

כל כוכבי אור

בטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה

גליון מספר 4

כרך 23

ינואר - אפריל 1996 שבת - איר התשנ"ו

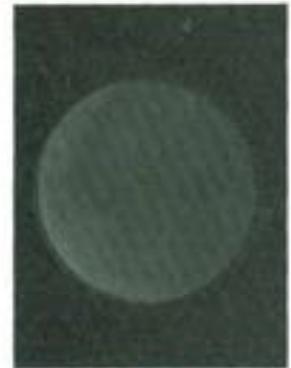
בחוברת

שביטים: שביט האל
- הוכ ושבט חדש -
שביט קופץ



החייט - האט ניתן
לתאר את התפתחותם
כדינמיקה של אפולוניה
מקרית?

תאונות משביט יאקוסקה
כפי שצולמו ממזכה
הכוכבים לפצתיים.



הכל על קוארדינטות
שמיאיות

הלוח הצפרי נמצא
פסחיפה מתמדת. איך
ניתן לעצור את
לחיאתו?

לקראת התצפיות על
כוכב הלכת צדק:
תופעות ירחי צדק

☆ ☆

כל כוכבי אור

כרך 23 ינואר - אפריל 1996, טבת - ניסן התשנ"ו
גיליון מספר 4

במערכת

חוברת זו, הרביעית במתכונתה הנוכחית, יוצאת בעיצומו של האביב וסוגרת את הכרך ה-23 של כל כוכבי אור. כמו שלושת החוברות שלמניה, הושם דגש על חומר רב המקיף נושאים רבים החל מהלוח העברי ועד לחדשות בנושאי אסטרונומיה ואסטרופיזיקה. המערכת המורחבת הכוללת את יצחק אוריון, עינת חורין, בועז מאיר, אוהד שמר והח"מ, שינסה מותניים על מנת לבער את אחד הנגעים של החוברת והוא ההגה. אנו מקווים כי חל שיפור בחוברת זו.

הרבעון הראשון של שנת 1996 עמד בסימן אירועים אסטרונומיים לא שגרתיים שהראשון והחשוב ביניהם הינו כוכב השביט יאקוטאקה, שעל הופעתו נכתב בחוברת הקודמת ובחזור המיוחד שהופץ לחברים. השביט נראה היטב גם מתוככי גוש דן, אם כי הזנב במרשים שלו, שעל פי מספר עדויות הגיע לאורך של כמה עשרות מעלות, נצפה מחוץ לאיזורים העירוניים המוארים. אנו, במצפה הכוכבים בגבעתיים צילמנו את סביבתו הקרובה של גרעין השביט והצילומים מתפרסמים בחוברת זו.

ארוע נוסף שנראה במקומותינו הינו ליקוי הירח המלא שנצפה לאחר ליל הסדר. גם אירוע זה צולם על ידי חברנו אסף ברנולד ואנו מצרפים את הצילומים של הליקוי.

כאמור, החוברת הינה בסימן האביב ואנו מקדישים מאמר מפרי עטו של חברנו נתן פינסקי בנושא - **זחילת הלוח העברי**. המאמר, הנוגע בבעיות הנובעות מהתאמת הלוח הירחי והשמש הינו הראשון בסדרה של שני מאמרים. המאמר השני, פרי עטו של דר' זאב בן שחר, הדן בלוח הירחי של סין ויפן יופיע בחוברת הבאה.

כמו כן, יופיע מאמר המשך בסדרת מאמרים בנושא החיים, החיים - **סימביוזה בין מולקולות לנפש?**, פרי עטו של אמיר מרון. פינת החובב תחרוג ממתכונתה הרגילה ותדון **בקוארזינטות שמימיות**. המחבר, ערן אופק גם כתב אודות התופעות של ירחי צדק, במסגרת הפינה, המורחבת, **מה במערכת השמש**.

וכמוכן, הפינות הקבועות - **חדשות אסטרונומיה וחלל**, **סקירת תוכנה** וחודס, כרגיל, **מגיד הרקיע ג'**.

קריאה נעימה,

יגאל פת-אל

עורך

| | | |
|-----|-------------------------------------|--------------------------|
| 171 | באגודה | |
| 173 | חדשות אסטרונומיה וחלל | |
| 181 | שביט יאקוטקה - רשומי תצפית | יגאל פת-אל |
| 183 | החיים - סימביוזה בין מולקולות לנפש? | |
| 187 | פינת החובב - קוארזינטות שמימיות | אמיר מרון ערן ע. אופק |
| 191 | איך עוצרים את זחילת הלוח העברי? | נתן פינסקי |
| 195 | תופעות ירחי צדק | ערן ע. אופק |
| 198 | סקירת ספרים | יגאל פת-אל |
| 198 | מה במערכת השמש | יגאל פת-אל |
| 205 | מגיד הרקיע | שי וואלטר |

כל כוכבי אור

ביטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה, עמותת מס' 6-867-004-58
מצפה הכוכבים גבעתיים, גן העלייה השנייה גבעתיים
ת.ד. 149 גבעתיים 53101 טל. 03-5731152

שירותי משרד - קוסמוס, רחוב הרוא"ה 41 רמת גן
ת.ד. 10834 רמת גן 52008, טל. 03-6724303 פקס. 03-5799230

Starlight, Israeli Astronomical Association
The Givatayim Observatory,
Second Aliya Park, p.o.b 149, Givatayim 53101

מערכת ועריכה גרפית: יגאל פת-אל

כל כוכבי אור יוצאת אחת לרבעון

מחיר מנוי שנתי 70 ש"ח
מחיר חוברת בודדת 17 ש"ח

שער קדמי: שלבים בליקוי הירח המלא שנראה בארץ בין ה-3 ל-4 לאפריל, לאחר ליל הסדר. התמונות צולמו במצפה הכוכבים בגבעתיים על ידי אסף ברנולד, באמצעות טלסקופ בקוטר 5" יחס מוקד f/6
שער אחורי: שביט יאקוטקה כפי שצולם במצפה רמון על ידי מרון נחשוני, אסף ברנולד ועודד אברהם. זמן חשיפה 5 דקות, ללא עקיבה וללא טלסקופ.

מה באגודה

יום עיון בנושא חיים מתוך לכדור הארץ

חישג מכובד לכשעצמו. כאן המקום לציין את עזרתם של כל אלו שטרחו על חכנת הכנס ובראשם אמיר מרון שארגן את הכנס, חברי צוות המצפה של גבעתיים שטרחו על מכירת הכרטיסים ורישום הקבלות, חברי הוועד שעזרו בארגון ותודה לעיריית גבעתיים שהעמידה את האולם הממאיר של בית ראשונים לצורך הכינוס ואף העמידה שני נערים שהכינו את הארוע מהבחינה הטכנית.

אנו רוצים להפוך את קיום ימי העיון לדבר שבשיגרה ומתכננים ימי עיון נוספים כשיום העיון הבא יהיה בחול המועד סוכות וידון בנושאים פיקנטיים באסטרונומיה: חורים שחורים, מחילות ביקום ומסע בזמן, היווצרות היקום, כוכבים קומפקטיים ועוד.

המשפט

לאחר מאבק משפטי מייגע בן מספר שנים, הסתיים המשפט שניהלה האגודה הישראלית לאסטרונומיה נגד האוניברסיטה העברית בירושלים. בפסק הדין, דוחה השופט המכובד את תביעת האגודה בדבר זכותה לחוקה על הפלנטריום אשר בגבעת רס, פסק הדין שנכתב בקצרה שחיה חסר נימוקים כבדי משקל באשר להכרעת הדין וכן כלל חערות שונות של השופט שעשויות להתפרש כאי בחירות באשר לזכות החוקה על הנכס, פתח פתח בפני האגודה לערער על פסק הדין. בדיון שהתקיים בנושא בישיבה מיוחדת של הוועד בנוכחותם של עו"ד ציונה כספי, עו"ד גדעון בירן ועו"ד בן ציון, שייצג את משפחת וויליאמס שתנמה את הכספים להקמת הפלנטריום, נשקלה האפשרות של ערעור על תוצאות המשפט. ברם, למרות חוות הדעת של בעלי המקצוע, שלאור פסק הדין ייעצו לערער, הרי העלויות הגבוהות הנדרשות לצורך ערעור היטו את חכף והכריעו לקבלה, מאונס, של פסק הדין ללא ניצול זכות הערעור. אנו מקווים, כי האוניברסיטה העברית ותחזיר את הפלנטריום ליעודו המקורי, כפי שיועד על ידי משפחת התורמים, לקידום נושא האסטרונומיה ולא תנצל אותו לשימושים אחרים, המחזיזים הפרה של כוונת התורמים, כפי שגם כבוד השופט המלומד מציין בפסק הדין.

חוגים במצפה הכוכבים

בחודש מרץ נפתח חוג למתחילים למבוגרים. מספר המשתתפים הינו למעלה מ-20. אנו מתכננים לפתוח מחזור נוסף בחודש ספטמבר השנה. חוגים נוספים מתוכננים הינם:

יום העיון בנושא חיים מתוך לכדור הארץ התקיים ביום ראשון, ה-7.4.2996 חול המועד פסח בבית ראשונים בגבעתיים. ליום העיון קדם מסע פרסום לא מבוטל שבמסגרתו ניתנו פרסומות בירחון 'מדע פופולארי', בחזור הפעילות של החברה להגנת הטבע ובמודעות חרוצות בגבעתיים. ההענות ליום העיון היתה גבוהה מאוד והשתתפו בו קרוב ל-100 משתתפים. במסגרת הכנס התקיימו 5 הרצאות: הרצאתה של אתי כוכבי מאוניברסיטת תל אביב נעה בנושא היווצרות החיים בכדור הארץ וסקרה את החיבת הביולוגי של יצירת החלבונים והתאים הראשונים על כדור הארץ. בהרצאה נדונו גם הבעיות הכרוכות ביצירה ספונטנית של חיים ולו הפרימיטיביים ביותר, על פני כדור הארץ ובכל מקום בו קיימים התנאים ההתחלתיים של יצירת חיים.

ההרצאה השנייה, של חברנו אילן מנוליס נעה בתאורית ההכחדות ההמוניות שהיו על במשך מיליארדי השנים בהם נתקיימו חיים על פני כדור הארץ. מר מנוליס סקר את ההתפתחות האבולוציונית על פני כדור הארץ ותלה את האשם בהכחדה ההמונית החוזרת ונשנית של חיים על פני כדור הארץ בפגיעות של אסטרואידים ושבטיים בכדור הארץ. מר מנוליס, בהרצאה ערוכה היטב ובסיוע מצגת מחשב, התריע מפני הסכנה של הישנות פגיעה קטלנית של גופים כאלו בכדור הארץ בעתיד. לאחר ההרצאה יצא הקהל להפסקה שבמהלכה זכו הנוכחים לכיבוד קל ושתייה (עד כמה שתג הפסח מאפשר).

את החלק השני פתחה הרצאתו הקצרה והמעניינת של חברנו חן אופק על העיקרון האנטרופי. ההרצאה סיפקה מימד פילוסופי על מעמדנו ביקום וקיום היקום כחלק מתכלית הקיום של האדם החושב. את ההרצאה הרביעית נתן מר אבי גרייף, יו"ר האגודה הישראלית לחקר העבי"מים. מר גרייף ניסה לטעון מספר טיעונים, כבדי משקל מבחינתו, בזכות קיומם של עצמים מעופפים ויצורים שהמשותף להם הוא מוצאם מתוך לכדור הארץ והאינטליגנציה הגבוהה בה הם ניתנים. טיעוניו של מר גרייף נתקלו בספקנות רבה מצד קהל השומעים ובמקום התפתח ויכוח, שלמרות שהיה ער היה מכובד ולא חרג מהכללים של ויכוח אקדמי. חלק מהנוכחים הביעו את צערם שמר גרייף לא היה חמוש בצילומים ובעדויות מוצקות יותר להמחשת דבריו. את הערב חתם יגאל פת-אל, יו"ר האגודה, בהרצאה שהתחלקה לשני חלקים: בחלק הראשון הוערו מספר חערות באשר לתוכן ההרצאה הקודמת, בחלק השני ניתנה סקירה קצרה באשר לנסיונות החיפוש אחר חיים במערכת השמש ומחוצה לה ועל הסיכויים למצוא כאלה.

יש לציין כי כרטיס הכניסה היקנה לכל המשתתפים שאינם חברי אגודה להיות חברים מן המניין באגודה למשך שנה. באופן זה גויסו מעל 50 חברים חדשים,

חוג למתקדמים למבוגרים

שירותי משרד

שירותי המשרד של קוסמוס עברו דירה. מעתה, שוכנת החנות המספקת גם שרותי משרד לאגודה לכתובתה החדשה:

רחוב הרוא"ה 41 רמת גן
 טל. 6724303 - 03 פקס 5799230-03
 כתובת האגודה למשלוח דואר נותרה ללא שינוי.

הסדר חדש מאפשר לחברים לחדש את המנוי באמצעות כרטיסי אשראי ישראכרט וכן אמריקן אקספרס.

ייפתח בחודש יוני השנה. החוג מיועד לבוגרי חוג מתחילים ולבעלי ידע מוקדם באסטרונומיה ואסטרופיזיקה.

חוג לילדים

ייפתח בחודש יולי ויתקיים במתכונת של סדנה מרוכזת בת שבועיים.

פרטים בנושא החוגים ניתן לקבל בטלפון 03-5722227 בשעות הבוקר או בימים שלישי וחמישי בין השעות 20:00-22:00 בערב.

קוסמוס

מרכז המידע פארץ לצרכי אסטרונומיה

תוכנות, מסטרים, גלובסים

| | | |
|-------|--------------------|-------------------|
| 390.- | Red Shift | תוכנות |
| 450.- | Vista Pro | CD-ROM |
| 450.- | First Light | |
| 350.- | Distant Suns | |
| 250.- | Project Pluto | |
| 290.- | גלובס חירח | |
| 295.- | גלובס מאדים | |
| 495.- | גלובס נוגח | |
| 490.- | גלובס שמיים | |
| 450.- | גלובס כדור"א | |
| 90.- | סט שקופיות וויאג'ר | שקופיות ופלנטריום |
| 290.- | פלנטריום כיס | |

טלסקופים תוצרת MEADE

| | |
|---------|---|
| 990.- | 60 מ"מ שובר אור |
| | 90 מ"מ שובר אור משווני מודל 395 |
| 2,890.- | 4.5" ניוטוני |
| 2,490.- | 6" ניוטוני כולל מנוע |
| 3,890.- | 8" ניוטוני כולל מנוע |
| 4,290.- | 8" דובסוני |
| 2,890.- | 4" שמידט-קאסיגריין כולל מנוע ומזוודה |
| 4,350.- | 8" מודל LX-50 כולל מחשב מגלן II עם 12,000 עצמים בויכרון |
| 8,950.- | משקפת 8X21 |
| 260.- | משקפת 10x25 |
| 290.- | |

משקפות

ניתן גם להשיג טלסקופים יד שניה, אפשרות סרייד - אין

המבחר הגדול ביותר של ספרים באסטרונומיה

חדש! טלסקופ מקסטוב - קאסיגריין MEADE, 90 מ"מ, כולל מנוע ומזוודה, צילום והצמית בו צמיח, ללא צורך בהחלפת עיגול במצלמה! מחיר הכרית 2,950 ש"ח בלבד!!!

חדש! דגמים לבנייה של החלליות מהסדרה מלחמת הכוכבים - *Star Trek* !!!

מבצע - מנוי חצי שנה חינם לירחון מדע פופולארי או חברות חינם לשנה באגודה הישראלית לאסטרונומיה לכל הרוכש טלסקופ!

כתובתנו החדשה: רחוב הרוא"ה 41 רמת גן. טל - 6724 303 - 03 פקס 5799 230 - 03
 להזמנות בדואר: ת.ד 10834 רמת גן 52008

חדשות אסטרונומיה וחלל

בראשית חמאה הבאה. פלוטו הוא כוכב-הלכת היחיד במערכת השמש, שטרם נשלח אליו חללית.



פלוטו כפי שצולם על ידי טלסקופ החלל ג'יימס האבל. הדיסקיות הקטנות במיטת השמאליות הנליונות של התמונות הינן 2 מטרך תריסר תמונות שנלקחו על מנת למפות את רוב שטחו של פלוטו (כ- 85%). הדיסקיות הגדולות הינן עיבוד דיגיטלי של סדרת התמונות. למימין בעל איכות ברמה הגבוהה ביותר עד כה של מוכב הלכת המרוחק.

ייתכנות אלה והמפות שבנינו למיחן טובות בהרבה ממה שיכולתי לקוות לו אי פעם" אומר דר' מרק בואי. "זה מנטסטי. האבל הביא את פלוטו מנקודת אור רחוקה ומעורפלת לעולם שאפשר לחתחיל למפות אותו ולחתבון בשיטתיים על פניו. המראה של פלוטו הקטן והמרוחק באמצעות טלסקופ האבל מזכיר את מראה מאדים דרך טלסקופ קטן" אומר סטרן.

חלק ממגוון פני השטח של פלוטו, שהתגלו ע"י טלסקופ האבל, יכול היה להיגרס ממבנה טופוגרפי דומה של אגנים ומכתשים מחשפעות טריות (כפי שנמצאו על הירח של כדור"א).

בכל אופן, מרבית הבליטות על פני השטח, שהתגלו ע"י האבל, נוצרו כנראה כתוצאה משילוב נפץ של קרות וכפור חנדדיים לאורך פני שטחו של פלוטו עם מחזור החקפה ומחזור העונות. פלוטו מרוחק מהשמש עד כדי כך שאפילו גזים כמו חנקן, פחמן חד-חמצני ומתאן קופאים חלקית על פני שטחו במשך החורף הפלוטוני הנמשך במשך כל התקופה הארוכה (כ-100 שנים) בה פלוטו נמצא במרחקו המרבי מהשמש.

התמונות מחאבל חושפות על פלוטו מגוון פני שטח גדול יותר מאשר על עצמים קטנים אחרים במערכת השמש בחלק החיצוני של מערכת השמש, כולל ה"יתאוס" של פלוטו, הירח הגדול של נפטון, טריטון. לפי טרפטון

האבל חושף את פני השטח של פלוטו

פעם הראשונה

לראשונה מאז התגלה פלוטו לפני 66 שנים, הצליתו אסטרונומים לראות באופן ישיר פרטים על פני שטחו של כוכב-הלכת הרחוק ביותר (ככל שידוע לנו היום) במערכת השמש; זאת מתמונות שצולמו ע"י המצלמה לאובייקטים חיוורים של סוכנות החלל האירופאית, המותקנת על טלסקופ החלל האבל של נאסא.

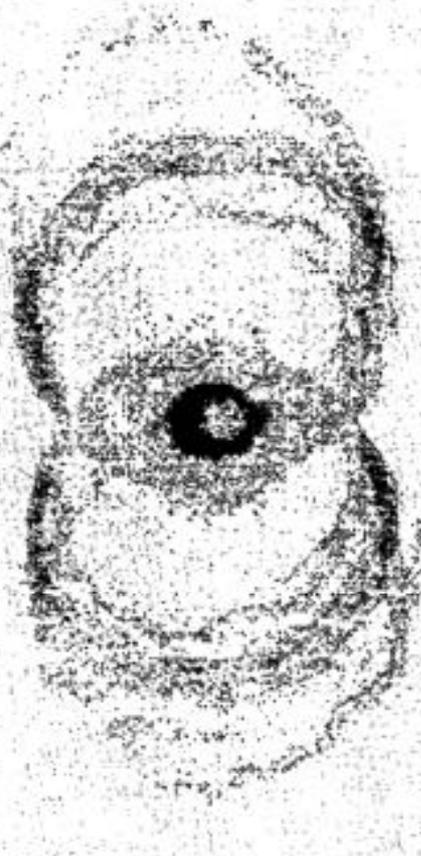
"חאבל מספק לנו מבט חטוף ראשון ומגרה על מראהו של פלוטו כשנגיע אליו", אומר ד"ר אלן סטרן (Alan Stern) ממשרד המחקר ב-Southwest Research Institute's Boulder, CO. סטרן עמד בראש הצוות שהשתמש בהאבל להשגת התמונות המפורטות ביותר עד כה של פלוטו. צוות הצילום של פלוטו כולל גם את ד"ר מרק בואי (Marc Buie) ממצפה לול שבמלסוטה, אריזונה וד"ר לורנס טרפטון (Laurence Tracton) מאוניברסיטת טקסס, אוסטיין. צוות זה של מדענים פלנטריים השתמש במצלמה לעצמים חיוורים שעל האבל להשגת מעל לתריסר תמונות באיכות גבוהה ותמונות של פלוטו באולטרה-סגול באמצע 1994. תמונות אלה נותחו עתה בתשומת-לב.

האבל צילם תמונות המכסות כמעט את כל פני שטחו של פלוטו. התמונות איששו את סיבוב כוכב-הלכת סביב צירו במחזור של 6.4 ימים והן נלקחו בחבדל של פרקי זמן כאלו שיכסו את כל פני של כוכב הלכת המרוחק. בתמונות נראה פלוטו כגוף מורכב בעל סקלת קונטרסטים גדולה יותר משל כל כוכב-לכת אחר, מלבד כדור"א.

כמו-כן חושפות התמונות כמעט תריסר בליטות אלבדו¹ (Albedo features) ברורות, או מושבות, שכמותן טרם נראו בעבר. הן כוללות כיפת קוטב צפוני מבוהרת ע"י רצועה כהה, נקודה בחירה שנראתה סובבת עם הכוכב, קבוצה של נקודות כהות וסימן קווי בחיר, המרתקים את הצוות המדעי המנתה את התמונות. התמונות מאשרות הימצאות צורות של כיפת קרח קוטבית בחירה, דבר שהוסק מגינתה פוטומטרי של אורו של פלוטו בשנות ה-80. המבט החדש וההיסטורי הזה על פלוטו סולל את הדרך להצעה למשימת חלל

¹ אלבדו - מידת כושר החזרה של משטח על פני כוכב לכת או ירח במערכת השמש המבוטא כחלק המוחזר של קרני האור הנפלטות על אותו שטח. בליטות אלבדו הן שטחים על פני פלוטו בהן אחוז קרני האור המוחזרות שונה מהממוצע.

משיל את המעטפת שלו. שלב זה של השלת המעטפת נשמך כמה עשרות אלפי שנים לכל היותר, כאשר בפרק הזמן הקצר הזה, בקנה מידה אסטרונומי, המעטפת מתקררת ומוארת על ידי הקרינה החזקה שפולט הגרעין של הכוכב שעתה הינו חשוף. למרות שהתסריט של היווצרות ערפיליות פלנטריות נשמע פשוט, עדיין קיים מסתורין רב באשר למכניזם המדויק הגורם ליצירת ערפיליות. כך לדוגמה, לא ברור אם שלב הרוח הכוכבית המהירה, בה הכוכב מתחיל להשיל מעליו את המעטפת שלו, מתרחש פעם אחת או נמשך מספר פעמים משך תקופה ארוכה. כמו כן, ערפיליות פלנטריות אינן סימטריות ולפיכך נשאלת השאלה מה גורם לצורות השונות והמשונות שלהן.



תמונת תשליל של הערפילית MyCn18 בקבוצת זבוב, כפי שצולמה בעזרת המצלמה הסלנטרית בעלת חשדה הרחב (WFPC2). החלק המרכזי זמני האליפסה מכיל בתוכו את הננס הלבן, שהוא מה שנוצרי מהענק האדום שיצר את הערפילית. יש לשים לב כי הננס הלבן מצוי מעט שמאל למרכז. טבעות הבז מורכבות בעיקרן מחנק מיון, בעוד שסגים הערפילית מורכב ממימן ומחמצן מיון פעמיים.

אחת מהערפיליות שצומו לאחרונה על ידי טלסקופ החלל הינה ערפילית סימטרית כמעט לחלוטין בשם MyCn18 בקבוצת זבוב (Musca), שמרחקה מוערך בכ- 8000 שנות אור מעימנו. הקבוצה שחוקרת את

"התמונות מהאבל מאשרות את ייחודו של פלוטו. תוא אינו התאום של טריטון, אחרי הכל."

במשך העונה החמה הקצרה בתקופת בה פלוטו קרוב ביותר לשמש, המוצקים הקפואים (תוזרים ישירות למצב של גז), מעבים את האטמוספירה של פלוטו. "האזורים הבחירים בהירים כמו שלג טרי בקולורדו, והאזורים הכהים מזכירים יותר בחירות של שלג מוליכלך", אומר סטרן. האזורים הכהים יותר נוצרו כנראה מ"משקעים" של פחמימנים כתוצאה מהשפעות של קרינה אולטרה-סגולה מחשמש וקרניים קוסמיות על התערובות הכימיקליות המורכבות והקפואות על פני שטחו.

גודלו של פלוטו הוא 2/3 מגודלו של הירח של כדור"א, והוא מרוחק פי 1,200 יותר. גודל שטחו הנראה של פלוטו בשמים הוא כ"כ קטן (0.1 שניות קשת - כלומר 1/36,000 של המעלה) שנצטרך לחבר ברצף את פלוטו 18,000 פעמים כדי להגיע לקוטרו של ירח מלא. מסיבה זו פני שטחו של פלוטו הם מתחת לגבול כושר ההפרדה של הגדול בטלסקופים על פני הקרקע. כתוצאה מכך היה עד כה בלתי אפשרי לראות ישירות פרט משמעותי כלשהו על פלוטו לפני תצפיות אלה של האבל.

התבוננות על גוף כה מרוחק וקטן היא כה קשה, עד שירחו של פלוטו, כארון, לא התגלה עד 1978, חרף העובדה שפלוטו עצמו התגלה ע"י קלייד טומבה (Clyde Tombaugh) ב-1930.

זמן קצר לאחר ששוגר ב-1990, צפה טלסקופ החלל האבל לראשונה על פלוטו, והצליח להבחין בביורר בין כוכב הלכת לירחו (הישג זה ראוי למיון מאתר וחמרתק הזוויתי בין פלוטו לכארון הינו בסה"כ 1/3,000 של המעלה). זו היתה הפעם הראשונה שפלוטו וכארון נראו כ-2 גופים נפרדים. בכל אופן, על מנת לקבל מבט מדוקדק יותר על פני שטחו של פלוטו צריך היה לחכות עד ששופרה האופטיקה של האבל במשך משימת התחזוק ב-1993.

המצלמה המתקדמת שמתוכננת להיות מותקנת על האבל ב-1999, תספק תמונות מעט טובות יותר של פלוטו. יהיה זה המבט הטוב ביותר על כוכב הלכת המרוחק, עד שבסופו של דבר יעברו חלליות מחקר את המסע הארוך לאורך מערכת השמש.

ערפילית טבעת בקלז-אפ

ערפיליות פלנטריות הינן בין העצמים היפים ביותר בשמים. מסתבר, שיופין אינו מתמצת המראה המרהיב שלהן מבעד לעדשת הטלסקופים על פני כדור הארץ. צילומים של מספר ערפיליות פלנטריות שביצע טלסקופ החלל ע"ש האבל גילו כי המדובר בגופים סגוניים ומעניינים ביותר.

ערפיליות פלנטריות הינן השלב האחרון בחייהם של כוכבים קלים, שמסתם ההתחלתית אינה עולה על מספר מסות שמש. לאחר שלב הענק האדום, הכוכב

ישתנו עם הזמן. בתי הקברות לכוכבים יכולים לשמש למטרה זו בדיוק.

כאשר כוכב דמוי השמש מת הוא משיל מעליו את שכבותיו החיצוניות ופולט אותן לחלל. לאחר מכן נותרת ליבה חמה וצפופה - ננס לבן. שארית זו מקרינה את האנרגיה שלה לחלל ומתקררת בהדרגה. בגלל שהתקררות זו מתמשכת מיליארדי שנים, צביר כדורי אמור להכיל אלפי ננסים לבנים שתהליך התקררותם תלוי בטמפרטורה שלחם ובזוהרם.

כל ליבות הננסים הלבנים פותחות בטמפרטורה של כ-100 מיליון מעלות קלווין. ע"י ידיעת הטמפרטורה הקיימת וקצב ההתקררות, ניתן יהיה לשער מתי נוצר הננס המדובר. הננסים הלבנים העתיקים נוצרו כתוצאה ממות של כוכבי סדרה ראשית אשר זמן חייהם היה קצר מאוד, כך שקצב תהליך ההתקררות שלחם שווה לזמן חייהם. עובדה זו יכולה לחוות תחום משוער בו נמצא גיל הצביר.

עד לאחרונה תצפיתנים מצאו מעט ננסים לבנים בצבירים כדוריים. אולם האופטיקה המשופרת של טלסקופ החלל ע"ש האבל יכולה לתדור לתוך צביר כדורי להפריד בוחסם החלש של הננסים הלבנים משאר הכוכבים בצביר. בעזרת השימוש במצלמה הפלנטרית בעלת חשדה הרחב #2 (WFPC2), צוות מדענים המונהג ע"י הארווי ריצ'רד מאוניברסיטת בריטיש קולומביה בונקובר, ארה"ב, מצא מעל 75 ננסים לבנים בצביר הכדורי M4.

ממצאים אלו יעזרו לקבוע מודל התקררות לננסים לבנים - צעד ראשון ומאוד חשוב בחקיקת גיל היקום. תצפיות נוספות של טלסקופ החלל ע"ש האבל ואחרים יוכלו למצוא ננסים לבנים חלשים יותר שיאפשרו לאסטרונומים למצוא את גילאי הצבירים ליישב סוף-סוף אף תוויכוח כלפי גיל היקום.

נמצא המועמד המבטיח ביותר לננס חום

אסטרונומים בטוחים, שמצאו את המועמד הטוב ביותר לננס חום. אם מועמד זה יאושר, תהיה זו החוכחה לקיומם של עצמים מוזרים אלה. עצמים אלה מאסיביים מידי בכדי להיחשב כוכבי-לכת, אך אינם מאסיביים דיים בכדי ליצור היתוך מימן בליבותיהם ולייצר אנרגיה כוכבים.

אסטרונומים מאוניברסיטת קאלטק, בראשות שריניבאס קולקרני (Shrinivas Kulkarni), גילו את הננס החום כביכול סובב סביב הכוכב Gliese 229, ננס אדום במרחק 20 שנות-אור. הננס החום נמצא במרחק 44 י"א מ-Gliese 229, מעט רחוק יותר מהמרחק בין פלוטו לשמש. ע"י בחירותו, 1/500,000 מבהירות השמש, חישובו ומצאו, שטמפי מני השטח שלו היא 1000K. דבר

הערפילית מונה את רוונדרה סתאי וג'ון ט. טראוגר (Raghendra Sahai, John T. Trauger) מהמעבדה לחינע סילוני (JPL), סתאי וטראוגר טוענים כי הצילומים מראים התפתחות של ערפילית פלנטרית כתוצאה של זריקת המעטפת החיצונית בענק אדום באופן סימטרי, כאשר החומר נזרק ביתר קלות מחקטבים מאשר בקו המשווה של הכוכב. המפליא הוא, שלמרות שהערפילית סימטרית כמעט לחלוטין, חרי שהננס הלבן אינו מצוי בדיוק במרכזו. על פי סתאי וטראוגר, יתכן כי הננס הלבן הינו חלק ממערכת בת שני כוכבים, שהשותף השני אינו נראה, ומסיבה זוהו הוא מבצע הקפה סביב מרכז כוכב, הקפה הגורמת לו להימצא מחוץ למרכז הערפילית. כך או אחרת, נראה שגם כאשר הצילומים חדים וברורים, אזי חלק מחשאלות באות על פתרון אך במקביל נוצרות שאלות חדשות הדרושות מענה.

בתי קברות לכוכבים

קוסמולוגים טוענים כי גיל היקום הוא 8 מיליארד שנים. האסטרונומים טוענים אחרת. הם משוכנעים כי גיל היקום גבוה בהרבה ואולי מגיע ל-20 מיליארד שנים.

שתי החשערות נובעות ממודלים של התפשטות ביחס ישר לקצב הזדקנות כוכבים. המפתח בטיעוני האסטרונומים נח בגיל הכוכבים הזקנים ביותר, אלו הקיימים בצבירים כדוריים, תצפיות טלסקופ החלל ע"ש האבל בכוכבים ששרפו את כל דלקם עשויות להוביל למציאת גיל הכוכבים הזקנים ומכאן להסיק את גיל היקום. אסטרונומים נטלו לאחרונה צעד ראשון בגילוי גיל הכוכבים כאשר חשפו כמה תריסרים של ננסים לבנים, שרידי כוכבים שסיימו חייהם, בצביר M4 בעקרב.

צבירים כדוריים מכילים כמה מאות אלפי כוכבים. משוער כי הם נוצרים מעט לאחר היווצרות אבות הגלקסיות - כלומר לא הרבה זמן לאחר היווצרות היקום עצמו. בהנחה כי צהיר משרף את כל כוכביו בערך באותה תקופת זמן, חוקרים יכולים לקבוע את גיל הצבירים ע"י מציאת גיל כוכביו.

אולם לרוע המזל רוב התושבים בצבירים הכדוריים חם כוכבי סדרה ראשית, אשר כמו כוכבי טלוויזיה, מסתירים את גילם האמיתי. חשערות גילאי צבירים כדוריים הסתמכו בעבר על מציאת ענקים אדומים וכוכבים אחרים הקרובים לסוף חייהם. אסטרונומים אז בנו מודל המתאר את התרבות ענקים אדומים וכוכבי סדרה ראשית והזדקנותם, תוך עיבוד מספרם, צבעם וזוהרם. המודל אשר היה הקרוב ביותר למציאות הצליח לתת אומדן לגבי גיל הצביר, M4 והעריכו בכ-14 מיליארד שנים.

מדענים היו מעדיפים לקבל הערכה ישירה כך שלא היו צריכים לנחש את גיל הצביר ולחשוש שמא המודלים התיאורתיים שבנו מוטעים מסיבה כלשהי, או אולי אף

ימים. ניתוח של תוצאות המדידה מצביעות על כך שסביב הכוכב 70 בתולה מצוי גוף שמסתו כ- 4% ממסת השמש שלנו (כ- 6.5 מסות של כוכב הלכת צדק), הסובב סביבו במרחק ממוצע של 0.43 יחידות אסטרונומיות. האקסטריות של המסלול הינו 0.38, כלומר, המסלול הינו אליפטי מאוד, ולא כמעט מעגלי כמו מסלוליהם של כוכבי הלכת במערכת השמש שלנו. בשל המסה הנמוכה שלו, גוף זה מצוי על הגבול בין כוכב לכת ענק לגנסי חום.

במקביל, חודיעו מרסי ובולטר על כוכב שבת נוסף שסביבו מצוי, כפי הנראה, כוכב לכת. כוכב זה הינו הכוכב 47 בקבוצת דובה גדולה. גם כוכב זה הינו ננס צהוב מטיפוס G0 בבחירות 5 המצוי 46 יחידות אסטרונומיות מאיתנו. המסה של בן חלויה הנסתר אינה ניתנת לישוב מדויק אך הערך התחתון של הוא 1.4% מסות שמש (כ- 2.3 מסות צדק), המתאימה יותר לכוכב לכת מאשר לגנסי חום. בן חלויה סובב סביב 47 דובה גדולה במסלול שהינו כמעט מעגלי, במרחק של 2.1 יחידות אסטרונומיות בזמן מחזור של 3 שנים.

ההכרזה על גילויים של שני כוכבי הלכת נמסרה בכינוס של האגודה האסטרונומית האמריקאית שחתקיים בחודש ינואר השנה.

דיסקת אבק סביב β צייר

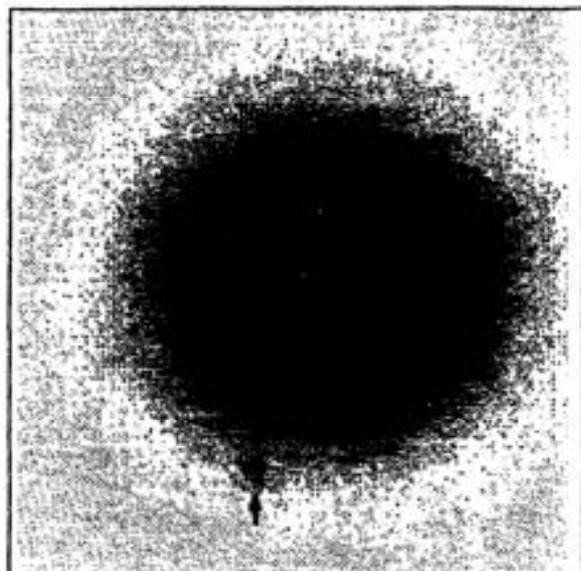
טלסקופ החלל על שם האבל הצליח לצלם את דיסקת האבק סביב הכוכב β צייר. הדיסקה צולמה על ידי טלסקופים מכדור הארץ והיא עשויה להעיד על קיום של דיסקת אבק סביב כוכבים העשויות ליצור מערכות של כוכבי לכת. הכוכב β צייר הינו כוכב מטיפוס A בבחירות 4 המצוי במרחק של 60 שנות אור מעימנו. כריסטופר בורו (Christopher Burrows), מחמכון המדעי של טלסקופ החלל, הודיע כי הצליח למפות עיוות בצורה של האות 'S', בדיסקת האבק הפנימית, ברדיוס של כ- 50 יחידות אסטרונומיות מהכוכב. על פי בורו, עיוות זה עשוי להיגרם כתוצאה מנוכחות של גוף קטן, בעל מסה של כוכב לכת הסובב סביב הכוכב הראשי.



תמונת השליל של הדמיית של הדיסקת אבק סביב הכוכב β צייר כפי שצולמו על ידי טלסקופ החלל ע"ש האבל. הדיסקה הלבנה במרכז ושני המשולשים היחזאים ממנה למעלה ולמטה הינם הצללית של המקום המסתיר את הכוכב β צייר על מנת למנוע מהזוהר של הכוכב להאפיל על התמונה עצמה. האיור המסותר הינו בקוטר של 78 יחידות אסטרונומיות, השוות לקוטר המתאמצ של מסלול פלוטו סביב השמש.

יש לציין, כי עד כה ישנן עדויות על דיסקאות אבק סביב כוכבי סדרה ראשית מסוג A, ביניהם כוכב השבת

זה מתאים בדיוק למודל של ננסים חומים: הוא חם יותר מצדק, אך קר יותר מחקר שבכוכבים.



Gliese 229 ושכנו הזעיר Gliese 229B כפי שצולמו בחודש אוקטובר 1994 על ידי המצלמה הרגישה לאור תת אדום המוצבת במצפה הכוכבים אשר בהר פלומר. Gliese 229B הינו הנקודה הזעירה המצויה בשולי הזוהר של שכנו הבחיר יותר. התמונה נלקחה באור אדום מכיוון שננסים חומים זוהרים בתחום זה של אדומי גל יותר מאשר כוכבים 'נורמליים'.

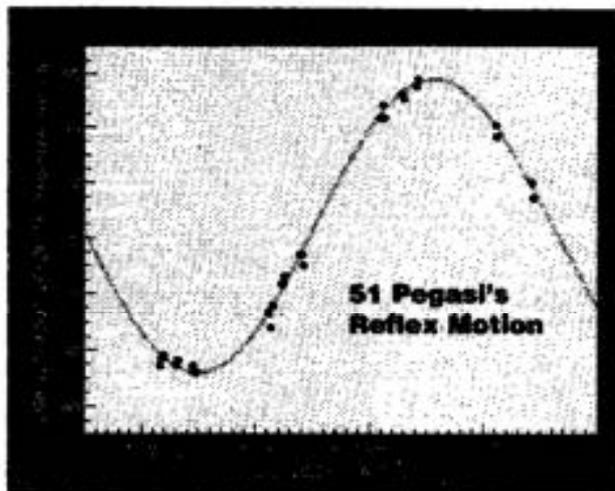
אך הדבר המסגיר ביותר היה הימצאות מתאן בספקטרום. חומו האדיר של כוכב ישבר במהרה את מולקולת המתאן, כך שחיצמאות מתאן מעידה על כך, שהוא קר מידי מכדי להיות כוכב.

הקבוצה לא מצאה עדיין את מאסתו של הכוכב. גילו של Gliese 229 הוא, כנראה, 5 מיליארד שנה, ולפי מודלים תיאורטיים מאסתו של ננס חום בן 5 מיליארד שנה ובבחירות כמו שלו היא 50 מאסות צדק. ערך זה נמצא מתחת לגבול העליון לננסים חומים, שהוא 80 מאסות צדק, כי אם לא כן, הוא יהיה כוכב.

גילוי כוכבי לכת נוספים ...

שני מועמדים טובים לכוכבי לכת נתגלו בתחילת השנה. הראשון, נתגלה על ידי צוות של אסטרונומים במצפה הכוכבים על שם ליק בקאליפורניה. הצוות שמנה את ג'פרי מרסי ופול בולטר (Geoffrey Marcy, Paul Bouter) מאוניברסיטת סן פרנסיסקו והאוניברסיטה של קאליפורניה, גילו שינויים מחזוריים בתנועתו של הכוכב 70 בקבוצת בתולה. מרסי ובולטר ביצעו במשך שנים רבות מדידות של תנועת הכוכב, שהוא ננס צהוב בבחירות 5, מטיפוס G5 המצוי במרחק של 80 שנות אור מהשמש, ומצאו שינויים מחזוריים שהראו שהכוכב מתקרב ומתרחק מכדור הארץ בהפרש מהירות של 311 מטרים בשניה. השינויים היו במחזוריות של 116.7

מדידות שנעשו לאחרונה מציבות את 51 פגסוס בין 55 ל-60 שנות-אור מאיתנו, ולא בין 40 ל-45 כמו שחשבו. חסיווג הספקטראלי של הכוכב הוא מטיפוס G3 (דומה מאוד לشمש שלנו), ונראה שחוא בסוף תקופת בעירת המימן.



