ו מגע לגודל 0.621 של ליקוי חצי-צל.

גודל הליקוי הוא הקטע של קוורר הירח המכוסה על ידי צל הארץ — במקרה שלנו חצי-צל הארץ — בשיא הליקוי, כSKUוטר הירח = 1.0. הגודל נמדד לאורך הקוטר המשותף של שני הדיסקים של הירח ושל צל הארץ למרחק הירח, כלומר לאורך הנקו המחבר את מרכזיהם שני הדיסקים ברגע השיא.

חצי-צל (penumbra) נוצר משביב להרתו הצל המלא (umbra) של הארץ בחיל שאליו מגיע אור המשמש רק בחלקו. האיפול הדרגי של פניו הירח עם המזאותו בחצי-צל ניכר זמן קצר בלבד לפני כניסה של הירח לתוך הצל המלא ואחריו יציאתו ממנו. אך בליקוי הנוכחי הירח אינו מגיע כלל אל הצל המלא ואף בשיא הליקוי הוא מרוחק משפטו של הצל המלא מרחק ניכר. בתצפית קפנדנית בלבד תוכר סביב שעיה 22 התעומות-ימה של הזוהר בשפטו העליונה של הירח (בהתאמה לזרהו לפניו ואחריו כן). הכניסה לחצי-צל היציאה ממנו אינה נראית.

הירח קרוב לפריגיאום שלו וקוטרו "57' 32".

במחזור סאروس נמנה ליקוי זה עם סידרת "חלוץ" של ליקוי חצי-צל הקודמת לסידרת ליקוי צל-מלא שראשיתה ב-28 בספטמבר 2034.

באוגודה

סער את הטלסקופ החדש של ח' א. סורקיס. זה רפלקטור של 6"-איןץ', כינון משוני, מצויד בהנעה איטית. הטלסקופ הוא עבידתו של ח' סורקיס והוא נועד בבנייתו על ידי ח' י. פינגר מבנ"ע ובנייחד ח' מ. הורוביץ מקרית בית-אליך — שיתוף פעולה אורי במלוא מובן המילה. עסוקנו בתצפית של כוכבים כפולים וראינו יפה את ערפילית הטבעת בקבוצת נבל. הטלסקופ החדש הוכחה איות מצוינה. גם הפגישה הבאה, ב-22 ביולי תהיה מוקדשת לתקופת בקבוץ סער.

החוג מונה היום 12 חברים קבועים והוא קיים עד כה 8 פגישות. כל החברים באzuor מזומנים להציגם (כתבת מרכז החוג: דוד קיש, רת' ירושלים קב', נהריה).

הכינוס הארצי — בסוכות

מטרים טכניים ראיינו צורך לדוחות את מועד הכינוס האסטרונומי הארצי החמיישי של אוגודנו, שעליינו הודענו בגלויו يول ש"הכוכבים בחודש". מועצת האגודה החליטה בישיבתה האחד-רונה לקיים את הכינוס בחול-המועד סוכות בתל-אביב. הודיעה על מקום הכינוס, סדר היום מפורט וטפסי הרשמה ישלו לחברים בעוד מועד.

בחוג האזרדי בגליל המזרבי

ח' ד. קיש, נהריה, כותב לנו: הפגייה שוט התלת-שבועית של החוג מתקיירה מות כסדרן. בפגישה ב-10 ביוני הרצאה ח' דן ליטאי, חיפה-מגדליאל, כMRI-צה-אורח על "הدينמיקה של היקום". ב-24 ביוני (הקדמנו את הפגישה בשבוע בגליל סיבות שונות) חנכנו בקבוץ

ביחד עם האפרטirs כ„אופטימיים“ במקצת — אך לא במידה רבה. ח' עוי אהרני, יפעת, כותבת לנו: ניסיתי לראות את כוכב השביט יומאסון 1961e עוד בשנה שUberה, אך לא הצליחתי. — החודש ראייתי אותו שלוש פעמים (בטלסקופ של 6"-אנץ', הגדלה 48 \times) בתאריכים 2, 8 ו-23 ביולי. מקומו בהתאם לאפרטirs שפורסם בגליון יוני 62 של „הכוכבים בחודש“. בתצל' פית האחרונה ניסיתי להשווות את השביט לצבירים הידועים מ-22 בקשת, מ-13 בהركולס ומ-19 בנושא-נחש, כדי להעדריך את קוטרו. הגעתו להערכתה של קוטר השביט בשעור 10. לא הבנתני בזנב. — אני רואה את השביט כתעטיפה גם בمشקפת שדה 50×7 ואף בכוונת הרפלקטטור 30×3.5 .

הערות המערכת: תנאי התצפית בשביט היו טובים בחודשים אוגוסט וספטמבר ונוחים (בשעות הערב), גם בمشקפת שדה קל למצאו בעורת הקואורדיניות ומפה, מיוחד בשואר הירח אינו מפיע. פרטימנס נוספים כ„הכוכבים בחודשם“ גלי יוני 62, עמ' 64/63.