מחירונו של הכוכב 51 פגסוס יחסית לקו הראיה כפי שנמדדה בין ה-11 ל-14 בחודש אוקטובר 1995. על הציר האנכי מצוינת הסטייה במטרים לשניה, כאשר ערכים שליליים פירושים שהכוכב מתקרב אלינו וערכים חיוביים פירושים התרחקות. המדידות נעשו על ידי ג'פרי מרסי בעזרת טלסקופ 3 מטר במצפה ליק בהר המילטון והם תואמים מסלול מעגלי.

מחקר שנעשה ע"י אדם בורווס (Adam Borrows) מאוניברסיטת אריזונה מצביע על כך, שמסלולו של כוכב-הלכת יציב למדי, ז"א שהוא סובב את הכוכב כבר מיליארדי שנים.

בפרברי מערכת השמש

מיליארדי השביטים הנמצאים מעבר למסלול נפטון, בתגורת קויפר, אינם פזורים באין-סוף מסלולים אקראיים. למעשה, השפעת המשיכה של נפטון גורמת להם להתרכז במסלולים אליפטיים באזורים מסוימים, כך דיווחה רנו מלחוטרה (Reno Malhotra) מחמכון לחקר הירח וכוכבי-הלכת בגליון יולי 1995 של *Astronomical Journal*. אם מחקרה של מלחוטרה נכון, אסטרונומים יכולים להשתמש במידע זה כדי למצוא גופים אלה ביתר יעילות (ראה "שביטים בגבול" וגם "עצמים חוץ-נפטוניים - קצה הקרחון" - גליון קיץ 1995 עמודים 91-92).

מלחוטרה ניתחה איך עצמים בתגורת קויפר מתפתחים לאורך זמן. היא השתמשה במחקרים קודמים, המצביעים על כך, שנפטון החל את חייו קרוב יותר לشمש מבחוזה. לפי מחקר זה נפטון משך כוכבי שביט לכיוון השמש ולא מתוצה לה. האנרגיה שאבדה בתהליך זה גרמה לנפטון להגדיל את מסלולו.

הבחיר וונה בקבוצת נבל וכן סביב אתר, הכוכב הבהיר ביותר בקבוצת ארידוס.

נמצא חור שחור חדש

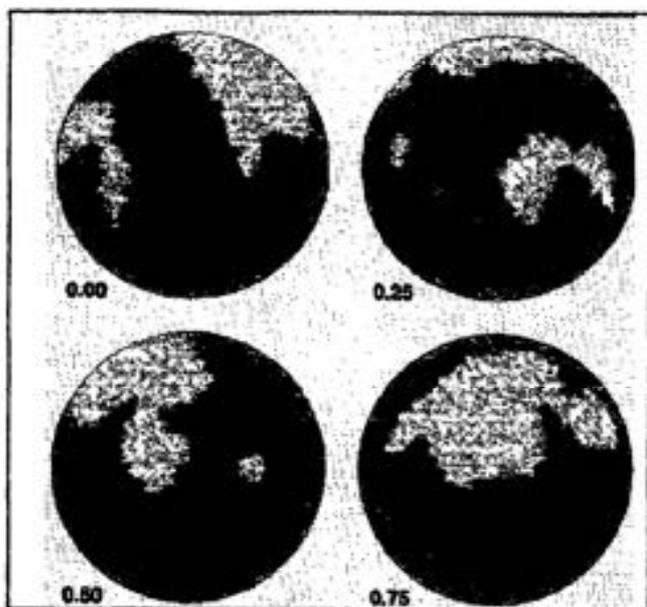
שלידת קיומם של חורים שחורים נעשית קשה יותר ויותר. שתי קבוצות, אחת מאוניברסיטת קליפורניה בברקלי, ואחת מאוניברסיטת אוקספורד בסאותהמפטון, אנגליה, מצאו כל אחת בנפרד מועמד נוסף לחור שחור, הנחשב למועמד השני בטיבו בגלקסיית שביל החלב. העצם החשוד כחור שחור שייך למערכת כפולה של כוכבים, QZ Vulpeoulae, במרחק 14,000 שנות-אור מכדור-הארץ. שותפו של החור השחור הוא כוכב ננס קר. אסטרונומים חשדו בהימצאות חור שחור במערכת זאת עוד ב-1988. באותה שנה החללית היפנית Ginga צפתה במערכת כאשר הפכה לנובת X-Ray. התפרצות התרחשה, כנראה, כאשר חומר מהכוכב נפל לתוך החור השחור וגרם לשחרור כמות אדירה של קרני X. כדי לאשר את ההשערה, הקבוצה מברקלי צפתה במערכת הטלסקופ ע"ש קק בקוטר 10 מ' בחוואי. האסטרונומים מדדו בדיוק את המהירות הרדיאלית (520 ק"מ לשנייה) ואת זמן הסיבוב (8 שעות) של הכוכב הסובב את שותפו הבלתי נראה. ממידע זה הם חישבו, שמאסתו של השותף היא לפחות 5 מאסות שמש, כנראה בין 6 ל-7, ואולי אף 14 מאסות שמש. לפי תיאוריה המקובלת, הגבול העליון לכוכב נייטרונים הוא 3.2 מאסות שמש. אם תיאוריה זו נכונה, קשה להאמין שעצם זה הוא דבר אחר מחור שחור. הקבוצה הבריטית השתמשה בטלסקופ ע"ש ויליאם הרשל בקוטר 4.2 מ' באיים הקנריים וקיבלה תוצאות כמעט זהות.

משבעת המועמדים הטובים לחורים שחורים, הטוב ביותר הוא V404 Cygni, שמאסתו היא לפחות 6.1 מאסות שמש. למועמד המוכר ביותר, Cygnus X-1, מאסה של בין 7 ל-16 מאסות שמש, אך יכול להיות שחיא נמוכה עד כדי 3.2 מאסות שמש.

כוכב-הלכת החדש 51 פגסוס - עדכון

קיומו של כוכב-לכת סביב הכוכב דמוי השמש 51 בקבוצת פגסוס נראה מבטיח (ראה חדשות אסטרונומיה, סתיו 1995 עמוד 122 - "כוכב-לכת מחץ למערכת השמש"). קבוצה אחרת של אסטרונומים אישרה את הממצאים של מישל מיר (Michel Mayor) ודידיה קוולו (Didier Queloz). הם גילו תזויות של הכוכב כתוצאה מכוח משיכתו של שותף בלתי נראה. כל החסברים האחרים לתזויות נפסלו. "הסיכויים שלעצם שמקיף את 51 פגסוס מאסה של פחות מ-5 מאסות צדק הוא גדול", אומר ג'ואף מרסי (Geoff Marcy) מאוניברסיטת סאן-פרנסיסקו.

תצפיות מתקרו בגליון ינואר של האסטרונומיקל ז'ורנל ובו תצפיות על הכוכב המשתנה V410 בקבוצת שור.



תמונת תשליל של הכתמים על פני הכוכב המשתנה V410 בקבוצת שור (הכתמים הכהים מופיעים בתמונה בצבע לבן). שעות\בדו על ידי הציור. הכוכב סובב סביב צירו אחת ל-1.87 יום וניתן לראות כתמים כהים המצויים סביב זמן ארוך ליד הקטבים. כל אחת מהתמונות מייצגת את פני הכוכב במרווחים של רבע סיבוב האחד מהשני.

על פי התצפיות, שנעשו בהתאמה לסיבובו של הכוכב סביב צירו, הנמשך 1.87 יום, על הכוכב ישנם איזורים כהים יותר. מיפוי פני הכוכב נעשה מדי מספר שעות ואז ניתן היה לקבל תמונה כוללת של פני הכוכב.

כאשר הושאו הכתמים על פני הכוכב במשך מספר סיבובים של הכוכב סביב צירו, אזי נראה שהכתמים על איזור הקטבים של הכוכב עמידים יותר ומחזיקים זמן רב יותר מאשר הכתמים באיזור המשווה של הכוכב.

עובדה נוספת היא, שהכתמים על פני אותם כוכבים קלים, גדולים יותר מאשר הכתמים על פני השמש יחסית לשטחם. כתמים אלו עשויים ללמד על אי יציבות של אותם כוכבים המתבטאת באי המוגניות על פני הכוכב עצמו.

יש לציון, כי כוכבים אדומים קלים המצויים על הסדרה הראשית מתאפיינים על ידי התפרצויות, בדומה להתפרצויות על פני השמש. מאחר ועוצמת ההתפרצויות על פני השמש ועל הננסים האדומים הינה זחה. הרי באופן יחסי, תרומת ההתפרצויות לסך פליטת האנרגיה של הכוכבים האדומים החיוריים מאוד יחסית לשמש הינה משמעותית.

כשמסלולו גדל, כך גם טווח כוח משיכתו. מלחוטרה מצאה, שמשיכתו של נפטון גרמה לפלוטו ולאין-ספור עצמים בתגורת קויפר למסלולים יחסיים מיוחדים. פלוטו נמצא במסלול יחסי 3 ל-2. ז"א שנפטון משלים 3 הקפות סביב השמש בדיוק בזמן שפלוטו משלים 2. מלחוטרה שיערה, שאם נפטון התרחק, אז רוב עמי תגורת קויפר יעזו במסלולים של 3 ל-2 או 2 ל-1, והאחרים במסלולים של 4 ל-3 ו-5 ל-3. המרחק הממוצע מהשמש של העצמים במסלולים של 3 ל-2 ו-2 ל-1 הם 39.4 ו-47.8 י"א בהתאמה. אך מכניזם המשיכה של מלחוטרה משפיע רבות גם על האקצנטריות של עצמים אלה, כך שחמרחקים האמיתיים יכולים להשתנות ב-40%. "בחלל האמיתי לא תוכלו לראות רצועות בשמים", אמרה מלחוטרה.

אך עדיין, עצם שנלכד במסלול של 3 ל-2, כמו פלוטו, יהיה תמיד בפריהליון כשהוא ממוקם 90 מעלות מנפטון. משום שעצמים אלה חיוריים במיוחד, הסיכוי הגבוה ביותר למוצאם הוא כאשר הם בפריהליון, בשיא בחירותם.

אם המודל של מלחוטרה נכון, האסטרונומים יודעים בדיוק היכן לחפש.

מיפוי פני כוכבים צעירים

כוכבים צעירים, שטרם נכנסו לשלב הסדרה הראשית² בחייהם, מחווים אתגר לחוקרים הרוצים ליצור מודלים של המתרחש בתוך הכוכבים הצעירים וכן על פניהם. אחת מהדרכים לנסות ולהבין את המתרחש בתוך כוכבים היא על ידי התבוננות בפניהם. שינויים במתרחש בתוך הכוכב משפיעים על פני הכוכב באופן שהם יוצרים סערות מגנטיות. התופעה נצפית בשמש ונקראית כתמי שמש אך בכוכבים קלים, מטיפסיס K ו-M, עוצמת הסערות הגורמות לכתמים יחסית לעוצמת האור של אותם כוכבים הינה גדולה.

מאתר שכוכבים צעירים כאלו, מטיפסיס קרים של K ו-M, הינם קטנים, לא ניתן להפריד את פניהם בטלסקופים. הדרך היחידה היא על ידי מיפוי מדויק באמצעות התנהגות האור המגיע מהכוכב, כאשר הרעיון היטו לנצל את העובדה שהכוכבים סובבים סביב צירם. באופן זה, על ידי ניתוח הבדלי האור המגיעים מאזורים שונים על פני הכוכב (יש לזכור שכל נקודה על פני הכוכב נעה במהירות יחסית שונה כלפי הצופה, ניתן למפות אזורים בעלי בחירות שונה על פני הכוכבים.

בשיטה זו נקט ארטי פ. הצי (Artie p. Hatzes) ממצפה מקדונלד, כאשר חקר משך 5 שנים התנהגות כתמים על פניהם של כוכבים צעירים. הצי פירסם את

² סדרה ראשית - פרק הזמן בחייו של כוכב בו הכבידה שלו מאוזנת על ידי האנרגיה הנצרת במרכזו, שמקורה בהפכת המימן להליום. בשלב הסדרה הראשית, הכוכב מצוי בשיווי משקל יציב ופרק זה מסתיים לאחר שחלק מסויים מהמימן הפך להליום.

בקצה

האבל תומך ביקום צעיר

תצפיות חדשות, שבוצעו ע"י טלסקופ-החלל ע"ש האבל, תומכות ברעיון בדבר יקום צעיר וקטן יותר. קבוצת אסטרונומים בריטים ואמריקאים, בראשות נ"אל טנביר (Nial Tanvir) מאוניברסיטת קיימברידג' מדדה את המרחק למשתנים קפאידים בגלקסיה M96 בקבוצת אריה. הגודל המוחלט של עצמים אלה קשור לזמן המתזור של השתנת בהירותם, כך שהם אמצעי מצויין למדידת מרחקים. ההפרדה היוצאת מן הכלל של האבל אפשרה לטנביר ולעמיתיו למצוא קפאידים ב-M96, גלקסיה רחוקה יותר מחגלקסיות שנבדקו קודם לכן.

טנביר מצא, שמרחק של M96 הוא 38 מיליון שנות-אור. מחקרים אחרים של ה-Coma Cluster ממקמים אותו פי 9 יותר רחוק מ-M96. לפי המחקר הנוכחי,

מרחקו של צביר ה-Coma הוא 340 מיליון שנות-אור. דבר זה מאפשר לאסטרונומים לקבל מדידה טובה יותר של קצב התפשטות היקום, הידוע בשם קבוצת האבל. הם מצאו, שקצב זה הוא 69 ק"מ לשניה למגה-פרסק (+12%). מספר זה נמוך יותר, אך אינו נוגד את המדידות הקודמות מ-M100 וגלקסיות אחרות.

כשהציבו ערכים אלה בנוסחת איינשטיין-דה סייטר, קיבלו טנביר ועמיתיו, שגיל היקום הוא 9.5 מיליון שנה. לפי מדידות אחרות של גיל הכוכבים בצבירים כדוריים, גיל היקום הוא 15 מיליארד שנה. הפרדוקס של שתי שיטות המדידה בעינו עומד.

מכדור לדיסק

בעזרת טלסקופי-רדיו ענקיים צילמו אסטרונומים חומר גזי נפל לתוך כוכב שזה עתה נולד. החוקרים ממעבדות החינוע הסילוני (JPL) של NASA בפסדינה, קליפורניה, השתמשו באנטנה בקוטר 70 מ' בגולדסטון, קליפורניה, ובמערך הגדול (VLA) בסוקורו, ניו-מקסיקו, כדי לצלם אב-כוכב בן 150,000 שנה בשם B335, שנמצא במרחק 800 שנות-אור בקבוצת נשר.

הכוכב מכוסה בכדור גז קטן. האסטרונומים מיפו פליטות רדיו של החומר גופרית דו-חמצנית כדי לדמות את תנועת הגז הנפל אל תוך הכוכב. הגז יוצר מעטפת כדורית, הנפלת מסיבי לכוכב. המדענים בנאסא

מאמינים, כי הם צופים המעטפת כשחיא קורסת לדיסק. תופעה זו נחזתה, אך לא נצפתה. אסטרונומים מאמינים, כי כוכבי-הלכת במערכת השמש נוצרו מדיסק הדומה לזה ב-B335.

גדל האזור שמופח הוא בערך 7,000 י"א, כמו גדלה של מערכת השמש החיצונית - מקור השביטים. מידע מפורט אפשר למצוא באינטרנט, בכתובת: <http://DSNra.JPL.NASA.gov/~kuiper>

האבל מגלה אוזון בגנימד

אוזון, מולקולה הכוללת 3 אטומי חמצן, נמצאה על פני גנימד. נראה, שירחו הגדול של צדק מייצר אוזון מחקר שעל פני שטחו. כמות האוזון היא, כנראה, רק כאחוז עד עשרה אחוזים מהכמות המושמדת בכל שנה מעל אנטרקטיקה. קית נל (Keith Noll) ועמיתיו ממכון המחקר של טלסקופ-החלל (STScI) גילו את האוזון בעזרת הספקטרוגרף לעצמים חיוורים שעל טלסקופ-החלל, ודיווחו על ממצאיהם בכנס השנתי ה-27 של המחלק למדעים פלנטריים, שנערכה בקונה, הוואי, באוקטובר אשתקד. האוזון על גנימד נוצר מחלקיקים טעונים מחשמל, הנלכדים בשדה המגנטי החזק של צדק. סיבובו המחיר של צדק סביב צירו (כעשר שעות בערך) מאיץ את החלקיקים למחירויות עצומות, ואז הם נתקלים בגנימד, האיטי מהם, ומומטרים על פני שטחו העשויים מקרח. האוזון נוצר כאשר החלקיקים חודרים מתחת לפני השטח ומערערים מולקולות מים. אף על פי שאטמוספירה לא התגלתה עדיין בגנימד, נל סבור, שאטמוספירה דקיקה עוד תתגלה. אז יצטרף גנימד לאחותו, אירופה, שאטמוספירת חמצן כבר נמצאה עליה ע"י האבל בתחילת 1995.

נמצא הכוכב הקטן ביותר

הכוכב הקטן ביותר שנמצא, Gliese 105C, צולם ע"י טלסקופ-החלל ע"ש האבל באור אינפרא-אדום קרוב. הוא ממוקם במרחק של 27 שנות-אור מכדור-הארץ בקבוצת לויתן, Gliese 105C סובב את הננס מסוג K, Gliese 105A, החיר ממנו בהרבה. קבוצת אסטרונומים מאוניברסיטת ג'ונס הופקינס, בראשות דייוויד גולימובסקי (David Golimowski) צילמה את הכוכב, שאם היה במקום השמש היה בחיר רק פי 4

21 מעלות, דבר המעמיד על היותו ממחזור חדש. השיא בפעילות שמשית יתרחש בשנים 98 ו-99.

טלסקופ חדש במאונה קאה

טלסקופ חדש יצטרף לשורות שאר הטלסקופים במאונה קאה, הר-געש כבוי בגובה 4,600 מ' בחוואי. עבודות הבנייה לטלסקופ התת-מילימטרי של המצפה האסטרונומי של המכון הסמיסוני החלו ביוני אשתקד. המצפה, שיחל לפעול בסוף 97 או תחילת 98, יכלול מערך של 6 אנטנות. בפריסה מרבית, האנטנות יתפקדו כמו טלסקופ אחד בקוטר 500 מ'.

מחיר המלא. גלימובסקי העריך את מאסתו של הננס בכ-8-9 אחוזים ממאסת השמש, המספיקה לו בדיוק כדי לחתך מימן לחלום בגריעט.

מחזור כתמי שמש חדש מתחיל

כתמי שמש עלולים לחזור ולשלוט בפני השמש אחר שנתיים של תצוגה מאכזבת. אסטרונומים מאוניברסיטת קאלטק חכרזו על כתם שמש חדש, שנצפה באוגוסט האחרון. כתם זה מציין את תחילתו של מחזור חדש של כתמי שמש ואת סופה של תקופת פעילות מינימום שמשית. כתם השמש נתגלה בגובה של

חדשות חלל

ISO במבחן

מצפה החלל בתת אדום - ISO (Infrared Space Observatory) האירופי שוגר לחלל בנובמבר 1995. הלוחין שהינו פרי עבודה משותפת של מדינות סוכנות החלל האירופית - ESA, ביצע עד כה סידרה של בדיקות תאמורה לבדוק את כשירותם של המכשירים הנישאים עליו. כעת נראה שחשפוקרומטר בגלים ארוכים ניווק על ידי שטף של קרינה קוסמית. מידת הנזק לא ידועה.

אבק כוכבים

זה אינו שמו של סרט או של כוכב קולנוע אלא שמו של חללית שתפקידה איסוף אבק שחותיר מאחוריו חשביט WILD 8. החללית, ששמה Stardust תשוגר בחודש פברואר 1999 ושלא כיתר החלליות היוצאות למשימות ברחבי מערכת השמש, היא תביא באופן אישי ביותר את המידע אותו היא עתידה לאסוף: החללית תשוב לכדור הארץ כשבאמתחתה דגימות האבק מזנב ושוכל השביט. החללית תחלוף בחודש ינואר 2001 סמוך לכדור הארץ, תצבור תאוצה על מנת לחיפש עם השביט, שנתיים מאוחר יותר, בדצמבר 2003, תחלוף 100 ק"מ בלבד מגרעינו ותאסוף דגימות אבק. החללית תשוב לקרבת כדור הארץ בינואר 2006 ותשגר את דגימות האבק באמצעות מיכלית קטנה שתצנן, אי שם, כך מקווים, באדמת מדינת יוטה. ■

ליקטו:

לינת חורין, מורן נחשוני, עודד אברהם ויגאל פת-אל

שיפורים בטלסקופ החלל ע"ש האבל

טלסקופ החלל על שם האבל זקוק למספר שיפורים ושיפוצים. המבצע הראשון במסגרת מקצה השיפורים של טלסקופ החלל יהיה בחודש פברואר השנה, שם יותקנו על טלסקופ החלל שני מכשירים חדשים: NICMOS - מצלמה המצלמת באורכי גל של תת-אדום קרוב ומבצעת ספקטרוסקופיה של מספר גופים בו זמנית. STIS - ספקטרוסקופ הדמיה. מבצע זה יהיה הראשון בין ני המבצעים התוכננים עד סוף המאה הנוכחית כאשר המבצע השני, שיחיה בשנת 1999 יכלול שיפוצים קלים שיכללו, בין היתר, תיקון של קולטי השמש שכבר שופצו במבצע הקודם בשנת 1993.

פרויקט NEAR

פרויקט זה, שהינו ראשי חתיבות של *Near Earth Asteroid Rendezvous*, יצא לדרך כאשר ב-17 לפברואר שוגרה לדרך החללית שנקראת בשם זה מבסיס השיגור מקייפ קאנאוורל, פלורידה. החללית, שחוטסה למסלולה על ידי טיל תלת שלבי, אמורה לחיפש עם האסטרואיד מתילדה ביוני 1997, אי שם ליד תגורת האסטרואידים. החללית NEAR תחזור לקרבת כדור הארץ, תחלוף 500 ק"מ סמוך לפניו ותורק לקראת המפגש החשוב עם האסטרואיד ארוס, בפברואר 1999. במפגש זה, תחוג החללית סביב האסטרואיד ותבצע בדיקות מגנטיות ספקטרומטריות וכן תצלם את פניו. החללית תשאר סמוך לפני ארוס משך למעלה משנה ותתקרב עד למרחק כמעט גיעה של 35 ק"מ בלבד מפניו של ארוס.

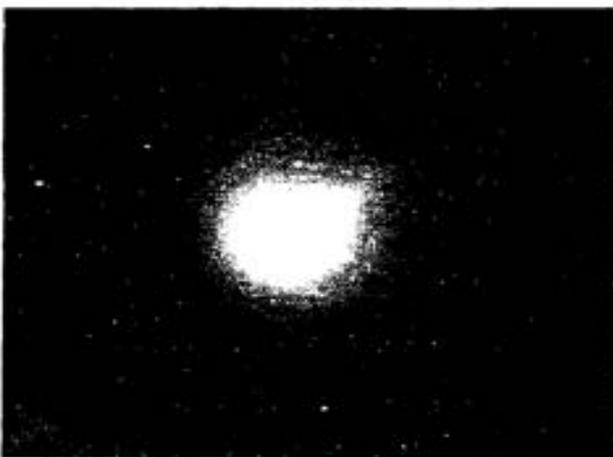
שביט יאקוטקה - רשומי תצפית

יגאל פת-אל. מצפה הכוכבים גבעתיים

הזנב נמתח מזרחה, הרבה מעבר לזנבה של הדובח הגדולה". רוני, מוותיקי המדריכים במצפה הכוכבים הודה שהיה נרגש עד מאוד לראות את השביט 'כמו בתמונות'.



צילום באור אדום שנעשה על ידי מורן נחשוני, מבעד לטלסקופ 5" ומצלמת CCD המקוררת לטמפרטורה של 35- מעלות. התמונה מורכבת מארבע חשיפות של 15 שניות כל אחת. הנקודות בצד ימין הינן דמויות כוכבים. הטלסקופ עוקב אוטומטית אחר השביט. נראה בבירור גרעין השביט וסילון גז. התמונה צולמה ב- 21.3.1996 בשעה 22:53.



צילום באור ירוק שנעשה על ידי מורן נחשוני ב- 21.3.1996 בשעה 22:48. שדה הראיה קטן במחצית מהתמונה באור אדום למעלה. ניתן לראות שהזנב פחות בולט מאשר באור אדום. התמונה צולמה מבעד לטלסקופ 5" שעבד ביחס מוקד $f/3.8$, והיא מורכבת מארבע חשיפות של 15 שניות כל אחת.

אין מזל. זו החגירה הקולעת ביותר להופעתו של שביט המאה בשמי ארצנו. מי שזוכר את הציפייה הדרוכה לשביט קוהוטק בשנת 1974 ואת האכזבה הגדולה שנבעה מאי עמידתו של השביט בציפיות, עשוי לחבין את גודל התיסכול של הצופים בארץ בחודש אפריל. התיסכול הגדול ביותר נבע מהעובדה שבניגוד לשביט קוהוטק ושביט האלי, שחלף סמוך לשמש בדיוק לפני 10 שנים, אזי שביט יאקוטקה \approx עמד בציפיות. ראש בחיר שנראה היטב בעין מתוך גוש דן, מוקף חילה דמוית צמר גפן בקוטר של כחצי מעלה נראה היטב גם כתנאי אובך נוראיים. זנב בן 5 מעלות נראה היטב בעין. אלא מה, כשהגיעו הימים המיוחלים של אמצע וסוף אפריל, בהם היה השביט אמור להתבחר תוך שהוא מתקרב לשמש, השתבש משחו במזג האוויר האביבי שלנו ולא היה ולו אף ערב אחד שהיה חסר עננים או אובך באופן שיחיה ניתן לצפות בשביט. התצפיות המועטות שביצעו חברינו מאזורים חשוכים במשך חודשים מרץ אפריל, העידו על שביט מרשים, שענה בחלט לציפיות. לחץ מספר מהתאורים על השביט:

את התצפית הראשונה ביצענו ממצפה הכוכבים בגבעתיים, ביום חמישי ה- 21 למרץ. מיד לאחר הרצאתו של אילן מנוליס, שהפעים את קהל השומעים בקורות את הדינאמיקה ושאר יצורים אומללים שחוו חוויה של הופעת שביט או אסטרואיד בדרך הקשה ביותר. בשעה 22:30 לערך, נראה השביט היטב, ככתם ערפילי, מזרחית לכוכב ארקטורוס. התברר הוציאו מיד את הטלסקופ הניוטוני בקוטר 40 ס"מ השוכן כבוד במצפה והשביט נגלה במלוא הדרו, כאשר ראשו הבחיר עטוי ברעמה דמוית מניפה, ממנה יוצא סילון חד לכיוון מזרח. מיד לאחר התצפית, שמו אילן מנוליס, יוסי חורי ועוד מספר חברים את פעמיכם אל צור שלום, השוכנת על כביש ירושלים ושם הם ראו את השביט, חרף תנאי הראות הגרועים, עדוי בזנב שאורכו בין 10 ל- 20 מעלות.

בה בעת, באותו שבוע, צפ בשביט שניים נוספים. נחום ערב שיצא לטיול שקי שינה באיזור עין גדי העיד שראה זנב שאורכו 30 מעלות לפחות. האומדן של נחום, שחינו צופה מנוסה ביותר, הזכור מימי התצפיות המאורגנות במטאורים, מחימן ביותר והעיד על שביט בעל פוטנציאל גדול. לחזכירכם, הימים היו שלחי חודש מרץ, טרם התקרבותו של השביט לשמש והתפתחות הזנב. הצופה הנוסף היה מיודענו, שי ואלטר, שצפה בשביט מאיזור אילת, שם הוא בילה את שירותו הצבאי ושי העיד על תנאי ראות גרועים אך זנב ברור של 10 עד 15 מעלות לפחות.

רוני מועלם, מדריך במצפה הכוכבים המתגורר בחצור הגלילית התקשר אלי בערבו של ה- 26 למרץ ובשיחת טלפון נרגשת סיפר שהחליט לצל חפגה בגשמים ולצפות בשביט מבעד לקרעי העננים: "שביט מדהים, ראש השביט היה מספר מעלות מכוכב הצפון ואילו



צילום באור כחול שביצעו מורן נחשוני, אסף ברולד ועודד אברהם ב- 21.3.1996 בשעה 23:35. ניתן לראות את התפתחות הסילון בצידו הימני (מזרחי) של הגרעין, כאשר מצידו העליון (הצפוני), ניתן לראות את קצה העליון של המניפה, שנגרמה, כפי הנראה, ממעבר השביט בתוך רוח השמש. משך החשיפה 15 שניות והתמונה צולמה בטלסקופ 12" שעבד ביחס מוקד של f/6.3.



שתי התמונות לעיל צולמו על ידי עופר גבז צילום ללא מסנן ב- 23.3.1996 בהפרש זמן של מספר שעות. התמונות מורכבות מ- 5 חשיפות של 10 שניות כל אחת מבעד לטלסקופ 5" שעבד ביחס מוקד של f/3.8. ניתן לראות את התפתחות הזנב וכן את התפתחות המניפה. שבולטת מאוד בתמונה התחתונה בתמונה התחתונה ניתן לראות בבירור זנב נגדי היוצא מצידו השמאלי של הגרעין.

לאחר ששמעתי את התאור, חתקשרתי לאחי, אלי, ויחד התגעגענו את המכונית ויצאנו לטרך אחר אתר חשוך. בשל השעה המאוחרת ועייפותנו, לא היה לנו את הלוקסוס למצוא מקום אידיאלי מרוחק, מה גם שירד גשם. לפיכך, נאלצנו להסתפק בשמיים הפחות מוארים של קיבוץ געש, סמוך לחוף הים. אכן, מבעד לקרעי העננים נראה השביט היטב, כאשר ניתן היה להבחין בזנב שאורכו היה כ- 10 מעלות. תצפית במשקפת של 10x25 הראתה זנב יפה, דמוי מניפה.

כשבועיים מאוחר יותר, ביקר רוני מועלם בטורקיה ושם ראה את השביט באופן מרשים, עם זנב של למעלה מ- 20 מעלות. כפי שאומרים, 'חשמים של השכן חשוכים יותר'.

את תמונת השער צילמו אסף ברולד ועודד אברהם ממצפה רמון ב- 31.3.1996, 5 דקות חשיפה, ללא עקיבה, כאשר הירח הינו כמעט מלא.

במצפה הכוכבים אורגנו מספר ערבי תצפית והמאות הרבות שהגיעו, ראו את השביט, על זנבו, מבעד לעדשת הטלסקופ הענק בקוטר 40 ס"מ, שמיפתחו הגדול פיצה על תנאי הראות הגרועים ביותר. בעד קהל המבקרים צופה מבעד לטלסקופים במרפסת, עמלו יותר המדריכים ובראשם מורן, אסף, עופר גבז ואנוכי לצלם את השביט מבעד לטלסקופ הראשי מטיפוס שמידט-קאסיגריין בקוטר 12" וכן מבעד לטלסקופ שמידט-קאסיגריין בקוטר 5" המוצב על גבו של הטלסקופ הראשי.

במרבית התמונות השתמשו המצלמים בעדשת טלקונופרסור, המקטינה את אורך המוקד ומגדילה את שדה הראייה. גם כך, גודלו המירבי של שדה הצילום לא עלה על שתי מעלות קשת. התמונות שהתקבלו הינן, לפיכך, של איזור הגרעין, המניפה וסילונית הגז היתראים ממנו.

על מנת לחשיג צילום אופטימלי של איזור הגרעין של השביט, היה צורך לחישהמש במצלמת ה- CCD שקוררה לטמפרטורה של -35 מעלות צלזיוס. בשל התנעה העצמית המחירה של השביט על רקע כיפת השמים היה צורך לצלם את השביט במספר רב של חשיפות קצרות. שיטה זו של ריבוי חשיפות קצרות מונעת את המריחה של דמות השביט שנע במחירות על רקע השמים. מאחר שבפרק הזמן של החשיפות הקצרות, שנמשכות לא יותר מ- 15 שניות, השביט לא מספיק לעבור כברת דרך ארוכה, אזי הדמות שמתקבלת הינה חדה וברורה.

התיקון של מיקום השביט וכיוון הטלסקופ נעשה באופן אוטומטי לחלוטין על ידי מצלמת ה- CCD והמחשב. מאידך, את התנעה של השביט על כיפת השמים ניתן להבחין בפסים הארוכים שיוצרים דמויות הכוכבים על רקע השדה המצולם. התיקונים המסיטים את המצלמה עם תנועת השביט ניכרים במריחה של דמויות הכוכבים.

החיים - התפתחות כדינמיקה של אבולוציה מקרית?

אמיר מרון - גבעתיים

שאלת קיומם של חיים מחוץ לכדור הארץ הינה אחת מהשאלות הפתוחות והמעניינות ביותר במדע. במאמר זה אתמקד בשלב התפתחות החיים בכדור הארץ. אנו נגלה בהמשך, כי להתפתחות זו, כפי שארעה עד היום, חברו יחדיו אין-סוף משתנים אקולוגיים ואבולוציוניים בעלי מקדם רגישות גבוה. לצורך זה ניתן לקבוע, כי התפתחות יצור חי כדוגמת האדם מקורה בתהליך מורכב ויתכן שאף מקרי, שהוביל בדרך אבולוציונית מסוימת להתפתחות המוח וגזע המוח המפותל (הקורטקס).

תורתו של דרווין יצרה סדר במנגנון המסועף של התמורות האבולוציוניות. היא הראתה כי התפתחותן ושכלולן של תכונות היצורים החיים אינן מקריות כפי שחשבו לפני כן, אלא הן נתונות לחוקיות מדוייקת ומאורגנת.

דרווין החליט לחקור את התפתחות החיים לאחר שנפעם מחמגוון העצום של המינים החיים בכדור הארץ. הוא הבחין, כי מערכת החי והצומח בטבע מסודרת ומאורגנת עפ"י רמות התפתחות ומורכבות אנטומית ומורפולוגית. חשונות הגנטית הרחבה לא היתה מוגבלת לסדרות, מחלקות ומינים בלבד, אלא מסתבר כי גם המינים עצמם מופיעים כתת-מינים בריאציות רבות ומגוונות. חדבר נכון לגבי נמלים, כרישים, ובני-אדם (קחו לדוגמה את חכלב שלכם ותשוו אותו לחכלב של חשכנים ממול...).

דרווין צידד בשונות גנטית וניסה לחסביר את מחותה אף מבלי שחבין את תהליכי התורשה והגנטיקה חבסיסיים, שאימתו אח"כ את תורתו (על כך נאמר, שדרווין צדק יותר משידע).

התחליך המשיך ופיתח את התודעה והמודעות העצמית ושיפר לאין ערוך את היכולת חקונגיטיבית. נשאלת השאלה: האם החתפתחות האבולוציונית של בעלי חיים מקורה במקריות מכוונת? האם התחליך עצמו, כפי שאירע בכדור הארץ, הוא ייחודי ובלתי ניתן לשחזור גם במקום אחר ביקום?

שאלות אלה מתקשרות לרצונם של רבים להאמין בדבר הופעתם של חוצנים דמויי אדם (חומואידים), שלחם יכולות אנרגטיות ומטאפיסיות שאין אנו מסוגלים לחבין. כאן נשאלת השאלה: האם אמנם סופו של תחליך אבולוציוני, מורכב ככל שיחיה, מוביל ובכל מקרה להתפתחותו של יצור דמוי אדם בעל כישורים שכליים דומים?

שאלה זו היא שאלה חשובה, שאדון בה באחד מן המאמרים הבאים בסדרה, אך ראשית נפנה לכדור הארץ ולחיים המתפתחים בו.

תיאוריות שונות מסבירות את התפתחות החיים בכדור הארץ מחותה חבסיסי הראשוני ועד למערכות החיים המורכבות כיום.

כישורים חיתודיים לו וזאת עפ"י מסכת ארוכה של "ניסוי וטעייה" טבעית.

מקובל להניח כי לעולם האבולוציה יש כיוון, שבו ככל שנעלה נמצא יצורים מורכבים ומפותחים בעלי כושר הישרדות והתאמה טובים יותר, זאת כתוצאה מפעולה סלקטיבית של ברירה טבעית המביאה לשכלול מתמיד. האבולוציה מתוארת ע"י עץ, אשר מגוון הקדום מתפצלת המערכות, ומחן ממשיות ומתפצלות מחלקות, המסתעפות לסדרות, למשפחות ולמינים, כרשת סבוכה של ענפים וזלולים.

דרווין אף הניח שתי מהלומות על יוקרתו ויהירותו של האדם הנעלה. ראשית, הוא העמיד לנו קרובים "לא כל-כך רצויים", בכך שהראה כי האדם המודרני (החומר סאפינס) מקורו בהתפתחות הדרגתית של קופי-אדם, וזאת דרך שלבי-ביניים, המצויינים במדע ע"י החומר הביליס (האדם המחונן) והחומר ארקטוס (האדם הזקוף). שנית, הוא העלה מחדש ובצורה חריפה בהחלט את שאלת השאלות לגבי מהותו ותכליתו של האדם, בכך שהראה, כי תמצית קיומו העיקרית של כל יצור חי היא, בראש וראשונה, שיפור והפצת הגנים, במיוחד אלה התורמים להישרדותו, אך נמצאו כמובן גם מקטרגים לתיאוריה זו. טענותיהם היו, כי אין לנלות בברירה הטבעית את היכולת הבלעדית לקבוע גורלו של יצור חי להישמד או להישרד. לכאורה, יש תכונות המתפתחות בלחץ התחרות המינית, למרות שאינן תורמות להסתגלותו של בעל-החיים לסיבה ולעיתים אף גורעות מכוסר הישרדותו, כמו למשל זנבם של פסיונים וטווסים או גודלו וסירבולו של הפיל.

חוקר אמריקאי בשם לוטר סנדלנד טוען למשל, כי ניתן לבחון את תורת האבולוציה ממספר היבטים:

חיבת ראשון טוען לאבולוציה תיאטיסטית, כלומר: התערבותו של האל "עזרה" לאבולוציה להתרחש כפי שהיא קרתה באמת, ולכן תפיסה זו משוללת מיקריות. תמציתתה פיתוח יצור-על, שישרת מטרה אלוהית חשובה. חבר האגודה יוסי חורי אף המשיך ופיתח רעיון זה והמשיל את יקומנו הנרחב למבחנה אחת מיני רבות

לאחר שהחלה להתפתח תורת הגנטיקה לאחר שנתגלה בשנת 1953 מנגנון הד.נ.א. ע"י ווטסון וקריק, חתברו כי לכל אחד מהפרטים החיים על פלנטה זו יש מרקם גנטי אופייני לו ורק לו, שקובע את כל תחליכי חייו משלב החפריה (חמיטוזה/מיוזה) ועד למותו.

כיצד נוצרה שונות גנטית כה רחבה? אילו תחליכים גרמו להתפתחותם של מערכות חיים כדוגמת הזוחלים, הציפורים והדו-חיים? האם מטרת התהליך האבולוציוני היא ליצור שלמות אבסולוטית, ע"י שיפור ושכלול מתמיד?

את פריצת הדרך הגדולה שלו גילה דרווין בעת שביקר באיי גלפגוס. האיים הנ"ל מבודדים לגמרי משאר היבשות, כך שחיים שהתפתחו שם מקורם בבידוד ובידול גנטי. דרווין גילה, למשל, כי המינים החיים בגלפגוס שונים מהמינים שחיים בשאר אזורי העולם. הוא שם לב, כי באיי גלפגוס היה ציפור שייך בשם "חקייך", שמצויה גם בדרום אמריקה. המין האמריקאי היה שונה במראהו מהמינים באיי גלפגוס וחדבר החשוב והמפתיע ביותר הוא, שגם באיים עצמם, היה תת-מין אופייני לכל אי. ההתפתחות הנפרדת הזו אירעה מאחר שכל אחד מהמינים היה מבודד לחלוטין והגנטיפיים שלו השתנו בהתמדה בזמן תבידוד בהשפעת המוטציות, הברירה הטבעית והמקריות. ההפרדה נעשתה בהדרגה, מדור לדור, עד אשר קיבלנו מין חורי בדרום אמריקה, שנבדל באופן מהותי ממיני הבת שלו באיים השונים בגלפגוס. דרווין הראה, אם כן, כי "התפתחות גיאוגרפית" יכולה לחסביר את הפערים בין המינים, בלי צורך להעלות השערות בדבר קפיצות באבולוציה.

דרווין ניסח להראות, אם כן, כי כתוצאה ממוטציות רבות נוצרים שינויים מורפולוגיים ואו אנטומיים בבעלי-החיים השונים. שינויים אלה, ולו הקטנים ביותר, יישארו, אם יתרמו להשרדותו של בעל החיים בלחץ הברירה הטבעית. לעומת זאת, תכונות שאינן "יעילות" ייעלמו במהרה. כך יכול היה דרווין להראות, כי מנגנון הארס, שיש לקרפדות מסויימות על גופן, התפתח במהלך השנים, מאחר שאיפשר לחן להגן על עצמן מפני טורפים. בצורה דומה פיתח כל יצור חי

לחוכית, ולו בשל העובדה כי לא ניתן לשלול אותה. לשם השוואה: את תורת האבולוציה קל מאד לשלול. עלינו למצוא בסח"כ מאובנים של שועלים בתקופת הפרה-קמבריון והתורה נפלה שדודה.

שנית, חדינמיקה של האבולוציה היא בקיום פערים בין המינים השונים. כל תחליך של השתנות ממצב אחד למצב שני מחוזה בשינוי ובפער בין שני המצבים. גם כאשר נקטין ונמשיך ונקטין את הפערים הקיימים בין המינים השונים, ניתן יהיה תמיד לטעון, כי עצם קיומו של הפער מצביע בעצם על הופעה פתאומית.

עבודתם של הפליאונטולוגים (חוקרי המאובנים) היא לצורך העניין ניסוי מדעי, שאמור לאושש או להפריך את תורת המאקרו-אבולוציה. ברור אם כן, שככל שנמצא יותר מאובנים החולמים את התיאוריה, כך גם תתבסס החשעה. המצב האוטופי יהיה כאשר רצף האבולוציה ייבחן באמצעות מאובנים רציפים כ"כ עד שיניחו את דעתם של גדולי הספקנים. הפערים הקיימים כיום הם אכן גדולים, אולם יש לקחת בחשבון כי אנו מוצאים כיום מאובן אחד על כל 10,000 מינים שנכחדו, ובכל פעם בה אנו מוצאים מאובנים, חרי מאובנים אלה הינם חוליות-ביניים המקשרות על הפערים הקיימים.

חוקר אמריקאי בשם סטיבן גולד, משוללי הגישה הדרוויניסטית, טוען כי התפתחות החיים לא נקבעה ע"י שכלולם של מינים נחותים, אלא מקורה היה תלוי בהתפרצויות השמדה והכחדה מיקריות לחלוטין, שעיצבו מחדש בכל פעם את מערכת בעלי-החיים והצמחים. כאמור, עפ"י הדרוויניזם, סיכויי של פרט לחישרד גדלים ככל שהוא מיטיב לחסותגל לסביבתו. עם זאת, גם פרט חסון ומוצלח יכול להיחרג בטאונה, ובמקרה כזה דווקא הפרט החלש יותר והמוצלח פחות ישרד, יעמיד צאצאים וימשיך בהתפתחות מנקודת-מוצא זו. הוא הדין גם לגבי מינים ומשפחות.

אסונות-טבע כמו רעשי-אדמה, שטפנות, בצורות, מגיפות-ענק, תקופות-קרח ופגיעות אסטרואידים בכדור"א יכולים למחוק מעל פני האדמה מינים מוצלחים (שיכלו לחמשיך ולהתפתח אלמלא האסון

במעבדתו של האל, בה הוא בוחש מדי פעם, ואח"כ בודק מה קורה...

חיבת נוסף הינו "הופעת החיים הפתאומיים". הופעתם יכולה לנבוע מ-3 מקורות:

1. בריאה פתאומית ע"י האל (הגישה של הבריאתנים).
2. מעבר בין החומר הדומם ליצור החי בהשראתו של כוח עליון. (דעתי בפירוט בגישה זו במאמר הקודם).
3. האפשרות שהחיים הגיעו לכדור הארץ ממקום אחר ביקום (אין הסבר מניח את הדעת כיצד הם החלו להתפתח שם).

חיבת אחרון אינו מניח כלל קיומו של כוח ויטאלי המחייח את הדומם. תזה זו, שהתפתחה רבות בשנים האחרונות (במיוחד כתוצאה מגילויים מרעישים בתחום הביולוגיה המולקולרית) גורסת, כי אנרגיית החיים וכל פעילותו של היצור החי, כולל המנטאלית והנפשית, מקורה בתחליכים כימיים וחשמליים. הסברה במקרה זה היא, כי המעבר בין המולקולות הדוממות הראשוניות לבין הופעת החיים הינו מעבר רציף של התפתחות כימית.

סנדרלנד ועימו בריאתנים נוספים, מתנגדים לתחליך המאקרו-אבולוציה, מאחר שלטענתו אין תחליך המיקרו אבולוציה מסוגל לחסביר בצורה נאותה כיצד שינויים מורפולוגיים קטנים, שנצרים בעקבות מוטציה, ושיפורם החדרנטי עפ"י מקדם הישרדות טוב יותר, יכולים להצביע על מעבר כה משמעותי בין יצור חד תאי, שנוצר לפני 3.8 מיליארד שנה לבין יצורים מורכבים ובכלל זה גם האדם. לטענתו, גם התפתחות של מחלקות חדשות לגמרי אינה ניתנת לחסבר אפילו בפרקי זמן של עשרות ומאות מיליוני שנים.

חבריאתנים מתבססים על ההנחה שכל עוד לא הונח כי האבולוציה הביולוגית הינה אכן שרשרת ארוכה, רצופה, נטולת קפיצות, שאין עליהן חסבר, הרי לדידם לא ניתן לקבוע, כי המיקרו יצר את המאקרו.

לטעמי גישה זו פסולה, ומשני טעמים: ראשית, את הופעת החיים הפתאומיים על כל צורותיהם לא ניתן

דוגמה לכך הינה הכחדת הדינוזאורים, שהיו יעילים ביותר בתקופתם, ולכן גם שלטו בכדור"א למעלה מ-160 מיליון שנה, ולאחר שנכחדו פיעו גומחות אקולוגיות רבות למספר יונקים זוטרים, (גודלם לא עלה בזמנו על גודלו של חתול) שיכלו מאז לחמשיך להתפתח ולהשתכלל.

מודל השמדה הפרועה - מודל זה מאופיין ע"י השמדה סלקטיבית, אולם במקרה זה אין החשמדה תלויה בכושר הסתגלותו של מין מסוים המקנה לו יתרון ויכולת הישרדות טובים יותר, אלא ביכולתם של מינים מסויימים לחישרד ולהתפתח בלחץ האקולוגי החדש שנוצר לאחר השמדה פרועה. במילים אחרות, גם מינים ששרדו לאחר הכחדה יכולים למצוא עצמם ללא מקורות מזון או בלחץ טריפה של טורף-על שחתמקם מעליהם בנסיבות החדשות.

המודלים השונים של גולד, המטיף למיקריות ולהתפתחות דטרמיניסטית, מנסים אם כך לחסביר סיטואציה אפשרית, שבה ייכחדו כל בעלי-החיים ורוב הצמחים כתוצאה מקרינה קוסמית קטלנית, מלבד מספר מינים של מקקים, שעמידותם במי קרינה זו היא גבוהה. האם ניתן כיום לקבוע, כי מקקים הם מוצלחים ובעלי כושר הישרדות טוב יותר מאשר דגי הסלמון, חזיר-חיבלות או האדם? מסופקני.

מסכת החיכדות החמוניות אינה שוללת, עפ"י גולד, את האלמנט הבסיסי בתורת דרווין - אלמנט חבריה הטבעית שבו ישרוד, ימשיך ויתפתח בעל-החיים בעל כושר ההישרדות וההתאמה המושלמת ביותר למצביו האקולוגיים המשתנים של הטבע.

החנחה כי קיומנו והתפתחותנו למין אנושי בעל תבונה גזורים כתוצאה מאוסף כה נכבד של משתנים ביולוגיים ואקולוגיים, ייתכן שממשיכה לראשונה את מיוזוג של שתי מחויות: זו של העקרון האנטרופי, שמצדד בהתפתחות תבונה ביקום, שתכיר בקיומו, וזו של חתיאוריה הדרוויניסטית, שמצדדת בשימור והפצת הגנים. ימים יגידו אם אכן נדע לשלב ביניהן וכיצד. ■

המיקר) ולחזותיר עקב כך את הזירה למינים מוצלחים מרות. דוגמה קיצונית לכך הינה הכחדה הפרמית שאירעה לפני כ-250 מיליון שנה, ובה נכחדו למעלה מ-95% מהביוסמה דאז.

ניתן, אם כן, לראות יתרונות יחסיים של פרטים ומינים מסויימים כחסרונות בולטים בסיטואציה מיקרית אחרת, למשל יכולת התנועה והחיים במים לעומת היבשה במקרה של שטוף/טקטוניות יבשתית, או במקרה של פרט נחות ו"בלתי מוצלח", המסוגל לעמוד בתנאי קרה או קרינה חזקה.

גולד מצדד לא רק בהתפתחות אבולוציונית, שמשמעותה השגת התאמה גדולה והסתגלות טובה יותר לסביבה, אלא טענתו העיקרית היא, כי לא ייתכן שמקור התפתחות בעלי חיים בכדור"א היא על בסיס שכלול מתמיד לקראת העתיד, זאת משום שהעמיד והמאורעות שיקרו בו אינם ידועים וחס נקבעים עפ"י שינויים קוסמיים, אקולוגיים וגיאולוגיים פקריים לכאורה.

מאתר שמסכת השינויים האקולוגיים שתוחז כדור-הארץ היא, פעמים רבות, תוצר מקרי של אירועים לא דווקא מקומיים, ניתן לקבוע, כי לחיים בכדור-הארץ מקוריות רבה, חן בתחליך והן בתוצאה.

גולד חילק את ההכחדות החמוניות ל-3 מודלים אפשריים:

מודל שדה האש - בהכחדה נפעים, ובצורה שרירותית, מינים רבים, לכן לכל המינים סיכוי שווה לחיכחד או להישרד.

מודל המשחק ההוגן - מודל זה טוען להשמדה סלקטיבית של אותם מינים שנחשבים לנחותים יותר, והוא מותיר לחמשך התפתחות ושיפור את אותם המינים שעברו סף התפתחות מינימלי מסוים. מודל זה הוא סביר והגיוני, אך אינו מצליח לחסביר הכחדות, שבהן נכחדו מינים טובים ונחשלים גם יחד, בעוד שמינים בינוניים בהתפתחותם שרדו.

פינת החובב - קואורדינטות שמימיות

ערן ע. אופק - מצפה הכוכבים גבעתיים

מערכת הקואורדינטות השמימית הינה הכרחית להתמצאות בשמי הלילה. הבנה בסיסית שלה נדרשת על מנת לקרוא טבלאות אפימרידים כגון אלו המופיעות במגיד הרקיע. מניסיוני למרבית האנשים קשה להסתדר עם מערכת זאת אך אותו ניסיון לימד אותי כי לא דרוש תרגול רב על מנת להבין את רזי מערכת הקואורדינטות השמימית.

הרוחב המבוקש. שימו לב כי נקודת החיתוך הנ"ל איננה בחכרת ואף לרוב לא מרכז כדור הארץ. בהגדרה הנ"ל יש פרצה והיא אותו אנך לקרקע שהזכרנו קודם לכן, האנך הנ"ל צריך להיות מאונך לאליפסואיד יחוס כלשהו שבו אנו משתמשים, מאחר וכדור הארץ בקירוב ניתן לתיאור ע"י אליפסואיד (חרבה יותר טוב מאשר ע"י כדור) כל מערכת קואורדינטות גאודטית עושה שימוש באליפסואיד יחוס, ואותו אנך שהזכרנו הינו האנך לאליפסואיד. אבל כמוכן שצורת האליפסואיד היא קירוב בלבד וקיימות סטיות של עד כ- 100 מטר מתאליפסואיד, סטיות אלו יובילו לכך שהאנך לאליפסואיד לא יתלכד עם האנך שיוגדר ע"י הגרביטציה, אך כל זאת איננו דרוש לנו לחבנת נושא המאמר.

הזמן

מסיבות שיובו בחמשך, מערכת הקואורדינטות השמימית זקוקה להגדרות של זמן, הגדרות אלו אינן הכרחיות לחבנת בסיסית של מערכת הקואורדינטות השמימיות, ודילוג על פרק זה לא יפגע בחבנת הנושא.

ניתן להגדיר ארבע מערכות זמן עיקריות: זמן שמש, זמן כוכבי, זמן אטומי וזמן דינמי.

העניק מכולם בשימוש מסיבות שאין צורך לחסביר הינו הזמן השמשי, יחידת הזמן הבסיסית שלו הינה השניה והיא נקבעה כחלק ה- 86400 של היממה השמשית הממוצעת שהיא פרק הזמן הממוצע שלוקח לשמש לעבור ממצחר למצחר. פרק זמן זה איננו קבוע והוא משתנה, הן מפאת מסלולו האליפטי של כדור הארץ סביב השמש, והן בגלל נטיית הציר של כדור הארץ. ניתן לאומר אם כן כי יממה שמשית ממוצעת

ראשית יש צורך לחסביר מספר מושגים שיעזרו לחבנת הנושא:

מערכת הקואורדינטות הגיאוגרפית

לשם ניווט על פני הארץ עושים שימוש במערכת קואורדינטות הפרושה על פני כדור הארץ, בהיבטים מסוימים מערכת זאת מורכבת יותר מהמערכת השמימית וזאת מפאת צורתו חלא כדורית של הארץ. בעיקרון, על פני כדור הארץ נעשה שימוש במערכת קואורדינטות כדורית, שבה קווי רוחב מקבילים זה לזה, קווי אורך ניצבים לכל קו רוחב ונחתכים בניחם בקטבים וכן בגבה מעל פני הכדור או כל צורת יחוס אחרת שנבחר. יש לציין כי קווי האורך הינם מעגלים גדולים, קרי מעגלים שמרכזם מתלכד עם מרכז הכדור ואילו קווי הרוחב למעט קו רוחב אפס הם לא מעגלים גדולים, קרי מרכזם לא מתלכד עם מרכז הכדור. קווי הרוחב על כדור הארץ נקבעו ביחס לציר הסיבוב של הארץ. כך שקווי רוחב $90^{\circ} \pm$ נמצאים בדיוק בנקודות שבחס ציר הסיבוב יוצא מכדור הארץ. קווי האורך לא נחנים מסימטרייה ארצית שמאפשרת את קביעתם וכידוע קו אורך אפס נילקח שרירותית מגריניץ באנגליה. למעשה הנושא מורכב חרבה יותר, ראשית כידוע כתוצאה מתנודות הקטבים, ציר הסיבוב של כדור הארץ משתנה קמעה בתוך כדור הארץ, דבר ששוב מצריך קביעה שונה לציר הסיבוב של הארץ, בדייק נחוג לקחתו כציר הסיבוב הממוצע. בעיה נוספת היא כמוכן צורתו של כדור הארץ שמערימה קושי על הגדרת קווי הרוחב. קווי הרוחב הגאודטיים נקבעים בצורה הבאה: מנקודה שבקו הרוחב שלח אנו מעונינים, מורידים אנך מחקרע לתוך כדור הארץ, וזווית החיתוך של אנך זה עם מישור המשווה של כדור הארץ (חמישור המוגדר ע"י מרכז כדור הארץ ואנך לציר הסיבוב הממוצע) היא קו

קואורדינטות שמימיות

למעשה מערכת הקואורדינטות השמימית הינה בקירוב הטלה של המערכת הארצית על פני כיפת השמיים. אבל אחד הסיבוכים של המערכת הגאודזית, צורתו של כדור הארץ אינו בא לידי ביטוי על פני כיפת השמיים ולמעשה בקירוב ראשון המערכת השמימית הינה פשוטה יותר. בדומה למערכת הארצית, גם בשמימית קווי רוחב ואורך: קווי האורך נקראים עליה ישרה (*Right Ascension*) וקווי הרוחב נקראים נטייה (*Declination*), באימרידים⁽⁹⁾ רבים נחוג לסמן אותם ב α ו δ בהתאמה. כדאי להעיר כאן כי נחוג למדוד את קווי הרוחב השמימיים במעלות, דקות קשת ($1/60$ מעלות), ושניות קשת ($1/60$ דקות הקשת), ואילו את העלייה הישרה נחוג למדוד במקום במעלות (360° במעל) בשעות של זמן (24 שעות במעל) וכך כאשר אנו נמצאים על מעגל גדול, כל שעה מייצגת 15° ($360/24$) וכל דקה של זמן מייצגת 0.25° ($15/60$) וכל שניה של זמן מייצגת 0.004166° ($0.25/60$) שחס 15 שנית קשת. זה הזמן להבדיל בין שניות/דקות זמן על פני כיפת השמים לשניות/דקות קשת על פני כיפת השמים. יתר על כן שניות/דקות קשת בנקודה אחת על פני כיפת השמים, אבל שניות/דקות זמן אינן שוות זו לזו, מאחר וקווי האורך השמימיים אינם מקבילים זה לזה ונחתכים בקטבים אוי השעה, הדקה והשניה הן פונקציה של קו הרוחב השמימי, ואם נרצה לדעת כמה מעלות תופסת שעה/דקה/שניה על פני כיפת השמים עלינו להכפיל את הקבועים שניתנו לפני מספר שורות והתייחסו כאמור למעגל גדול ב- δ COS. הקטבים השמימיים הינם הטלה של ציר הסיבוב הממוצע של כדור הארץ על פני כיפת השמים וקו רוחב אפס. המשווה השמימי (*The Equator*) הינו המעגל הגדול שבקטביו נמצאים הקטבים השמימיים. קו רוחב של נקודה שמימית הינו הזווית שיוצר שיוצא מנקודה זו (ומגיע כמובן למרכז הכדור) עם מישור המשווה. הגדרה זו פשוטה הרבה יותר מהגדרת קו הרוחב הגאודזי. קווי האורך השמימיים הם בעייתיים קצת יותר, מאחר וכיפת השמים סובבת סביב הארץ במחזור היממה הכוכבית (*Sidereal Day*), ומאחר ואנו מעוניינים שהכוכבים לא ישנו יותר מדי את מיקומם על פני מערכת הקואורדינטות השמימית. בחירת נקודה שרירותית שתגדיר את קו אורך אפס, כפי שנעשה על כדור הארץ, איננה באה בחשבון. היסטורית קו האורך השמימי אפס (עליה ישרה אפס) נקבע כמצוה של גריניץ בשעה 12:00 בצהריים ביום שוויון האביב. ובמילים פשוטות עליה ישרה אפס מגיע למצוהר כפי שנצפה על ידי צופה מגריניץ ביום שוויון האביב ב- 12:00 בצהריים, ומאחר והכוכבים נעים על פני כיפת השמים בקצב היממה הכוכבית, אזי הזמן הכוכבי בגריניץ ברגע נתון הינו העלייה הישרה הנמצאת באותו רגע במצוהר. כך ניתן להגדיר את הזמן הכוכבי המקומי (*Local Sidereal Time*) כעליה ישרה שנמצאת במצוהר באותו רגע מאותו מקום שמעניין אותנו. אפימרידים רבים וביניהם מגיד הרקיע נותנים טבלאות של הזמן הכוכבי. יותר מכך ניתן לקשור את הזמן הכוכבי והעלייה ישרה עם גודל חשוב נוסף הקרוי זווית שעה (*Hour Angle*). ניתן להגדיר את זווית השעה של כוכב בשמיים כזמן שחלף מאז המעבר האחרון במצוהר המקומי, וכך ניתן

היא פרק הזמן הממוצע שלוקח לשמש לעבור ממצוהר⁽¹⁾ (*Meridian*) אחד למשני.

בעת שכדור הארץ מסתובב סביב צירו הוא גם מקיף את השמש. ביממה אחת גומע כדור הארץ זווית של כמעלה ($360/365 = 0.985^\circ$) ב"מעגלי" שלו סביב השמש. על כן לאחר שכדור הארץ השלים סיבוב של 360° סביב צירו, השמש צריכה לגמוע עוד כמעלה בשמיים על מנת להגיע למצוהר. ועל כן למעשה היממה השמשית ארוכה מזמן הסיבוב של כדור הארץ סביב צירו בכמעלה (שמותפרשת ל- 4 דקות של זמן), פרק זמן זה ניתן למדידה למשל ע"י הזמן שלוקח לכוכב רחוק לעבור ממצוהר למצוהר ומכאן שמו: יממה כוכבית (או יממה סידרית), היממה הכוכבית שווה ל $23^{\text{h}}56^{\text{m}}04.1^{\text{s}}$ שניות (כמובן שיש לשאול אילו שניות ומתי? אבל פרק הזמן ניתן בדיוק כזה שחשאלה איננה רלוונטית).

מערכת זמן נוספת הינה הזמן האטומי (*Atomic Time*), למעשה היממה השמשית איננה יעילה למדידת זמן מאחר והיא לא קבועה, זמן הסיבוב של כדור הארץ סביב צירו משתנה⁽²⁾. ביולי 1955 נכנס לפעולה השעון האטומי הראשון. דיוק של שעונים אלו הוא מסדר גודל של 10^{-15} , וכיום הם נפוצים מאד בשימושים אזרחיים וצבאיים. יחידת הזמן היסודית במערכת זאת היא השניה האטומית (שניית ה- *System International SI*). מאחר ושעונים אלו הינם מבין המדויקים ביותר הנמצאים בשימוש⁽³⁾, ועדין לא אומצה שיטה מדויקת יותר למדידת זמן, אזי לכל צורך מעשי השעונים האטומיים נותנים זמן מדויק בצורה מוחלטת.

המערכת האחרונה הינה מערכת הזמן הדינמית והיא מבוססת למעשה על תנועת גרמי השמים. משוואות התנועה שבאמצעותם מאפשרת לנו המכניקה פתרון בעיות פיסקליות מכילות בתוכן משתנה של זמן. זמן זה ממשוואות התנועה הוא הזמן הדינמי, ולכן למעשה כל חישוב של מיקום גופים שמימיים נעשה במערכת זמן זאת. כיום מבחינה מעשית לא נמדדים הפרשי זמנים בין המערכת הדינמית למערכת האטומית, דבר המלמד שהמערכת האטומית אכן מדויקת בצורה מספיקה לרב הצרכים.

בכל מערכת זמן קיימים מספר שעונים, למשל בזמן הדינמי שעון ה- *TT* (*Terrestrial Time*)⁽⁴⁾, שעונים נוספים כגון ה- *TDB* *Barycentric Dynamical Time*⁽⁵⁾ ועוד.

לענייננו חשובים שני שעונים, הזמן העולמי המתואם *UTC* (*Coordinated Universal Time*) והזמן הכוכבי (*Sidereal Time*).

ה- *UTC* הינו השעון לשימוש יום יומי, זהו הזמן שניתן ע"י תחנות הרדיו, על מנת שיחיה נגיש ונה למדידה, ה- *UTC* רץ בקצב השעונים האטומיים (שניית ה- *SI*) אך הוא נבדל מה *TAI*⁽⁶⁾ במספר שלם של שניות. ה- *UTC* מותאם לשעון השמשי הממוצע *UT1*⁽⁷⁾ וארגון בשם *IERS*⁽⁸⁾ דואג שהחפרש בין שני השעונים לא יעלה על 0.9 שניות, וזאת ע"י חוספת או גריעת שניה מה- *UTC* ב- 31 לדצמבר או 31 ליוני כל אימת שיש צורך בכך.

$$\Delta\Phi = \frac{2\mu}{c^2 E} \frac{\sin\psi}{1 + \cos\psi}$$

כאשר Φ הינה הסטייה ברדיאנים, E הינו המרחק ארץ שמש, μ הינו קבוע הנקרא הגרויטציה התליתצנטרי (*Heliocentric Gravitational Constant*), c הוא מהירות האור ו- ψ הזווית כוכב - ארץ - שמש.

לשם המחשה במרחק של 0.25° מחשמש הסטייה עומדת על 1.866 שניות קשת, במרחק של 1° מחשמש הסטייה היא 0.466 שניות קשת ובמרחק של 90° הסטייה עומדת על 0.004 שניות קשת.

יש לציין כי הנוסחה האחרונה, איננה מביאה בחשבון את מרחקו של הגוף שפלט את האור, כך שעבור כוכבי הלכת למשל הערכים האמיתיים שונים במקצת מחמתקבל מהנוסחה.

פרלקסה

כתוצאה מתנועת כדור הארץ סביב השמש וממרחקם הסופי של הכוכבים, נראה לצופה מכדור הארץ כי הכוכבים הקרובים משנים את מיקומם ביחס לכוכבים וגלאקסיות רחוקות. תופעה זו מוכרת בשם פרלקסה (*Parallax*). הרעיון הוא שבמהלך השנה או צופים על הכוכבים מנקודות שונות, ואם מרחקם סופי, אזי מיקומם צריך להשתנות. הפרלקסה גם מגדירה את יחידת המרחק המקובלת ביותר באסטרונומיה, הפרסק (*Parsec*). פרסק אחד הינו המרחק של כוכב שמיקומו בשמיים משתנה בשנייה קשת אחת כתוצאה משינוי מיקומו של כדור הארץ (תצופה) ביחידה אסטרונומית אחת, מרחק זה שווה לכ- 3.26 שנות אור או לכ- 206,265 יחידות אסטרונומיות. וויליהם הרשל (*William Herschel*) ניסה במהלך חייו למדוד פרלקסה לכוכבים, ע"י כך שחיפש כוכבים כפולים לא מתוך אמונה כי יש ביניהם קשר פיסיקלי, כי אם מתוך אמונה כי אין ביניהם קשר והוא יוכל למדוד תנועה פרלקטית של אחד מהם ביחס לשני. הוא נכשל במשימה זאת, אך בסוף חייו תוצאותיו הראו במפורש כי רבים מהכוכבים שבחס צפה הינם מערכות כפולות פיסיקליות. בשנת 1848 פרדריק וילהלם בסל (*Friedrich Wilhelm Bessel*) מדד בפעם הראשונה פרלקסה לכוכב מחוץ למערכת השמש, הכוכב היה 61 בקבוצת ברבור. פרט לכך שהפרלקסה חשובה למדידת מרחק הכוכבים היא גם מוזיחה את הכוכבים על פני רשת הקוארדינטות השמימיות. נהוג לחלק את הפרלקסה לפרלקסה השנתית (*Annual Parallax*), שעליה דנו עד עתה, ולפרלקסה היומית (*Diurnal Parallax*), שהיא החיסט של מיקום הגוף בין צופה דמיוני במרכז כדור הארץ לבין צופה בנקודה כלשהי על פני כדור הארץ. תופעה זו קטנה מדי מכדי לחימדד עבור הכוכבים אבל הינה משמעותית עבור כוכבי הלכת. נהוג להגדיר גודל הנקרא פרלקסה אופקית (*Horizontal Parallax*), שהיא הזווית שבה ישתנה מיקומו של כוכב לכת עבור צופה הנע ממרכז כדור הארץ לנקודה על כדור הארץ שבה כוכב הלכת נמצא על האופק. עבור הגוף הקרוב ביותר לכדור הארץ

לאומר כי $H.A. = L.S.T. - R.A.$ כאשר $L.S.T.$, $H.A.$ ו- $R.A.$ הם זווית השעה, הזמן הכוכבי המקומי והעלייה ישרה בהתאמה. כמוכן שהמערכת אינה פשוטה כלל ועיקר כמו התיאור שניתן כאן תגדרת המערכת השמימית לצרכיה האמיתיים של האסטרונומיה הינה מורכבת יותר ונאר את יסודותיה באחד הסעיפים הבאים. עתה נסקור בקצרה את הגורמים החשובים ל'הזויות' הכוכבים מ'מיקומם'.

פרציה ונוטציה

כידוע תנועתו של כדור הארץ במרחב הינה מסובכת, התנועות החשובות שבהן הפרציה השמשית ירחית (*Luni-Solar precession*), הפרציה הפלנטרית (*Planetary precession*) והנוטציה (*Nutation*) גורמות לכוכבים לנוע על פני מערכת הקוארדינטות השמימית. הכוכבים עצמם כמוכן מקיפים את מרכז הגלאקסיה וכן ותנועתם זו משתקפת בשינוי איטי של מיקומם על פני כיפת השמיים, תנועה זו קרויה התנועה העצמית (*Proper Motion*). על כן נהוג לרשום על מפות כוכבים את תקופת חייוס *Epoch* שאליה מתייחסת המפה, תקופת ירוס מקובלות הן $B1950$ ו- $J2000$ (10) למעשה בתקופת ירוס שונות אנו מתייחסים לנקודות שוויון (*equinox*) שונות.

האברציה

במאה ה-18 גילה האסטרונום האנגלי ג'יימס ברדלי (*James Bradley*) כי מיקום הכוכבים בשמיים משתנה במהלך השנה. כדור הארץ מקיף את השמש במהירות של כ- 30 ק"מ לשניה, ואילו האור נע במהירות של 299,792,458 ק"מ לשניה, כמו טיפות גשם הנפלות בזווית על חלונה של מכונית נוסעת כך גם נופל האור בזווית על כדור הארץ, תופעה זו נקראת *Aberration*. כוכב הנמצא במאונך לכיוון תנועת כדור הארץ יראה לנו מוסט ממיקומו 'האמיתי' בשיעור של כ- 20 שניות קשת⁽¹¹⁾, וכוכב שכדור הארץ נע ביכונו יראה במקומו 'האמיתי'. נהוג לחלק את האברציה לאברציה העגומת כתוצאה מסיבוב הארץ סביב השמש - *Annual Aberration* ולאברציה כתוצאה מסיבוב הארץ סביב צירו - *Diurnal Aberration*, האמפליטודה של זו האחרונה אינה עולה על כשליש שנייה קשת.

עיוות כבידתי של מסלול קרני האור

אלברט איינשטיין (*Albert Einstein*) חזה כי קרן אור מסלולה ישתנה בנוכחות שדה כבידה, ואכן הדבר הודגם באופן מעשי בעת תצפית על מיקומו של כוכב בעת ליקוי חמה שתרחש במאי 1919. בדורט ניתן לצפות בסטייה זו בקלות באמצעות אינטרפרומטרי רדיו (*Radio Interferometers*), ואכן פומלונט (*Fomalont*) וסרמק (*Sramek*) אימתו ב- 1975 את התחזית של איינשטיין בדיוק של 1%.

תורת היחסות הכללית של איינשטיין חוזה כי השינוי במקומו של כוכב יהיה:

זמן קצרים. מייזרים של מימן יכולים לשמש שעונים בדיוק של 10^{-15} . בשנים האחרונות מסתמנת מגמה של שימוש אפשרי של ה- *millisecond pulsars* כסטנדרטים של זמן.

(4) - *Terrestrial Time - TT*, לפני 1992 נקרא TDT
Terrestrial Dynamical Time, ולפני 1976 נקרא ET
Ephemeris Time.

(5) - *Barycentric Dynamical Time - TDB*, זהו למעשה ה- *TT*, כפי שנמדד לצופה ממרכז המסה *Barycenter* של מערכת השמש, ההבדל בין שני השעונים הינו תיקון שנובע מתורת היחסות הכללית של אינשטיין, ההפרש המקסימלי בין ה- *TT* וה- *TDB* הינו כ- 1.7×10^{-3} שניות.

(6) - *International Atomic Time - TAI*, ממוצע משוכלל של כ- 150 שעונים אטומים על פני כדור הארץ מגדיר את הזמן האטומי הבינלאומי שחיוו הבסיס לשעונים רבים אחרים. הזמן האטומי הבינלאומי מתייחס לזמן על פני גאואיד מסתובב בגובה פני הים.

(7) - *UT1* - זהו שעות שמבוסס על השנייה השמשית ועל השמש הממוצעת מתוקן לתנודות הקטבים (בניגוד ל- *UT0*, שאיננו מתוקן לתנודות הקטבים).

(8) - *International Earth Rotation Service - IERS*, ארגון זה החל לפעול ב- 1 לינואר 1988 תחת גגו של הארגון האסטרונומי הבין לאומי *IAU*, ארגון זה אחראי גם למדידות של סקלות הזמן השונות ותנודות הקטבים.

(9) - *אפימרידים* - טבלת מיקומו של גוף שמימי.

(10) - *תקופות יחוס מקובלות* - ניתן לנת קוארדינטות של גוף שמימי לתקופות יחוס שונות וכן לנקודות שוויון שונות, לדוגמה ניתן להתייחס לתאריך העכשווי *Epoch of Date*, לשנת 2000 או לכל זמן אחר שנרצה, כאשר נקודת השוויון יכולה להיות מתוקנת או לא מתוקנת לנטיצה. ה- *J* או ה- *B* שלעתיים נראים לפני השנה מתייחסים למערכת של שנים שבה עובדים *J* עבור *Julian* ו- *B* עבור *Besselian* (על שמו של *F. W. Bessel*), לשם דוגמה *J2000.0* הינו תקופת הייחוס המומלצת כעת והיא מתייחסת ל- 1.5 בינואר שנת 2000 ולפי שעות ה- *TDB*.

(11) - *קבוע האברציה* - האברציה המקסימלית כאשר כדור הארץ במרחק של יחידה אסטרונומית מחשמש הינה 20.496 שניות קשת. יש לציין כי האברציה הינה אמנם תופעה קלאסית אך יש לה תיקון יחסותי.

(12) - *International Astronomical Union - IAU*, האיגוד האסטרונומי הבינלאומי.

(13) - *DE200/LE200* - אינטגרציה נומרית של משוואות התנועה כפי שחושבו במעבדות לחינוע סילוני *JPL* (Jet Propulsion Laboratory) עבור כוכבי הלכת, הירח והאסטרונומיים הגדולים ■

, הירח זווית זו שווה לכ- 54 דקות קשת, במרחקו הממוצע של הירח מכדור הארץ.

קוארדינטות טופוצנטריות

כאשר עסקינן בקוארדינטות שמימיות של גוף קרוב כפי שנצפה ע"י צופה מפני כדור הארץ, עלינו להביא בחשבון את הפרלקסה האופקית שלו וגורמים נוספים. קוארדינטות טופוצנטריות (*Topocentric Coordinates*) של אובייקט הינן קוארדינטות שמימיות של גוף כפי שנצפה לצופה מפני כדור הארץ, וזאת בניגוד לקוארדינטות גאוצנטריות (*Geocentric Coordinates*) שהם קוארדינטות של אובייקט לצופה ממרכז כדור הארץ. כשאנו באים לחשב קוארדינטות טופוצנטריות עלינו להביא בחשבון כאמור את הפרלקסה האופקית, את תנודות הקטבים (*Polar Motion*) ואת שבירת קרני האור באטמוספירה של כדור הארץ (*Refraction*).

בחזרה למערכת הקוארדינטות השמימית

על מנת להגדיר מיקומו של גוף בשמיים יש צורך כאמור במערכת קוארדינטות. למעשה ההגדרה שנתנו קודם הינה קירוב טוב בלבד, אך לצרכים מעשיים מערכת הקוארדינטות השמימית מוגדרת כיום ע"י קטלוג כוכבים בשם *FK5*. קטלוג זה יחד עם אוסף קבועים אסטרונומיים בשם *IAU 1976 System of Astronomical Constants* (12), ועם מודל מתמטי של הנטיצה בשם *IAU 1980 theory of nutation*, מגדירים למעשה את מערכת הקוארדינטות השמימית. מיקום הכוכבים בקטלוג כוכבים זה יחד עם על הקבועים האסטרונומיים הנחוצים המגדירים את הגורמים שחזרנו קודם וגורמים אחרים, מגדירים את מערכת הקוארדינטות השמימית. נקודת השוויון (*equinox*) של קטלוג זה נקבעה כך שתהייה קרובה מאד לנקודת השוויון שהגדרנו קודם, וכן לנקודת השוויון של מערכות קוארדינטות שמוגדרות לחישובים מעשיים של מיקום כוכבי הלכת. נקודת השוויון של הקטלוג (*Catalog equinox*) נקבעה כך שתהייה זומחה מאד לנקודת השוויון הדינמית (*Dynamical equinox*) של אפימרידים של מערכת השמש כדוגמת ה- *DE200/LE200* (13). ■

מושגים

(1) - *מצהר* - מלשון קו הצחרים, קו דמיוני על פני כיפת השמיים שיוצא מהדרום דרך הזניט ועד הצפון.

(2) - *קצב סיבוב הארץ סביב צירו* - קצב סיבוב הארץ סביב צירו איננו אחיד, הוא משתנה כתוצאה מסיבות רבות כגון, כוחות הגאות של הירח, החלפת תנע בין מערכת הרוחות העולמית וכדור הארץ, רעידות אדמה, שינוי מומנט ההתמד של הארץ ועוד.

(3) - *סטנדרטים של זמן* - קימות שיטות רבות למדידת זמן בדיוק גבוה. שעונים המבוססים על גביש קוורץ שגפיותם גדולה מאד, דיוקם על 10^{-4} עד 10^{-13} . השעון האטומי שמבוסס על מעברי אלקטרונים במבנה החיפר דק באטום הצסיום 133, דיוקו כ- 10^{-13} , לפרקי

איך עוצרים את זחילת הלוח העברי

נתן פינסקי, סנהדריה, ירושלים

I. מצבו של הלוח היום

תוצאה של צבירת הפרשי אורך השנים העברית והגריגוריאנית במשך זמן די ארוך.

הלוח העברי היום נמצא במחזור ה - 303, ז"א אפשר להניח שבמשך התקופה הזו ראש השנה ותג הפסח זזו קדימה משנת התוחו יותר מ - 27 יום (11: 303), ויש סברה ממשית שחג הפסח כבר עזב את חודש האביב, היות והלוח הגריגוריאני היום נחשב כלוח שנה שימשית די מדויק.

משום כך מתרבים בעת האחרונה דיבורים על צורך להכניס תיקון ללוח העברי, אשר ימנע חריגה כזו.

II. הצעות מגירה

לפי המסורת היהודית, אחרי שנקבע כללי הלוח אין נוגעים בהם עד באו של גואל צדק אשר יחזיר את שיטת העדים העתיקה לקביעת ראשי חודשים. ואז כל בעיות הלוח ייעלמו כאילו לא היו. אלא משום מה הגאולה מתמהמהת ואנשים מתחילים לדאוג מה יהיה עם תג הפסח אשר הולך ומתקדם עוד ועוד בריצת הזמן, בהשאירו את האביב מאחוריו.

כך נולדו כמה הצעות תיקון שבינתיים נחות במגירה, היות ואין היום רשות עליונה מוסמכת ומורכבת על ידי העם היהודי כולו שייטול יוזמה להנהיג רפורמה בלוח. שתי הצעות כאלה, השייכות ל - צ. ה. יפה, תוארו בספר "שערים ללוח העברי" (המתבר ר. שר-שלום).

הראשונה מהן מתבססת על שינוי סדר השנים המעוברות בתוך מחזור הלבנה (הקטן).

לפי ההצעה השנייה בין כל 17-18 מחזורי לבנה רגילים בני 19 שנה מכניסים מחזור מקוצר בן 11 שנה.

אלא שלשתי ההצעות הללו ישנן מגרעות רציניות. העיקרית בהן - הפרה גסה של כללי הלוח, המתקיימים מאות בשנים בלי אף תקלה. הצעות משבשות כל הליך החישוב, אחיד ופשוט, שלפיו מסדרים את רצף השנים על סוגיהן. החיסרון השני הוא קיפאון המצב. הצעות אלה מונעות לכאורה

מי שתג פעם את יום ההולדת שלו ה - 19 או ה - 38 או ה - 57 (ואפילו ה - 76 או ה - 95) אולי שם לב שביום זה נפגשים שוב ושוב התאריכים העברי והבינלאומי (הגריגוריאני) בדיוק של יום אחד. הדבר נובע ממבנהו המיוחד של הלוח העברי, אשר מצד אחד קובע את התודשים לפי תופעות הירח ומצד השני בוטה את השנים, כך שחודש ניסן יהיה תמיד צמוד לעונת האביב. אלא שאלה היא אם גם אחרי מאות שנים נשמר הדבר.

אלה מחכמינו ז"ל שקבעו את כללי הלוח ועסקו בו עוד בזמנם ציינו את העובדה שלוח העברי מאחר לגבי הלוח היוליאני שהיה אז בשימוש בלעדי (במסורת יהודית הוא ידוע כחשבון דרבי שמואל).

אחרי שהעולם עבר ללוח הגריגוריאני קרה ההיפך - הלוח העברי, שבו השנה הממוצעת, היתה קצת יותר ארוכה משנת הלוח הגריגוריאני, מקדים אותו, כך שבמשך מאות ואלפי שנים מצטבר עודף רציני, הדוחף את תג הפסח בכיוון הקיץ ואת ראש השנה בכיוון החורף.

האנציקלופדיה העברית¹ וגם ספרים רבים אחרים הדנים בענייני הלוח² מביאים תוצאות החישוב התיאורטי של ההפרש. במשך 216 שנה, ז"א במשך כ - 11 מחזורי לבנה (19: 216) מצטבר הפרש עד יום אחד שלם.

טבלה א', שנבנית על סמך לוחות רב - שנתיים במשך 500 שנה רצופות, החל מהמאה ה - XVII (שבה התחילו להשתמש בלוח הגריגוריאני) ועד המאה ה - XXII (סוף האלף השישי לפי הלוח העברי), מראה שאמנם כך הדבר גם מן הצד המעשי. אם ראש השנה של התחלת מחזור הלבנה במאה XVII חל בסוף חודש ספטמבר, אותו ראש השנה במאה ה - XXII חל כבר ביומיים יותר מאוחר לפחות. הדבר אומר שיש זחילה של כל ראשי השנים של המחזור לכיוון החורף. וכך גם עם תג הפסח, אשר זוחל בכיוון הקיץ. תופעת הזחילה, הנוגעת לכל שנות המחזור בלי יוצא מן הכלל, היא כאמור

¹ ראה ערך "לוח", כרך כ"א, ע" 343.

² כגון: "על השמינית" של י. לוינגר.

19 השנים שלו זוחל קדימה כגוש אחד אחרי ראש השנה הראשונה של המחזור ואין בהצעות הנידונות דבר המונע זאת.