תצפית החברים

ח' מ. רביב, הזרען, כותב לנו ב-8 ביולי: בשבוע שעבר ערכתי תצפית מספר בכוכב השביט Comet 1961e Humason מה-23 ביולי (לפי שעון ישראל) קרוב מאוד למקום המחושב (לפי גליון יוני 62 של „הכוכבים בחודש שם“). צורת השביט אינה עגולה: חלקו המוהיר יותר נראה מוגדר ומעוגל כלפי צפון, אך ללא גבול ברור כלפי דרום, יתרן ובכיוון זה משתרע צverb. ב-6 ביולי (01.51) נראה לי זנב ברור למדי באורך כ-20 לפחות.

את גודל השביט ניסיתי לקבוע בהשוויה עם אובייקטים דומים לו. מ-30 (צביר כדורי בגדה), מ-32 (ה„מלואה“ של הגלקסיה הגדולה באנדロמדה) נראה שניהם מוהירים יותר, אך בעלי קוטר קטן יותר. מ-51 נראה חלש יותר, אך היה בשעת התצפית כבר קרוב לאופק. בכלל אופן נראים לי הגדלים שפורסמו

השחקים בחודש אוגוסט 1962

תופעות מיוחדות

נוגה בemu; נוגה וכוכב ב-2 בחודש מתקבץ ב-31 בחודש; כן יש לעקוב אחרי שינוי הצורה של נוגה 0.64 (בראשית החודש, 0.51 בסופו); נוגה נוח לתצפית טלסקופית גם לאור היום; ראה גם להלן בימים 4, 8, 18 ו-31 בחודש.

יום	שעה (לפי שעון ישראל)	תופעה
1	2	מאדים במזיפמיון.
1	19	נוגה בemu; נוגה וכוכב ב-2 בחודש מתקבץ ב-31 בחודש; כן יש לעקוב אחרי שינוי הצורה של נוגה 0.64 (בראשית החודש, 0.51 בסופו); נוגה נוח לתצפית טלסקופית גם לאור היום; ראה גם להלן בימים 4, 8, 18 ו-31 בחודש.
20	1	שבתאי בדורידר'מוני.
21	1	צדך בדורידר'מוני.
19	3	הירח מע'צפ'מע' לנוגה.
10	4	נוגה מתקבץ עם ירח, נוגה 4^0 צפ'; הזרמנות טובה למצאו לאור היום בעורת הירח, בשם מזרת (הירח עולה ב-15.08, נוגה ב-25.08).
19	4	הירח מזיפמיון לנוגה, צפ'מע' ל„גאמא“ בבחולה ¹ .
19	5	הירח מזיפמיון ל„גאמא“ בבחולה ¹ ונווגה, צפ'מע' לשפיקה ² .

¹ Virginis: כוכב כפול, ג' 3.7/3.7, מ"ז 5.3, ז"מ 310° , מ"ה 178 ש', מ' 40 ש"א, שני המרכיבים זהובים. ספ' F0/F0.

² Virginis Spica (שבולות): ג' 1.2+, ג' מוחלט 1.6+-, מ' 120 ש"א ט' 20000, תנועה עצמית 0.055 מעלות רדייאלית $+2^{\circ}$ ק"מ/שנ' ; כוכב כפול ספקטרוסקופי, מ"ה 4.014 ז' ; ספ' B2 + B5.

	הירח צפ'םע' ל"אלפא" במאוניים. ³	22	7
19	נוגה עובר את משותה השמים בכיוון לדרום.	19	8
22	הירח צפ'םע' ל"ביתא" בערך ⁴ , צפ'םע' לאנטארס. ⁵	22	9
9	לילה התגברות הפרסאים, מטר מטיאורים, ראה רשות מיוחדת בעמ' 89 של גליון זה. כוכב-חמה מתבקש עם אורגוס ועובר ⁶ 1.1 צפ' לו (התתקבצות אינה נועת לתצפית בגלל קרבת המשם).	9	9
18	כוכב-חמה מתבקש עם אורגוס ועובר ⁷ 0.8 צפ' לו (התתקבצות לא תיראה בכלל אורו החלש של אורגוס, קרבת המשם וקרבת האופק).	18	10
12/11	הפרסאים, מטר מטיאורים, בשיא, ראה רשות מיוחדת בעמ' 89 של גליון זה. הירח מעדר'םע' ל"אלפא/ביתא" בגדי ⁸ , מ' לשbeta'i.	22	13
19	התכשות שבתאי על ירי הירח, ראה רשות מיוחדת בעמ' 90 של גליון זה. ליקוי חיצ'ץ של הירח, ראה רשות מיוחדת בעמ' 91 של גליון זה.	19	14
21	hirah דר'םע' לצדק.	21	15
22	צדkt מתקבץ עם הירח, הצדkt ⁹ דר'.	22	16
1	נוגה מתקבץ עם הכוכב "גאמא" בתולה ¹ ועובר ¹⁰ 4 דר' לו.	1	17
19	נגישת מאדים אל הכוכב 1128 +23° B.D. בן ג' 9.0 ; הנגישה חלה בשעה 01:04, הפזרה גיאו-נטרלית "18"—, פרלסה אופקית ¹¹ 3 ; היהות שהנגישה חלה אחרי ראשית הדימוםם, אפשר יהיה לצפות רק בהתקרבות מאדים אל הכוכב לפני מועד הנגישה, כשיירור עוד חזק מלא (הכוכב בן גודל 9!).	4	21
2	hirah דר'םע' לכימה. ⁷	2	22
2	hirah קרוב לאלדיברן ⁸ , התכשות אלדיברן על ירי הירח חלה בשעה 7 ותיראה בצפ'םע' אירופה, צפ'םז' קנדיה ובססס'יר, אלדיברן ¹⁰ 0.9 דר' לירת.	2	23
2	hirah מ' למאדים.	2	24
3	מאדים ע' ועובר ¹¹ 45 דר' לא-ביר הכוכבים מ-35°.	3	24
16	אורגוס מתקבץ עם המשם.	16	24
0	מאדים מתקבץ עם הירח, מאדים ¹² 3 צפ' (מתחת לאופק ; מאדים עולת ב-52°, הירח ב-47°).	0	25