זחילה נוספת של תג הפסח, אבל אינן מחזירות אותו לימי אביב הקודמים כפי שהיה בשנים רחוקות. יותר מזה, עצירת הזחילה היא אכן למראית עין רק, שכן כפי שניתן ללמוד מטבלה א' כל המחזור על כל

טבלה א'

תאריכי ראש השנה וחג הפסח לפי הלוח הגריגוריאני

| תאריך גריגוריאני של ראש השנה | שנת המחזור | תאריך גריגוריאני של יום א' דפסח |
|------------------------------|------------|---------------------------------|
| :<***XVII**>: | המאה | :<***XVII**>: |
| :<***XVIII**>: | | :<***XVIII**>: |
| :<*****XIX*****>: | | :<*****XIX*****>: |
| :<***XX**>: | | :<***XX**>: |
| :<***XXI**>: | | :<***XXI**>: |
| :<***XXII**>: | | :<***XXII**>: |
| :09a:10a:11a:12a:13a:---: | 01 | :30s:01o:02o:03o:04o:---: |
| :29m:30m:31m:01a:02a:---: | 02 | :19s:20s:21s:22s:23s:24s: |
| :17a:18a:19a:20a:21a:---: | *03* | :08s:09s:10s:11s:12s:13s: |
| :06a:07a:08a:09a:10a:---: | 04 | :27s:28s:29s:30s:01o:---: |
| :26m:27m:28m:29m:30m:---: | 05 | :16s:17s:18s:19s:20s:---: |
| :---:14a:15a:16a:17a:18a: | *06* | :05s:06s:07s:08s:09s:---: |
| :---:03a:04a:05a:06a:07a: | 07 | :---:24s:25s:26s:27s:28s: |
| :21a:22a:23a:24a:25a:26a: | *08* | :---:13s:14s:15s:16s:17s: |
| :10a:11a:12a:13a:14a:15a: | 09 | :01o:02o:03o:04o:05o:06o: |
| :30m:31m:01a:02a:03a:04a: | 10 | :20s:21s:22s:23s:24s:25s: |
| :18a:19a:20a:21a:22a:---: | *11* | :09s:10s:11s:12s:13s:14s: |
| :07a:08a:09a:10a:11a:---: | 12 | :28s:29s:30s:01o:02o:---: |
| :27m:28m:29m:30m:31a:01a: | 13 | :17s:18s:19s:20s:21s:---: |
| :15a:16a:17a:18a:19a:20a: | *14* | :06s:07s:08s:09s:10s:11s: |
| :---:05a:06a:07a:08a:09a: | 15 | :25s:26s:27s:28s:29s:30s: |
| :24m:25m:26m:27m:28m:29m: | 16 | :---:15s:16s:17s:18s:19s: |
| :12a:13a:14a:15a:16a:17a: | *17* | :03s:04s:05s:06s:07s:08s: |
| :01a:02a:03a:04a:05a:06a: | 18 | :22s:23s:24s:25s:26s:27s: |
| :20a:21a:22a:23a:24a:---: | *19* | :11s:12s:13s:14s:15s:16s: |

החודשים סומנו באותיות כדלקמן: = שנה מעוברת---NN*

= חודש ספטמבר--s
= חודש אוקטובר - o
= חודש מרץ -----m
= חודש אפריל ----a

III הצעת חלופה

הפתרון המוצע והמתואר הלאה מתבסס כולו על העקרונות הקיימים בלוח העברי כדלקמן.

א. הורדת חודש מול הוספתו

בדומה לכך שאנו מוסיפים חודש שלם של 30 יום (אדר א') כאשר מצטבר הפרש שלילי בסדר גודל כזה בין אורך של מספר שנים שמשיות לבין אורך אותו מספר שנים ירחיים (וזה קורה בערך כל שלוש שנים), כך יש להוריד (או יותר נכון להימנע

מלהוסיף) אותו חודש, כאשר הפרש, הפעם חיובי, יגיע בהצטברות השנים לאותם 30 ימים. בחישוב גס הדבר יקרה בתחילת האלף השביעי (6370 = 11 x 19 x 30), המספר 11 הוא מספר מחזורי לבנה הנזכר למעלה, הגורם להפרש של יום אחד).

יותר מדויק את השנה ניתן לקבל מהיחס של 123 השנים המעוברות לסך הכל 334 שנים במחזור. היחס הזה - 123/334 מובא באנציקלופדיה העברית כיחס יותר קרוב לדיוק מוחלט מהיחס 7/19 שעליו מתבסס הלוח העברי של היום. דהיינו, אם ניקח

ג. מורידים את חודש אדר א'

כפי שנהגים היום להוסיף בשנה המעוברת את חודש אדר א' כחודש שלושה עשר, כך גם לפי ההצעה זך יש להוריד מאחת מ - 7 השנים המעוברות של מחזור לבנה לפי הבחירה את אותו חודש אדר א', ועל ידי כך קובעים שהשנה הנבחרת הזו תהיה שנה פשוטה בת 12 חודשים.

ג. השנה הנבחרת היא השנה האחרונה (ה - 19) של מחזור הלבנה

היות ובחרנו את חודש אדר א', כחודש להורדה יש כעת לקבוע את השנה שממנה מורידים את החודש. מ - 7 השנים המעוברות של המחזור המתאימה ביותר לתיקון היא שנתו האחרונה ה - 19. היותה מעוברת היא נמצאת בתפר בין שני מחזורים סמוכים והתיקון אינו נוגע לכל השנים של המחזור למעט 7 חודשים אחרונים שלו. נבדוק את תוצאותיה של הבחירה הזו.

בלוח העברי ידועים לנו 14 מיני שנים הנקראים "קביעות" והמסומנים בשלוש אותיות. הקביעות האלה וסימניהן מובאות כאן בטבלה ב'.

טבלה ב'

סוגי השנים וקביעותיהן

| קביעות השנה | | | | | | | סוג השנה |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| זשה | זחג | השג | החא | גכז | בשז | בחה | שנה מעוברת |
| זשג | זחא | השא | הכז | גכה | בשה | בחג | שנה פשוטה |

לפיכך כאשר מחליטים על ביצוע התיקון, יש לחפש בין המחזורים מחזור כזה אשר שנתו האחרונה היא בעלת אחת משש הקביעות הכשרות לתיקון.

ד. מולד ראש המחזור

נשאר לנו לבדוק מה יקרה עם ראש השנה הראשון אחרי התיקון. היות וחודש תשרי (כמו שאר החודשים והשנים אשר יבואו אחריו) קופץ אחורנית בחודש, המולד שלו ישתנה ויהיה זהה למולד של חודש אלול שלפניו לולי התיקון. על השאלה הנשאלת - אם הדבר אפשרי - התשובה היא כן.

ראשית, נשתמש בשרשרת סימנים "את-בש-גר-..." כדי לבדוק אם לא הופר הכלל "לא אדיו ראשי". לפי הסימן השלישי בשרשרת יום השבוע, שבו חל ראש השנה, וזה ליום השבוע של ג' דפסת, באותה מידה של וודאות ניתן לצפות שבאחת מהמחזורים יתקיים כל זה לגבי ראש השנה בצירוף עם תנאי השרשרת.

תקופה של 334 מחזורי לבנה (ז"א 6346 שנה) מספר שנים מעוברות בתקופה הזו תיאורטית צריך להיות 2337 (123 x 19, במקרה זה 19 הוא מספר מחזורים בני 334 שנה), כאשר למעשה יהיה 2338 (334 x 7) שנים, ז"א יש לנו שנה מעוברת אחת מיותרת, ולכן אם כעת נוריד משנה הזו המיותרת חודש אחד, בזה הופכים אנו אותה השנה לשנה פשוטה, ומחסלים בכך את ההפרש המצטבר במשך אותה תקופה.

פעם בששת אלפים שנה מותר, אני מגיח, לעשות כדבר הזה בתנאי שכללי בניית הלוח לא יגעו ויתקיימו כדין. ואכן כפי שיתברר הלאה, הכללים אינם נפגעים והם נשמרים לתקופה נוספת של ששת אלפים שנה עד התיקון הבא. וכך אפשר להמשיך לנהל את הלוח עד אין סוף (אגב גם הלוח הגריגוריאני טעון תיקון של יום אחד פעם ב - 3400 שנה).

כפי שנראה הלאה אין זה קריטי להוריד את החודש דווקא במחזור ה - 334. ניתן לעשות זאת גם באחד מהמחזורים הקרובים, נגיד במחזור ה - 315, שבו מסתיימים ששת אלפים שנה מהיום, אשר ממנו התחילו לספור את השנים לפי הלוח העברי.

כאשר אנו מורידים את החודש אדר א' משנה האחרונה של המחזור, הדבר גורם לכך שכל שבעת החודשים הבאים אחריו (החל מחודש אדר ב') וכל המחזורים הבאים אחרי שנה זו זזים אחורנית בחודש. בין החודשים שזזו נמצא גם חודש ניסן עם הכלל שלו "לא בדיו פסח". בפעולה הזו, המבוצעת פעם בששת אלפים שנה אנו מחזירים את החג לחודש האביב השימשי בלי שהכלל הזה הופר.

זאת רואים מטבלה ב', לפיה הקביעות של השנים המעוברות מוחלפות בקביעות של השנים הפשוטות הרשומות מתחתיהן - לבד מהשנה בעלת קביעה 4, כל ששת מיני השנים האחרות כשירות הן לתיקון המוצע, כי לא יום השבוע של ראש השנה ולא מספר ימים בחודש חשוון וכסלו אינם משתנים ביחס לשנה המוחלפת. רק חג הפסח משנה את יומו השבועי, בהישאר במסגרת אותו הכלל הנזכר לעיל.

למעשה לא יחול שום שינוי מהותי בשיטות חישובי המולדות אשר השתמשו בהן עד התיקון. פשוט יש רק לזכור להפחית את זמן המולד בשארית של חודש אחד, השווה ליום אחד 12 שעות ו - 793 חלקים (או 44 דקות וחלק). ממבט אחר אפשר להגיד, שנקודת המוצא (הידועה בכינויה - בהר"ד), העומדת ביסוד החישובים, זוהי ממקומה לנקודה חדשה.

1. בדיקת ההצעה

בטבלה ג' הובאו עבור כמה שנים ומחזורים דוגמאות חישובים לבדיקת כשירותם לתיקון המוצע. כפי שרואים לא כולם עונים על דרישות וקריטריונים של ההצעה. אבל מבחינה עקרונית לא נמצאו בה שום סתירות. לפיכך נדמה לי שהצעה שתוארה למעלה מצליחה להוכיח את נכונותה. התוצאה של פעולת התיקון שתוארה היא זאת שתג הפסח הוחזר למקומו לחודש האביב השימשי. ובכך נמנעת חריגה שלו ונשמרת מצוות חג מפסח בזמנו לדורות רבים הבאים אחריו. כמוגן החלטה סופית יכולה להתקבל רק אחרי בדיקה יותר מעמיקה ויותר מדויקת של ההצעה שתוארה לעיל. ■

שנית, צריך לזכור שמדובר בראש השנה הראשונה של מחזור, הנקרא ראש המחזור. לגבי ראשי מחזורים קיים "לוח של ס"א ראשים", אשר מראה 61 צירופים של קביעות לגבי כל 19 שנה של מחזור הלבנה הלוח, שנתגלה במאה ה - XIII קובע א. שאין יותר צירופים מעבר ה - 61 האלה. ו - ב. שלכל מולד ניתן למצוא את ראש המחזור שלו.

ראייה נוספת בעניין טבעת מהדברים המתוארים במאמרי "מתי נפגשים החודש עם המולד במאמרי הזה חקרתי התנהגות המולדות במשך המחזור הענק של 689472 שנה (או 36288 מחזורי לבנה). במאמרי נקבע שבמשך תקופה זו כל מולד חוזר על עצמו 47 פעמים, אולם כל פעם צמוד לחודש אחר. וכך קורה שעם אותו חודש המולד נפגש 3-4 פעמים. וחודש תשרי אינו יוצא דופן מהתופעה הזו. ולכן אותו מולד שפעם הופיע עם חודש אלול עבור כמה עשרות אלפים שנה (המספר המדויק התיאורטי הוא 73348 שנה) יופיע עם חודש תשרי לולי התיקון. התיקון רק גורם לכך שהמולד של החודש תשרי הרחוק כאילו הוזז לאחור והוא מופיע לפני זמנו התיאורטי.

ה. חישוב המולד אחרי התיקון

טבלה ג'
תוצאות בדיקת ההצעה

| 334 | 329 | 324 | 319 | 314 | 309 | המחזור הנבדק |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------------------|
| ר"ש מ"ו | ר"ג א" | ר"ק נ"ו | ר"ס א" | ה' תתקס"ו | ה' תתע"א | שנת התיקון * |
| 6346 | 6251 | 6156 | 6061 | 5966 | 5871 | קביעתה |
| השג | זחג | זחג | זשה | בחג | בחג | לפני התיקון |
| השא | זחא | זחא | זשג | בחג | בחג | אחרי התיקון |
| 335 | 330 | 325 | 320 | 315 | 310 | המחזור הבא |
| ר"ש מ"ז | ר"ג ב" | ר"ק נ"ז | ר"ס ב" | ה' תתקס"ז | ה' תתע"ב | השנה הבאה אחרי התיקון * |
| 6347 | 6252 | 6157 | 6062 | 5967 | 5872 | |
| 4-13-214 | 5-02-479 | 5-15-744 | 6-04-1009 | 6-18-194 | 7-07-459 | לפני התיקון המולד |
| הכז | הכז | השא | זשג | זשג | זשג | הקביעה |
| 3-00-501 | 3-13-766 | 4-02-1031 | 4-16-216 | 5-05-481 | 5-18-746 | אחרי התיקון המולד |
| גכה | הכז | הכז | הכז | הכז | זחא | הקביעה |
| ג' | ג' | ג' | ה' | ה' | ה' | יום השבוע |
| ג' | ה' | ה' | ה' | ה' | ש' | ג' דפסח |
| כ | לא | לא | כ | כ | לא | א' דראש השנה |
| | | | | | | שנים כשירות לתיקון *** |

הערות:

* השנה ה - 19 של המחזור.

** השנה הראשונה של המחזור הבא אחרי התיקון.

*** השנים הכשירות הם אלה אשר עונות על תנאי השרשרת "....גר-...."

התכסויות ירחי צדק

ערן ע. אופק - מצפה הכוכבים גבעתיים

משמאל: הירח איז חולף על רקע המערכת
בחגורת העננים של צדק. התמונה צולמה על ידי
היאג'ר 1.



ט לסקופ בקוטר של 40 מ"מ,

זהו המינימום ההכרחי הדרוש לחובב האסטרונומיה על מנת לצפות בתופעות של ירחי צדק. כיום, עשרות חובבי אסטרונומיה ברחבי העולם, מתזמנים תופעות אלו.

אפילו היום בעידן החלל משמשים יחד עם צילומים שנעשו מחלליות למיפוי אזורים אלו.

בחדש ינואר של שנת 1610 גילה גלילאו את ארבעת הירחים הגדולים של צדק: איו, אירופה, גנימד וקליסטו. ב-1676 בעת שעקב אחר חליקויים של הירחים הגלילאניים עם צדק חישוב האסטרונום הדני רומר (*Ole Romer*) (1) את מהירות האור ע"י השינוי המצטבר בזמן חליקויים כתוצאה מחשיטי במרחק של חארץ מצדק.

ירחי צדק וצדק מתנהגים כמו מערכת שמש קטנה ומחירה. עדיין אין באפשרותנו לחזות את התנהגות המורכבת של ירחי צדק בצורה מושלמת, וזאת מאחר וחס מגיבים גרביטציונית אחת לשני ואפילו לכוכבי לכת שחולפים בקרבת מקום. אבל לשם תכנון משימות כמו משלוח החללית גלילאו (ראח כלכ כוכבי אור, כך 23 גליון 3 עמ') יש צורך בידיעה מדויקת עד כמה שאפשר את מיקום הירחים. בנוסף לכך, שינויים במסלולם של איו ואירופה נותנים לנו רמזים על פיזור האנרגיה בתוך ירחים אלו, כתוצאה מכוחות הגאות האדירים שמפעיל עליהם צדק, ומכאן ניתן ללמוד על המבנה הפנימי שלהם.

בשנת 1910 פירסם סמפסון (*R. A. Sampson*) תאוריה אנליטית לתיאור המסלול של הירחים הגלילאניים (ותאור המסלול הוא בצורה של סכום של פרטורבציות⁽²⁾) שלכל פרטורבציה יש את האמפליטודה שלה, זמן המחזור שלה והפרש המופע שלה. בשנת 1980 פירסם ליסאק (*J. H. Lieske*) מחמעבדות לחינוע סילוני *J.P.L.* תיאוריה אנליטית חדשה בשם E2, ובשנת 1987 פירסם שיפורים לתיאוריה הנ"ל הידועים בשם E2c3.

ד"ר ג'ון וסטפול (*John E. Westfall*) מ-A.L.P.O.⁽³⁾ משווה תצפיות חובבים לשתי התיאוריות הנ"ל. אם הירח לא ימצא במקומו החזוי, ותגלה סטייה זו

כמאה ה-18 תובב האסטרונומיה וויליאם הרשל (*William Herschel*) גילה למעלה מ-2500 ערפיליות וצבירים, כמה אלפי כוכבים כפולים, מיפה טופוגרפית את פני הירח באמצעות מדידת אורך הצל של הרים על הירח ובעת חיפוש שיטתי אחר כוכבים כפולים גילה את כוכב הלכת אורנוס. וויליאם הרשל היה חובב אסטרונומיה, אולי הגדול בכל הזמנים. מאז חלפו 200 שנה והיה אולי תגיני לחשוב כי מקומם של תובבי האסטרונומיה ידעך עם השנים. לאסטרונומים המקצועיים של ימינו יש יותר מדי אובייקטים מעניינים ועצמים חשובים שאחריהם עליהם לעקוב בקפדנות. באמצעות הטלסקופים הנייחים שלהם, הם חוקרים אובייקטים חיוורים באמצעים שחולכים ומשתכללים מדי יום. אך הטלסקופים שלהם לא תמיד זמינים לאירועים בלתי צפויים ובהחלט לא נייחים לאירועים מקומיים. בצורה זו חולף לאיבוד מידע רב על עצמים "בחירים", וכן על תופעות שדורשות סובלנות אין קץ. כיום רוב השביטים, הנטות וסופרנטות החוץ גלאקטיות מתגלות ע"י תובבי אסטרונומיה. תובבי אסטרונומיה ברחבי העולם מבצעים מדידות מיקרומטריות של כוכבים כפולים שהינם קריטיים לשם "שקילת" כוכבים, תובבי אסטרונומיה מגלים מספר לא מבוטל של אסטרואידים וכוכבים משתנים. למעלה מרבע מיליון תצפיות ויזואליות נערכות מדי שנה על כוכבים משתנים. משתנים שמתפרצים אחת לתקופה ארוכה מנותרים בקפדנות על מנת שהאסטרונומים יוכלו לחקור אותם בעת התפרצות. תובבי אסטרונומיה משלימים את התצפית הספקטרלית בתחום האופטי ללויני מחקר אסטרונומי. מטרות מטאורים נצפים ע"י תובבים חן אופטית וחן ברדיו. בחירותם של שביטים רבים נאמדת ויזואלית. תובבים בעולם מבצעים מדידות אסטרוטריות של שביטים ואסטרואידים לשם קביעת מסלולם. התכסויות של כוכבים בירח ע"י אסטרונומים תובבים מנותחות מדי שנה לשם קביעת הסטייה של הירח ממסלולו החזוי וכן לשם שיפור מפות הפרופיל של הירח. אפילו הירח לא הונח. צילומים ומדידות של אורך הצל באזורים שמיפויים הטופוגרפי אינו מספק

כיום, ווסטפול כל תופעות הכניסה והיציאה מהצל (תופעות 3 ו 4), מנותחות ע"י ד"ר ווסטפול, כאשר בעתיד הוא מתכנן לעת גם את יתר התצפיות שקיבל. ואשר אלינו? לצופים מישראל יש את האפשרות לתזמן תופעות שצופים אחרים בעולם לא יכולים לראות. ממערב לישראל מתזמנים באירופה ומזרח בחודו. מאחר וטלסקופים במפתחים שונים אוספים כמויות אור שונות יש לצפות לתיזמונים שונים. לשם כך אימצו ב-A.L.P.O נסחה לתיקון זמן הליקוי ע"י טלסקופ במפתח D לטלסקופ תאורטי במפתח אין-סופי. ע"י מספר גדול של משותפים בפריקט כמובן שיחה ניתן לשפר "נסחה" זו.

חברים המצוידים בטלסקופים של 40 מ"מ ומעלה וקצת רצון יוכלו לעזור בפריקט זה. לקבלת דוחות ותצפית תקינים של A.L.P.O וכן הוראות מילוי הדוח והוראות תצפית מפורטות יותר יש לפנות לערן אופק במצפה הכוכבים גבעתיים (טלפון: 03-5731152)

מצורפת טבלה של תופעות ירחי צדק שחושבו ע"י תכנית מחשב שכתב מחבר המאמר. (את התוכנית ניתן לקבל ישירות מהמחבר) התכנית עושה שימוש בתיאוריה E2c3 לשם חישוב מיקום הירחים ביחס לצדק. ובתיאוריה VSOP87⁽⁴⁾ לשם חישוב המיקום של ארץ וצדק.

בטבלה הבאה מופיעים תופעות של ירחי צדק עבור ספטמבר 1996 כפי שחושבה ע"י המחבר. חברים המעוניינים בטבלאות דומות לחודשים אחרים יכולים לפנות למחבר. הטורים בטבלה ממוספרים משמאל לימין.

הסבר לטורי הטבלה:

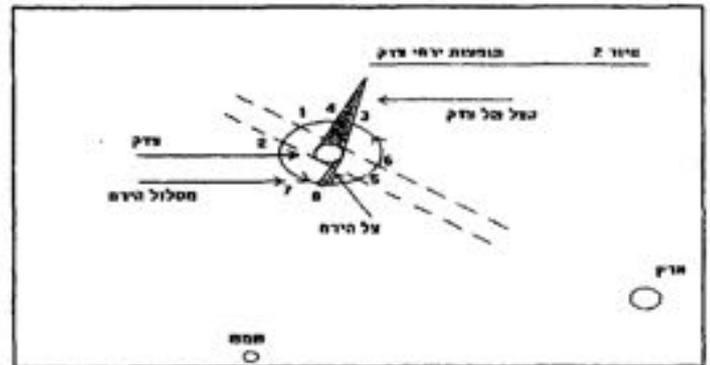
1. חודש.
2. יום.
3. זמן עולמי של התופעה. במצב של שעון חורף יש להוסיף שתיים. במקרה של שעון קיץ יש להוסיף שלוש שעות.
4. מהות התופעה:

| | |
|----------------------|---------------------|
| | מספר הירח - |
| Io | I - אי |
| Europa | II - אירופה |
| Ganymede | III - גנימד |
| Callisto | IV - קליסטו |
| | 5. סוג התופעה - |
| eclipse | Ec ליקוי (3 ו 4) |
| occultation | Oc התכסות (1 ו 2) |
| Transit of satellite | Tr מעבר (5 ו 6) |
| Transit of shadow | Sh מעבר הצל (7 ו 8) |

6. כניסה/יציאה -
- I - כניסה
- ingress

של איז משמעה 18 ק"מ במסלול! בצורה כזו ניתן לקבוע את מיקומו של הירח בדיוק של כמה מאיות שניית קשת. (לשם השוואה כושר ההפרדה התאורטי של טלסקופ 40 מ"מ הוא 2.9 שניות קשת!), באיור 1 ניתן לראות את מגוון התופעות האפשריות בין צדק וירחיו. קימות 8 תופעות בסיסיות בין הירחים וצדק:

1. כניסה של ירח מאחורי צדק.
2. יציאה של ירח מאחורי צדק.
3. כניסה של ירח לצל של צדק.
4. יציאה של ירח מהצל של צדק.
5. כניסה של ירח לפני צדק.
6. יציאה של ירח לפני צדק.
7. כניסה של צל הירח לצדק.
8. יציאה של צל הירח מצדק.



איור מס' 1

8 התופעות הבסיסיות בין צדק והירחים הגליליאניים, כפי שראות לצופה מכדור הארץ. התופעות מתחלקות לשני סוגים: כאלו שהם על קו הראיה ארץ צדק (1, 2, 135, 6), וכאלו שמערבות את הצל של צדק או צל הירח (3, 4, 7, 8).

קימות בעיה בתזמון התופעות והיא נובעת מאורכו של הליקוי, שבמקרים חריגים יכול לקחת מעל עשר דקות. השאלה הנשאלת היא איזה רגע בליקוי הכי נוח לתזמן ויזואלית. בתופעות שבחן הירח ניכנס עובר על פני צדק מלפנים או נעלם מאחוריו, (תופעות 1 ו 5), הנוח ביותר הוא לתזמן את הרגע שבו הירח נעלם לחלוטין (ולא את רגע המגע הראשון). בתופעות שבחן הירח יוצא מלפני צדק או מאחוריו, (תופעות 2 ו 6), מתזמנים את רגע התחלת היציאה. בתופעות שבחן צל הירח מוטל על פני צדק (תופעה 7) מתזמנים את תחילת התופעה. בתופעות שבחן צל הירח יוצא מעל פני צדק (תופעה 8) מתזמנים את סוף הליקוי. בתופעות שבחן הירח נכנס לצילו של צדק (תופעה 3), מתזמנים את הרגע האחרון שבו נראה הירח, מאחר ובחירות הירח יורדות בהדרגתיות בעת שהירח נכנס לצל. בתופעות שבחן הירח יוצא מצילו של צדק (תופעה 4) מתזמנים את הרגע הראשון שבו הירח מתגלה לעין. התיזמונים נעשים ע"י שעון עזר וקריאת התוצאה בדיוק של שנייה. מניסיונם של טובבים ברתי העולם ידוע שאפשרי בחלט לתזמן בצורה יעילה את התופעות חני"ל אפילו באמצעות טלסקופ במפתח של 40 מ"מ (בעלי טלסקופים קטנים, התעוררו!). יש לחשתמש בחגולה הגדולה ביותר האפשרית מבלי לעוות את התמונה.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------|----|----|---------|----------|------|------|------|-----|----|----|
| 1996 | 9 | 1 | 16:55.5 | I.Tr.I | -1.0 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 34 | 11 |
| 1996 | 9 | 1 | 19:11.2 | I.Tr.E | +1.0 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 29 | 36 |
| 1996 | 9 | 7 | 21:27.8 | LOc.D | +1.0 | -0.2 | 1.00 | 0.8 | 6 | 52 |
| 1996 | 9 | 8 | 18:47.0 | I.Tr.I | -1.0 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 29 | 35 |
| 1996 | 9 | 8 | 21:2.7 | I.Tr.E | +1.0 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 9 | 51 |
| 1996 | 9 | 15 | 20:39.6 | I.Tr.I | -1.0 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 9 | 53 |
| 1996 | 9 | 16 | 17:48.1 | LOc.D | +1.0 | -0.2 | 1.00 | 0.8 | 31 | 26 |
| 1996 | 9 | 17 | 17:23.6 | I.Tr.E | +1.0 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 32 | 22 |
| 1996 | 9 | 23 | 19:41.6 | LOc.D | +1.0 | -0.2 | 1.00 | 0.8 | 13 | 49 |
| 1996 | 9 | 24 | 17:01.9 | I.Tr.I | -1.0 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 32 | 19 |
| 1996 | 9 | 24 | 19:17.7 | I.Tr.E | +1.0 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 17 | 45 |
| 1996 | 10 | 1 | 18:57.0 | I.Tr.I | -1.0 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 16 | 44 |
| 1996 | 10 | 2 | 16:05.1 | LOc.D | +1.0 | -0.2 | 1.00 | 0.8 | 34 | 10 |
| 1996 | 9 | 2 | 19:43.6 | II.Tr.I | -1.0 | +0.2 | 1.00 | 0.9 | 25 | 41 |
| 1996 | 9 | 11 | 17:13.8 | II.Oc.D | +1.0 | -0.2 | 1.00 | 0.9 | 34 | 18 |
| 1996 | 9 | 18 | 19:46.5 | II.Oc.D | +1.0 | -0.2 | 1.00 | 0.9 | 16 | 48 |
| 1996 | 9 | 20 | 16:46.8 | II.Tr.E | +1.0 | +0.2 | 1.00 | 0.9 | 34 | 15 |
| 1996 | 9 | 27 | 16:32.6 | II.Tr.I | -1.0 | +0.2 | 1.00 | 0.9 | 33 | 14 |
| 1996 | 9 | 27 | 19:21.2 | II.Tr.E | +1.0 | +0.2 | 1.00 | 0.9 | 14 | 47 |
| 1996 | 8 | 30 | 18:14.2 | III.Tr.I | -0.9 | +0.5 | 1.00 | 2.3 | 33 | 26 |
| 1996 | 8 | 30 | 21:23.0 | III.Tr.E | +0.9 | +0.5 | 1.00 | 2.3 | 12 | 49 |
| 1996 | 9 | 17 | 18:47.1 | III.Oc.R | -0.9 | -0.5 | 1.00 | 2.2 | 25 | 38 |
| 1996 | 9 | 24 | 19:30.8 | III.Oc.D | +0.9 | -0.5 | 1.00 | 2.2 | 15 | 47 |
| 1996 | 9 | 17 | 16:39.1 | IV.Tr.I | -0.6 | +0.8 | 1.00 | 3.7 | 34 | 12 |
| 1996 | 9 | 17 | 19:46.3 | IV.Tr.E | +0.6 | +0.8 | 1.00 | 3.7 | 16 | 47 |
| 1996 | 9 | 1 | 18:05.6 | LSh.I | +0.0 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 33 | 25 |
| 1996 | 9 | 1 | 20:21.9 | LSh.E | +2.0 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 20 | 46 |
| 1996 | 9 | 2 | 17:29.9 | LSh.R | -2.0 | -0.2 | 1.00 | 0.8 | 34 | 18 |
| 1996 | 9 | 8 | 18:05.6 | LSh.I | +0.1 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 19 | 46 |
| 1996 | 9 | 9 | 19:25.0 | LSh.R | -2.0 | -0.2 | 1.00 | 0.8 | 24 | 41 |
| 1996 | 9 | 10 | 16:46.1 | LSh.E | +2.0 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 34 | 12 |
| 1996 | 9 | 17 | 16:25.2 | LSh.I | +0.1 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 34 | 10 |
| 1996 | 9 | 17 | 18:41.5 | LSh.E | +2.1 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 25 | 37 |
| 1996 | 9 | 24 | 18:20.6 | LSh.I | +0.2 | +0.2 | 1.00 | 0.8 | 25 | 35 |
| 1996 | 9 | 25 | 17:44.4 | LEc.R | -2.1 | -0.2 | 1.00 | 0.8 | 28 | 28 |
| 1996 | 10 | 2 | 19:39.8 | LEc.R | -2.1 | -0.2 | 1.00 | 0.8 | 8 | 52 |
| 1996 | 9 | 4 | 19:58.5 | II.Ec.R | -2.6 | -0.2 | 1.00 | 0.9 | 22 | 44 |
| 1996 | 9 | 13 | 16:47.3 | II.Sh.E | +2.7 | +0.2 | 1.00 | 0.9 | 34 | 13 |
| 1996 | 9 | 20 | 16:33.5 | II.Sh.I | +0.8 | +0.2 | 1.00 | 0.9 | 34 | 12 |
| 1996 | 9 | 20 | 19:23.8 | II.Sh.E | +2.8 | +0.2 | 1.00 | 0.9 | 18 | 45 |
| 1996 | 9 | 27 | 19:09.8 | II.Sh.I | +0.8 | +0.2 | 1.00 | 0.9 | 16 | 45 |
| 1996 | 9 | 29 | 17:09.0 | II.Ec.R | -2.8 | -0.2 | 1.00 | 0.9 | 30 | 22 |
| 1996 | 9 | 10 | 16:44.6 | II.Ec.D | -1.8 | -0.5 | 1.00 | 2.2 | 34 | 12 |
| 1996 | 9 | 10 | 20:00.7 | III.Ec.R | -3.6 | -0.5 | 1.00 | 2.2 | 18 | 47 |
| 1996 | 9 | 17 | 20:44.2 | III.Ec.D | -1.9 | -0.5 | 1.00 | 2.2 | 7 | 54 |
| 1996 | 9 | 28 | 18:11.2 | III.Ec.E | +3.8 | +0.5 | 1.00 | 2.1 | 24 | 34 |
| 1996 | 9 | 9 | 21:12.9 | IV.Ec.D | -4.0 | -0.8 | 1.00 | 3.1 | 7 | 52 |

(11) מיקומה של השמש, במעלות קשת, מתחת לאופק. הטבלה מביאה רק ארועים שבהם השמש לפחות 6° מתחת לאופק.

E - יציאה
D - העלמות
R - הופעה

מושגים:

(1) רומר - Ole Romer - (1644-1710) - אסטרונום דני שהמציא את טלסקופ המצהר לשם מדידת הקאורדינטות של אוביקטים שמימיים. כאמור רומר היה הראשון שהעריך את מהירות האור וזה באמצעות תיזמון של התכסויות ירחי צדק. רומר מצא כי מהירות האור היא $2.14 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ לעומת הערך המקובל כיום $2.99792458 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$.

(6) קאורדינטת ה X של הירח ברדיוס משווני אחד של צדק. יופיע עם סימן חיובי שהירח מצוי בכיוון מערב.

(7) קואדינטות ה Y של הירח ברדיוס פולרי אחד של צדק. יופיע עם סימן חיובי שהירח מצוי בכיוון צפון.

(8) גודל הארוע. באם הליקוי, התכסות או מעבר מלאים אזי יצוין הערך 1.00.

(2) פרטורבציות - הכוונה היא להפרעות גרויטציוניות של ירחים אחרים וכוכבי הלכת הגדולים.

כל ערך קטן מאחד מרשו ליקוי חלקי, היינו הירח עובר במשיק לכוכב הלכת. הערכים נמדדים בקוטרי ירח.

(3) Association of Lunar and Planetary Observer - ALPO - האגודה של חצופים בירח ובכוכבי הלכת.

(9) זמן ממוצע של חצי תופעה. בדי"כ משמעו הזמן החולף מרגע הנגיעה הראשונה ועד לרגע הנגיעה האמצעית.

(4) *Variations Seculaires des Orbites VSOP87* - תאוריה אנליטית זו באה לתאר את מיקום כוכבי הלכת באמצעות סדרות ארוכות של גורמים מחזוריים.

(10) גובהו של צדק, במעלות קשת, מעל האופק. הטבלה מביאה רק ארועים שבהם צדק מעל האופק.

סקירת ספרים

The Cambridge Atlas Of Astronomy, Edited By Jean Aoudouze and Guy Israel, Cambridge University Press, 1995
כריכה קשה, 472 עמודים, 38x24.5 ס"מ, אנגלית

Skywatching, By David H. Levy, Sky And Telescope, 1996
כריכה קשה, 335 עמודים, 25x20 ס"מ, אנגלית.

הספר האולטימטיבי לחובב. הוא מקיף את כל הנושאים, החל ממבוא, טלסקופים, מבוא לאסטרונומיה ומערכת השמש, ועד לגרמי השמים כגון כוכבים, צבירים, ערפיליות, גלאקסיות, קוסמולוגיה. למעשה, מקיף הספר את כל הנושאים בפירוט רב, בהסברים המיועדים לחובב הממוצע בלווית מאות צילומים עדכניים, איורים, טבלאות וגרפים, כאשר לכל נושא מוקדש פרק.

הספר נכתב בידי החובב הקנדי היהודי, שנושא את השם דוד לוי. לוי, נדע בעיקר בזכות השביטים הרבים שגילה וכן מאמריו הרבים בירחון Sky And Telescope.

הספר מיועד לכל אותם חובבים מתחילים, המבקשים לקבל רקע כללי על הדרך לצפות בכוכבי הלכת, השמש, הירח, גרמי שמים והוא כתוב בצורה בהירה ומלווה במאות איורים צבעוניים. בנוסף, מציג הספר בשפה קלה מבוא למדע האסטרונומיה, ממערכת השמש ועד לגלאקסיות.

למעלה ממאתיים עמודים על מערכת השמש מלווים בצילומים המרהיבים והעדכניים ביותר ובמודלים האחרונים על שביטים, כוכבי לכת וירחים.

בנוסף לכל ההסברים הרבים מאירי העיניים בנושא מערכת השמש, וגרמי השמים, מוקדש גם פרק נרחב מאוד לקבוצות השמיים. כל קבוצה מוצגת באמצעות איור צבעוני, מפה של כוכביה העיקריים, גרמי השמיים העיקריים שניתן לראות בקבוצה וכל זאת בנוסף לאגדה הנוגעת לקבוצה, אם כי האגדות קצרות מדי לטעמי, אך כנראה שאין זו מטרתו העיקרית של הספר.

הפרק הון בגרמי שמיים רחוקים עתיר בצילומים עדכניים של טלסקופ החלל ע"ש האבל. הפרקים בספר מגוונים ביותר, החל בחתפתחות כוכבים במסות שוות, כוכבים משתנים, כוכבי ניוטרונים, חורים שחורים, גלאקסיות, צבירי גלאקסיות ועוד. למרות ההיקף הרחב שלו, הוא מוסבר בשפה ברורה המתאימה גם לתלמידי תיכון בארץ. מומלץ ביותר: □

מומלץ בחום כספר ראשון או כספר נוסף לחובבים מתחילים, נערים ותלמידים. □

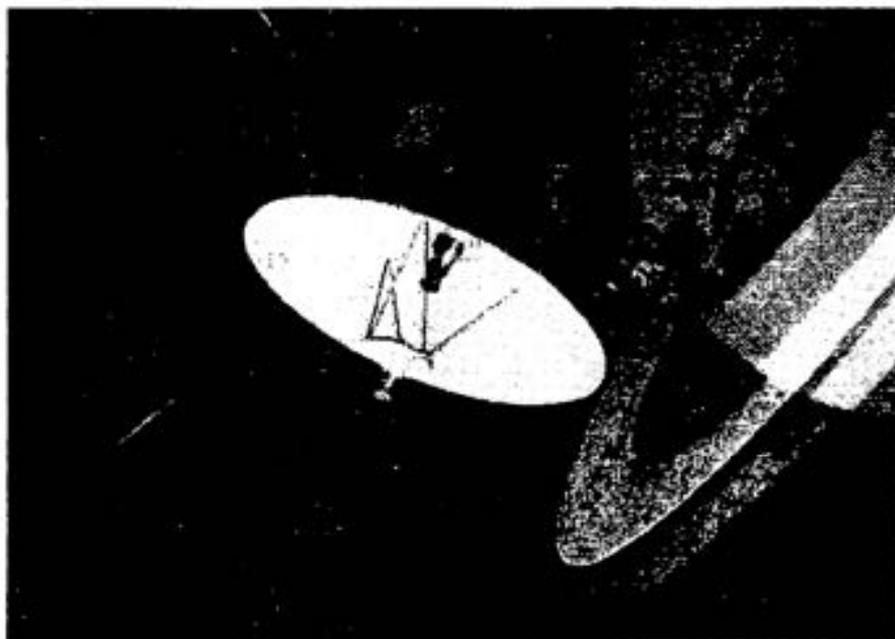
ניתן להשיג ב-קוסמוס - משרדי האגודה - 390 ש"ח (350 ש"ח לחברי האגודה).

ניתן להשיג ב-קוסמוס - משרדי האגודה - 180 ש"ח (162 ש"ח לחברי האגודה).

ינאל פת-אל

מה במערכת השמש

יגאל פת-אל - מצפה הכוכבים גבעתיים



בקיץ של שנת 1996 יתרחשו שני אירועים חשובים. האחד, שיתרחש במחצית חודש יולי יהיה התבסות כוכב הלכת נוגה על ידי הירח. אירוע החשוב נוסף שיתרחש בקיץ של שנת 1996 הינו התקרבותו של שביט האל בוס אל כדור הארץ והשמש והפיכתו לשביט ערב.

כוכב חמה עובר סדרה של התקבצויות במהלך הקיץ. ההתקבצות הראשונה תהיה עם מאדים והיא תתרחש ב- 31 לחודש מאי בשעה 8 בבוקר שעון ישראל (שעון קיץ) ולפיכך לא תראה מישראל. כוכב חמה יחלוף $3^{\circ}42'$ דרומית למאדים. ההתקבצות תהיה הרביעית בסדרה של 5 התקבצויות בין שני כוכבי הלכת האלו. הסדרה החלה ב- 23 לדצמבר 1995 וההתקבצות האחרונה בסדרה תתרחש ב- 14 ליוני 1996. בהתקבצות זו, שתתרחש בשעה 17:00 שעון ישראל, יחלוף כוכב חמה $3^{\circ}05'$ דרומית למאדים. בעת ההתקבצות, שני כוכבי הלכת יהיו 22 מעלות מערבית מהשמש ולפיכך לא תראה ההתקבצות מהארץ אלא באמצעות טלסקופ גדול המכוון הישר אל מיקום שני כוכבי הלכת בשמיים. באותה עת, יראו שלושת כוכבי הלכת - כוכב חמה, נוגה ומאדים, באותו איזור בשמיים.

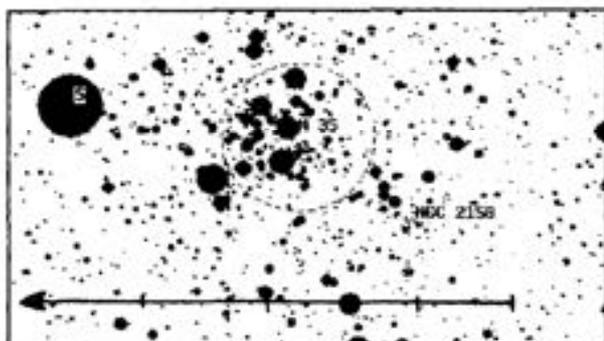
ארבעה ימים קודם להתקבצות השניה עם מאדים, בצוהרי ה- 12 ביוני, עץ כוכב חמה ונוגה יתקבצו בשעה 15:00 שעון ישראל (שעון קיץ). שני כוכבי הלכת יהיו במרחק זוויתי של 19 מעלות בלבד מהשמש ולפיכך יקשה לראות את כוכב חמה לאור היום אם כי יתכן ויהיה ניתן לראותו, במידה ויזוחה, באמצעות טלסקופ. כוכב חמה יחלוף $1^{\circ}36'$ צפונית מנוגה.



כוכב חמה

כוכב חמה מתקבץ עם השמש התקבצות תחתונה ב- 15 לחודש מאי והופך לכוכב בוקר. בשלב זה בהירותו קרובה לבהירות 0 אך הוא הולך ומחוויר לקראת סוף החודש כשהחלק המואר שלו הינו כמעט 0%. במרוצת חודש יוני הוא הולך ומתבהר, כאשר הוא מגיע למרחק מירבי מהשמש של $23^{\circ}42'$. בתחילת חודש יולי כוכב חמה מגיע לבהירות מירבית של -2. ברם, בשלב זה קוטרו הזוויתי הוא בן 5" בלבד והוא נראה במלואו. ב- 11 ליולי כוכב חמה מתקבץ התקבצות עליונה עם השמש.

כוכב חמה הינו כוכב ערב עד ההתקבצות התחתונה שלו ב- 17 לספטמבר. הוא מתבהר ומגיע לבהירות -0.2 במחצית חודש אוגוסט. כעץ קוטרו הזוויתי מגיע ל- 6.5" וכ- 65% שלו מוארים. כוכב חמה מגיע למרחק זוויתי מירבי של $27^{\circ}24'$ מהשמש ב- 21 לאוגוסט.



איור מס 1

מאדים חולף מתחת לצביר הפתוח M35 בקבוצת תאומים ב-28 למאי. התחלה ב-27 למאי שעה 00, סימנים כל 4 שעות.



צדק

צדק, כמו שבתאי הזורח מאוחר יותר, הינו כוכב הלכת המרכזי של שעות הערב בקיץ של 1996. בתחילת חודש מאי הוא זורח כ-3 שעות לאחר השקיעה והוא חולך ומתבהר. גודלו הזוויתי הינו 43" והוא חולך וגדל ובד כבד מתבהר. ב-4 ליולי, בשעה 14 שעות ישראל, מצוי צדק בניגוד לשמש. בהירותו אזי הינה 2.2- וקוטרו הזוויתי מגיע לערך של 47.05". יממה לאחר מכן, ב-5 ליולי שעה 21 שעות ישראל, מצוי צדק במרחק הקטן ביותר לכדור הארץ במופע הנוכחי ככוכב ערב. המרחק בין כדור הארץ לשמש יעמוד על 4.18607 יחידות אסטרונומיות (626 מיליון ק"מ). צדק, על תגרות העננים המרהיבות שלו וירחיו נראה מצויין גם בטלסקופ קטן של 60 מ"מ בתוך השמים מלאי הכוכבים של קבוצת קשת. על התופעות של ירחי צדק ניתן לקרוא במאמרו של ערן אופק בשם זה בחוברת זו.



שבתאי

שבתאי הינו כוכב בוקר במשך כל הרבעון השני והקיץ של שנת 1996 עד להיותו בניגוד בשלחי ספטמבר. כל אותה עת הוא שוחה בקצה הדרומי של קבוצת דגים, אך בסוף חודש יולי הוא חודש אל תחומי קבוצת ליתן אך חוזר חזרה לקבוצת דגים. בהירותו של שבתאי 1.1 והוא חולך ומתבהר עד לבהירות 0.7 בעת הניגוד. קוטרו הזוויתי 16.5" בלבד אך המראה של כוכב הלכת עם הטבעות מרשים.



נוגה

במשך כל הרבעון השני של שנת 1996, נוגה תלוי לו כמנורה מאירה באור צהבהב בוחק מעל האופק המערבי מיד לאחר השקיעה עד להתקבצות התחתונה שלו עם השמש ב-10 ליוני, עת הוא חולף 30' בלבד דרומית למרכז דיסקת השמש. יומיים לאחר מכן יהיה נוגה במרחק של 0.28905 יחידות אסטרונומיות מכדור הארץ. כל אותה עת, חולך נוגה ומתוויר כאשר הוא חולך ומתמעט, הופך לחרמש צר. מאידך, קוטרו הזוויתי גדל עד לערך של 57.6". ניתן לעקוב אחר צורתו המתמעטת של נוגה במשך כל חודש מאי ותחילת חודש יוני, כאשר צורת החרמש המתמעט נראית היטב גם בטלסקופים קטנים.

לאחר ההתקבצות נוגה הופך לכוכב בוקר והוא נע במהירות מערבה מהשמש עד לריחוק זוויתי מירבי של 45°40' מערבית מהשמש ב-20 לחודש אוגוסט השנה. כל אותה עת, מתרחק נוגה מכדור הארץ, קוטרו הזוויתי קטן והוא חולך ומתמלא.

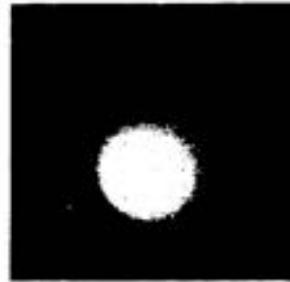
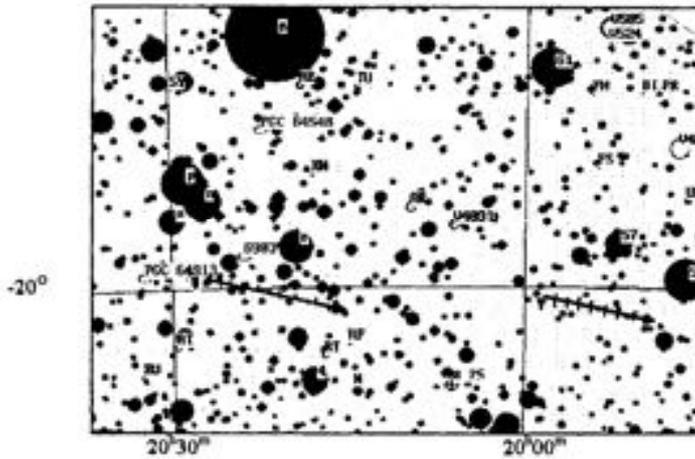
כפי שזמנר לעיל, מתקבץ נוגה עם כוכב חמה אך הוא מתקבץ גם עם מאדים ב-30 ליוני בשעה 7 לפנות בוקר עת הוא חולף 3°12' דרומית למאדים. יהיה ניתן לאתר את נוגה שכבר יהיה 26 מעלות מערבית מהשמש ונקל יחסית לזיהוי גם בטלסקופ קטן אך את מאדים הקטן והחיוור יהיה קשה מאוד לזהות. ההתקבצות זו הינה השנייה בסדרת בת 3 ההתקבצויות בין שני כוכבי הלכת, שהחלה ב-22 לנובמבר 1995 ותסתיים ב-5 לספטמבר 1996.



מאדים

מאדים, ממשיך לדדות לו סמוך מאוד לשמש והוא קרוב מאוד לשמש לתצפית משך כל הרבעון לאחר ההתקבצות עם השמש ב-4 למרץ השנה. בהירותו 1.2 כל התקופה, קוטרו הזוויתי מעט פחות מ-4" כך שהוא נראה קטן מדי לתצפית בטלסקופ. הוא חולך ומתוויר וכן מתמעט, עד שהוא מגיע למופע של 94% בסוף הרבעון. ב-20 ליוני השנה, עובר מאדים בקשר העולה של מסלולו והוא חוצה את מישור המילקה מדרום לצפון. ב-27 למאי חולף מאדים דרומית לשני הצבירים הפתוחים NGC5128 ו-M35 בקבוצת תאומים (ראה איור 1).

17 שעות ישראל. שעה קודם לכן הוא מצוי במרחק הקרוב ביותר שלו לכדור הארץ השנה, 28.90709 יחידות אסטרונומיות (4.324 מיליארד ק"מ). את פלוטו ניתן לראות, תאורטית, בטלסקופים שקוטרים גדול מ-20 ס"מ בתנאי ראות אופטימליים וכל זאת בתנאי של איכון מירבי של הטלסקופ לעברו של כוכב הלכת הקטן.



אורנוס

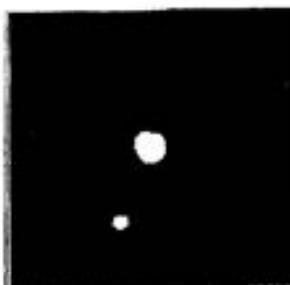
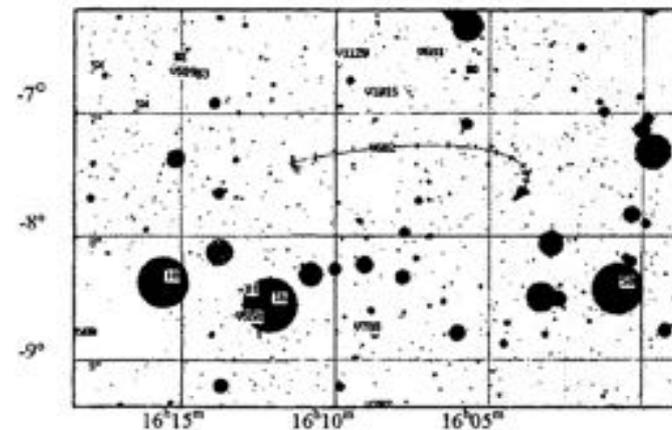
אורנוס מתרחק את אט מנפטון. הוא מגיע לניגוד ב-25 ליולי בשעה 10 בבוקר שעות ישראל. ב-24 ליולי מצוי אורנוס במרחקו הקרוב ביותר לכדור הארץ השנה, 17.75986 יחידות אסטרונומיות (2.806 מיליארד ק"מ). בהירותו אז הינה 6.01 וקוטרו הזוויתי הינו 3.65" בלבד. די קטן, אך מספיק גדול על מנת להראות בהגדלות של X150 כדיסקה קטנה בעלת גוון תכול-ירקרק על רקע השמים השחורים. טלסקופים גדולים עשויים להראות את הירחים הגדולים של אורנוס. אורנוס בקבוצת גדי וכל אותה עת הוא נע בתנועה אחורנית מערבית.

אורנוס ונפטון בקבוצת קשת. כוכבים עד בהירות 8, החל מ-1 למאי. סימנים כל 10 ימים. הכוכב הבהיר בגידה השמאלית העליון של התמונה הינו הכוכב β בקבוצת קשת. נפטון הינו השמאלי (המערבי) מבין שני כוכבי הלכת. גודל השדה כ-10 מעלות קשת.



נפטון

נפטון עדיין מצוי בקבוצת קשת, סמוך לגבולה המזרחי עם קבוצת גדי. נפטון מתקבץ עם השמש ב-18 ליולי בשעה 21 שעות ישראל. 3 שעות קודם לכן מצוי נפטון במרחקו הקרוב ביותר לכדור הארץ השנה, 29.1433 יחידות אסטרונומיות (4.36 מיליארד ק"מ), עדיין יותר מרוחק מאשר פלוטו. בהירותו 7.67 וגודלו הזוויתי 2.51" בלבד. ניתן לראות את נפטון כדיסקה כחולה יפהפייה בהגדלות פי X200 אך על מנת להבחין בגוון הכחלחל העמוק שלו יש להשתמש בטלסקופים שקוטרים הינו 15 ס"מ לפחות.



פלוטו

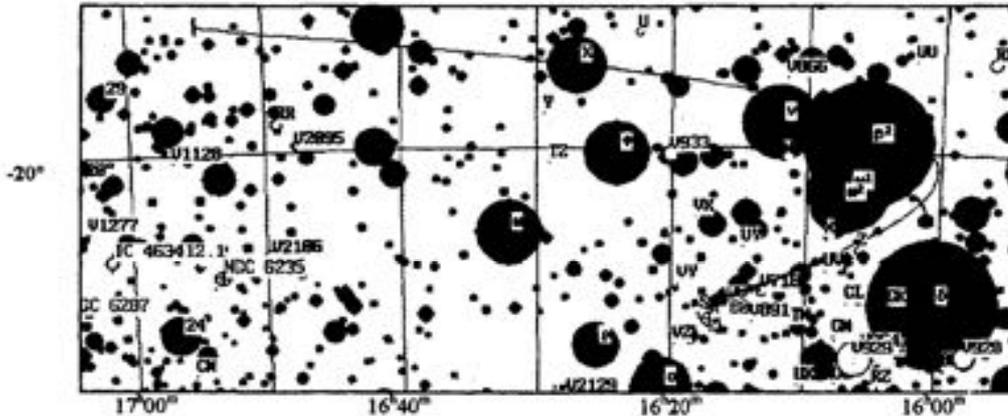
פלוטו נראה 'היטבי' כל הרבעון השני ותקופת הקיץ, בקבוצת נושא נחש. הוא מצוי בניגוד ב-22 למאי בשעה

פלוטו בגבולה הדרומי של קבוצת נושא נחש, החל מ-1.5.1996 ועד 1.9.1996. סימנים כל 10 ימים, כוכבים עד בהירות 14. גודל השדה כ-4 מעלות קשת בלבד. שני הכוכבים הבהירים בגידה השמאלית התחתון (דרום מזרח) של המפה הינם הכוכבים 16 ו-18 בקבוצת עקרב. הכוכב בגידה המערבי של התמונה הינו הכוכב 50 בקבוצת טאורניוס.

לקראת סוף הקיץ, הולך פלוטו ומתקרב לשמש עד שבשלהי הקיץ אינו מתאים לתצפית.

אסטרואידיים

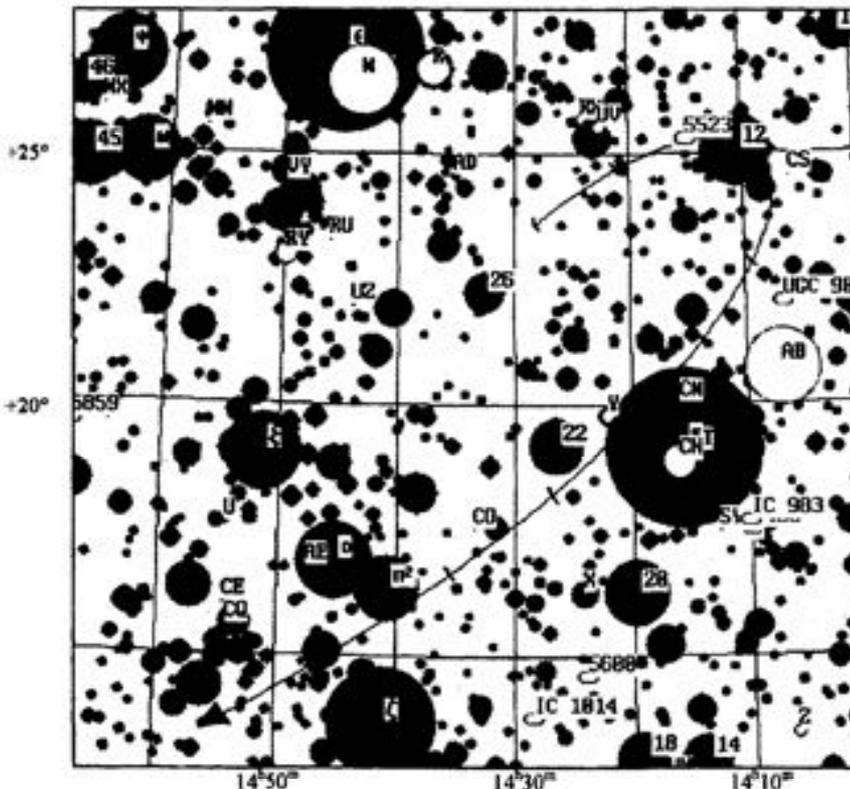
קס



אסטרואידי קס משייט לו בקצה הצפון מערבי של קבוצת עקרב. ניתן לראותו ללא קושי בעזרת משקפת שדה, אך יש לזהותו היטב בין עשרות הכוכבים בשדה הכוכבים העשיר של עקרב. בסוף חודש אוגוסט, חולף קס כמה עשרות דקות קשת בלבד דרומית לצביר הכדורי M80. (ראה מפה בצד שמאל). בתחילת חודש מאי מרחקו של קס מכדור הארץ הוא 1.855 יחידות אסטרונומיות ו בחירותו הינה 7.6 אך הוא מתבהר עד בחירות 7 בסוף מאי ותחילת יוני ואז הוא מחוויר עד בחירות 9 בסוף ספטמבר, עת מרחקו מכדור הארץ גודל לכ- 2.65 יחידות אסטרונומיות.

אסטרואידי קס בקבוצת עקרב, החל מ- 1 למאי. סימונים כל 10 ימים, כוכבים עד בחירות 9. גודל השדה כ- 15 מעלות ממזרח למערב ונבחו כ- 9 מעלות.

פאלאס



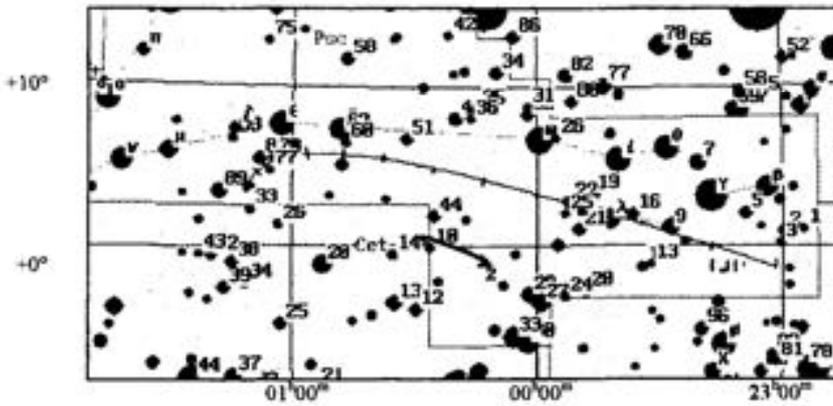
אסטרואידי מספר 2, פאלאס, מצוי בתחומיה של קבוצת רועה הדובים כל הקיץ של שנת 1996. הוא נע דרומית מזרחית, כאשר ב- 19 למאי הוא חולף כ- 10' דרומית לגלאקסיה הספיראלית החיוורת NGC5523 שבהירותה 13.4.

במשך כל אותה התקופה פאלאס מתרחק מכדור הארץ ומחשמש. בתחילת מאי מרחקו מכדור הארץ הוא 1.807 יחידות אסטרונומיות והוא מתרחק עד לכ- 2.955 יחידות אסטרונומיות מכדור הארץ בשלחי חודש אוגוסט. מרחקו של פאלאס מחשמש בתחילת מאי הוא 2.668 יחידות אסטרונומיות והוא מתרחק ממנה עד מרחק של 2.951 יחידות אסטרונומיות בסוף אוגוסט.

כל אותה התקופה פאלאס חיוור יחסית ובהירותו היא 8.4 בחודשים מאי יוני ולאחר מכן הוא מחוויר ומגיע לבחירות 10 בסוף חודש יולי כאשר אז הוא חיוור ונראה בקושי בטלסקופים בקוטר 60 מ"מ.

אסטרואידי פאלאס בקבוצת רועה הדובים החל מ- 1 למאי ועד לסוף אוגוסט, סימונים כל 10 ימים, כוכבים עד בחירות 9. הכוכב הבהיר ימינה (מערבה) ממרכז התמונה, הינו ארקטורוס.

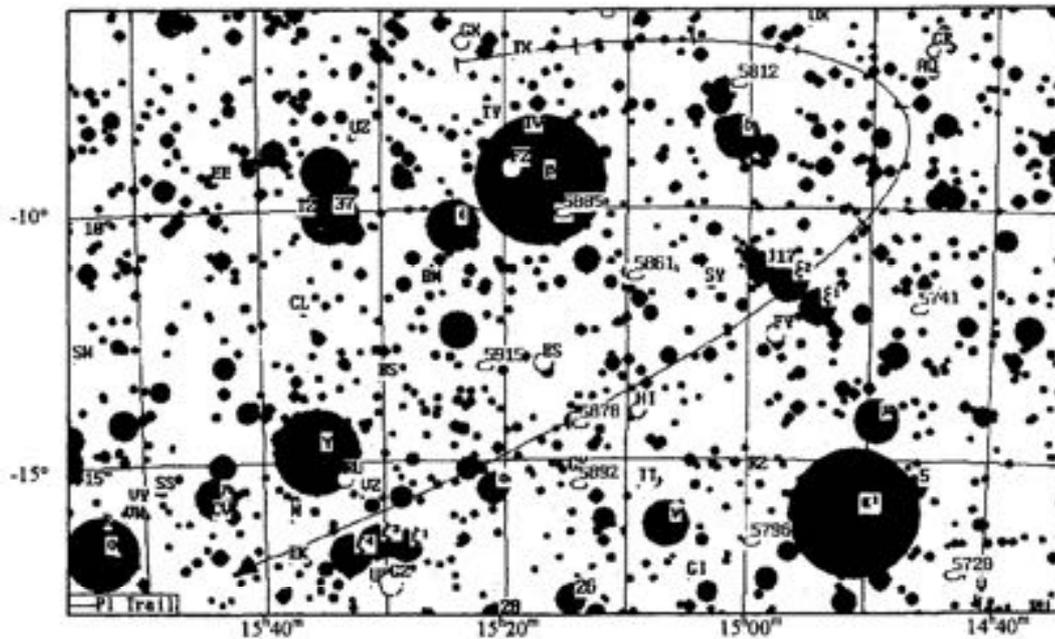
יונו



אסטרואידי יונו ושבתאי בקבוצת דגים החל מ- 1 למאי ועד סוף אוגוסט. סימנים כל 10 ימים כוכבים עד בהירות 6. גודל השדה כ- 45 מעלות ממערב למזרח וכ- 20 מעלות מצפון לדרום.

האסטרואידי השלישי, יונו, הינו האסטרואידי החיוור ביותר מבין ארבעת האסטרואידיים הגדולים. משך כל התקופה, יונו מצוי בקצה הדרומי מערבי של קבוצת דגים, מעל לשבתאי. בהירותו של יונו משך תחילת חודש מאי נמוכה מבהירות 10.4. בתחילת מאי מרחקו של יונו מכדור הארץ הינו 2.947 יחידות אסטרונומיות והוא מתקרב עד למרחק של 1.33 יחידות אסטרונומיות בלבד מכדור הארץ בסוף אוגוסט עת הוא מתבחר עד לבהירות של 8.4 תמאפשרת לזהותו, בקלות יחסית, גם במשקפת שדה גדולה. יונו גם מתקרב לשמש כל התקופה. ממרחק של 2.514 יחידות אסטרונומיות בתחילת מאי עד למרחק של 2.192 יחידות אסטרונומיות בסוף אוגוסט.

ווסטה



אסטרואידי ווסטה בקבוצת מאזניים, החל מ- 1 למאי ועד סוף אוגוסט. סימנים כל 10 ימים, כוכבים עד בהירות 12. גודל השדה הינו כ- 17 מעלות ממערב למזרח וכ- 10 מעלות מצפון לדרום.

אסטרואידי ווסטה הינו הבהיר מבין ארבעת האסטרואידיים ולמעשה ניתן לראותו, משך כל תקופת הקיץ, בעין הבלתי מזוינת כאשר הוא משייט לו בקבוצת מאזניים.

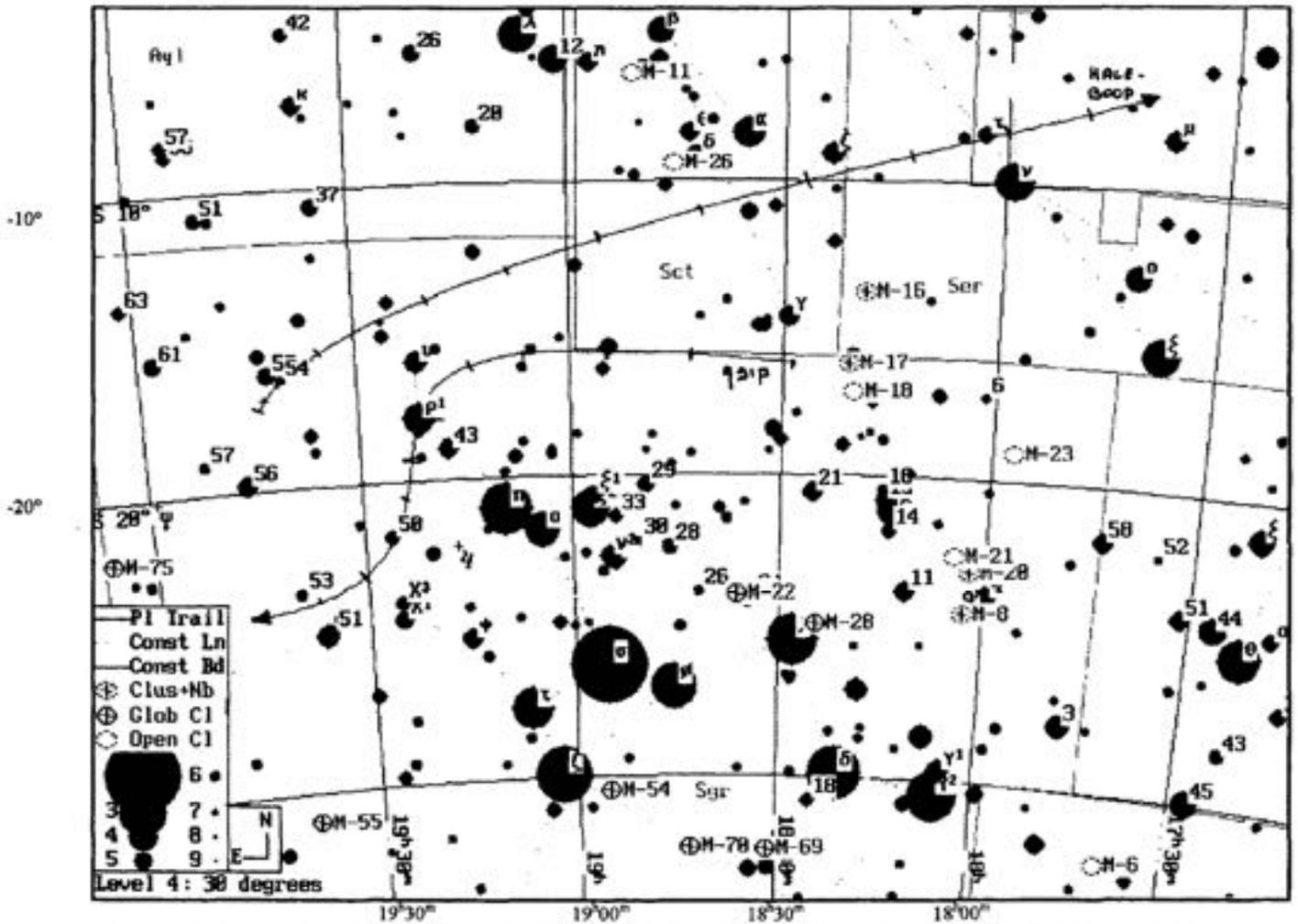
בתחילת מאי מצוי ווסטה מרחק של 1.18 יחידות אסטרונומיות מכדור הארץ ומרחקו מהשמש עומד אותה עת על 2.171 יחידות אסטרונומיות. ווסטה מתקרב עד למרחק של 1.166 יחידות אסטרונומיות מכדור הארץ במתצית חודש מאי וכדי מרחק של 2.165 יחידות אסטרונומיות מהשמש.

לאחר מכן ווסטה מתרחק עד למרחק של 2.062 יחידות אסטרונומיות מהשמש בסוף אוגוסט.

בתאריך 20 ליולי חולף ווסטה בין שני הכוכבים ξ^1 ו- ξ^2 במאזניים. מאוחר יותר, ב- 7 לאוגוסט, חולף ווסטה מספר דקות קשת צפונית לגלאקסיה הספיראלית, NGC 5878, שבהירותה 12.4. סמוך לאותה גלאקסיה, מצויות גלאקסיות נוספות בבהירויות 12 ומטה.

בהירותו של ווסטה משך כל החודשים מאי ויוני עומדת על בהירות 5.6, בהיר על מנת להראות בעין בלתי מזוינת על רקע השמים מועטי הכוכבים של קבוצת מאזניים. למתקשים ניתן להיעזר במשקפת שדה ולו גם הקטנה ביותר ואז ניתן לאתר את האסטרואידי ללא כל קושי. אך לאחר מכן הוא מחוויר עד לבהירות 7.5.

שביטים



שביטים האל-בום (צפוני יותר) ושביט קוספ בקבוצות קשת, החל מה-1 למאי ועד סוף אוגוסט. סימנים כל 10 ימים. שביט האל-בום נע לכיוון צפון מזרח ואילו התנועה של שביט קוספ הינה לכיוון דרום מערב. גודל השדה כ-30 מעלות ממזרח למערב וכ-25 מעלות מצפון לדרום.

שביט האל - בום

יחידות אסטרונומיות. משך כל חודש יולי בהירותו תהיה 7 ויחיה ניתן לראותו בקלות במשקפת שדה. ב-2 לילי יגיע השביט לנקודה הקרובה ביותר לשמש ומרחקו יהיה 1.56 יחידות אסטרונומיות ממנה.

מושגים

- התקבצות - כאשר לשני כוכבי לכת או לכוכב לכת והשמש יש אותה עליה ישרה - קו אורך שמימי עם השמש. בדרך כלל כוכב הלכת חולפים צפונית או דרומית לשמש בעת ההתקבצות.
- התקבצות תחתונה - כוכב הלכת חולף בין כדור הארץ לשמש. מצב זה אפשרי רק עבור כוכבי הלכת הפנימיים - כוכב חמה וטנגה.
- התקבצות עליונה - כאשר כוכב הלכת חולף מאחורי השמש.
- ניגוד - מצב בו שני נופים מצויים 180 מעלות זה מול זה. כאשר כוכב לכת מצוי בניגוד לשמש, אזי הוא זורח עם השקיעה.
- תנועה קדומנית - תנועתו של כוכב לכת מזרחה על פני כיפת השמים
- תנועה אחורנית - תנועתו של כוכב לכת מערבה על פני כיפת השמים.

השביט נע החל מתחילת חודש אפריל לכיוון צפון מערב עד שבתחילת חודש יולי הוא חוצה את הגבול של קבוצת קשת וקבוצת מגן, עת הוא יראה היטב כ-30 מעלות דרומה מהזניט בשעות הערב המאוחרות. מאוחר יותר, השביט יחל לנוע לכיוון צפון מזרח אל תוככי קבוצת נשר. בתחילת מאי מרחקו של האל-בום מכדור הארץ הינו מעל 4 יחידות אסטרונומיות, עת בהירותו תהיה בסביבות בהירות 8, אך הוא מתקרב עד למרחק של 2.8 יחידות אסטרונומיות בסוף אוגוסט אז הוא מגיע לבהירות בה ניתן לראותו בעין בלתי מזוינת. השביט צולם בשלהי חודש אפריל עטור זנב במצפה הכוכבים בגבעתיים, כשמרחקו למעלה מ-4 יחידות אסטרונומיות!!!

שביט קופף

שביט זה מגיע לנקודה הקרובה ביותר לכדור הארץ בשבוע הראשון של יולי עת מרחקו מעימנו יהיה 0.566

מגילת הרקיע

מאי - ספטמבר 1996

הנחיות לעיון בטבלאות המגיד (מימין לשמאל)

- יומן השמים - תאריך בחודש העברי, שעה (שעון חורף), תאריך לעזי, תופעה.
- שמש, זריחה, שקיעה - יום בשבוע, תאריך עברי, תאריך לעזי, זריחה ושקיעה - שעה (שעון חורף), אימוט - מצפון מזרח. צהירה - שעה (שעון חורף, גובה במעלות מעל האופק.
- ירח - זריחה שקיעה - טבלה ימנית: יום בשבוע, תאריך עברי, תאריך לעזי, זריחה, צהירה, שקיעה, ראה שמש - זריחה שקיעה לעיל. טבלה שמאלית: תאריך עברי, תאריך לעזי, עליה ישרה (קו אורך שמימי), נטיה (קו רוחב שמימי), מרחק מהארץ ביחידות אסטרונומיות, קוטר בדקות קשת (דקות, שניות קשת), מרחק זוויתי מהשמש, חלק מואר (פאזה) באחוזים משטח פני הירח, גיל הירח בימים מהמולד.
- כוכב לכת - זריחה שקיעה - טבלה ימנית: יום בשבוע, תאריך עברי, תאריך לעזי, זריחה, צהירה, שקיעה, ראה שמש - זריחה שקיעה לעיל. טבלה שמאלית: תאריך עברי, תאריך לעזי, עליה ישרה (קו אורך שמימי), נטיה (קו רוחב שמימי), מרחק מהארץ ביחידות אסטרונומיות, קוטר בשניות קשת, מרחק זוויתי (אלונגציה) מהשמש (סימן חיובי, אלונגציה מערבית - כוכב הלכת מצוי מערבית מהשמש והוא כוכב ערב, סימן שלילי, אלונגציה מזרחית, כוכב הלכת מצוי מזרחית מהשמש והוא כוכב בקר), חלק מואר (פאזה) באחוזים משטח פני כוכב הלכת, דרגת בהירות של כוכב הלכת וככל שהמספר גדול יותר, עוצמת האור קטנה יותר).
- דימדומים - יום בשבוע, תאריך עברי, תאריך לעזי, דימדומי בקר וערב - דימדומים אסטרונומיים - השמש 18 מעלות מתחת האופק. דימדומים ימיים - השמש 12 מעלות מתחת לאופק. דימדומים אזרחיים - השמש 6 מעלות מתחת לאופק.

תוכן הענינים:

| | |
|-----|--|
| 206 | יוסן השמיים |
| 207 | השמש, זריחה, שקיעה, מיקום, משוואת זמן |
| 211 | הירח, זריחה, שקיעה, מיקום, קוטר, מופע |
| 215 | כוכבי לכת, זריחה, שקיעה, מיקום, נתונים פיזיקליים |
| 219 | דימדומים - אסטרונומיים, ימיים, אזרחיים |

יומן השמיים

איב

מאז

| | | |
|-------|----|-----------------------------------|
| 2 02 | ג | הירח 3° צפונית לספיקה |
| 3 13 | ד | * 13:46 ירח מלא |
| 4 12 | ה | כוכב-חמה עומד |
| 4 20 | ו | צדק עומד |
| 5 01 | ז | פלוסו 10° צפונית לירח |
| 5 08 | ח | הירח 9° צפונית לאנסרס |
| 7 00 | ט | הירח בפריגאה |
| 8 02 | י | צדק 5° דרומית לירח |
| 8 19 | יא | נפטון 5° דרומית לירח |
| 9 02 | ב | אורנוס עומד |
| 9 08 | ג | אורנוס 6° דרומית לירח |
| 10 07 | ד | * 07:04 תחילת הרבע האחרון של הירח |
| 13 15 | ה | שבתאי 3° דרומית לירח |
| 15 06 | ו | כוכב-חמה בהתקבצות תחתונה |
| 16 05 | ז | מאדים 1.7° צפונית לירח |
| 17 06 | ח | כוכב-חמה 1.9° צפונית לירח |
| 17 13 | ט | * 13:46 מולד הירח |
| 17 16 | י | הירח 8° דרומית לאלקיון |
| 18 15 | יא | הירח 1.3° צפונית לאלדברן |

חיו

מאז

| | | |
|-------|----|---------------------------------|
| 20 03 | ב | נוגה 8° צפונית לירח |
| 20 09 | ג | נוגה עומד |
| 22 18 | ד | הירח באפוגאה |
| 25 08 | ה | פלוסו בניגוד |
| 25 10 | ו | הירח 4° דרומית לרגולוס |
| 25 16 | ז | * 16:13 סוף הרבע הראשון של הירח |
| 27 09 | ח | כוכב-חמה עומד |
| 29 12 | ט | הירח 3° צפונית לספיקה |
| 31 07 | יג | כוכב-חמה 4° דרומית למאדים |

יוני

| | | |
|-------|----|---------------------------------------|
| 1 09 | יד | פלוסו 10° צפונית לירח |
| 1 17 | טו | הירח 9° צפונית לאנסרס |
| 1 22 | טז | * 22:47 ירח מלא |
| 3 19 | יז | הירח בפריגאה |
| 4 08 | יח | צדק 5° דרומית לירח |
| 5 02 | יט | נפטון 5° דרומית לירח |
| 5 14 | כ | אורנוס 6° דרומית לירח |
| 8 13 | כא | * 13:05 תחילת הרבע האחרון של הירח |
| 10 00 | כב | שבתאי 3° דרומית לירח |
| 10 11 | כג | כוכב-חמה במרחק זוויתי מירבי מערבי 24° |
| 10 19 | כד | נוגה בהתקבצות תחתונה |
| 11 08 | כה | מאדים 4° דרומית לאלקיון |
| 12 11 | כו | כוכב-חמה 8° דרומית לאלקיון |
| 13 23 | כז | הירח 8° דרומית לאלקיון |
| 14 02 | כח | כוכב-חמה 0.4° צפונית לירח |
| 14 03 | כט | מאדים 4° צפונית לירח |
| 14 16 | ל | כוכב-חמה 3° דרומית למאדים |
| 14 17 | | הירח 1.3° צפונית לאלדברן 22 |
| 15 11 | | נוגה 3° צפונית לירח |
| 16 03 | | * 03:36 מולד הירח |

חמו

יוני

| | | |
|-------|----|---------------------------------|
| 19 08 | ב | הירח באפוגאה |
| 21 04 | ג | * 04:24 מפנה יוני |
| 21 13 | ד | כוכב-חמה 4° צפונית לאלדברן |
| 21 17 | ה | הירח 4° דרומית לרגולוס |
| 23 14 | ו | כוכב-חמה 1.6° צפונית לנוגה |
| 24 07 | ז | * 07:23 סוף הרבע הראשון של הירח |
| 25 21 | ח | הירח 3° צפונית לספיקה |
| 27 14 | ט | מאדים 6° צפונית לאלדברן |
| 28 19 | י | פלוסו 10° צפונית לירח |
| 29 04 | יא | הירח 9° צפונית לאנסרס |
| 30 06 | יב | נוגה 4° דרומית למאדים |

יולי

| | | |
|-------|----|-----------------------------------|
| 1 05 | יד | * 05:58 ירח מלא |
| 1 12 | טו | צדק 5° דרומית לירח |
| 2 00 | טז | הירח בפריגאה |
| 2 02 | טז | נוגה עומד |
| 2 10 | טז | נפטון 4° דרומית לירח |
| 2 22 | טז | אורנוס 5° דרומית לירח |
| 4 14 | יז | צדק בניגוד |
| 5 20 | יח | כדור-חמה באפיהליון |
| 7 08 | כ | שבתאי 3° דרומית לירח |
| 7 20 | כ | * 20:55 תחילת הרבע האחרון של הירח |
| 11 04 | כד | הירח 8° דרומית לאלקיון |
| 11 07 | כד | כוכב-חמה בהתקבצות עליונה |
| 12 03 | כה | הירח 1.2° צפונית לאלדברן |
| 12 11 | כה | נוגה 0.4° דרומית לירח - התכנסותו |
| 13 01 | כו | מאדים 5° צפונית לירח |
| 13 16 | כו | כוכב-חמה 5° דרומית לפולקוס |
| 15 18 | כח | * 18:15 מולד הירח |
| 16 10 | כט | כוכב-חמה 7° צפונית לירח |
| 16 15 | כס | הירח באפוגאה |

אב

יולי

| | | |
|-------|----|---------------------------------|
| 18 18 | ב | נפטון בניגוד |
| 18 23 | ג | הירח 4° דרומית לרגולוס |
| 20 02 | ד | שבתאי עומד |
| 23 04 | ה | הירח 3° צפונית לספיקה |
| 23 19 | ו | * 19:49 סוף הרבע הראשון של הירח |
| 25 12 | ז | אורנוס בניגוד |
| 26 03 | ח | פלוסו 9° צפונית לירח |
| 26 14 | ט | הירח 9° צפונית לאנסרס |
| 28 18 | יא | צדק 5° דרומית לירח |
| 29 20 | יב | נפטון 4° דרומית לירח |
| 30 07 | יג | אורנוס 5° דרומית לירח |
| 30 10 | יד | הירח בפריגאה |
| 30 12 | טו | * 12:35 ירח מלא |

אוגוסט

| | | |
|-------|----|-----------------------------------|
| 1 12 | טז | כוכב-חמה 0.5° צפונית לרגולוס |
| 3 15 | יז | שבתאי 3° דרומית לירח |
| 6 07 | כא | * 07:25 תחילת הרבע האחרון של הירח |
| 7 10 | כב | הירח 8° דרומית לאלקיון |
| 8 09 | כג | הירח 1° צפונית לאלדברן |
| 10 06 | כה | נוגה 1.2° צפונית לירח |
| 11 00 | כו | מאדים 6° צפונית לירח |
| 12 19 | כז | הירח באפוגאה |
| 14 09 | כט | * 09:34 מולד הירח |
| 15 04 | ל | הירח 4° דרומית לרגולוס |

אזול

אוגוסט

| | | |
|-------|----|---------------------------------------|
| 16 20 | א | כוכב-חמה 0.3° צפונית לירח |
| 19 10 | ד | הירח 4° צפונית לספיקה |
| 20 06 | ה | נוגה במרחק זוויתי מירבי מערבי 46° |
| 21 18 | ו | כוכב-חמה במרחק זוויתי מירבי מזרחי 27° |
| 22 05 | ז | * 05:36 סוף הרבע הראשון של הירח |
| 22 11 | ח | פלוסו 9° צפונית לירח |
| 22 21 | ט | הירח 9° צפונית לאנסרס |
| 25 00 | י | צדק 5° דרומית לירח |
| 26 05 | יא | נפטון 5° דרומית לירח |
| 26 15 | יב | אורנוס 5° דרומית לירח |
| 27 19 | יג | הירח בפריגאה |
| 28 19 | יד | * 19:52 ירח מלא |
| 30 23 | טז | שבתאי 3° דרומית לירח |
| 31 19 | טז | מאדים 6° דרומית לפולקוס |