³	α ₁ /α ₂ : כוכב כפול, ג' 5.3/2.9. מ"ז 231, ז"מ 314 ⁰ (مشקפת שרה ?), מ' 58 ש"א, קרוב למלקה.
⁴	β: כוכב כפול, ג' 5.1/2.9, מ"ז 14, ז"מ 23 ⁰ , מ' 400 ש"א, ספ' B1; מלחה שני, ג' 9, סמוך מאוד.
⁵	α, Antares: (=מתחרה של מארס, מאדים) : ג' 1.8—0.9, משנתה סדר למחצה, מחזור שינוי האור 1733. ג', מוחלט 3.3,—, ק' 330×شمם, עצמת-אור 1900×شمם, מ' 250 ש"א, ט' 3300 ⁰ , תנוצה עצמית ¹³ 0.034, מהירות רדיאלית 3 — ק"מ/שנ' ; ספ' gM0; מלחה לבן : ג' 5.2, מ"ז 3.1, ז"מ 275 ⁰ , ספ' A3.
⁶	α ₁ /α ₂ : כפול אופטי, הנראה כבר בעין. ג' 5, 3.8/4.5, מ"ז 376, ז"מ 291 ⁰ ; מ' של Capricorni α ₁ 3000 ש"א, ג' מוחלט 5.4.—.
⁷	β: כוכב כפול, ג' 6.1/3.3, מ"ז 205, ז"מ 267, מ' 500 ש"א. לשני המרכיבים צבעים שונים — זהוב וכחלחל, ספ' G0/B8.
⁸	Tauri α, Aldebaran (אד-זאברהן, =שבא אחריו, כולם הכוכבים העולה אחורי לכימה) : ג' +1.1, ג' מוחלט 0.2,—, מ' 53 ש"א, ק' 35×شمם, ט' 3500 ⁰ , תנוצה עצמית ¹⁴ 0.203. בז"מ 160 ⁰ , מהירות רדיאלית +55 ק"מ/שנ' ; מלחה בן ג' 13, מ"ז 31 ; ספ' gK5.
⁹	M35/NGC2168: צביר-כוכבים פתוח, ג' 5.3, ק' 31=40 ש"א, מ' 2600 ש"א, כ-20 כוכבים.

נוגה ור'םע' לקאסטור/פולופס.	4	26
מאדים בנטיה היבית (צפונית) הגדולה ביותר של 77° .	2	28
נוגה בקרבת ספיקה, לפני התקבצותה, ראה להלן ב-31 בחודש.	19	30
נוגה מתקבץ עם ספיקה וועבר רק 67° דר' לה; המרתק של ספיקה משפטו של נוגה הוא 55° ; התקבצות חלה כשבני הכוכבים מתחת לאופק (במרתק זהית זה אין להפריד את הכוכבים בעין בלתי מצויה בגל זוהר החוק של נוגה).	4	31
נוגה בקרבת ספיקה, אחרי התקבצותה, ראה לעיל.	19	31
צד בנויגוד לשמש; מרחקו בשעת הניגוד 3,985 י"א = 596 מיליון ק"מ ואורכו מרגע אלינו אחרי 20° s; $33^{\circ}m$; $2^{\circ}44'$, קופטו מקוטב לקוטב 46.1° , במשהה 49.4° . ברגע זה נמצא צדק ב- 16° מיליון ק"מ קרוב יותר לארץ מאשר בניגוד 1961; ב-1963 הגיע התקבבות לערך המכסיימי. הארץ נמצאת מזמן למשך $+1.40^{\circ}$ המשווה של צדק ($+1.40^{\circ}$), הקוטב הצפוני של צדק מופנה, אפוא, אליו במקצת; צדק עולה ביום הניגוד ב- $05^{\circ}05'$ ושוקע ב- $19^{\circ}05'$ הוא נראה במשך כל הלילה; מקומו במלול דלי.	17	31