שמש - זריחה, שקיעה, מיקום, קוטר, משוואת זמן

מאי - יוני 1996, סיון התשנ"ו

| מסוואת הזמן | קוטר | סרחק סרחק (.א.) | נסיה | | עליה יסרה | | חאריץ | |
|-------------|---------|-----------------------|------|---------|-----------|-------|-------|-------|
| | | | ' | " | סן דק סט | לועזי | סנר' | לועזי |
| + 3 33.8 | 31 36.8 | 1.01183 | + 19 | 46 46.0 | 3 44 | 12.65 | 19/ 5 | א |
| + 3 30.6 | 31 36.5 | 1.01203 | + 19 | 59 25.8 | 3 48 | 12.40 | 20/ 5 | ב |
| + 3 26.9 | 31 36.1 | 1.01222 | + 20 | 11 45.1 | 3 52 | 12.69 | 21/ 5 | ג |
| + 3 22.6 | 31 35.7 | 1.01241 | + 20 | 23 43.7 | 3 56 | 13.49 | 22/ 5 | ד |
| + 3 17.9 | 31 35.4 | 1.01259 | + 20 | 35 21.3 | 4 00 | 14.81 | 23/ 5 | ה |
| + 3 12.6 | 31 35.1 | 1.01277 | + 20 | 46 37.7 | 4 04 | 16.62 | 24/ 5 | ו |
| + 3 06.9 | 31 34.7 | 1.01295 | + 20 | 57 32.6 | 4 08 | 18.91 | 25/ 5 | ז |
| + 3 00.7 | 31 34.4 | 1.01312 | + 21 | 08 05.8 | 4 12 | 21.68 | 26/ 5 | ח |
| + 2 54.0 | 31 34.1 | 1.01329 | + 21 | 18 17.1 | 4 16 | 24.91 | 27/ 5 | ט |
| + 2 46.9 | 31 33.8 | 1.01345 | + 21 | 28 06.2 | 4 20 | 28.60 | 28/ 5 | י |
| + 2 39.3 | 31 33.5 | 1.01361 | + 21 | 37 33.1 | 4 24 | 32.72 | 29/ 5 | יא |
| + 2 31.3 | 31 33.2 | 1.01377 | + 21 | 46 37.3 | 4 28 | 37.27 | 30/ 5 | יב |
| + 2 22.9 | 31 32.9 | 1.01393 | + 21 | 55 18.9 | 4 32 | 42.24 | 31/ 5 | יג |
| + 2 14.1 | 31 32.6 | 1.01408 | + 22 | 03 37.5 | 4 36 | 47.61 | 1/ 6 | יד |
| + 2 04.9 | 31 32.3 | 1.01423 | + 22 | 11 33.1 | 4 40 | 53.38 | 2/ 6 | טו |
| + 1 55.3 | 31 32.1 | 1.01438 | + 22 | 19 05.4 | 4 44 | 59.53 | 3/ 6 | טז |
| + 1 45.3 | 31 31.8 | 1.01452 | + 22 | 26 14.4 | 4 49 | 06.05 | 4/ 6 | יז |
| + 1 35.0 | 31 31.5 | 1.01467 | + 22 | 32 59.9 | 4 53 | 12.92 | 5/ 6 | יח |
| + 1 24.4 | 31 31.3 | 1.01480 | + 22 | 39 21.7 | 4 57 | 20.13 | 6/ 6 | יט |
| + 1 13.4 | 31 31.0 | 1.01494 | + 22 | 45 19.6 | 5 01 | 27.67 | 7/ 6 | כ |
| + 1 02.1 | 31 30.8 | 1.01507 | + 22 | 50 53.6 | 5 05 | 35.50 | 8/ 6 | כא |
| + 0 50.5 | 31 30.5 | 1.01520 | + 22 | 56 03.5 | 5 09 | 43.63 | 9/ 6 | כב |
| + 0 38.7 | 31 30.3 | 1.01532 | + 23 | 00 49.2 | 5 13 | 52.02 | 10/ 6 | כג |
| + 0 26.6 | 31 30.1 | 1.01544 | + 23 | 05 10.6 | 5 18 | 00.66 | 11/ 6 | כד |
| + 0 14.3 | 31 29.9 | 1.01555 | + 23 | 09 07.6 | 5 22 | 09.52 | 12/ 6 | כה |
| + 0 01.8 | 31 29.7 | 1.01566 | + 23 | 12 40.1 | 5 26 | 18.57 | 13/ 6 | כו |
| - 0 10.9 | 31 29.5 | 1.01576 | + 23 | 15 48.1 | 5 30 | 27.80 | 14/ 6 | כז |
| - 0 23.7 | 31 29.3 | 1.01586 | + 23 | 18 31.5 | 5 34 | 37.18 | 15/ 6 | כח |
| - 0 36.6 | 31 29.1 | 1.01595 | + 23 | 20 50.2 | 5 38 | 46.67 | 16/ 6 | כט |
| - 0 49.6 | 31 29.0 | 1.01604 | + 23 | 22 44.3 | 5 42 | 56.25 | 17/ 6 | ל |

| ת א ר י ן | | זריחה - כיוון | | צהריה - נובה | | שקיעה - כיוון | |
|-----------|---|---------------|------|--------------|------|---------------|-------|
| י | ס | דק:סט | ' | דק:סט | ' | דק:סט | ' |
| א | א | 04:40 | 65.9 | 11:36 | 77.9 | 18:33 | 294.3 |
| ב | ב | 04:40 | 65.6 | 11:37 | 78.1 | 18:34 | 294.5 |
| ג | ג | 04:39 | 65.4 | 11:37 | 78.3 | 18:34 | 294.8 |
| ד | ד | 04:39 | 65.1 | 11:37 | 78.5 | 18:35 | 295.0 |
| ה | ה | 04:38 | 64.9 | 11:37 | 78.7 | 18:36 | 295.2 |
| ו | ו | 04:38 | 64.7 | 11:37 | 78.9 | 18:36 | 295.5 |
| ז | ז | 04:37 | 64.4 | 11:37 | 79.0 | 18:37 | 295.7 |
| ח | א | 04:37 | 64.2 | 11:37 | 79.2 | 18:38 | 295.9 |
| ט | ב | 04:36 | 64.0 | 11:37 | 79.4 | 18:38 | 296.1 |
| י | ג | 04:36 | 63.8 | 11:37 | 79.5 | 18:39 | 296.3 |
| יא | ד | 04:36 | 63.6 | 11:37 | 79.7 | 18:40 | 296.5 |
| יב | ה | 04:35 | 63.5 | 11:38 | 79.8 | 18:40 | 296.7 |
| יג | ו | 04:35 | 63.3 | 11:38 | 80.0 | 18:41 | 296.8 |
| יד | ז | 04:35 | 63.1 | 11:38 | 80.1 | 18:41 | 297.0 |
| טו | א | 04:34 | 62.9 | 11:38 | 80.2 | 18:42 | 297.1 |
| טז | ב | 04:34 | 62.8 | 11:38 | 80.4 | 18:42 | 297.3 |
| יז | ג | 04:34 | 62.6 | 11:38 | 80.5 | 18:43 | 297.4 |
| יח | ד | 04:34 | 62.5 | 11:38 | 80.6 | 18:43 | 297.6 |
| יט | ה | 04:34 | 62.4 | 11:39 | 80.7 | 18:44 | 297.7 |
| כ | ו | 04:34 | 62.3 | 11:39 | 80.8 | 18:44 | 297.8 |
| כא | ז | 04:33 | 62.1 | 11:39 | 80.9 | 18:45 | 297.9 |
| כב | א | 04:33 | 62.0 | 11:39 | 81.0 | 18:45 | 298.0 |
| כג | ב | 04:33 | 61.9 | 11:39 | 81.0 | 18:46 | 298.1 |
| כד | ג | 04:33 | 61.9 | 11:40 | 81.1 | 18:46 | 298.2 |
| כה | ד | 04:33 | 61.8 | 11:40 | 81.2 | 18:46 | 298.3 |
| כו | ה | 04:33 | 61.7 | 11:40 | 81.2 | 18:47 | 298.3 |
| כז | ו | 04:33 | 61.6 | 11:40 | 81.3 | 18:47 | 298.4 |
| כח | ז | 04:33 | 61.6 | 11:40 | 81.3 | 18:48 | 298.4 |
| כט | א | 04:34 | 61.5 | 11:41 | 81.4 | 18:48 | 298.5 |
| ל | ב | 04:34 | 61.5 | 11:41 | 81.4 | 18:48 | 298.5 |

שמש - זריחה, שקיעה, מיקום, קוטר, משוואת זמן

י וני - יולי 1996, תמוז התשנ"ו

| מסוואת הזמן | קוטר | סדאק סדאק (.א.י) | נסיה | | עליה ישרה | | תאריך | |
|-------------|---------|------------------------|------|---------|-----------|-------|----------|-------|
| | | | ' | " | ' | " | סד דק טע | לונזי |
| - 1 02.7 | 31 28.8 | 1.01612 | + 23 | 24 13.6 | 5 47 | 05.89 | 18/ 6 | א |
| - 1 15.8 | 31 28.7 | 1.01619 | + 23 | 25 18.2 | 5 51 | 15.56 | 19/ 6 | ב |
| - 1 29.0 | 31 28.6 | 1.01626 | + 23 | 25 58.0 | 5 55 | 25.24 | 20/ 6 | ג |
| - 1 42.1 | 31 28.4 | 1.01632 | + 23 | 26 13.0 | 5 59 | 34.90 | 21/ 6 | ד |
| - 1 55.1 | 31 28.3 | 1.01637 | + 23 | 26 03.2 | 6 03 | 44.52 | 22/ 6 | ה |
| - 2 08.1 | 31 28.2 | 1.01642 | + 23 | 25 28.6 | 6 07 | 54.06 | 23/ 6 | ו |
| - 2 21.0 | 31 28.2 | 1.01647 | + 23 | 24 29.3 | 6 12 | 03.51 | 24/ 6 | ז |
| - 2 33.8 | 31 28.1 | 1.01651 | + 23 | 23 05.2 | 6 16 | 12.84 | 25/ 6 | ח |
| - 2 46.4 | 31 28.0 | 1.01655 | + 23 | 21 16.5 | 6 20 | 22.02 | 26/ 6 | ט |
| - 2 58.9 | 31 28.0 | 1.01658 | + 23 | 19 03.1 | 6 24 | 31.05 | 27/ 6 | י |
| - 3 11.2 | 31 27.9 | 1.01661 | + 23 | 16 25.1 | 6 28 | 39.88 | 28/ 6 | יא |
| - 3 23.2 | 31 27.9 | 1.01664 | + 23 | 13 22.7 | 6 32 | 48.52 | 29/ 6 | יב |
| - 3 35.1 | 31 27.8 | 1.01666 | + 23 | 09 55.8 | 6 36 | 56.93 | 30/ 6 | יג |
| - 3 46.7 | 31 27.8 | 1.01668 | + 23 | 06 04.6 | 6 41 | 05.10 | 1/ 7 | יד |
| - 3 58.0 | 31 27.8 | 1.01669 | + 23 | 01 49.2 | 6 45 | 13.02 | 2/ 7 | טו |
| - 4 09.1 | 31 27.7 | 1.01670 | + 22 | 57 09.0 | 6 49 | 20.65 | 3/ 7 | טז |
| - 4 19.9 | 31 27.7 | 1.01671 | + 22 | 52 06.2 | 6 53 | 27.99 | 4/ 7 | יז |
| - 4 30.4 | 31 27.7 | 1.01672 | + 22 | 46 38.7 | 6 57 | 35.02 | 5/ 7 | יח |
| - 4 40.5 | 31 27.7 | 1.01672 | + 22 | 40 47.5 | 7 01 | 41.72 | 6/ 7 | יט |
| - 4 50.3 | 31 27.7 | 1.01671 | + 22 | 34 32.6 | 7 05 | 48.09 | 7/ 7 | כ |
| - 4 59.8 | 31 27.7 | 1.01671 | + 22 | 27 54.2 | 7 09 | 54.10 | 8/ 7 | כא |
| - 5 08.9 | 31 27.7 | 1.01669 | + 22 | 20 52.5 | 7 13 | 59.73 | 9/ 7 | כב |
| - 5 17.6 | 31 27.8 | 1.01668 | + 22 | 13 27.6 | 7 18 | 04.98 | 10/ 7 | כג |
| - 5 25.9 | 31 27.8 | 1.01665 | + 22 | 05 39.7 | 7 22 | 09.81 | 11/ 7 | כד |
| - 5 33.7 | 31 27.9 | 1.01663 | + 21 | 57 29.0 | 7 26 | 14.22 | 12/ 7 | כה |
| - 5 41.1 | 31 27.9 | 1.01659 | + 21 | 48 55.8 | 7 30 | 18.18 | 13/ 7 | כו |
| - 5 48.0 | 31 28.0 | 1.01655 | + 21 | 40 00.2 | 7 34 | 21.67 | 14/ 7 | כז |
| - 5 54.5 | 31 28.1 | 1.01651 | + 21 | 30 42.4 | 7 38 | 24.68 | 15/ 7 | כח |
| - 6 00.4 | 31 28.2 | 1.01645 | + 21 | 21 02.6 | 7 42 | 27.18 | 16/ 7 | כט |

| תאריך | | זריחה - כיוון | | צהריה - גובה | | שקיעה - כיוון | |
|-------|-------|---------------|-------|--------------|-------|---------------|----|
| י | ט | דק:טע | ' | דק:טע | ' | דק:טע | ' |
| 298.5 | 18:48 | 81.4 | 11:41 | 61.5 | 04:34 | 18/ 6 | א |
| 298.6 | 18:49 | 81.4 | 11:41 | 61.5 | 04:34 | 19/ 6 | ב |
| 298.6 | 18:49 | 81.4 | 11:42 | 61.4 | 04:34 | 20/ 6 | ג |
| 298.6 | 18:49 | 81.4 | 11:42 | 61.4 | 04:34 | 21/ 6 | ד |
| 298.6 | 18:49 | 81.4 | 11:42 | 61.4 | 04:35 | 22/ 6 | ה |
| 298.5 | 18:50 | 81.4 | 11:42 | 61.5 | 04:35 | 23/ 6 | ו |
| 298.5 | 18:50 | 81.4 | 11:42 | 61.5 | 04:35 | 24/ 6 | ז |
| 298.5 | 18:50 | 81.4 | 11:43 | 61.5 | 04:35 | 25/ 6 | ח |
| 298.4 | 18:50 | 81.3 | 11:43 | 61.5 | 04:36 | 26/ 6 | ט |
| 298.4 | 18:50 | 81.3 | 11:43 | 61.6 | 04:36 | 27/ 6 | י |
| 298.3 | 18:50 | 81.3 | 11:43 | 61.6 | 04:36 | 28/ 6 | יא |
| 298.3 | 18:50 | 81.2 | 11:43 | 61.7 | 04:37 | 29/ 6 | יב |
| 298.2 | 18:50 | 81.1 | 11:44 | 61.8 | 04:37 | 30/ 6 | יג |
| 298.1 | 18:50 | 81.1 | 11:44 | 61.9 | 04:38 | 1/ 7 | יד |
| 298.0 | 18:50 | 81.0 | 11:44 | 61.9 | 04:38 | 2/ 7 | טו |
| 297.9 | 18:50 | 80.9 | 11:44 | 62.0 | 04:38 | 3/ 7 | טז |
| 297.8 | 18:50 | 80.8 | 11:44 | 62.1 | 04:39 | 4/ 7 | יז |
| 297.7 | 18:50 | 80.7 | 11:45 | 62.3 | 04:39 | 5/ 7 | יח |
| 297.5 | 18:50 | 80.6 | 11:45 | 62.4 | 04:40 | 6/ 7 | יט |
| 297.4 | 18:49 | 80.5 | 11:45 | 62.5 | 04:40 | 7/ 7 | כ |
| 297.3 | 18:49 | 80.4 | 11:45 | 62.6 | 04:41 | 8/ 7 | כא |
| 297.1 | 18:49 | 80.3 | 11:45 | 62.8 | 04:41 | 9/ 7 | כב |
| 297.0 | 18:49 | 80.2 | 11:45 | 62.9 | 04:42 | 10/ 7 | כג |
| 296.8 | 18:48 | 80.0 | 11:45 | 63.1 | 04:42 | 11/ 7 | כד |
| 296.6 | 18:48 | 79.9 | 11:46 | 63.3 | 04:43 | 12/ 7 | כה |
| 296.4 | 18:48 | 79.8 | 11:46 | 63.4 | 04:43 | 13/ 7 | כו |
| 296.3 | 18:47 | 79.6 | 11:46 | 63.6 | 04:44 | 14/ 7 | כז |
| 296.1 | 18:47 | 79.4 | 11:46 | 63.8 | 04:45 | 15/ 7 | כח |
| 295.9 | 18:47 | 79.3 | 11:46 | 64.0 | 04:45 | 16/ 7 | כט |

שמש - זריחה, שקיעה, מיקום, קוטר, משוואת זמן

יולי - אוגוסט 1996, אפ התנ"ו

| שעות הזמן | קוטר | סדרה (.א.י) | נסיה | עליה ישרה | | תאריך | |
|-----------|---------|----------------|--------------|------------|-------|-------|------|
| | | | | שן דק סט | שן דק | לועזי | עברי |
| - 6 05.8 | 31 28.3 | 1.01640 | + 21 11 01.2 | 7 46 29.17 | 17/ 7 | א | |
| - 6 10.7 | 31 28.4 | 1.01633 | + 21 00 38.2 | 7 50 30.62 | 18/ 7 | ב | |
| - 6 15.1 | 31 28.5 | 1.01626 | + 20 49 54.0 | 7 54 31.52 | 19/ 7 | ג | |
| - 6 18.9 | 31 28.7 | 1.01619 | + 20 38 48.7 | 7 58 31.86 | 20/ 7 | ד | |
| - 6 22.1 | 31 28.8 | 1.01611 | + 20 27 22.6 | 8 02 31.63 | 21/ 7 | ה | |
| - 6 24.7 | 31 29.0 | 1.01602 | + 20 15 36.0 | 8 06 30.82 | 22/ 7 | ו | |
| - 6 26.8 | 31 29.2 | 1.01593 | + 20 03 29.1 | 8 10 29.41 | 23/ 7 | ז | |
| - 6 28.2 | 31 29.3 | 1.01583 | + 19 51 02.1 | 8 14 27.41 | 24/ 7 | ח | |
| - 6 29.1 | 31 29.5 | 1.01573 | + 19 38 15.3 | 8 18 24.80 | 25/ 7 | ט | |
| - 6 29.3 | 31 29.7 | 1.01563 | + 19 25 09.1 | 8 22 21.58 | 26/ 7 | י | |
| - 6 28.9 | 31 29.9 | 1.01552 | + 19 11 43.6 | 8 26 17.75 | 27/ 7 | יא | |
| - 6 27.9 | 31 30.1 | 1.01541 | + 18 57 59.1 | 8 30 13.30 | 28/ 7 | יב | |
| - 6 26.3 | 31 30.3 | 1.01529 | + 18 43 55.9 | 8 34 08.24 | 29/ 7 | יג | |
| - 6 24.0 | 31 30.6 | 1.01518 | + 18 29 34.2 | 8 38 02.57 | 30/ 7 | יד | |
| - 6 21.2 | 31 30.8 | 1.01506 | + 18 14 54.4 | 8 41 56.28 | 31/ 7 | טו | |
| - 6 17.7 | 31 31.0 | 1.01493 | + 17 59 56.7 | 8 45 49.39 | 1/ 8 | טז | |
| - 6 13.7 | 31 31.3 | 1.01481 | + 17 44 41.3 | 8 49 41.89 | 2/ 8 | יז | |
| - 6 09.0 | 31 31.5 | 1.01468 | + 17 29 08.6 | 8 53 33.80 | 3/ 8 | יח | |
| - 6 03.8 | 31 31.7 | 1.01455 | + 17 13 18.7 | 8 57 25.11 | 4/ 8 | יט | |
| - 5 58.0 | 31 32.0 | 1.01441 | + 16 57 12.0 | 9 01 15.85 | 5/ 8 | כ | |
| - 5 51.6 | 31 32.3 | 1.01427 | + 16 40 48.8 | 9 05 06.01 | 6/ 8 | כא | |
| - 5 44.6 | 31 32.5 | 1.01413 | + 16 24 09.4 | 9 08 55.59 | 7/ 8 | כב | |
| - 5 37.1 | 31 32.8 | 1.01398 | + 16 07 14.1 | 9 12 44.61 | 8/ 8 | כג | |
| - 5 29.0 | 31 33.1 | 1.01383 | + 15 50 03.1 | 9 16 33.05 | 9/ 8 | כד | |
| - 5 20.3 | 31 33.4 | 1.01367 | + 15 32 36.9 | 9 20 20.94 | 10/ 8 | כה | |
| - 5 11.1 | 31 33.7 | 1.01351 | + 15 14 55.8 | 9 24 08.27 | 11/ 8 | כו | |
| - 5 01.3 | 31 34.0 | 1.01334 | + 14 57 00.0 | 9 27 55.03 | 12/ 8 | כז | |
| - 4 50.9 | 31 34.3 | 1.01317 | + 14 38 49.9 | 9 31 41.25 | 13/ 8 | כח | |
| - 4 40.1 | 31 34.6 | 1.01299 | + 14 20 25.9 | 9 35 26.92 | 14/ 8 | כט | |
| - 4 28.6 | 31 35.0 | 1.01281 | + 14 01 48.1 | 9 39 12.05 | 15/ 8 | ל | |

| תאריך | | זריחה - כיוון | | צהריה - גובה | | שקיעה - כיוון | |
|-------|-------|---------------|-------|--------------|-------|---------------|----|
| י | ס | לועזי | דק:סע | דק:סע | דק:סע | דק:סע | י |
| 295.7 | 18:46 | 79.1 | 11:46 | 64.2 | 04:46 | 17/ 7 | א |
| 295.4 | 18:46 | 78.9 | 11:46 | 64.4 | 04:46 | 18/ 7 | ב |
| 295.2 | 18:45 | 78.8 | 11:46 | 64.7 | 04:47 | 19/ 7 | ג |
| 295.0 | 18:45 | 78.6 | 11:46 | 64.9 | 04:48 | 20/ 7 | ד |
| 294.7 | 18:44 | 78.4 | 11:46 | 65.1 | 04:48 | 21/ 7 | ה |
| 294.5 | 18:44 | 78.2 | 11:46 | 65.4 | 04:49 | 22/ 7 | ו |
| 294.3 | 18:43 | 78.0 | 11:46 | 65.6 | 04:49 | 23/ 7 | ז |
| 294.0 | 18:43 | 77.8 | 11:46 | 65.9 | 04:50 | 24/ 7 | ח |
| 293.7 | 18:42 | 77.5 | 11:46 | 66.1 | 04:51 | 25/ 7 | ט |
| 293.5 | 18:41 | 77.3 | 11:46 | 66.4 | 04:51 | 26/ 7 | י |
| 293.2 | 18:41 | 77.1 | 11:46 | 66.7 | 04:52 | 27/ 7 | יא |
| 292.9 | 18:40 | 76.9 | 11:46 | 66.9 | 04:53 | 28/ 7 | יב |
| 292.6 | 18:39 | 76.6 | 11:46 | 67.2 | 04:53 | 29/ 7 | יג |
| 292.3 | 18:38 | 76.4 | 11:46 | 67.5 | 04:54 | 30/ 7 | יד |
| 292.0 | 18:38 | 76.1 | 11:46 | 67.8 | 04:55 | 31/ 7 | טו |
| 291.7 | 18:37 | 75.9 | 11:46 | 68.1 | 04:55 | 1/ 8 | טז |
| 291.4 | 18:36 | 75.6 | 11:46 | 68.4 | 04:56 | 2/ 8 | יז |
| 291.1 | 18:35 | 75.4 | 11:46 | 68.7 | 04:57 | 3/ 8 | יח |
| 290.8 | 18:34 | 75.1 | 11:46 | 69.0 | 04:57 | 4/ 8 | יט |
| 290.4 | 18:33 | 74.8 | 11:46 | 69.4 | 04:58 | 5/ 8 | כ |
| 290.1 | 18:33 | 74.6 | 11:46 | 69.7 | 04:59 | 6/ 8 | כא |
| 289.8 | 18:32 | 74.3 | 11:46 | 70.0 | 04:59 | 7/ 8 | כב |
| 289.4 | 18:31 | 74.0 | 11:46 | 70.4 | 05:00 | 8/ 8 | כג |
| 289.1 | 18:30 | 73.7 | 11:45 | 70.7 | 05:01 | 9/ 8 | כד |
| 288.7 | 18:29 | 73.4 | 11:45 | 71.1 | 05:01 | 10/ 8 | כה |
| 288.4 | 18:28 | 73.1 | 11:45 | 71.4 | 05:02 | 11/ 8 | כו |
| 288.0 | 18:27 | 72.8 | 11:45 | 71.8 | 05:03 | 12/ 8 | כז |
| 287.6 | 18:26 | 72.5 | 11:45 | 72.2 | 05:03 | 13/ 8 | כח |
| 287.3 | 18:25 | 72.2 | 11:45 | 72.5 | 05:04 | 14/ 8 | כט |
| 286.9 | 18:24 | 71.9 | 11:44 | 72.9 | 05:05 | 15/ 8 | ל |

שמש - זריחה, שקיעה, מיקום, קוטר, משוואת זמן

אולוס - סטמפר 1996, אולף בתנ"ו

| מסוואת הזמן | קוטר | סדוק סדוק (א.') | נמיה | | עליה ישרה | | תאריך |
|-------------|---------|-----------------|---------|------|------------|------------|----------|
| | | | ' | '' | ש' דק' שט' | ל' דק' שט' | |
| - 4 16.7 | 31 35.3 | 1.01262 | + 13 42 | 57.0 | 9 42 | 56.65 | 16/ 8 א |
| - 4 04.2 | 31 35.7 | 1.01243 | + 13 23 | 52.9 | 9 46 | 40.71 | 17/ 8 ב |
| - 3 51.2 | 31 36.1 | 1.01223 | + 13 04 | 36.1 | 9 50 | 24.26 | 18/ 8 ג |
| - 3 37.7 | 31 36.4 | 1.01203 | + 12 45 | 06.9 | 9 54 | 07.30 | 19/ 8 ד |
| - 3 23.7 | 31 36.8 | 1.01183 | + 12 25 | 25.6 | 9 57 | 49.84 | 20/ 8 ה |
| - 3 09.0 | 31 37.2 | 1.01162 | + 12 05 | 32.6 | 10 01 | 31.88 | 21/ 8 ו |
| - 2 54.2 | 31 37.6 | 1.01141 | + 11 45 | 28.2 | 10 05 | 13.45 | 22/ 8 ז |
| - 2 38.7 | 31 38.0 | 1.01119 | + 11 25 | 12.7 | 10 08 | 54.55 | 23/ 8 ח |
| - 2 22.8 | 31 38.4 | 1.01097 | + 11 04 | 46.4 | 10 12 | 35.20 | 24/ 8 ט |
| - 2 06.5 | 31 38.9 | 1.01075 | + 10 44 | 09.0 | 10 16 | 15.41 | 25/ 8 י |
| - 1 49.7 | 31 39.3 | 1.01052 | + 10 23 | 22.9 | 10 19 | 55.19 | 26/ 8 יא |
| - 1 32.5 | 31 39.7 | 1.01030 | + 10 02 | 26.3 | 10 23 | 34.56 | 27/ 8 יב |
| - 1 15.0 | 31 40.1 | 1.01007 | + 9 41 | 20.1 | 10 27 | 13.55 | 28/ 8 יג |
| - 0 57.0 | 31 40.6 | 1.00984 | + 9 20 | 04.7 | 10 30 | 52.16 | 29/ 8 יד |
| - 0 38.7 | 31 41.0 | 1.00961 | + 8 58 | 40.4 | 10 34 | 30.43 | 30/ 8 טו |
| - 0 20.1 | 31 41.4 | 1.00938 | + 8 37 | 07.5 | 10 38 | 08.30 | 31/ 8 טז |
| - 0 01.2 | 31 41.9 | 1.00914 | + 8 15 | 26.2 | 10 41 | 46.02 | 1/ 9 יז |
| + 0 18.0 | 31 42.3 | 1.00891 | + 7 53 | 36.9 | 10 45 | 23.37 | 2/ 9 יח |
| + 0 37.4 | 31 42.8 | 1.00867 | + 7 31 | 39.8 | 10 49 | 00.47 | 3/ 9 יט |
| + 0 57.1 | 31 43.2 | 1.00843 | + 7 09 | 35.3 | 10 52 | 37.32 | 4/ 9 כ |
| + 1 17.0 | 31 43.7 | 1.00819 | + 6 47 | 23.8 | 10 56 | 13.95 | 5/ 9 כא |
| + 1 37.2 | 31 44.1 | 1.00795 | + 6 25 | 05.5 | 10 59 | 50.37 | 6/ 9 כב |
| + 1 57.5 | 31 44.6 | 1.00770 | + 6 02 | 40.8 | 11 03 | 26.60 | 7/ 9 כג |
| + 2 18.0 | 31 45.1 | 1.00745 | + 5 40 | 10.1 | 11 07 | 02.65 | 8/ 9 כד |
| + 2 38.7 | 31 45.5 | 1.00720 | + 5 17 | 33.6 | 11 10 | 38.54 | 9/ 9 כה |
| + 2 59.5 | 31 46.0 | 1.00695 | + 4 54 | 51.7 | 11 14 | 14.29 | 10/ 9 כו |
| + 3 20.4 | 31 46.5 | 1.00669 | + 4 32 | 04.7 | 11 17 | 49.91 | 11/ 9 כז |
| + 3 41.4 | 31 47.0 | 1.00643 | + 4 09 | 13.1 | 11 21 | 25.43 | 12/ 9 כח |
| + 4 02.6 | 31 47.5 | 1.00616 | + 3 46 | 17.0 | 11 25 | 00.85 | 13/ 9 כט |

| תאריך | | זריחה - כיוון | | צהריה - גובה | | שקיעה - כיוון | |
|-------|------------|---------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|
| י' מ' | ל' דק' שט' | י' מ' | ל' דק' שט' | י' מ' | ל' דק' שט' | י' מ' | ל' דק' שט' |
| 286.5 | 18:23 | 71.6 | 11:44 | 73.3 | 05:05 | 16/ 8 | א ו |
| 286.1 | 18:22 | 71.3 | 11:44 | 73.6 | 05:06 | 17/ 8 | ב ז |
| 285.8 | 18:21 | 70.9 | 11:44 | 74.0 | 05:06 | 18/ 8 | ג ח |
| 285.4 | 18:19 | 70.6 | 11:44 | 74.4 | 05:07 | 19/ 8 | ד ט |
| 285.0 | 18:18 | 70.3 | 11:43 | 74.8 | 05:08 | 20/ 8 | ה י |
| 284.6 | 18:17 | 70.0 | 11:43 | 75.2 | 05:08 | 21/ 8 | ו יא |
| 284.2 | 18:16 | 69.6 | 11:43 | 75.6 | 05:09 | 22/ 8 | ז יב |
| 283.8 | 18:15 | 69.3 | 11:43 | 76.0 | 05:10 | 23/ 8 | ח יג |
| 283.4 | 18:14 | 68.9 | 11:42 | 76.4 | 05:10 | 24/ 8 | ט יד |
| 282.9 | 18:13 | 68.6 | 11:42 | 76.8 | 05:11 | 25/ 8 | י טו |
| 282.5 | 18:11 | 68.2 | 11:42 | 77.2 | 05:12 | 26/ 8 | יא טז |
| 282.1 | 18:10 | 67.9 | 11:41 | 77.7 | 05:12 | 27/ 8 | יב טז |
| 281.7 | 18:09 | 67.5 | 11:41 | 78.1 | 05:13 | 28/ 8 | יג טז |
| 281.3 | 18:08 | 67.2 | 11:41 | 78.5 | 05:13 | 29/ 8 | יד טז |
| 280.8 | 18:06 | 66.8 | 11:41 | 78.9 | 05:14 | 30/ 8 | טז טז |
| 280.4 | 18:05 | 66.5 | 11:40 | 79.3 | 05:15 | 31/ 8 | טז טז |
| 280.0 | 18:04 | 66.1 | 11:40 | 79.8 | 05:15 | 1/ 9 | א יז |
| 279.6 | 18:03 | 65.7 | 11:40 | 80.2 | 05:16 | 2/ 9 | ב יז |
| 279.1 | 18:01 | 65.4 | 11:39 | 80.6 | 05:17 | 3/ 9 | ג יז |
| 278.7 | 18:00 | 65.0 | 11:39 | 81.1 | 05:17 | 4/ 9 | ד יז |
| 278.2 | 17:59 | 64.6 | 11:39 | 81.5 | 05:18 | 5/ 9 | ה יז |
| 277.8 | 17:58 | 64.3 | 11:38 | 82.0 | 05:18 | 6/ 9 | ו יז |
| 277.4 | 17:56 | 63.9 | 11:38 | 82.4 | 05:19 | 7/ 9 | ז יז |
| 276.9 | 17:55 | 63.5 | 11:38 | 82.8 | 05:20 | 8/ 9 | ח יז |
| 276.5 | 17:54 | 63.1 | 11:37 | 83.3 | 05:20 | 9/ 9 | ט יז |
| 276.0 | 17:52 | 62.8 | 11:37 | 83.7 | 05:21 | 10/ 9 | י יז |
| 275.6 | 17:51 | 62.4 | 11:37 | 84.2 | 05:21 | 11/ 9 | יא יז |
| 275.1 | 17:50 | 62.0 | 11:36 | 84.6 | 05:22 | 12/ 9 | יב יז |
| 274.7 | 17:48 | 61.6 | 11:36 | 85.1 | 05:23 | 13/ 9 | יג יז |

ירח - זריחה, שקיעה, מיקום, קוטר, מופע

מאי - יוני 1996, סיון התשנ"ו

| גיל הירח (ימים) | א ל ק | סו א ר | מרחק זוויתי | קוטר | מרחק סמאך (א.ר.) | נטיה | | עליה ישרה | | תאריך | |
|-----------------|---------|----------|-------------|--------|------------------|------------|-------|-----------|----|-------|----|
| | | | | | | ' | " | ס | דק | ש | דק |
| 1.509 | + 0.004 | + 17.86 | 29 57.9 | 62.525 | + 18 15 57 | 4 59 32.5 | 19/ 5 | א | | | |
| 2.509 | + 0.063 | + 28.95 | 29 45.7 | 62.951 | + 18 32 42 | 5 50 54.4 | 20/ 5 | ב | | | |
| 3.509 | + 0.117 | + 39.95 | 29 36.5 | 63.277 | + 17 58 32 | 6 41 29.1 | 21/ 5 | ג | | | |
| 4.509 | + 0.185 | + 50.84 | 29 31.1 | 63.469 | + 16 37 04 | 7 31 00.4 | 22/ 5 | ד | | | |
| 5.509 | + 0.265 | + 61.68 | 29 30.3 | 63.500 | + 14 33 23 | 8 19 23.4 | 23/ 5 | ה | | | |
| 6.509 | + 0.354 | + 72.53 | 29 34.5 | 63.349 | + 11 53 21 | 9 06 45.7 | 24/ 5 | ו | | | |
| 7.509 | + 0.448 | + 82.45 | 29 44.1 | 63.006 | + 8 43 07 | 9 53 26.7 | 25/ 5 | ז | | | |
| 8.509 | + 0.544 | + 94.54 | 29 59.1 | 62.476 | + 5 09 01 | 10 39 55.4 | 26/ 5 | ח | | | |
| 9.509 | + 0.638 | + 105.86 | 30 19.6 | 61.778 | + 1 17 47 | 11 26 47.9 | 27/ 5 | ט | | | |
| 10.509 | + 0.735 | + 117.51 | 30 44.3 | 60.952 | - 2 42 49 | 12 14 45.2 | 28/ 5 | י | | | |
| 11.509 | + 0.821 | + 129.53 | 31 12.1 | 60.047 | - 6 43 17 | 13 04 30.3 | 29/ 5 | יא | | | |
| 12.509 | + 0.894 | + 141.95 | 31 41.0 | 59.132 | - 10 31 38 | 13 56 43.1 | 30/ 5 | יב | | | |
| 13.509 | + 0.953 | + 154.75 | 32 08.9 | 58.277 | - 13 53 07 | 14 51 52.8 | 31/ 5 | יג | | | |
| 14.509 | + 0.989 | + 167.68 | 32 33.1 | 57.555 | - 16 30 59 | 15 50 06.7 | 1/ 6 | יד | | | |
| 15.509 | - 0.998 | - 175.31 | 32 51.2 | 57.027 | - 18 08 50 | 16 50 59.0 | 2/ 6 | טו | | | |
| 16.509 | - 0.981 | - 163.54 | 33 01.4 | 56.734 | - 18 34 17 | 17 53 27.5 | 3/ 6 | טז | | | |
| 17.509 | - 0.933 | - 149.87 | 33 03.0 | 56.689 | - 17 42 44 | 18 56 05.7 | 4/ 6 | יז | | | |
| 18.509 | - 0.860 | - 136.09 | 32 56.3 | 56.880 | - 15 38 59 | 19 57 29.2 | 5/ 6 | יח | | | |
| 19.509 | - 0.772 | - 122.45 | 32 42.8 | 57.271 | - 12 35 38 | 20 56 39.8 | 6/ 6 | יט | | | |
| 20.509 | - 0.663 | - 109.05 | 32 24.5 | 57.810 | - 8 49 29 | 21 53 16.8 | 7/ 6 | כ | | | |
| 21.509 | - 0.552 | - 95.95 | 32 03.4 | 58.445 | - 4 38 06 | 22 47 30.9 | 8/ 6 | כא | | | |
| 22.509 | - 0.439 | - 83.18 | 31 41.2 | 59.126 | - 0 17 36 | 23 39 53.0 | 9/ 6 | כב | | | |
| 23.509 | - 0.337 | - 70.71 | 31 19.4 | 59.811 | + 3 58 01 | 0 31 01.7 | 10/ 6 | כג | | | |
| 24.509 | - 0.242 | - 58.53 | 30 58.9 | 60.474 | + 7 56 52 | 1 21 34.7 | 11/ 6 | כד | | | |
| 25.509 | - 0.159 | - 46.63 | 30 39.9 | 61.096 | + 11 28 41 | 2 12 02.8 | 12/ 6 | כה | | | |
| 26.509 | - 0.090 | - 34.99 | 30 22.9 | 61.668 | + 14 24 42 | 3 02 46.0 | 13/ 6 | כו | | | |
| 27.509 | - 0.043 | - 23.62 | 30 07.7 | 62.185 | + 16 37 44 | 3 53 50.3 | 14/ 6 | כז | | | |
| 28.509 | - 0.013 | - 12.71 | 29 54.5 | 62.641 | + 18 02 32 | 4 45 08.0 | 15/ 6 | כח | | | |
| 29.509 | - 0.002 | - 4.78 | 29 43.5 | 63.030 | + 18 36 16 | 5 36 21.1 | 16/ 6 | כט | | | |
| 0.933 | + 0.011 | + 11.48 | 29 34.8 | 63.339 | + 18 18 50 | 6 27 04.9 | 17/ 6 | ל | | | |

| א ל ק | סו א ר | מרחק זוויתי | קוטר | מרחק סמאך (א.ר.) | נטיה | | עליה ישרה | | תאריך | |
|-------|--------|-------------|-------|------------------|-------|-------|-----------|----|-------|----|
| | | | | | ' | " | ס | דק | ש | דק |
| 292.0 | 20:16 | 76.3 | 13:14 | 68.2 | 06:13 | 19/ 5 | א | | | |
| 291.5 | 21:03 | 76.1 | 14:03 | 68.1 | 07:01 | 20/ 5 | ב | | | |
| 290.0 | 21:47 | 75.1 | 14:50 | 69.0 | 07:52 | 21/ 5 | ג | | | |
| 287.6 | 22:27 | 73.3 | 15:37 | 71.0 | 08:43 | 22/ 5 | ד | | | |
| 284.4 | 23:05 | 70.7 | 16:22 | 73.8 | 09:35 | 23/ 5 | ה | | | |
| 280.6 | 23:40 | 67.6 | 17:06 | 77.3 | 10:27 | 24/ 5 | ו | | | |
| ----- | ----- | 64.0 | 17:50 | 81.4 | 11:21 | 25/ 5 | ז | | | |
| 276.3 | 00:15 | 60.0 | 18:34 | 85.9 | 12:14 | 26/ 5 | ח | | | |
| 271.7 | 00:49 | 55.9 | 19:19 | 90.7 | 13:10 | 27/ 5 | ט | | | |
| 266.8 | 01:23 | 51.7 | 20:06 | 95.7 | 14:07 | 28/ 5 | י | | | |
| 262.0 | 02:00 | 47.6 | 20:55 | 100.5 | 15:06 | 29/ 5 | יא | | | |
| 257.4 | 02:39 | 44.0 | 21:48 | 105.0 | 16:08 | 30/ 5 | יב | | | |
| 253.3 | 03:23 | 41.0 | 22:44 | 108.7 | 17:12 | 31/ 5 | יג | | | |
| 250.1 | 04:12 | 39.2 | 23:43 | 111.2 | 18:16 | 1/ 6 | יד | | | |
| 248.2 | 05:07 | ----- | ----- | 112.2 | 19:20 | 2/ 6 | טו | | | |
| 247.9 | 06:08 | 38.6 | 00:43 | 111.5 | 20:19 | 3/ 6 | טז | | | |
| 249.3 | 07:12 | 39.5 | 01:45 | 109.3 | 21:14 | 4/ 6 | יז | | | |
| 252.2 | 08:18 | 41.7 | 02:44 | 105.7 | 22:03 | 5/ 6 | יח | | | |
| 256.3 | 09:25 | 44.9 | 03:42 | 101.1 | 22:48 | 6/ 6 | יט | | | |
| 261.2 | 10:29 | 49.0 | 04:36 | 96.1 | 23:29 | 7/ 6 | כ | | | |
| 266.5 | 11:32 | 53.4 | 05:28 | ----- | ----- | 8/ 6 | כא | | | |
| 271.8 | 12:34 | 58.0 | 06:18 | 90.8 | 00:08 | 9/ 6 | כב | | | |
| 276.9 | 13:33 | 62.4 | 07:07 | 85.7 | 00:45 | 10/ 6 | כג | | | |
| 281.6 | 14:32 | 66.5 | 07:55 | 80.8 | 01:23 | 11/ 6 | כד | | | |
| 285.6 | 15:29 | 70.0 | 08:43 | 76.5 | 02:01 | 12/ 6 | כה | | | |
| 288.7 | 16:25 | 72.9 | 09:31 | 72.9 | 02:41 | 13/ 6 | כו | | | |
| 290.9 | 17:19 | 75.0 | 10:20 | 70.2 | 03:24 | 14/ 6 | כז | | | |
| 291.9 | 18:11 | 76.1 | 11:09 | 68.5 | 04:08 | 15/ 6 | כח | | | |
| 291.9 | 18:59 | 76.4 | 11:58 | 68.0 | 04:56 | 16/ 6 | כט | | | |
| 290.8 | 19:44 | 75.7 | 12:46 | 68.5 | 05:45 | 17/ 6 | ל | | | |

ירח - זריחה, שקיעה, מיקום, קוטר, מופע

י אן י - יולאי 1996, תמוז התשנ"ו

| ניל היד (ימים) | חלק | מופע זוימי | קוטר | מופע מרחק (א.ד) | נסיה | | סליה ישרה | | תאריך | |
|----------------|---------|------------|---------|-----------------|------------|------------|-----------|----|-------|-----|
| | | | | | ' | '' | ס | דק | לונאי | סבר |
| 1.933 | + 0.036 | + 21.93 | 29 28.7 | 63.554 | + 17 12 41 | 7 16 57.3 | 18/ 6 | א | | |
| 2.933 | + 0.081 | + 32.63 | 29 26.0 | 63.655 | + 15 22 24 | 8 05 44.1 | 19/ 6 | ב | | |
| 3.933 | + 0.134 | + 43.38 | 29 26.9 | 63.621 | + 12 53 53 | 8 53 23.1 | 20/ 6 | ג | | |
| 4.933 | + 0.206 | + 54.19 | 29 32.1 | 63.433 | + 9 53 42 | 9 40 04.8 | 21/ 6 | ד | | |
| 5.933 | + 0.289 | + 65.08 | 29 42.1 | 63.078 | + 6 28 36 | 10 26 11.0 | 22/ 6 | ה | | |
| 6.933 | + 0.379 | + 76.14 | 29 57.1 | 62.551 | + 2 45 27 | 11 12 13.1 | 23/ 6 | ו | | |
| 7.933 | + 0.483 | + 87.42 | 30 17.2 | 61.859 | - 1 08 34 | 11 58 49.6 | 24/ 6 | ז | | |
| 8.933 | + 0.578 | + 99.01 | 30 42.0 | 61.027 | - 5 05 23 | 12 46 43.6 | 25/ 6 | ח | | |
| 9.933 | + 0.679 | + 110.97 | 31 10.6 | 60.093 | - 8 55 15 | 13 36 40.2 | 26/ 6 | ט | | |
| 10.933 | + 0.772 | + 123.36 | 31 41.6 | 59.115 | - 12 26 08 | 14 29 20.8 | 27/ 6 | י | | |
| 11.933 | + 0.860 | + 136.19 | 32 12.4 | 58.165 | - 15 23 20 | 15 25 14.1 | 28/ 6 | יא | | |
| 12.933 | + 0.933 | + 149.43 | 32 41.1 | 57.321 | - 17 30 23 | 16 24 23.7 | 29/ 6 | יב | | |
| 13.933 | + 0.978 | + 162.86 | 33 04.0 | 56.660 | - 18 31 39 | 17 26 16.6 | 30/ 6 | יג | | |
| 14.933 | + 0.997 | + 174.49 | 33 18.5 | 56.248 | - 18 16 26 | 18 29 41.1 | 1/ 7 | יד | | |
| 15.933 | - 0.987 | - 167.11 | 33 23.0 | 56.122 | - 16 42 50 | 19 33 03.6 | 2/ 7 | טו | | |
| 16.933 | - 0.949 | - 153.45 | 33 17.1 | 56.289 | - 13 59 10 | 20 34 57.6 | 3/ 7 | טז | | |
| 17.933 | - 0.883 | - 139.61 | 33 01.9 | 56.720 | - 10 21 36 | 21 34 28.6 | 4/ 7 | יז | | |
| 18.933 | - 0.794 | - 125.99 | 32 39.6 | 57.364 | - 6 09 58 | 22 31 20.9 | 5/ 7 | יח | | |
| 19.933 | - 0.695 | - 112.72 | 32 13.1 | 58.152 | - 1 43 41 | 23 25 50.0 | 6/ 7 | יט | | |
| 20.933 | - 0.587 | - 99.86 | 31 44.9 | 59.012 | + 2 40 25 | 0 18 28.5 | 7/ 7 | כ | | |
| 21.933 | - 0.483 | - 87.40 | 31 17.3 | 59.880 | + 6 48 41 | 1 09 54.5 | 8/ 7 | כא | | |
| 22.933 | - 0.371 | - 75.32 | 30 51.7 | 60.707 | + 10 30 21 | 2 00 43.1 | 9/ 7 | כב | | |
| 23.933 | - 0.281 | - 63.56 | 30 29.2 | 61.456 | + 13 36 57 | 2 51 21.6 | 10/ 7 | כג | | |
| 24.933 | - 0.192 | - 52.09 | 30 10.0 | 62.105 | + 16 01 48 | 3 42 05.4 | 11/ 7 | כד | | |
| 25.933 | - 0.123 | - 40.85 | 29 54.4 | 62.646 | + 17 40 01 | 4 32 57.7 | 12/ 7 | כה | | |
| 26.933 | - 0.067 | - 29.82 | 29 42.1 | 63.077 | + 18 28 33 | 5 23 49.5 | 13/ 7 | כו | | |
| 27.933 | - 0.027 | - 19.04 | 29 33.1 | 63.400 | + 18 26 33 | 6 14 23.6 | 14/ 7 | כז | | |
| 28.933 | - 0.006 | - 8.93 | 29 27.0 | 63.617 | + 17 35 27 | 7 04 20.3 | 15/ 7 | כח | | |
| 0.322 | + 0.003 | + 5.96 | 29 23.8 | 63.731 | + 15 58 51 | 7 53 22.9 | 16/ 7 | כט | | |

| ח א ר י | לונאי | זריחה - כיוון | | צריחה - גובה | | שקיעה - כיוון | |
|---------|-------|---------------|-------|--------------|-------|---------------|----|
| | | דק:ס | ' | דק:ס | ' | דק:ס | ' |
| 288.7 | 20:26 | 74.2 | 13:33 | 70.0 | 06:36 | 18/ 6 | א |
| 285.9 | 21:05 | 71.9 | 14:18 | 72.5 | 07:28 | 19/ 6 | ב |
| 282.3 | 21:41 | 69.0 | 15:03 | 75.7 | 08:20 | 20/ 6 | ג |
| 278.2 | 22:15 | 65.6 | 15:46 | 79.5 | 09:13 | 21/ 6 | ד |
| 273.8 | 22:49 | 61.8 | 16:30 | 83.9 | 10:06 | 22/ 6 | ה |
| 269.1 | 23:22 | 57.8 | 17:13 | 88.5 | 11:00 | 23/ 6 | ו |
| 264.3 | 23:57 | 53.7 | 17:58 | 93.3 | 11:55 | 24/ 6 | ז |
| ----- | ----- | 49.6 | 18:45 | 98.2 | 12:51 | 25/ 6 | ח |
| 259.6 | 00:34 | 45.8 | 19:35 | 102.7 | 13:51 | 26/ 6 | ט |
| 255.3 | 01:14 | 42.5 | 20:28 | 106.8 | 14:52 | 27/ 6 | י |
| 251.7 | 01:59 | 40.1 | 21:24 | 110.0 | 15:56 | 28/ 6 | יא |
| 249.0 | 02:51 | 38.8 | 22:24 | 111.8 | 16:59 | 29/ 6 | יב |
| 247.8 | 03:48 | 38.8 | 23:26 | 112.1 | 18:02 | 30/ 6 | יג |
| 248.3 | 04:51 | ----- | ----- | 110.6 | 19:00 | 1/ 7 | יד |
| 250.5 | 05:58 | 40.4 | 00:28 | 107.6 | 19:54 | 2/ 7 | טו |
| 254.2 | 07:07 | 43.2 | 01:29 | 103.4 | 20:43 | 3/ 7 | טז |
| 258.9 | 08:15 | 47.0 | 02:26 | 98.3 | 21:27 | 4/ 7 | יז |
| 264.2 | 09:21 | 51.5 | 03:21 | 93.0 | 22:08 | 5/ 7 | יח |
| 269.7 | 10:25 | 56.1 | 04:13 | 87.6 | 22:47 | 6/ 7 | יט |
| 275.0 | 11:27 | 60.8 | 05:04 | 82.5 | 23:25 | 7/ 7 | כ |
| 279.9 | 12:26 | 65.0 | 05:53 | ----- | ----- | 8/ 7 | כא |
| 284.2 | 13:24 | 68.8 | 06:41 | 78.0 | 00:03 | 9/ 7 | כב |
| 287.6 | 14:21 | 71.9 | 07:29 | 74.1 | 00:42 | 10/ 7 | כג |
| 290.1 | 15:15 | 74.3 | 08:18 | 71.1 | 01:24 | 11/ 7 | כד |
| 291.6 | 16:07 | 75.8 | 09:06 | 69.1 | 02:07 | 12/ 7 | כה |
| 292.0 | 16:56 | 76.3 | 09:55 | 68.1 | 02:53 | 13/ 7 | כו |
| 291.3 | 17:42 | 76.0 | 10:43 | 68.2 | 03:42 | 14/ 7 | כז |
| 289.6 | 18:25 | 74.8 | 11:30 | 69.3 | 04:32 | 15/ 7 | כח |
| 287.0 | 19:05 | 72.8 | 12:16 | 71.5 | 05:23 | 16/ 7 | כט |

ירח - זריחה, שקיעה, מיקום, קוטר, מופע

יולי - אויגוסט 1996, אפ התשנ"ו

| גיל הירח (ימים) | מ ל ק | סדוק זויטר | קוטר | סדוק סדוק (א.א.) | נטיה | | טליה ישיה | | תאריך |
|-----------------|---------|------------|---------|------------------|------------|------------|-----------|----|-------|
| | | | | | ' | " | ס | דק | |
| 1.322 | + 0.017 | + 15.07 | 29 23.6 | 63.738 | + 13 42 01 | 8 41 23.2 | 17/ 7 | א | |
| 2.322 | + 0.051 | + 25.58 | 29 26.6 | 63.632 | + 10 51 26 | 9 28 23.6 | 18/ 7 | ב | |
| 3.322 | + 0.095 | + 36.34 | 29 33.0 | 63.402 | + 7 34 09 | 10 14 37.6 | 19/ 7 | ג | |
| 4.322 | + 0.159 | + 47.25 | 29 43.2 | 63.040 | + 3 57 30 | 11 00 28.4 | 20/ 7 | ד | |
| 5.322 | + 0.235 | + 58.33 | 29 57.5 | 62.539 | + 0 08 57 | 11 46 27.1 | 21/ 7 | ה | |
| 6.322 | + 0.329 | + 69.62 | 30 16.0 | 61.899 | - 3 43 36 | 12 33 11.2 | 22/ 7 | ו | |
| 7.322 | + 0.422 | + 81.19 | 30 38.9 | 61.130 | - 7 31 27 | 13 21 21.7 | 23/ 7 | ז | |
| 8.322 | + 0.526 | + 93.10 | 31 05.6 | 60.256 | - 11 04 28 | 14 11 40.2 | 24/ 7 | ח | |
| 9.322 | + 0.639 | + 105.40 | 31 35.1 | 59.318 | - 14 10 40 | 15 04 43.3 | 25/ 7 | ט | |
| 10.322 | + 0.735 | + 118.14 | 32 05.8 | 58.373 | - 16 36 05 | 16 00 53.4 | 26/ 7 | י | |
| 11.322 | + 0.828 | + 131.33 | 32 35.3 | 57.491 | - 18 05 57 | 17 00 07.5 | 27/ 7 | יא | |
| 12.322 | + 0.910 | + 144.92 | 33 00.8 | 56.751 | - 18 27 10 | 18 01 48.7 | 28/ 7 | יב | |
| 13.322 | + 0.967 | + 158.75 | 33 19.2 | 56.228 | - 17 32 01 | 19 04 47.3 | 29/ 7 | יג | |
| 14.322 | + 0.995 | + 172.08 | 33 28.1 | 55.980 | - 15 21 31 | 20 07 38.7 | 30/ 7 | יד | |
| 15.322 | - 0.994 | - 171.01 | 33 26.0 | 56.037 | - 12 06 15 | 21 09 08.5 | 31/ 7 | טו | |
| 16.322 | - 0.964 | - 157.57 | 33 13.4 | 56.393 | - 8 04 05 | 22 08 32.0 | 1/ 8 | טז | |
| 17.322 | - 0.905 | - 143.84 | 32 51.8 | 57.011 | - 3 36 02 | 23 05 37.9 | 2/ 8 | יז | |
| 18.322 | - 0.828 | - 130.40 | 32 24.0 | 57.825 | + 0 57 34 | 0 00 40.4 | 3/ 8 | יח | |
| 19.322 | - 0.735 | - 117.38 | 31 53.2 | 58.756 | + 5 19 24 | 0 54 06.8 | 4/ 8 | יט | |
| 20.322 | - 0.629 | - 104.82 | 31 22.1 | 59.726 | + 9 15 59 | 1 46 27.7 | 5/ 8 | כ | |
| 21.322 | - 0.526 | - 92.69 | 30 53.0 | 60.665 | + 12 37 21 | 2 38 09.6 | 6/ 8 | כא | |
| 22.322 | - 0.422 | - 80.94 | 30 27.3 | 61.519 | + 15 16 28 | 3 29 30.9 | 7/ 8 | כב | |
| 23.322 | - 0.329 | - 69.52 | 30 05.9 | 62.249 | + 17 08 40 | 4 20 40.2 | 8/ 8 | כג | |
| 24.322 | - 0.235 | - 58.33 | 29 49.0 | 62.834 | + 18 11 17 | 5 11 35.9 | 9/ 8 | כד | |
| 25.322 | - 0.159 | - 47.34 | 29 36.7 | 63.268 | + 18 23 35 | 6 02 09.0 | 10/ 8 | כה | |
| 26.322 | - 0.101 | - 36.47 | 29 28.8 | 63.554 | + 17 46 43 | 6 52 07.0 | 11/ 8 | כו | |
| 27.322 | - 0.051 | - 25.69 | 29 24.7 | 63.702 | + 16 23 38 | 7 41 17.5 | 12/ 8 | כז | |
| 28.322 | - 0.017 | - 15.94 | 29 24.0 | 63.724 | + 14 18 51 | 8 29 33.4 | 13/ 8 | כח | |
| 29.322 | - 0.002 | - 5.26 | 29 26.5 | 63.634 | + 11 38 12 | 9 16 55.0 | 14/ 8 | כט | |
| 0.684 | + 0.005 | + 8.15 | 29 31.9 | 63.442 | + 8 28 28 | 10 03 31.3 | 15/ 8 | ל | |

| תאריך | זריחה - כיוון | | צוהר - נובה | | טליה - כיוון | | י |
|-------|---------------|-------|-------------|------|--------------|-------|----|
| | דק | ס | דק | ס | דק | ס | |
| 17/ 7 | 06:15 | 74.4 | 13:01 | 70.2 | 19:42 | 283.7 | א |
| 18/ 7 | 07:08 | 78.0 | 13:45 | 66.9 | 20:17 | 279.8 | ב |
| 19/ 7 | 08:01 | 82.2 | 14:28 | 63.3 | 20:51 | 275.5 | ג |
| 20/ 7 | 08:54 | 86.7 | 15:11 | 59.4 | 21:24 | 271.0 | ד |
| 21/ 7 | 09:47 | 91.4 | 15:55 | 55.4 | 21:58 | 266.3 | ה |
| 22/ 7 | 10:42 | 96.1 | 16:40 | 51.3 | 22:33 | 261.7 | ו |
| 23/ 7 | 11:39 | 100.7 | 17:27 | 47.5 | 23:10 | 257.3 | ז |
| 24/ 7 | 12:38 | 104.9 | 18:17 | 44.1 | 23:52 | 253.4 | ח |
| 25/ 7 | 13:38 | 108.4 | 19:10 | 41.3 | --- | --- | ט |
| 26/ 7 | 14:40 | 110.9 | 20:07 | 39.4 | 00:39 | 250.4 | י |
| 27/ 7 | 15:42 | 112.0 | 21:06 | 38.7 | 01:31 | 246.4 | יא |
| 28/ 7 | 16:42 | 111.5 | 22:08 | 39.4 | 02:30 | 248.0 | יב |
| 29/ 7 | 17:38 | 109.4 | 23:09 | 41.6 | 03:35 | 249.2 | יג |
| 30/ 7 | 18:30 | 105.8 | --- | --- | 04:43 | 252.1 | יד |
| 31/ 7 | 19:18 | 101.0 | 00:09 | 44.9 | 05:53 | 256.3 | טו |
| 1/ 8 | 20:02 | 95.7 | 01:07 | 49.1 | 07:02 | 261.4 | טז |
| 2/ 8 | 20:43 | 90.1 | 02:02 | 53.8 | 08:09 | 267.0 | יז |
| 3/ 8 | 21:23 | 84.8 | 02:55 | 58.6 | 09:13 | 272.6 | יח |
| 4/ 8 | 22:02 | 79.9 | 03:46 | 63.2 | 10:16 | 277.9 | יט |
| 5/ 8 | 22:42 | 75.6 | 04:36 | 67.3 | 11:16 | 282.5 | כ |
| 6/ 8 | 23:23 | 72.3 | 05:26 | 70.7 | 12:14 | 286.3 | כא |
| 7/ 8 | --- | --- | 06:15 | 73.4 | 13:10 | 289.2 | כב |
| 8/ 8 | 00:06 | 69.9 | 07:04 | 75.2 | 14:03 | 291.0 | כג |
| 9/ 8 | 00:52 | 68.5 | 07:52 | 76.1 | 14:53 | 291.8 | כד |
| 10/ 8 | 01:39 | 68.2 | 08:40 | 76.1 | 15:40 | 291.5 | כה |
| 11/ 8 | 02:28 | 69.0 | 09:27 | 75.2 | 16:24 | 290.2 | כו |
| 12/ 8 | 03:19 | 70.7 | 10:14 | 73.5 | 17:05 | 287.9 | כז |
| 13/ 8 | 04:11 | 73.4 | 10:59 | 71.1 | 17:43 | 284.9 | כח |
| 14/ 8 | 05:04 | 76.7 | 11:44 | 68.1 | 18:19 | 281.2 | כט |
| 15/ 8 | 05:56 | 80.7 | 12:27 | 64.6 | 18:53 | 277.0 | ל |

ירח - זריחה, שקיעה, מיקום, קוטר, מופע

אולוס - סטארט 1996, אלוף בתנ"ו

| גיל הירח (י"ט') | ה ל ק | סדוק זריח' | קוטר | סדוק סדוק' (א.א.) | נמיה | פליה ישיה | | תאריך | |
|-----------------|---------|------------|---------|-------------------|------------|------------|---------|-------|------|
| | | | | | | ס ד ק ס | ס ד ק ס | לונזי | צב"י |
| 1.684 | + 0.027 | + 18.63 | 29 40.0 | 63.154 | + 4 57 03 | 10 49 39.5 | 16/ 8 | א | |
| 2.684 | + 0.067 | + 29.61 | 29 50.8 | 62.771 | + 1 11 51 | 11 35 43.8 | 17/ 8 | ב | |
| 3.684 | + 0.123 | + 40.82 | 30 04.5 | 62.294 | - 2 38 48 | 12 22 14.1 | 18/ 8 | ג | |
| 4.684 | + 0.192 | + 52.24 | 30 21.3 | 61.722 | - 6 26 04 | 13 09 44.0 | 19/ 8 | ד | |
| 5.684 | + 0.281 | + 63.90 | 30 41.1 | 61.058 | - 10 00 14 | 13 58 48.6 | 20/ 8 | ה | |
| 6.684 | + 0.379 | + 75.84 | 31 03.8 | 60.315 | - 13 10 36 | 14 50 00.5 | 21/ 8 | ו | |
| 7.684 | + 0.483 | + 88.12 | 31 28.9 | 59.513 | - 15 45 18 | 15 43 44.2 | 22/ 8 | ז | |
| 8.684 | + 0.595 | + 100.76 | 31 55.4 | 58.689 | - 17 31 48 | 16 40 08.5 | 23/ 8 | ח | |
| 9.684 | + 0.703 | + 113.79 | 32 21.7 | 57.894 | - 18 18 13 | 17 38 59.3 | 24/ 8 | ט | |
| 10.684 | + 0.801 | + 127.20 | 32 45.6 | 57.190 | - 17 55 34 | 18 39 36.4 | 25/ 8 | י | |
| 11.684 | + 0.889 | + 140.95 | 33 04.5 | 56.645 | - 16 20 30 | 19 40 59.9 | 26/ 8 | יא | |
| 12.684 | + 0.953 | + 154.93 | 33 15.9 | 56.321 | - 13 37 19 | 20 42 06.4 | 27/ 8 | יב | |
| 13.684 | + 0.991 | + 168.88 | 33 18.0 | 56.263 | - 9 58 04 | 21 42 05.5 | 28/ 8 | יג | |
| 14.684 | - 0.999 | - 175.63 | 33 09.9 | 56.491 | - 5 40 36 | 22 40 30.4 | 29/ 8 | יד | |
| 15.684 | - 0.978 | - 162.50 | 32 52.5 | 56.989 | - 1 05 25 | 23 37 17.2 | 30/ 8 | טו | |
| 16.684 | - 0.929 | - 149.01 | 32 27.8 | 57.713 | + 3 27 29 | 0 32 37.9 | 31/ 8 | טז | |
| 17.684 | - 0.860 | - 135.88 | 31 58.4 | 58.595 | + 7 40 54 | 1 26 51.7 | 1/ 9 | יז | |
| 18.684 | - 0.772 | - 123.20 | 31 27.5 | 59.557 | + 11 21 26 | 2 20 16.9 | 2/ 9 | יח | |
| 19.684 | - 0.679 | - 110.97 | 30 57.4 | 60.521 | + 14 19 39 | 3 13 06.4 | 3/ 9 | יט | |
| 20.684 | - 0.578 | - 99.16 | 30 30.3 | 61.418 | + 16 29 42 | 4 05 26.0 | 4/ 9 | כ | |
| 21.684 | - 0.483 | - 87.69 | 30 07.4 | 62.194 | + 17 48 40 | 4 57 13.6 | 5/ 9 | כא | |
| 22.684 | - 0.388 | - 76.50 | 29 49.6 | 62.814 | + 18 16 04 | 5 48 22.3 | 6/ 9 | כב | |
| 23.684 | - 0.297 | - 65.51 | 29 37.0 | 63.258 | + 17 53 22 | 6 38 43.5 | 7/ 9 | כג | |
| 24.684 | - 0.213 | - 54.63 | 29 29.7 | 63.521 | + 16 43 37 | 7 28 10.0 | 8/ 9 | כד | |
| 25.684 | - 0.140 | - 43.79 | 29 27.3 | 63.613 | + 14 51 04 | 8 16 39.4 | 9/ 9 | כה | |
| 26.684 | - 0.081 | - 32.94 | 29 28.8 | 63.551 | + 12 21 02 | 9 04 15.8 | 10/ 9 | כו | |
| 27.684 | - 0.036 | - 22.03 | 29 34.2 | 63.359 | + 9 19 38 | 9 53 09.0 | 11/ 9 | כז | |
| 28.684 | - 0.009 | - 11.04 | 29 42.6 | 63.061 | + 5 53 49 | 10 37 38.1 | 12/ 9 | כח | |
| 0.036 | + 0.000 | + 1.60 | 29 53.4 | 62.681 | + 2 11 35 | 11 24 03.3 | 13/ 9 | כט | |

| ת א ר י | ס ד ק | זריחה - כיוון | | צמחה - גובה | | סעיפה - כיוון | |
|---------|-------|---------------|-------|-------------|-------|---------------|-------|
| | | זק:קס | זק:קס | זק:קס | זק:קס | זק:קס | זק:קס |
| 272.6 | 19:27 | 60.8 | 13:11 | 85.1 | 06:49 | 16/ 8 | א |
| 267.9 | 20:00 | 56.8 | 13:54 | 89.7 | 07:43 | 17/ 8 | ב |
| 263.3 | 20:35 | 52.8 | 14:39 | 94.4 | 08:37 | 18/ 8 | ג |
| 258.9 | 21:11 | 48.9 | 15:24 | 99.0 | 09:33 | 19/ 8 | ד |
| 254.9 | 21:50 | 45.4 | 16:12 | 103.3 | 10:30 | 20/ 8 | ה |
| 251.6 | 22:34 | 42.4 | 17:03 | 107.0 | 11:28 | 21/ 8 | ו |
| 249.3 | 23:22 | 40.2 | 17:56 | 109.8 | 12:28 | 22/ 8 | ז |
| ----- | ----- | 39.0 | 18:52 | 111.5 | 13:28 | 23/ 8 | ח |
| 248.2 | 00:16 | 39.1 | 19:51 | 111.8 | 14:26 | 24/ 8 | ט |
| 248.6 | 01:16 | 40.5 | 20:51 | 110.5 | 15:23 | 25/ 8 | י |
| 250.6 | 02:21 | 43.1 | 21:50 | 107.7 | 16:16 | 26/ 8 | יא |
| 254.0 | 03:28 | 46.8 | 22:49 | 103.6 | 17:05 | 27/ 8 | יב |
| 258.6 | 04:37 | 51.3 | 23:46 | 98.6 | 17:51 | 28/ 8 | יג |
| 264.0 | 05:46 | ----- | ----- | 93.1 | 18:34 | 29/ 8 | יד |
| 269.7 | 06:53 | 56.1 | 00:42 | 87.5 | 19:16 | 30/ 8 | טו |
| 275.3 | 07:58 | 60.9 | 01:34 | 82.2 | 19:57 | 31/ 8 | טז |
| 280.3 | 09:01 | 65.3 | 02:26 | 77.6 | 20:37 | 1/ 9 | יז |
| 284.6 | 10:02 | 69.2 | 03:17 | 73.7 | 21:19 | 2/ 9 | יח |
| 288.0 | 11:00 | 72.3 | 04:08 | 70.9 | 22:03 | 3/ 9 | יט |
| 290.3 | 11:56 | 74.5 | 04:58 | 69.1 | 22:48 | 4/ 9 | כ |
| 291.4 | 12:48 | 75.7 | 05:47 | 68.4 | 23:35 | 5/ 9 | כא |
| 291.5 | 13:36 | 76.0 | 06:36 | ----- | ----- | 6/ 9 | כב |
| 290.6 | 14:22 | 75.5 | 07:24 | 68.8 | 00:24 | 7/ 9 | כג |
| 288.7 | 15:03 | 74.1 | 08:10 | 70.2 | 01:14 | 8/ 9 | כד |
| 285.9 | 15:42 | 71.9 | 08:56 | 72.5 | 02:06 | 9/ 9 | כה |
| 282.5 | 16:19 | 69.1 | 09:41 | 75.6 | 02:58 | 10/ 9 | כו |
| 278.5 | 16:54 | 65.8 | 10:25 | 79.3 | 03:51 | 11/ 9 | כז |
| 274.1 | 17:28 | 62.1 | 11:09 | 83.6 | 04:44 | 12/ 9 | כח |
| 269.5 | 18:02 | 58.1 | 11:53 | 88.2 | 05:38 | 13/ 9 | כט |

כוכבי לכת - זריחה, שקיעה, מיקום, נתונים פיזיקליים

אאי - יוני 1996, סיון התשנ"ו

| זרחה | הקט | מרחק זריתי | קוטר | סדרת סדרת (א.י) | נטיה | | תאריך | | שם | |
|-------|-------|------------|------|-----------------|------|-------|-------|-------|----|----------|
| | | | | | ' | " | עברי | לועזי | | |
| +4.6 | 0.015 | - 6.31 | 12.1 | 0.5550 | + 16 | 38 07 | 3 21 | 19/ 5 | א | כוכב-חמה |
| +2.6 | 0.094 | - 15.60 | 11.2 | 0.5982 | + 14 | 32 25 | 3 12 | 26/ 5 | ח | |
| +1.4 | 0.211 | - 21.42 | 9.8 | 0.6826 | + 14 | 10 31 | 3 17 | 2/ 6 | ט | |
| +0.7 | 0.344 | - 23.65 | 8.4 | 0.7963 | + 15 | 27 14 | 3 34 | 9/ 6 | כ | |
| +0.1 | 0.492 | - 22.78 | 7.2 | 0.9305 | + 17 | 50 17 | 4 04 | 16/ 6 | כס | |
| -4.4 | 0.144 | + 30.17 | 46.3 | 0.3601 | + 27 | 07 00 | 5 52 | 19/ 5 | א | זנוה |
| -4.3 | 0.080 | + 22.77 | 51.3 | 0.3250 | + 26 | 11 49 | 5 49 | 26/ 5 | ח | |
| -4.1 | 0.027 | + 13.42 | 55.5 | 0.3004 | + 24 | 49 28 | 5 38 | 2/ 6 | ט | |
| -3.8 | 0.001 | + 2.66 | 57.6 | 0.2895 | + 23 | 01 45 | 5 21 | 9/ 6 | כ | |
| -3.9 | 0.011 | - 8.49 | 56.8 | 0.2936 | + 21 | 03 57 | 5 03 | 16/ 6 | כס | |
| +1.3 | 0.990 | - 16.20 | 3.9 | 2.3769 | + 15 | 07 29 | 2 39 | 19/ 5 | א | סאדיס |
| +1.3 | 0.988 | - 17.78 | 3.9 | 2.3720 | + 16 | 42 33 | 2 59 | 26/ 5 | ח | |
| +1.4 | 0.986 | - 19.39 | 4.0 | 2.3659 | + 18 | 09 16 | 3 19 | 2/ 6 | ט | |
| +1.4 | 0.984 | - 21.03 | 4.0 | 2.3585 | + 19 | 27 04 | 3 40 | 9/ 6 | כ | |
| +1.4 | 0.982 | - 22.71 | 4.0 | 2.3494 | + 20 | 35 26 | 4 01 | 16/ 6 | כס | |
| -2.5 | 0.995 | - 130.97 | 43.7 | 4.5003 | - 22 | 16 27 | 19 15 | 19/ 5 | א | צדק |
| -2.5 | 0.996 | - 138.08 | 44.5 | 4.4194 | - 22 | 20 15 | 19 13 | 26/ 5 | ח | |
| -2.6 | 0.997 | - 145.31 | 45.3 | 4.3488 | - 22 | 25 01 | 19 11 | 2/ 6 | ט | |
| -2.6 | 0.998 | - 152.66 | 45.9 | 4.2896 | - 22 | 30 34 | 19 08 | 9/ 6 | כ | |
| -2.7 | 0.999 | - 160.09 | 46.4 | 4.2430 | - 22 | 36 40 | 19 05 | 16/ 6 | כס | |
| +1.0 | 0.998 | - 53.86 | 16.4 | 10.0988 | - 0 | 11 26 | 0 19 | 19/ 5 | א | שבתאי |
| +1.0 | 0.998 | - 59.98 | 16.5 | 10.0015 | + 0 | 01 29 | 0 22 | 26/ 5 | ח | |
| +1.0 | 0.998 | - 66.17 | 16.7 | 9.8976 | + 0 | 12 27 | 0 24 | 2/ 6 | ט | |
| +0.9 | 0.997 | - 72.36 | 16.9 | 9.7893 | + 0 | 22 43 | 0 25 | 9/ 6 | כ | |
| +0.9 | 0.997 | - 78.64 | 17.1 | 9.6769 | + 0 | 30 49 | 0 27 | 16/ 6 | כס | |
| +5.7 | 0.999 | - 113.76 | 3.6 | 19.3366 | - 19 | 41 36 | 20 28 | 19/ 5 | א | אורנוס |
| +5.7 | 1.000 | - 127.39 | 3.7 | 19.1356 | - 19 | 44 48 | 20 27 | 2/ 6 | ט | |
| +5.7 | 1.000 | - 141.11 | 3.7 | 18.9689 | - 19 | 49 55 | 20 25 | 16/ 6 | כס | |
| +7.9 | 1.000 | - 120.65 | 2.3 | 29.6335 | - 20 | 08 59 | 19 58 | 19/ 5 | א | נפטון |
| +7.9 | 1.000 | - 134.28 | 2.3 | 29.4447 | - 20 | 11 10 | 19 57 | 2/ 6 | ט | |
| +7.9 | 1.000 | - 147.93 | 2.3 | 29.2954 | - 20 | 14 19 | 19 56 | 16/ 6 | כס | |
| +13.7 | 1.000 | - 166.09 | 0.1 | 28.9190 | - 7 | 19 39 | 16 09 | 19/ 5 | א | פלוטו |
| +13.7 | 1.000 | + 163.13 | 0.1 | 28.9328 | - 7 | 16 49 | 16 08 | 2/ 6 | ט | |
| +13.7 | 1.000 | + 152.67 | 0.1 | 29.0014 | - 7 | 15 41 | 16 06 | 16/ 6 | כס | |

| שקיעה | צהירה | זריחה | תאריך | | שם |
|-------|-------|-------|-------|------|----------|
| | | | לועזי | עברי | |
| 17:56 | 11:11 | 4:26 | 19/ 5 | א | כוכב-חמה |
| 17:16 | 10:36 | 3:56 | 26/ 5 | ח | |
| 16:53 | 10:13 | 3:34 | 2/ 6 | ט | |
| 16:48 | 10:04 | 3:20 | 9/ 6 | כ | |
| 16:58 | 10:06 | 3:15 | 16/ 6 | כס | |
| 21:01 | 13:43 | 6:25 | 19/ 5 | א | זנוה |
| 20:26 | 13:12 | 5:57 | 26/ 5 | ח | |
| 19:42 | 12:33 | 5:23 | 2/ 6 | ט | |
| 18:52 | 11:48 | 4:44 | 9/ 6 | כ | |
| 18:01 | 11:03 | 4:05 | 16/ 6 | כס | |
| 17:14 | 10:31 | 3:48 | 19/ 5 | א | סאדיס |
| 17:11 | 10:24 | 3:37 | 26/ 5 | ח | |
| 17:08 | 10:17 | 3:25 | 2/ 6 | ט | |
| 17:05 | 10:10 | 3:15 | 9/ 6 | כ | |
| 17:02 | 10:03 | 3:05 | 16/ 6 | כס | |
| 8:11 | 3:07 | 21:59 | 19/ 5 | א | צדק |
| 7:42 | 2:38 | 21:30 | 26/ 5 | ח | |
| 7:12 | 2:08 | 21:00 | 2/ 6 | ט | |
| 6:41 | 1:38 | 20:30 | 9/ 6 | כ | |
| 6:10 | 1:07 | 20:00 | 16/ 6 | כס | |
| 14:14 | 8:11 | 2:09 | 19/ 5 | א | שבתאי |
| 13:49 | 7:46 | 1:43 | 26/ 5 | ח | |
| 13:24 | 7:20 | 1:17 | 2/ 6 | ט | |
| 12:59 | 6:55 | 0:51 | 9/ 6 | כ | |
| 12:33 | 6:29 | 0:24 | 16/ 6 | כס | |
| 9:32 | 4:20 | 23:04 | 19/ 5 | א | אורנוס |
| 8:36 | 3:24 | 22:09 | 2/ 6 | ט | |
| 7:39 | 2:28 | 21:12 | 16/ 6 | כס | |
| 9:01 | 3:50 | 22:36 | 19/ 5 | א | נפטון |
| 8:05 | 2:55 | 21:40 | 2/ 6 | ט | |
| 7:09 | 1:58 | 20:44 | 16/ 6 | כס | |
| 5:47 | 0:02 | 18:14 | 19/ 5 | א | פלוטו |
| 4:51 | 23:02 | 17:17 | 2/ 6 | ט | |
| 3:54 | 22:05 | 16:21 | 16/ 6 | כס | |

כוכבי לכת - זריחה, שקיעה, מיקום, נתונים פיזיקליים

י'וני - יולי 1996, תמוז התשנ"ו

| זריחה | חלק | מרחק ווי"ת | קוטר | מרחק מארץ (א.י.) | נסיה | | תאריך | | סט |
|-------|-------|---------------|------|------------------------|------------|------------|-------|------|----------|
| | | | | | ש' דק שט | ש' דק שט | לועזי | עברי | |
| -0.1 | 0.538 | - 22.01 | 6.9 | 0.9714 | + 18 37 53 | 4 14 53.2 | 18/ 6 | א | כוכב-חמה |
| -0.7 | 0.715 | - 17.69 | 6.0 | 1.1158 | + 21 25 38 | 5 00 04.9 | 25/ 6 | ח | |
| -1.3 | 0.892 | - 11.04 | 5.4 | 1.2432 | + 23 30 59 | 5 57 09.9 | 2/ 7 | ס | |
| -2.0 | 0.992 | - 3.11 | 5.1 | 1.3203 | + 23 52 00 | 7 02 12.1 | 9/ 7 | כב | |
| -1.6 | 0.977 | + 5.68 | 5.0 | 1.3307 | + 22 02 47 | 8 06 42.3 | 16/ 7 | כס | |
| -4.0 | 0.020 | - 11.52 | 56.1 | 0.2975 | + 20 31 58 | 4 58 56.9 | 18/ 6 | א | נוגה |
| -4.3 | 0.068 | - 21.16 | 52.2 | 0.3197 | + 18 57 35 | 4 47 21.8 | 25/ 6 | ח | |
| -4.4 | 0.131 | - 28.90 | 47.3 | 0.3529 | + 18 00 02 | 4 43 26.0 | 2/ 7 | ס | |
| -4.5 | 0.197 | - 34.73 | 42.3 | 0.3943 | + 17 39 48 | 4 47 08.9 | 9/ 7 | כב | |
| -4.5 | 0.260 | - 38.93 | 37.8 | 0.4410 | + 17 48 16 | 4 57 24.3 | 16/ 7 | כס | |
| +1.4 | 0.981 | - 23.20 | 4.0 | 2.3466 | + 20 53 11 | 4 07 22.9 | 18/ 6 | א | מאדים |
| +1.4 | 0.979 | - 24.93 | 4.0 | 2.3353 | + 21 48 49 | 4 28 16.3 | 25/ 6 | ח | |
| +1.5 | 0.976 | - 26.70 | 4.0 | 2.3223 | + 22 34 12 | 4 49 12.2 | 2/ 7 | ס | |
| +1.5 | 0.973 | - 28.51 | 4.1 | 2.3074 | + 23 09 10 | 5 10 08.0 | 9/ 7 | כב | |
| +1.5 | 0.970 | - 30.38 | 4.1 | 2.2904 | + 23 33 40 | 5 31 01.8 | 16/ 7 | כס | |
| -2.7 | 0.999 | - 162.23 | 46.5 | 4.2321 | - 22 38 28 | 19 04 18.8 | 18/ 6 | א | צדק |
| -2.7 | 1.000 | - 169.75 | 46.8 | 4.2030 | - 22 44 52 | 19 00 41.3 | 25/ 6 | ח | |
| -2.7 | 1.000 | - 177.31 | 47.0 | 4.1881 | - 22 51 12 | 18 56 52.7 | 2/ 7 | ס | |
| -2.7 | 1.000 | + 175.12 | 47.0 | 4.1876 | - 22 57 16 | 18 53 00.5 | 9/ 7 | כב | |
| -2.7 | 1.000 | + 167.56 | 46.9 | 4.2016 | - 23 02 52 | 18 49 12.6 | 16/ 7 | כס | |
| +0.9 | 0.997 | - 80.44 | 17.2 | 9.6442 | + 0 32 48 | 0 27 50.1 | 18/ 6 | א | שבתאי |
| +0.9 | 0.997 | - 86.80 | 17.4 | 9.5287 | + 0 38 34 | 0 29 02.5 | 25/ 6 | ח | |
| +0.9 | 0.997 | - 93.23 | 17.6 | 9.4126 | + 0 42 28 | 0 29 58.0 | 2/ 7 | ס | |
| +0.8 | 0.997 | - 99.74 | 17.8 | 9.2973 | + 0 44 25 | 0 30 35.9 | 9/ 7 | כב | |
| +0.8 | 0.997 | - 106.33 | 18.0 | 9.1841 | + 0 44 25 | 0 30 55.8 | 16/ 7 | כס | |
| +5.7 | 1.000 | - 143.08 | 3.7 | 18.9485 | - 19 50 46 | 20 25 43.5 | 18/ 6 | א | אורנוס |
| +5.7 | 1.000 | - 156.88 | 3.7 | 18.8331 | - 19 57 30 | 20 23 50.5 | 2/ 7 | ס | |
| +5.7 | 1.000 | - 170.75 | 3.7 | 18.7703 | - 20 05 04 | 20 21 39.5 | 16/ 7 | כס | |
| +7.9 | 1.000 | - 149.89 | 2.3 | 29.2778 | - 20 14 50 | 19 56 23.9 | 18/ 6 | א | [109] |
| +7.9 | 1.000 | - 163.58 | 2.3 | 29.1842 | - 20 18 48 | 19 54 59.1 | 2/ 7 | ס | |
| +7.9 | 1.000 | - 177.26 | 2.3 | 29.1451 | - 20 23 08 | 19 53 26.0 | 16/ 7 | כס | |
| +13.7 | 1.000 | + 150.97 | 0.1 | 29.0155 | - 7 15 41 | 16 06 47.0 | 18/ 6 | א | 1019 |
| +13.7 | 1.000 | + 138.52 | 0.1 | 29.1415 | - 7 16 43 | 16 05 33.0 | 2/ 7 | ס | |
| +13.7 | 1.000 | + 125.64 | 0.1 | 29.3099 | - 7 19 41 | 16 04 35.3 | 16/ 7 | כס | |

| סט | תאריך | זריחה | צריחה | שקיעה | כוכב הלכת | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|
| | | | | | לועזי | עברי |
| כוכב-חמה | 17:04 | 10:09 | 3:16 | 18/ 6 | א | |
| | 17:31 | 10:28 | 3:25 | 25/ 6 | ח | |
| | 18:07 | 10:58 | 3:49 | 2/ 7 | ס | |
| | 18:46 | 11:36 | 4:25 | 9/ 7 | כב | |
| | 19:16 | 12:12 | 5:08 | 16/ 7 | כס | |
| נוגה | 17:47 | 10:51 | 3:54 | 18/ 6 | א | |
| | 17:04 | 10:12 | 3:20 | 25/ 6 | ח | |
| | 16:31 | 9:41 | 2:51 | 2/ 7 | ס | |
| | 16:07 | 9:17 | 2:28 | 9/ 7 | כב | |
| | 15:50 | 9:00 | 2:10 | 16/ 7 | כס | |
| מאדים | 17:01 | 10:01 | 3:02 | 18/ 6 | א | |
| | 16:57 | 9:54 | 2:52 | 25/ 6 | ח | |
| | 16:52 | 9:48 | 2:43 | 2/ 7 | ס | |
| | 16:47 | 9:41 | 2:35 | 9/ 7 | כב | |
| | 16:42 | 9:34 | 2:27 | 16/ 7 | כס | |
| צדק | 6:01 | 0:58 | 19:51 | 18/ 6 | א | |
| | 5:30 | 0:27 | 19:20 | 25/ 6 | ח | |
| | 4:58 | 23:52 | 18:49 | 2/ 7 | ס | |
| | 4:27 | 23:20 | 18:18 | 9/ 7 | כב | |
| | 3:55 | 22:49 | 17:47 | 16/ 7 | כס | |
| שבתאי | 12:25 | 6:21 | 0:17 | 18/ 6 | א | |
| | 11:59 | 5:55 | 23:46 | 25/ 6 | ח | |
| | 11:33 | 5:28 | 23:20 | 2/ 7 | ס | |
| | 11:06 | 5:01 | 22:53 | 9/ 7 | כב | |
| | 10:39 | 4:34 | 22:25 | 16/ 7 | כס | |
| אורנוס | 7:31 | 2:20 | 21:04 | 18/ 6 | א | |
| | 6:34 | 1:23 | 20:08 | 2/ 7 | ס | |
| | 5:36 | 0:25 | 19:11 | 16/ 7 | כס | |
| [109] | 7:00 | 1:50 | 20:36 | 18/ 6 | א | |
| | 6:04 | 0:54 | 19:40 | 2/ 7 | ס | |
| | 5:07 | 23:53 | 18:44 | 16/ 7 | כס | |
| 1019 | 3:46 | 21:57 | 16:13 | 18/ 6 | א | |
| | 2:50 | 21:01 | 15:16 | 2/ 7 | ס | |
| | 1:54 | 20:05 | 14:21 | 16/ 7 | כס | |