শনশ

אוגוסט 1962										
	עליה ירשה	נטיה אחרי במיצחר של זמן גובה (ל-5 שעות, \pm זמן עולמי)	נטיה אחרי גריניץ' לפי שעון ישראל ואופק ירושלים	שעת כוכבים זמן גובה דמן גובה במיצחר של זמן גובה d h m	זריחה זמן גובה דמן גובה במיצחר של זמן גובה d h m	שיקעה זמן גובה דמן גובה במיצחר של זמן גובה d h m	עליה ירשה	נטיה אחרי גריניץ' לפי שעון ישראל ואופק ירושלים	נטיה אחרי גריניץ' לפי שעון ישראל ואופק ירושלים	שיקעה זמן גובה דמן גובה במיצחר של זמן גובה d h m
18 36	76	11 45	4 55	20 36 29.3	+16 54	+18 12	8 42.8	1		
18 27	74	11 44	5 01	21 15 54.8	+13 58	+15 29	9 21.2	11		
18 16	70	11 42	5 08	21 55 20.3	+10 40	+12 21	9 58.6	21		
18 04	67	11 39	5 14	22 34 45.9	—	+ 8 54	10 35.3	31		

¹ בטור זה מובאת הנטייה ב- 6° , 16° ו- 26° של כל חודש.

² לכל 1° אורך מ' מגדרני' יש להוסף 4° m (למשל זמן כוכבים בשבייל אורך גיאוגרפי של ירושלים 13° $+ 2^{\circ}$ 20° 52° s = 35° $+ 3^{\circ}$ 56° 56° s). השינוי לימה: $+ 9.86^{\circ}$ s.

אורך היום קטן מ-13 שעות 41 דקות בראשית החודש עד 12 שעות 50 דקות בסופה. הדימויים האסטרונומיים (המשם 18° מתחת לאופק) נמשכים ברוחב הגיאוגרפי של ירושלים 1° 32° m בראשית החודש ו- 1° 25° m בסופה. חצי קוטר המשם: ב- 1° באוגוסט 15° $47'$ וב- 31° בו 15° $52'$ (חצי קוטר הבינוני הוא $16^{\circ}01'$, כפי שהוא נראה במרתק של 1 י"א).

ירח

אוגוסט 1962											
אזור	צורה	זריחה (לפי שעון ישראל ואופק ירושלים)	שיקעה (לפי שעון זמן עולמי)	קוולונג. ¹	קווטר	חזי	נטיה ירשה	עליה ירשה	נטיה ירשה	שיקעה ירשה	
d	h	m	d	h	m	d	h	m	d	h	m
8 17 55	▷	19 20	5 33	271.7	15 01	+17 07	9 05.5	1			
15 22 10	○	22 03	10 00	332.9	14 45	- 0 59	12 57.7	6			
22 12 27	□	0 30	14 38	34.0	15 27	-18 21	16 56.7	11			
30 05 09	●	5 27	19 04	94.9	16 30	-14 36	21 50.6	16			
		11 02	22 28	155.9	16 10	+ 9 26	2 32.3	21			
5 08	אָפּוֹגִיאָם	15 52	1 38	216.9	15 15	+20-28	7 07.0	26			
17 10	פְּרִיגִיאָם	19 03	6 09	278.1	14 45	+ 8 14	11 15.8	31			

¹ קוולונגיטורה סלונגראפית של השמש.

• d (U.T.) • d (U.T.)
—6.9 8.1 —6.6 11.5 ב-אורך :
+6.8 21.0 +6.9 24.8

סרווש הסימנים: + שפה מע' מגולת ב-אורך : + שפה צפ' מגולת
— שפה מז' מגולת — שפה דר' מגולת

כוכבי לכת

אוגוסט עלייה נטיה מזג' תנועה ² מרחק חצי צורה גודל												אוגוסט עלייה נטיה מזג' תנועה ² מרחק חצי צורה גודל	
(ל-ו שנות זמן עולמי)												(ל-ו שנות זמן עולמי)	
אוגוסט 1962	ישראל	לפי שנון ישראל	ב'א ³	קוטר ⁴	h m	m	"	h m	m	"	h m	g	ז
18 51	12 00	5 09	—	1.5	0.99	2.5	1.347	ק	سرطان	+19 11	8 55.5	1	♀
19 09	12 37	6 05	—	0.7	0.92	2.5	1.316	ק	אריה	+12 43	10 11.8	11	
19 13	12 59	6 45	—	0.1	0.83	2.7	1.230	ק	אריה	+ 5 25	11 13.9	21	
19 06	13 10	7 14	+	0.1	0.72	3.0	1.112	ק	בתולה	- 1 36	12 05.1	31	
20 42	14 32	8 22	—	3.7	0.64	8.9	0.945	ק	אריה	+ 3 50	11 29.7	1	♀
20 29	14 32	8 35	—	3.7	0.60	9.7	0.867	ק	בתולה	- 1 12	12 08.7	11	
20 15	14 30	8 45	—	3.8	0.55	10.7	0.787	ק	בתולה	- 6 10	12 46.4	21	
20 00	14 27	8 54	—	3.9	0.51	11.9	0.708	ק	בתולה	-10 57	13 22.9	31	
15 02	8 01	1 00	+	1.3	0.92	2.6	1.833	ק	שור	+22 30	4 58.4	1	♂
14 48	7 45	0 42	+	1.3	0.91	2.7	1.761	ק	שור	+23 25	5 41.6	16	
14 32	7 28	0 24	+	1.3	0.90	2.8	1.681	ק	תאומים	+23 36	6 23.7	31	
7 34	1 55	20 14	—	2.4		22.3	4.120	א	דלי	- 8 31	22 53.0	1	♀
5 19	23 40	18 05	—	2.4		23.1	3.985	א	דלי	- 9 56	22 40.0	* 31	
4 55	23 41	18 31	+	0.4		8.3	8.942	א	גדי	-18 56	20 42.6	1	♂
2 08	21 35	16 26	+	0.5		8.2	9.074	א	גדי	-19 29	20 34.2	31	
19 39	13 08	6 37	+	6.0		1.8	19.269	ק	אריה	+12 20	10 07.3	1	♂
18 13	11 43	5 13	+	6.0		1.8	19.336	ק	אריה	+11 50	10 12.7	* 24	
17 46	11 17	4 48	+	6.0		1.8	19.329	ק	אריה	+11 41	10 14.1	31	
23 01	17 35	12 09	+	7.8		1.2	30.266	ק	מאזנים	-13 22	14 35.5	1	Ψ
21 05	15 39	10 13	+	7.8		1.2	30.755	ק	מאזנים	-13 30	14 37.0	31	

* ראה ברשימה התופעות המזוהות בתאריך זה.

¹ כאן נרשם שם המזל שבתוכומו נע כוכבי-הlections. לפי תיבות קבוצות-כוכבים המקובל היום עוסדים המסלולים של כוכבי-lections גם בקבוצות שאינן נמנויות עם גלגול המולות.

² א = תנועה אחורינית (ממו' למא').

ע = עומס מתנוועה (בעליה ישראל), עובי מכיוון אחד לשנהו.

ק = תנועה קדרומנית (מעם' למוו').

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

⁴ אצל כוכבי-lections אדק ושבתאי מובא כאן חצי הקוטר מוקטב לקוטב.

ירחי שבתאי

טיטאן (Titan)						ריא (Rhea)					
h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d
22.5	14	02.8	11	06.8	7	03.8	3				
20.2	30	00.5	27	04.3	23	01.2	19				

יאפטוס (Iapetus) VIII

מ"ז מע' : ב-24 בשעה 04.0.

יאפטוס משתנה באופן ניכר בזהרו. גורלו (במרקח ניגוד ביןוני של שבתאי) מתנווד בין ג' 10.1—11.9 ; הוא מגיע לשיא כשיאפטוס במ"ז מע', זההו עולה או יותר מר' 4 פעמים (1.8 גודלים) על זההו בשעת מ"ז מז'.

הקוורדייניות הדיפרגציאליות של יאפטוס בשעת מ"ז מע' לגבי מרכו שבתאי תהינה: עליה ישראל 39s 39 מ"ז, נתיה 0.5 צפ'.

ירחי צדק

בטבלה ניתנים זמני התופעות המיווחות של ארבעת הירחים הגדולים של כוכב-הלכת צדק, איו (Io), אירופה ו (Europa), גאנימיד וו (Ganymed), קאליסטו וו (Callisto). הנראים בטלסקופ קטן או במשקפת-שזה חזקה. ראש תיבות וקצורים בטבלה:

ב"ה התחלת התבשות,	יריח נעלם בשפטו המע' של צדק.	כ"ס סוף התבשות,	יריח חזר וופיע בשפטו המז' של צדק.	כ"ס סוף התבשות,	יריח חזר וظهورו של צדק במשך השנה, לפחות מצב קונו-הazel ביחס לכיהן הראייה מן הארץ.	ל"ה התחלת ליקוי,	יריח מוחקן מהליקויים משנות את מוחקן המדועה משפטו של צדק במשך השנה, לפחות מצב קונו-הazel ביחס לכיהן הראייה מן הארץ.	ל"ס סוף ליקוי,	יריח מוחקן מהליקוי,
היריח עובר על פני צדק. הזמן בטבלה הוא ראשית מעבר היריח על פני הדיסק של צדק בשפטו המז'.	יציאת היריח מתוך קונו-הazel של צדק.	היריח עובר על פני צדק. הזמן בטבלה הוא ראשית מעבר היריח על פני הדיסק של צדק.	יציאת היריח מהתוך קונו-הazel של צדק.	היריח עובר על פני צדק. הזמן בטבלה הוא ראשית מעבר היריח על פני הדיסק של צדק.	יציאת היריח מהתוך קונו-הazel של צדק.	מ"ס סוף מעבר,	יריח מוחקן מהליקויים משנות את מוחקן המדועה משפטו של צדק במשך השנה, לפחות מצב קונו-הazel ביחס לכיהן הראייה מן הארץ.	מ"ה התחלת צל,	יריח מוחקן מהליקויים משנות את מוחקן המדועה משפטו של צדק במשך השנה, לפחות מצב קונו-הazel ביחס לכיהן הראייה מן הארץ.
הוופעת צל היריח על פני הדיסק של צדק. תופעה זו קשורה במישרין למעבר הירחים.	יציאת היריח מן הדיסק של צדק בשפטו המז'.	הוופעת צל היריח על פני הדיסק של צדק. תופעה זו קשורה במישרין למעבר הירחים.	יציאת היריח מן הדיסק של צדק.	הוופעת צל היריח על פני הדיסק של צדק.	יציאת היריח מן הדיסק של צדק.	צ"ס סוף צל,	יריח מוחקן מהליקויים משנות את מוחקן המדועה משפטו של צדק במשך השנה, לפחות מצב קונו-הazel ביחס לכיהן הראייה מן הארץ.	מ"ז מז'	יריח מוחקן מהליקויים משנות את מוחקן המדועה משפטו של צדק במשך השנה, לפחות מצב קונו-הazel ביחס לכיהן הראייה מן הארץ.
מרחק וחיה (אלונגאציה) מזרחי (של ירח וו).	מרחק וחיה (אלונגאציה) מזרחי (של ירח וו).	מרחק וחיה (אלונגאציה) מזרחי (של ירח וו).	מרחק וחיה (אלונגאציה) מזרחי (של ירח וו).	מרחק וחיה (אלונגאציה) מזרחי (של ירח וו).	מרחק וחיה (אלונגאציה) מזרחי (של ירח וו).	מ"ז מע'	יריח מוחקן מהליקויים משנות את מוחקן המדועה משפטו של צדק במשך השנה, לפחות מצב קונו-הazel ביחס לכיהן הראייה מן הארץ.	ק"ע	יריח מוחקן מהליקויים משנות את מוחקן המדועה משפטו של צדק במשך השנה, לפחות מצב קונו-הazel ביחס לכיהן הראייה מן הארץ.
קיבוץ (התקבצות) עליון.	קיבוץ (התקבצות) עליון.	קיבוץ (התקבצות) עליון.	קיבוץ (התקבצות) עליון.	קיבוץ (התקבצות) עליון.	קיבוץ (התקבצות) עליון.	ק"ת	יריח מוחקן מהליקויים משנות את מוחקן המדועה משפטו של צדק במשך השנה, לפחות מצב קונו-הazel ביחס לכיהן הראייה מן הארץ.		
יש להתחיל בתצפית לפני המועדים הנתונים ואז אפשר לעתים לראות שינוי מקום מהיר של הירחים.									

h	m	d	h	m	d	h	m	d	h	m	d
ו' מ"ז מע'	24		ו' מ"ס	21	55	ו' צ"ס	19	38	ו' כ"ס	21	20
ו' 3 11	26		ו' כ"ס	19	15	ו' מ"ס	20	11	ו' III צ"ה	1	17
ו' 3 26	27		ו' 0 34	19	ל"ה	ו' 3 50	10	ו' מ"ה	III 4 17		2
ו' 22 20			ו' 4 00	II	כ"ס	ו' 4 57		ו' צ"ס	III 4 47		
ו' 22 33			ו' 23 24	III	ל"ה	ו' 21 58	11	ו' צ"ה	II 1 14	3	
ו' 1 07	28		ו' 4 04	20	כ"ס	ו' 1 45	12	ו' מ"ה	II 2 40		
ו' 1 17			ו' 19 17	ו' מ"ס		ו' 3 08		ו' צ"ס	II 4 02		
ו' 21 21			ו' 19 44	ו' צ"ה		ו' 19 24		ו' צ"ס	II 22 42		
ו' 1 59	29		ו' 20 19	ו' מ"ה		ו' 0 46	13	ו' מ"ה	IV 1 14	4	
ו' 4 36			ו' 22 31	ו' צ"ס		ו' 19 56		ו' מ"ס	IV 4 52		
ו' 4 40			ו' 23 03	ו' מ"ס		ו' 20 48		ו' כ"ס	II 23 28		
ו' 19 22			ו' 2 42	ו' צ"ה		ו' 3 39	14	ו' צ"ס	III 21 27	5	
ו' 1 57	30		ו' 2 57	ו' מ"ה		ו' 0 47	15	ו' צ"ה	IV 4 24	6	
ו' 4 16			ו' 4 59	ו' צ"ס		ו' 1 13		ו' ל"ה	IV 1 45	7	
ו' 20 50			ו' 0 02	ו' ל"ה		ו' 3 04		ו' כ"ס	IV 4 39		
ו' 20 52			ו' 2 32	ו' כ"ס		ו' 3 29		ו' צ"ה	IV 22 53		
ו' 23 05			ו' 21 10	ו' צ"ה		ו' 22 08		ו' מ"ה	IV 23 29		
ו' 23 06			ו' 21 23	ו' מ"ה		ו' 0 49	16	ו' צ"ס	IV 1 10	8	
ו' 1 22	31		ו' 23 27	ו' צ"ס	ו' מ"ז מז'	ו' מ"ס		ו' מ"ס	IV 1 45		
ו' 1 23			ו' 23 39	ו' צ"ה	ו' 19 16	ו' מ"ה		ו' מ"ז מע'			
ו' 20 26			ו' 18 31	ו' ל"ה	ו' 19 39	ו' מ"ה		ו' ל"ה	IV 20 13		
ו' 22 43			ו' 20 58	ו' צ"ס	ו' 21 33	ו' כ"ס		ו' כ"ס	IV 23 05		