כוכבי לכת - זריחה, שקיעה, מיקום, נתונים פיזיקליים

יוני - אוגוסט 1996, אק התשנ"ו

| זרנת | חלק | סרחק זוית'י | קוסר | סרחק סרחק (.א.) | נסיה | | תאריך | | עם |
|-------|-------|----------------|------|-----------------------|------------|------------|-------|-------|----------|
| | | | | | '' | '' | עבר'י | לועזי | |
| -1.5 | 0.968 | + 6.75 | 5.1 | 1.3275 | + 21 37 52 | 8 15 25.4 | 17/ 7 | א | כוכב-חמה |
| -0.8 | 0.888 | + 13.65 | 5.2 | 1.2811 | + 17 57 57 | 9 11 38.6 | 24/ 7 | ח | |
| -0.4 | 0.800 | + 19.22 | 5.6 | 1.2084 | + 13 29 23 | 9 59 24.9 | 31/ 7 | ס | |
| -0.1 | 0.715 | + 23.42 | 6.0 | 1.1219 | + 8 45 00 | 10 39 44.0 | 7/ 8 | כ | |
| +0.1 | 0.628 | + 26.22 | 6.5 | 1.0272 | + 4 07 46 | 11 13 27.6 | 14/ 8 | כס | |
| -4.5 | 0.268 | - 39.42 | 37.2 | 0.4480 | + 17 51 11 | 4 59 19.6 | 17/ 7 | א | יונה |
| -4.5 | 0.326 | - 42.19 | 33.5 | 0.4986 | + 18 18 46 | 5 15 28.6 | 24/ 7 | ח | |
| -4.4 | 0.377 | - 44.02 | 30.3 | 0.5514 | + 18 51 59 | 5 15 39.5 | 31/ 7 | ס | |
| -4.4 | 0.424 | - 45.13 | 27.6 | 0.6054 | + 19 22 08 | 5 59 04.5 | 7/ 8 | כ | |
| -4.3 | 0.467 | - 45.69 | 25.3 | 0.6599 | + 19 42 10 | 6 25 02.8 | 14/ 8 | כס | |
| +1.5 | 0.969 | - 30.65 | 4.1 | 2.2878 | + 23 36 19 | 5 34 00.4 | 17/ 7 | א | מאדים |
| +1.5 | 0.966 | - 32.58 | 4.1 | 2.2683 | + 23 48 56 | 5 54 46.1 | 24/ 7 | ח | |
| +1.5 | 0.963 | - 34.56 | 4.2 | 2.2466 | + 23 51 21 | 6 15 21.4 | 31/ 7 | ס | |
| +1.5 | 0.959 | - 36.60 | 4.2 | 2.2226 | + 23 43 53 | 6 35 43.5 | 7/ 8 | כ | |
| +1.5 | 0.956 | - 38.70 | 4.3 | 2.1961 | + 23 26 57 | 6 55 49.6 | 14/ 8 | כס | |
| -2.7 | 0.999 | + 166.49 | 46.8 | 4.2048 | - 23 03 37 | 18 48 40.9 | 17/ 7 | א | צדק |
| -2.7 | 0.999 | + 158.99 | 46.5 | 4.2349 | - 23 08 32 | 18 45 08.0 | 24/ 7 | ח | |
| -2.6 | 0.998 | + 151.56 | 46.0 | 4.2783 | - 23 12 45 | 18 41 56.2 | 31/ 7 | ס | |
| -2.6 | 0.997 | + 144.23 | 45.4 | 4.3341 | - 23 16 16 | 18 39 11.3 | 7/ 8 | כ | |
| -2.6 | 0.996 | + 137.00 | 44.7 | 4.4012 | - 23 19 05 | 18 36 58.4 | 14/ 8 | כס | |
| +0.8 | 0.997 | - 107.28 | 18.0 | 9.1682 | + 0 44 16 | 0 30 57.1 | 17/ 7 | א | שבתאי |
| +0.8 | 0.998 | - 113.98 | 18.3 | 9.0595 | + 0 42 02 | 0 30 55.8 | 24/ 7 | ח | |
| +0.7 | 0.998 | - 120.76 | 18.5 | 8.9565 | + 0 37 54 | 0 30 36.4 | 31/ 7 | ס | |
| +0.7 | 0.998 | - 127.63 | 18.7 | 8.8605 | + 0 31 56 | 0 29 59.2 | 7/ 8 | כ | |
| +0.7 | 0.999 | - 134.59 | 18.9 | 8.7730 | + 0 24 15 | 0 29 04.9 | 14/ 8 | כס | |
| +5.7 | 1.000 | - 171.74 | 3.7 | 18.7679 | - 20 05 38 | 20 21 29.8 | 17/ 7 | א | אורנוס |
| +5.7 | 1.000 | + 174.28 | 3.7 | 18.7660 | - 20 13 23 | 20 19 10.9 | 31/ 7 | ס | |
| +5.7 | 1.000 | + 160.14 | 3.7 | 18.8214 | - 20 20 40 | 20 16 56.3 | 14/ 8 | כס | |
| +7.8 | 1.000 | - 178.22 | 2.3 | 29.1445 | - 20 23 27 | 19 53 19.2 | 17/ 7 | א | [109] |
| +7.9 | 1.000 | + 167.96 | 2.3 | 29.1666 | - 20 27 52 | 19 51 44.8 | 31/ 7 | ס | |
| +7.9 | 1.000 | + 154.20 | 2.3 | 29.2446 | - 20 32 00 | 19 50 16.3 | 14/ 8 | כס | |
| +13.7 | 1.000 | + 124.71 | 0.1 | 29.3233 | - 7 19 58 | 16 04 31.9 | 17/ 7 | א | 1979 |
| +13.7 | 1.000 | + 111.68 | 0.1 | 29.5266 | - 7 24 56 | 16 03 56.4 | 31/ 7 | ס | |
| +13.7 | 1.000 | + 98.62 | 0.1 | 29.7507 | - 7 31 33 | 16 03 44.7 | 14/ 8 | כס | |

| עם | תאריך | זריחה | צהירה | שקיעה | כוכב הלכת | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|
| | | | | | עבר'י | לועזי |
| כוכב-חמה | א | 17/ 7 | 5:14 | 12:17 | 19:19 | דק:שט |
| | ח | 24/ 7 | 5:54 | 12:45 | 19:36 | דק:שט |
| | ס | 31/ 7 | 6:26 | 11:05 | 19:43 | דק:שט |
| | כ | 7/ 8 | 6:51 | 13:17 | 19:42 | דק:שט |
| | כס | 14/ 8 | 7:09 | 13:23 | 19:36 | דק:שט |
| יונה | א | 17/ 7 | 2:08 | 8:58 | 15:49 | דק:שט |
| | ח | 24/ 7 | 1:56 | 8:47 | 15:39 | דק:שט |
| | ס | 31/ 7 | 1:47 | 8:40 | 15:33 | דק:שט |
| | כ | 7/ 8 | 1:41 | 8:36 | 15:31 | דק:שט |
| | כס | 14/ 8 | 1:38 | 8:34 | 15:30 | דק:שט |
| מאדים | א | 17/ 7 | 2:26 | 9:33 | 16:41 | דק:שט |
| | ח | 24/ 7 | 2:18 | 9:26 | 16:35 | דק:שט |
| | ס | 31/ 7 | 2:11 | 9:19 | 16:28 | דק:שט |
| | כ | 7/ 8 | 2:04 | 9:12 | 16:20 | דק:שט |
| | כס | 14/ 8 | 1:58 | 9:05 | 16:12 | דק:שט |
| צדק | א | 17/ 7 | 17:43 | 22:44 | 3:51 | דק:שט |
| | ח | 24/ 7 | 17:12 | 22:13 | 3:19 | דק:שט |
| | ס | 31/ 7 | 16:41 | 21:43 | 2:48 | דק:שט |
| | כ | 7/ 8 | 16:11 | 21:13 | 2:18 | דק:שט |
| | כס | 14/ 8 | 15:42 | 20:43 | 1:48 | דק:שט |
| שבתאי | א | 17/ 7 | 22:21 | 4:30 | 10:35 | דק:שט |
| | ח | 24/ 7 | 21:54 | 4:03 | 10:07 | דק:שט |
| | ס | 31/ 7 | 21:26 | 3:35 | 9:39 | דק:שט |
| | כ | 7/ 8 | 20:58 | 3:07 | 9:11 | דק:שט |
| | כס | 14/ 8 | 20:30 | 2:38 | 8:42 | דק:שט |
| אורנוס | א | 17/ 7 | 19:07 | 0:21 | 5:32 | דק:שט |
| | ס | 31/ 7 | 18:10 | 23:20 | 4:34 | דק:שט |
| | כס | 14/ 8 | 17:13 | 22:23 | 3:37 | דק:שט |
| [109] | א | 17/ 7 | 18:40 | 23:49 | 5:03 | דק:שט |
| | ס | 31/ 7 | 17:43 | 22:53 | 4:06 | דק:שט |
| | כס | 14/ 8 | 16:47 | 21:56 | 3:09 | דק:שט |
| 1979 | א | 17/ 7 | 14:17 | 20:01 | 1:50 | דק:שט |
| | ס | 31/ 7 | 13:21 | 19:06 | 0:54 | דק:שט |
| | כס | 14/ 8 | 12:26 | 18:10 | 23:54 | דק:שט |

כוכבי לכת - זריחה, שקיעה, מיקום, נתונים פיזיקליים

אולס - סטארט 1996, אולס נתון 19

| זרחה | חלק | מרחק זרחה | קוטר | מרחק סטארט (א.י.) | נטיה | | תאריך | | סם |
|-------|-------|-----------|------|-------------------|------------|------------|-----------|-------|----------|
| | | | | | ' | " | עליה ישרה | תאריך | |
| +0.2 | 0.602 | + 26.73 | 6.7 | 0.9990 | + 2 52 39 | 11 21 54.4 | 16/ 8 | א | כוכב-חמה |
| +0.4 | 0.499 | + 27.36 | 7.5 | 0.8973 | - 1 05 18 | 11 46 50.4 | 23/ 8 | ח | |
| +0.6 | 0.371 | + 25.55 | 8.5 | 0.7946 | - 4 01 24 | 12 02 44.7 | 30/ 8 | ט | |
| +1.4 | 0.211 | + 20.08 | 9.6 | 0.7016 | - 5 09 34 | 12 05 34.1 | 6/ 9 | כ | |
| +3.2 | 0.052 | + 9.85 | 10.4 | 0.6441 | - 3 29 08 | 11 51 40.6 | 13/ 9 | כס | |
| -4.3 | 0.479 | - 45.77 | 24.7 | 0.6755 | + 19 45 14 | 6 32 51.2 | 16/ 8 | א | ונוה |
| -4.3 | 0.517 | - 45.80 | 22.9 | 0.7300 | + 19 44 25 | 7 01 15.9 | 23/ 8 | ח | |
| -4.3 | 0.553 | - 45.52 | 21.3 | 0.7843 | + 19 23 04 | 7 31 02.5 | 30/ 8 | ט | |
| -4.2 | 0.586 | - 44.99 | 19.9 | 0.8379 | + 18 38 47 | 8 01 47.5 | 6/ 9 | כ | |
| -4.2 | 0.618 | - 44.26 | 18.7 | 0.8908 | + 17 30 30 | 8 33 08.9 | 13/ 9 | כס | |
| +1.5 | 0.955 | - 39.32 | 4.3 | 2.1880 | + 23 20 27 | 7 01 30.8 | 16/ 8 | א | מאדים |
| +1.5 | 0.951 | - 41.51 | 4.3 | 2.1583 | + 22 52 08 | 7 21 11.4 | 23/ 8 | ח | |
| +1.5 | 0.947 | - 43.77 | 4.4 | 2.1259 | + 22 15 38 | 7 40 29.6 | 30/ 8 | ט | |
| +1.5 | 0.943 | - 46.10 | 4.5 | 2.0910 | + 21 31 34 | 7 59 24.1 | 6/ 9 | כ | |
| +1.5 | 0.939 | - 48.51 | 4.6 | 2.0534 | + 20 40 42 | 8 17 53.3 | 13/ 9 | כס | |
| -2.6 | 0.995 | + 134.96 | 44.5 | 4.4223 | - 23 19 46 | 18 36 26.9 | 16/ 8 | א | צדק |
| -2.5 | 0.994 | + 127.89 | 43.7 | 4.5022 | - 23 21 43 | 18 35 01.2 | 23/ 8 | ח | |
| -2.5 | 0.993 | + 120.95 | 42.9 | 4.5903 | - 23 23 04 | 18 34 14.7 | 30/ 8 | ט | |
| -2.4 | 0.992 | + 114.15 | 42.0 | 4.6852 | - 23 23 49 | 18 34 08.5 | 6/ 9 | כ | |
| -2.4 | 0.991 | + 107.48 | 41.1 | 4.7854 | - 23 23 57 | 18 34 42.8 | 13/ 9 | כס | |
| +0.6 | 0.999 | - 136.60 | 18.9 | 8.7498 | + 0 21 45 | 0 28 46.3 | 16/ 8 | א | שבתאי |
| +0.6 | 0.999 | - 143.67 | 19.1 | 8.6755 | + 0 12 06 | 0 27 31.8 | 23/ 8 | ח | |
| +0.6 | 0.999 | - 150.81 | 19.2 | 8.6128 | + 0 01 10 | 0 26 03.5 | 30/ 8 | ט | |
| +0.5 | 1.000 | - 158.00 | 19.3 | 8.5628 | - 0 10 48 | 0 24 23.6 | 6/ 9 | כ | |
| +0.5 | 1.000 | - 165.23 | 19.4 | 8.5265 | - 0 23 32 | 0 22 34.3 | 13/ 9 | כס | |
| +5.7 | 1.000 | + 158.35 | 3.7 | 18.8338 | - 20 21 39 | 20 16 38.0 | 16/ 8 | א | אורנוס |
| +5.7 | 1.000 | + 144.39 | 3.7 | 18.9509 | - 20 27 43 | 20 14 41.5 | 30/ 8 | ט | |
| +5.7 | 1.000 | + 130.45 | 3.7 | 19.1148 | - 20 32 15 | 20 13 11.1 | 13/ 9 | כס | |
| +7.9 | 1.000 | + 152.23 | 2.3 | 29.2601 | - 20 32 34 | 19 50 04.6 | 16/ 8 | א | נפטון |
| +7.9 | 1.000 | + 138.44 | 2.3 | 29.3965 | - 20 36 04 | 19 48 50.9 | 30/ 8 | ט | |
| +7.9 | 1.000 | + 124.64 | 2.3 | 29.5757 | - 20 38 45 | 19 47 56.3 | 13/ 9 | כס | |
| +13.7 | 1.000 | + 96.76 | 0.1 | 29.7837 | - 7 32 37 | 16 03 45.0 | 16/ 8 | א | פלוטו |
| +13.8 | 1.000 | + 83.70 | 0.1 | 30.0164 | - 7 40 47 | 16 04 02.2 | 30/ 8 | ט | |
| +13.8 | 1.000 | + 70.67 | 0.1 | 30.2433 | - 7 49 56 | 16 04 44.4 | 13/ 9 | כס | |

| זרחה | חלק | מרחק זרחה | קוטר | מרחק סטארט (א.י.) | נטיה | | תאריך | | סם |
|-------|-------|-----------|-------|-------------------|----------|---|-----------|-------|----|
| | | | | | ' | " | עליה ישרה | תאריך | |
| 19:33 | 13:23 | 7:12 | 16/ 8 | א | כוכב-חמה | | | | |
| 19:20 | 13:20 | 7:19 | 23/ 8 | ח | | | | | |
| 19:00 | 13:08 | 7:15 | 30/ 8 | ט | | | | | |
| 18:32 | 12:42 | 6:52 | 6/ 9 | כ | | | | | |
| 17:54 | 12:00 | 6:06 | 13/ 9 | כס | | | | | |
| 15:30 | 8:34 | 1:38 | 16/ 8 | א | ונוה | | | | |
| 15:31 | 8:35 | 1:39 | 23/ 8 | ח | | | | | |
| 15:32 | 8:37 | 1:42 | 30/ 8 | ט | | | | | |
| 15:33 | 8:40 | 1:47 | 6/ 9 | כ | | | | | |
| 15:34 | 8:44 | 1:54 | 13/ 9 | כס | | | | | |
| 16:09 | 9:03 | 1:56 | 16/ 8 | א | מאדים | | | | |
| 16:00 | 8:55 | 1:49 | 23/ 8 | ח | | | | | |
| 15:49 | 8:46 | 1:43 | 30/ 8 | ט | | | | | |
| 15:38 | 8:38 | 1:37 | 6/ 9 | כ | | | | | |
| 15:27 | 8:28 | 1:30 | 13/ 9 | כס | | | | | |
| 1:40 | 20:35 | 15:34 | 16/ 8 | א | צדק | | | | |
| 1:11 | 20:06 | 15:05 | 23/ 8 | ח | | | | | |
| 0:42 | 19:37 | 14:37 | 30/ 8 | ט | | | | | |
| 0:15 | 19:10 | 14:09 | 6/ 9 | כ | | | | | |
| 23:44 | 18:43 | 13:42 | 13/ 9 | כס | | | | | |
| 8:34 | 2:30 | 20:22 | 16/ 8 | א | שבתאי | | | | |
| 8:05 | 2:01 | 19:54 | 23/ 8 | ח | | | | | |
| 7:35 | 1:32 | 19:25 | 30/ 8 | ט | | | | | |
| 7:06 | 1:03 | 18:57 | 6/ 9 | כ | | | | | |
| 6:36 | 0:34 | 18:28 | 13/ 9 | כס | | | | | |
| 3:28 | 22:15 | 17:05 | 16/ 8 | א | אורנוס | | | | |
| 2:31 | 21:18 | 16:08 | 30/ 8 | ט | | | | | |
| 1:34 | 20:21 | 15:12 | 13/ 9 | כס | | | | | |
| 3:01 | 21:48 | 16:39 | 16/ 8 | א | נפטון | | | | |
| 2:05 | 20:52 | 15:43 | 30/ 8 | ט | | | | | |
| 1:09 | 19:56 | 14:47 | 13/ 9 | כס | | | | | |
| 23:46 | 18:02 | 12:18 | 16/ 8 | א | פלוטו | | | | |
| 22:51 | 17:08 | 11:24 | 30/ 8 | ט | | | | | |
| 21:57 | 16:13 | 10:30 | 13/ 9 | כס | | | | | |

דימדומים - אזרחיים, ימיים, אסטרונומיים

מא' - יוני 1996, סיון התשנ"ו

יוני - אוגוסט 1996, תמוז התשנ"ו

| דימדומים ערב | | | דימדומים בוקר | | | תאריך | |
|--------------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-----|
| אסטרי | ימיים | אזרחי | אזרחי | ימיים | אסטרי | לועזי | יום |
| 18° | 12° | 6° | 6° | 12° | 18° | | |
| 20:29 | 19:51 | 19:17 | 04:06 | 03:31 | 02:54 | 18/6 | א |
| 20:29 | 19:52 | 19:17 | 04:06 | 03:31 | 02:54 | 19/6 | ב |
| 20:29 | 19:52 | 19:17 | 04:06 | 03:31 | 02:54 | 20/6 | ג |
| 20:29 | 19:52 | 19:17 | 04:06 | 03:32 | 02:54 | 21/6 | ד |
| 20:30 | 19:52 | 19:18 | 04:06 | 03:32 | 02:54 | 22/6 | ה |
| 20:30 | 19:52 | 19:18 | 04:07 | 03:32 | 02:55 | 23/6 | ו |
| 20:30 | 19:52 | 19:18 | 04:07 | 03:32 | 02:55 | 24/6 | ז |
| 20:30 | 19:53 | 19:18 | 04:07 | 03:33 | 02:55 | 25/6 | ח |
| 20:30 | 19:53 | 19:18 | 04:08 | 03:33 | 02:56 | 26/6 | ט |
| 20:30 | 19:53 | 19:18 | 04:08 | 03:33 | 02:56 | 27/6 | י |
| 20:30 | 19:53 | 19:18 | 04:08 | 03:34 | 02:56 | 28/6 | יא |
| 20:30 | 19:53 | 19:18 | 04:09 | 03:34 | 02:57 | 29/6 | יב |
| 20:30 | 19:53 | 19:18 | 04:09 | 03:35 | 02:57 | 30/6 | יג |
| 20:30 | 19:53 | 19:18 | 04:09 | 03:35 | 02:58 | 1/7 | יד |
| 20:29 | 19:52 | 19:18 | 04:10 | 03:35 | 02:58 | 2/7 | טו |
| 20:29 | 19:52 | 19:18 | 04:10 | 03:36 | 02:59 | 3/7 | טז |
| 20:29 | 19:52 | 19:18 | 04:11 | 03:36 | 03:00 | 4/7 | יז |
| 20:29 | 19:52 | 19:18 | 04:11 | 03:37 | 03:00 | 5/7 | יח |
| 20:28 | 19:52 | 19:17 | 04:12 | 03:38 | 03:01 | 6/7 | יט |
| 20:28 | 19:51 | 19:17 | 04:12 | 03:38 | 03:01 | 7/7 | כ |
| 20:28 | 19:51 | 19:17 | 04:13 | 03:39 | 03:02 | 8/7 | כא |
| 20:27 | 19:51 | 19:17 | 04:13 | 03:39 | 03:03 | 9/7 | כב |
| 20:27 | 19:50 | 19:16 | 04:14 | 03:40 | 03:04 | 10/7 | כג |
| 20:26 | 19:50 | 19:16 | 04:15 | 03:41 | 03:04 | 11/7 | כד |
| 20:26 | 19:50 | 19:16 | 04:15 | 03:41 | 03:05 | 12/7 | כה |
| 20:25 | 19:49 | 19:15 | 04:16 | 03:42 | 03:06 | 13/7 | כו |
| 20:25 | 19:49 | 19:15 | 04:16 | 03:43 | 03:07 | 14/7 | כז |
| 20:24 | 19:48 | 19:15 | 04:17 | 03:43 | 03:07 | 15/7 | כח |
| 20:23 | 19:48 | 19:14 | 04:18 | 03:44 | 03:08 | 16/7 | כט |

| דימדומים ערב | | | דימדומים בוקר | | | תאריך | |
|--------------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-----|
| אסטרי | ימיים | אזרחי | אזרחי | ימיים | אסטרי | לועזי | יום |
| 18° | 12° | 6° | 6° | 12° | 18° | | |
| 20:08 | 19:33 | 19:00 | 04:13 | 03:40 | 03:05 | 19/5 | א |
| 20:09 | 19:34 | 19:01 | 04:12 | 03:40 | 03:05 | 20/5 | ב |
| 20:10 | 19:35 | 19:02 | 04:12 | 03:39 | 03:04 | 21/5 | ג |
| 20:11 | 19:36 | 19:02 | 04:11 | 03:38 | 03:03 | 22/5 | ד |
| 20:12 | 19:36 | 19:03 | 04:11 | 03:38 | 03:02 | 23/5 | ה |
| 20:13 | 19:37 | 19:04 | 04:10 | 03:37 | 03:01 | 24/5 | ו |
| 20:14 | 19:38 | 19:05 | 04:10 | 03:36 | 03:01 | 25/5 | ז |
| 20:14 | 19:39 | 19:05 | 04:09 | 03:36 | 03:00 | 26/5 | ח |
| 20:15 | 19:39 | 19:06 | 04:09 | 03:35 | 02:59 | 27/5 | ט |
| 20:16 | 19:40 | 19:07 | 04:08 | 03:35 | 02:59 | 28/5 | י |
| 20:17 | 19:41 | 19:07 | 04:08 | 03:34 | 02:58 | 29/5 | יא |
| 20:18 | 19:42 | 19:08 | 04:08 | 03:34 | 02:58 | 30/5 | יב |
| 20:19 | 19:42 | 19:08 | 04:07 | 03:33 | 02:57 | 31/5 | יג |
| 20:19 | 19:43 | 19:09 | 04:07 | 03:33 | 02:57 | 1/6 | יד |
| 20:20 | 19:44 | 19:10 | 04:07 | 03:33 | 02:56 | 2/6 | טו |
| 20:21 | 19:44 | 19:10 | 04:06 | 03:32 | 02:56 | 3/6 | טז |
| 20:22 | 19:45 | 19:11 | 04:06 | 03:32 | 02:55 | 4/6 | יז |
| 20:22 | 19:45 | 19:11 | 04:06 | 03:32 | 02:55 | 5/6 | יח |
| 20:23 | 19:46 | 19:12 | 04:06 | 03:32 | 02:55 | 6/6 | יט |
| 20:24 | 19:47 | 19:12 | 04:06 | 03:31 | 02:54 | 7/6 | כ |
| 20:24 | 19:47 | 19:13 | 04:05 | 03:31 | 02:54 | 8/6 | כא |
| 20:25 | 19:48 | 19:13 | 04:05 | 03:31 | 02:54 | 9/6 | כב |
| 20:25 | 19:48 | 19:14 | 04:05 | 03:31 | 02:54 | 10/6 | כג |
| 20:26 | 19:49 | 19:14 | 04:05 | 03:31 | 02:54 | 11/6 | כד |
| 20:26 | 19:49 | 19:15 | 04:05 | 03:31 | 02:54 | 12/6 | כה |
| 20:27 | 19:50 | 19:15 | 04:05 | 03:31 | 02:53 | 13/6 | כו |
| 20:27 | 19:50 | 19:15 | 04:05 | 03:31 | 02:53 | 14/6 | כז |
| 20:28 | 19:50 | 19:16 | 04:05 | 03:31 | 02:53 | 15/6 | כח |
| 20:28 | 19:51 | 19:16 | 04:05 | 03:31 | 02:53 | 16/6 | כט |
| 20:28 | 19:51 | 19:16 | 04:05 | 03:31 | 02:54 | 17/6 | ל |

דימדומים - אזרחיים, ימיים, אסטרונומיים

אולוס - סטאמר 1996, אילף התשנ"ו

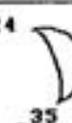
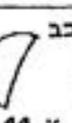
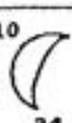
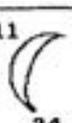
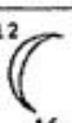
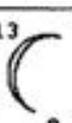
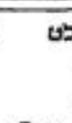
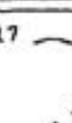
ילף - אולוס 1996, אפ התשנ"ו

| דיסדומי טרב | | | דיסדומי נוקר | | | ת א ר י ן | |
|-------------|-----------|----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| אסטרי 18° | ימיים 12° | אזרחי 6° | אזרחי 6° | ימיים 12° | אסטרי 18° | לועזי | י ו ם |
| 19:51 | 19:19 | 18:48 | 04:39 | 04:09 | 03:37 | 16/ 8 | א ו |
| 19:49 | 19:18 | 18:47 | 04:40 | 04:10 | 03:38 | 17/ 8 | ב ם |
| 19:48 | 19:17 | 18:46 | 04:41 | 04:10 | 03:39 | 18/ 8 | ג א |
| 19:47 | 19:15 | 18:45 | 04:41 | 04:11 | 03:40 | 19/ 8 | ד ב |
| 19:45 | 19:14 | 18:44 | 04:42 | 04:12 | 03:41 | 20/ 8 | ה ג |
| 19:44 | 19:13 | 18:43 | 04:43 | 04:13 | 03:41 | 21/ 8 | ו ד |
| 19:43 | 19:12 | 18:41 | 04:44 | 04:13 | 03:42 | 22/ 8 | ז ה |
| 19:41 | 19:10 | 18:40 | 04:44 | 04:14 | 03:43 | 23/ 8 | ח ו |
| 19:40 | 19:09 | 18:39 | 04:45 | 04:15 | 03:44 | 24/ 8 | ט ם |
| 19:38 | 19:08 | 18:38 | 04:46 | 04:16 | 03:45 | 25/ 8 | א א |
| 19:37 | 19:06 | 18:37 | 04:46 | 04:16 | 03:46 | 26/ 8 | ב יא |
| 19:36 | 19:05 | 18:35 | 04:47 | 04:17 | 03:47 | 27/ 8 | ג יב |
| 19:34 | 19:04 | 18:34 | 04:48 | 04:18 | 03:47 | 28/ 8 | ד יג |
| 19:33 | 19:02 | 18:33 | 04:48 | 04:19 | 03:48 | 29/ 8 | ה יד |
| 19:31 | 19:01 | 18:32 | 04:49 | 04:19 | 03:49 | 30/ 8 | ו טו |
| 19:30 | 19:00 | 18:30 | 04:50 | 04:20 | 03:50 | 31/ 8 | ז ם |
| 19:28 | 18:58 | 18:29 | 04:50 | 04:21 | 03:51 | 1/ 9 | ח א |
| 19:27 | 18:57 | 18:28 | 04:51 | 04:22 | 03:52 | 2/ 9 | ט ב |
| 19:25 | 18:56 | 18:26 | 04:52 | 04:22 | 03:52 | 3/ 9 | י ג |
| 19:24 | 18:54 | 18:25 | 04:52 | 04:23 | 03:53 | 4/ 9 | יא ד |
| 19:23 | 18:53 | 18:24 | 04:53 | 04:24 | 03:54 | 5/ 9 | יב ה |
| 19:21 | 18:51 | 18:22 | 04:54 | 04:24 | 03:55 | 6/ 9 | יג ו |
| 19:20 | 18:50 | 18:21 | 04:54 | 04:25 | 03:55 | 7/ 9 | יד ם |
| 19:18 | 18:49 | 18:20 | 04:55 | 04:26 | 03:56 | 8/ 9 | יז א |
| 19:17 | 18:47 | 18:18 | 04:55 | 04:27 | 03:57 | 9/ 9 | יח ב |
| 19:15 | 18:46 | 18:17 | 04:56 | 04:27 | 03:58 | 10/ 9 | יט ג |
| 19:14 | 18:45 | 18:16 | 04:57 | 04:28 | 03:59 | 11/ 9 | כ ד |
| 19:12 | 18:43 | 18:14 | 04:57 | 04:29 | 03:59 | 12/ 9 | כא ה |
| 19:11 | 18:42 | 18:13 | 04:58 | 04:29 | 04:00 | 13/ 9 | כב ו |

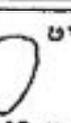
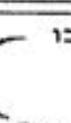
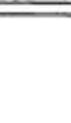
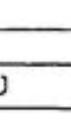
| דיסדומי טרב | | | דיסדומי נוקר | | | ת א ר י ן | |
|-------------|-----------|----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| אסטרי 18° | ימיים 12° | אזרחי 6° | אזרחי 6° | ימיים 12° | אסטרי 18° | לועזי | י ו ם |
| 20:23 | 19:47 | 19:14 | 04:18 | 03:45 | 03:09 | 17/ 7 | א ד |
| 20:22 | 19:46 | 19:13 | 04:19 | 03:46 | 03:10 | 18/ 7 | ב ה |
| 20:21 | 19:46 | 19:13 | 04:20 | 03:46 | 03:11 | 19/ 7 | ג ו |
| 20:20 | 19:45 | 19:12 | 04:20 | 03:47 | 03:12 | 20/ 7 | ד ם |
| 20:20 | 19:44 | 19:11 | 04:21 | 03:48 | 03:13 | 21/ 7 | ה א |
| 20:19 | 19:44 | 19:11 | 04:22 | 03:49 | 03:13 | 22/ 7 | ו ב |
| 20:18 | 19:43 | 19:10 | 04:22 | 03:49 | 03:14 | 23/ 7 | ז ג |
| 20:17 | 19:42 | 19:10 | 04:23 | 03:50 | 03:15 | 24/ 7 | ח ד |
| 20:16 | 19:41 | 19:09 | 04:24 | 03:51 | 03:16 | 25/ 7 | ט ה |
| 20:15 | 19:41 | 19:08 | 04:24 | 03:52 | 03:17 | 26/ 7 | י ו |
| 20:14 | 19:40 | 19:07 | 04:25 | 03:53 | 03:18 | 27/ 7 | יא ם |
| 20:13 | 19:39 | 19:07 | 04:26 | 03:53 | 03:19 | 28/ 7 | יב א |
| 20:12 | 19:38 | 19:06 | 04:26 | 03:54 | 03:20 | 29/ 7 | יג ב |
| 20:11 | 19:37 | 19:05 | 04:27 | 03:55 | 03:21 | 30/ 7 | יד ג |
| 20:10 | 19:36 | 19:04 | 04:28 | 03:56 | 03:22 | 31/ 7 | טו ד |
| 20:09 | 19:35 | 19:03 | 04:29 | 03:57 | 03:23 | 1/ 8 | ז ה |
| 20:08 | 19:34 | 19:03 | 04:29 | 03:57 | 03:24 | 2/ 8 | ח ו |
| 20:07 | 19:33 | 19:02 | 04:30 | 03:58 | 03:25 | 3/ 8 | ט יא |
| 20:06 | 19:32 | 19:01 | 04:31 | 03:59 | 03:26 | 4/ 8 | א יב |
| 20:05 | 19:31 | 19:00 | 04:32 | 04:00 | 03:27 | 5/ 8 | ב יג |
| 20:03 | 19:30 | 18:59 | 04:32 | 04:01 | 03:28 | 6/ 8 | ג יא |
| 20:02 | 19:29 | 18:58 | 04:33 | 04:01 | 03:28 | 7/ 8 | ד יב |
| 20:01 | 19:28 | 18:57 | 04:34 | 04:02 | 03:29 | 8/ 8 | ה יג |
| 20:00 | 19:27 | 18:56 | 04:34 | 04:03 | 03:30 | 9/ 8 | ו יא |
| 19:58 | 19:26 | 18:55 | 04:35 | 04:04 | 03:31 | 10/ 8 | ז יב |
| 19:57 | 19:25 | 18:54 | 04:36 | 04:05 | 03:32 | 11/ 8 | ח א |
| 19:56 | 19:24 | 18:53 | 04:37 | 04:06 | 03:33 | 12/ 8 | ט ב |
| 19:55 | 19:23 | 18:52 | 04:37 | 04:06 | 03:34 | 13/ 8 | י ג |
| 19:53 | 19:21 | 18:51 | 04:38 | 04:07 | 03:35 | 14/ 8 | יא ד |
| 19:52 | 19:20 | 18:50 | 04:39 | 04:08 | 03:36 | 15/ 8 | יב ה |

מופעי הירח

סיבון ה'תשנ"ו
מאי 1996 - יוני 1996

| ראשון | שני | שלישי | רביעי | חמישי | שישי | שבת |
|---|---|---|--|--|--|---|
| 19 א  277.9% | 20 ב  278.8% | 21 ג  288.2% | 22 ד  283.1% | 23 ה  285.8% | 24 ו  288.3% | 25 ז  298.3% |
| 26 ח  291.7% | 27 ט  292.6% | 28 י  292.9% | 29 יא  292.6% | 30 יב  292.8% | 31 יג  292.2% | 1 יד  298.6% |
| 2 טו  188.9% | 3 טז  73.9% | 4 יז  75.6% | 5 יח  93.5% | 6 יט  71.8% | 7 כ  88.9% | 8 כא  87.3% |
| 9 כב  66.9% | 10 כג  67.8% | 11 כד  67.9% | 12 כה  68.9% | 13 כו  78.8% | 14 כז  69.8% | 15 כח  63.4% |
| 16 כט  6.7% | 17 כ  298.1% | | | | | |

תמוז ה'תשנ"ו
יולי 1996 - יולי 1996

| ראשון | שני | שלישי | רביעי | חמישי | שישי | שבת |
|-------|-----|---|--|---|---|--|
| | | 18 א  298.1% | 19 ב  289.6% | 20 ג  298.6% | 21 ד  291.8% | 22 ה  292.9% |
| | | 23 ו  293.5% | 24 ז  293.5% | 25 ח  292.9% | 26 ט  291.7% | 27 יב  289.9% |
| | | 1 יד  331.6% | 2 טו  58.7% | 3 טז  66.4% | 4 יז  88.7% | 5 יח  72.2% |
| | | 6 יט  62.1% | 7 כ  59.5% | 8 כא  67.9% | 9 כב  69.4% | 10 כג  91.7% |
| | | 11 כד  94.2% | 12 כה  92.6% | 13 כו  78.2% | 14 כז  76.9% | 15 כח  62.6% |
| | | 16 כט  334.7% | | | | |

מופעי הירח

אב ה'תשנ"ו
1996 - ארגוסט 1996 ירכי

| ראשון | שני | שלישי | רביעי | חמישי | שישי | שבת |
|--|---|--|--|--|---|--|
| | | | א 17  302.7% | ב 18  296.4% | ג 19  295.1% | ד 20  294.7% |
| ה 21  294.1% | ו 22  293.2% | ז 23  291.8% | ח 24  289.6% | ט 25  286.9% | י 26  283.5% | יא 27  280.8% |
| יב 28  277.8% | יג 29  276.7% | יד 30  294.4% | טו 31  46.8% | טז 1  61.7% | יז 2  64.4% | יח 3  65.9% |
| יט 4  67.5% | כ 5  69.6% | כא 6  72.2% | כב 7  75.4% | כג 8  78.8% | כד 9  82.3% | כה 10  85.5% |
| כו 11  88.2% | כז 12  89.5% | כח 13  86.8% | כט 14  58.6% | ל 15  313.5% | | |

אכ"כ ה'תשנ"ו
1996 - ספטמבר 1996 ארגוסט

| ראשון | שני | שלישי | רביעי | חמישי | שישי | שבת |
|---|---|--|--|---|---|--|
| | | | | | א 16  299.2% | ב 17  295.6% |
| ג 18  293.6% | ד 19  291.6% | ה 20  289.2% | ו 21  286.3% | ז 22  282.8% | ח 23  278.7% | ט 24  274.3% |
| י 25  278.8% | יא 26  266.4% | יב 27  264.6% | יג 28  269.5% | יד 29  33.8% | טו 30  62.7% | טז 31  66.9% |
| יז 1  69.7% | יח 2  72.6% | יט 3  76.8% | כ 4  79.7% | כא 5  83.6% | כב 6  87.6% | כג 7  91.5% |
| כד 8  95.8% | כה 9  98.8% | כו 10  100.2% | כז 11  101.1% | כח 12  98.6% | כט 13  8.6% | |