תופעות מיוחדות של ירחי צדק

לקראת הניגוד של צדק (ב-23 באוגוסט מתרבות התופעות המיוחדות של הירחים שניתן לצפות בהן. ברשימה שלנו כוללות 88 תופעות.

ההערות שפרסמננו בಗליון הקודם (יולי 1962, עמ' 81) עדין בתוקפן במשך חודש אוגוסט, כי אנו נמצאים לפניו הניגוד של צדק. הഫרים בין מעברי הצללים למעברי הירח הם מצטמצמים והולכים ומגעים למיניהם סמוך לניגוד — ראה בלית בימים 30 ו-31 בחודש אצל ירח III (שתי דקוט הפרש בין צ"ס למ"ס) ואצל ירח I (דקה אחת הפרש בין צ"ה למ"ה וצ"ס למ"ס).

גם הליקויים קודמים עדין להתקשו יותר הירחים וצמודים ל"ה לכ"ס — אבל עד לניגוד בלבד, אחריו התופעות נהפכות. דוגמה יפה מספק ירח I: ב-30 צמוד ל"ה לכ"ס (מי-57 01 עד 16 04), אך ב-31, בשעות הערב, אחורי הניגוד שלב בשעה 17, צמוד כבר כ"ה לל"ס (מי-26 20 עד 43 22).

ב-4 בחודש, לפניות בוקר, בשעה שירח I עבר על פני צדק (מי-14 01 עד 52 04) נמצאים יתר הירחים (II, III ו-IV) סמוך לאלונגציה שלהם (מ"ז הגודל ביותר מצדק), ו'מו' לצדק, II ו-III מע'לו.

ב-25 בבוקר (לפני זרית החמה) נמצאים כל ארבעת הירחים סמוך למצב האלונגציה שלהם: I מ"ז, II ו-III מע' לצדק.

זמן מינימום של אלגול

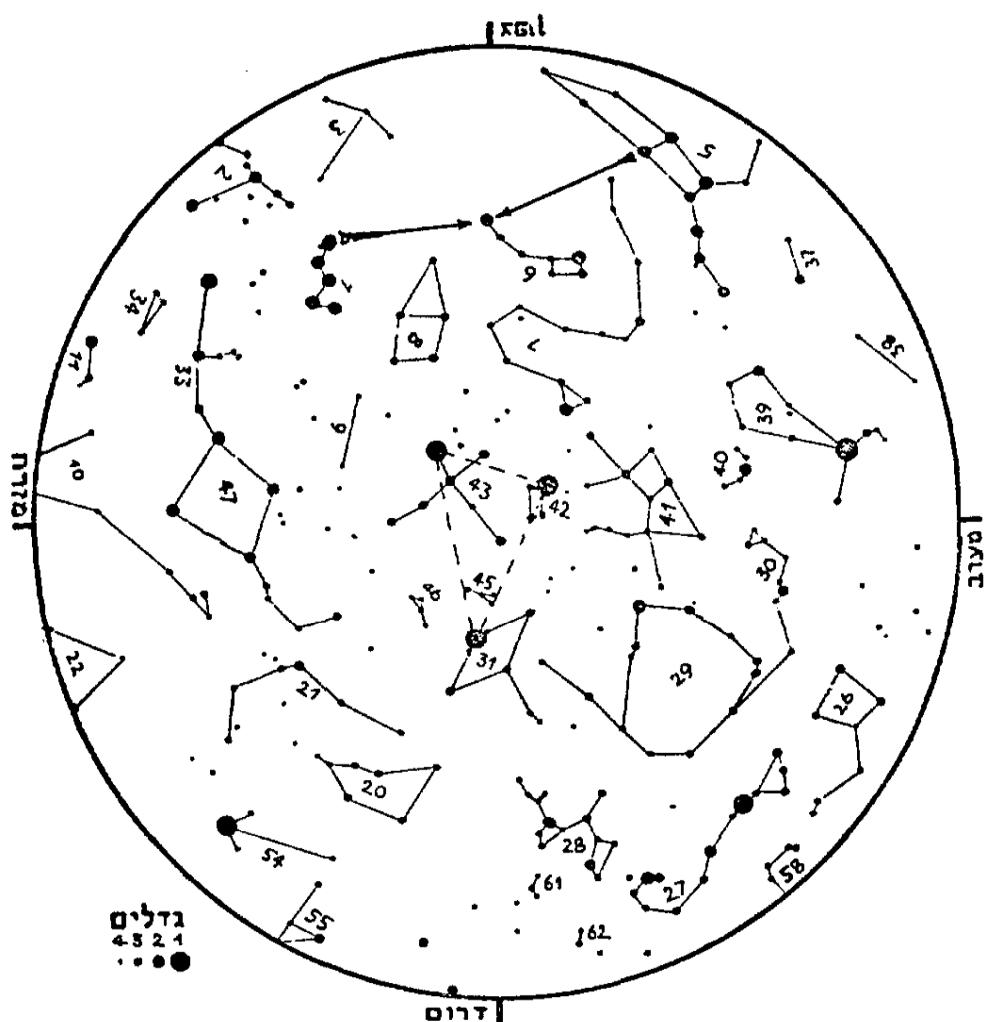
זמן מינימום גוחם לתצפית יהלו החודש: ב-6 בשעה 02.7, ב-8 בשעה 23.5, ב-26 בשעה 04.3, ב-29 בשעה 01.1 וב-31 בשעה 21.9.

ראשי תיבות וקיצורים

ג'	גודל, דרגת-גודל (וזהר מדומה) צפ', צפון, צפונית
דר'	דרום, דרוםית ק"ע
ז"מ	זווית-מצב, נמדדת מצפ' מכיוון ק"ת
רו' דר' מע'	רוחב הליאונטרי גדול ביותר ר"ה
ח'	יום (על פני השטח) ק'
י"א	יחידה אסטרונומית (מרחק ממוצע ש')
של ארץ-שם	של ארץ-שם = 149.504.200 ק"מ, שני'
מעלה (מעלה-קשת, 1/360 של מעגל)	לפי הפלפסה של המשמש בשועור ° (8.80)
דקות-קשת (1° = 60')	מ' מרחיק (מן הארץ)
שנית-קשת (1' = 1")	מ"ה מחזור הקפה "
עליה ישירה	מ"ז מרחיק זוויתי (בין כוכבים, בשניות °)
נטיה	קשת = אלונגציה אצל כוכבילכת §
יום, ימים (יממות)	מו' מורה, מורהות §
שבוע, שבועות	מכ. מכסימי לי ^
דקה, דקotas	מערב, מערבית ^
שנית, שניות	ספ' מחלקה ספקטרלית *

מפת שני הערב ב-15 באוגוסט ב-00:00

בראשית החודש ב-23:00 ובסופה ב-00:00 = שעת הכוכבים: 19:40



מד ומע' מסומנים במפות כוכבים הפוך מן הנחוג במפות הארץ, כי אנו צופים על פני הארץ "מלמעלה" (מבוחר), על השמים "מלמטה" (מבפנים). יש אפוא להחזיק את מפת השמים מעל גראף. צריך לדאוג שהקו צפ'-דר' יהיה מכיוון אל-יכoon (בעזרת כוכביה הקוטב המסתמן בחיצים) ואז יתאיםו נקודות מד' יומי של המפה. קבוצות הכוכבים מסומנות במפה במספרים המופיעים בתאורה שם' העדב בסוגרים אחרי שמות הקבוצות. הכוכבים הראשיים המזכירם בתאורה הם הכוכבים המזוהרים בכל קבוצה וקובוצת.

המספרים במפה מצינים את קבוצות הכוכבים כלהלן :

1	קאסיופיה	46	דולפין	10	דגים	28	קשת	38	שער-בירוניקה
2	פרסואוס	47	פנאסוס	11	טלת	29	נושא-נחש	39	רועה דובים
3	גיראה	54	דグ דרומי	20	גדי	30	נחש	40	כתר
5	דובה גדולה	55	עגר	21	דלי	31	נסר	41	הרקולס
6	דובה קטנה	58	זאב	22	לויתן	33	אנדרומדה	42	נבל
7	דראקון	61	כתר דרומי	26	מאזניים	34	משולש	43	ברבור
8	קטיאוס	62	לטה	27	עקרב	37	כלבי-ציד	45	חז
9									