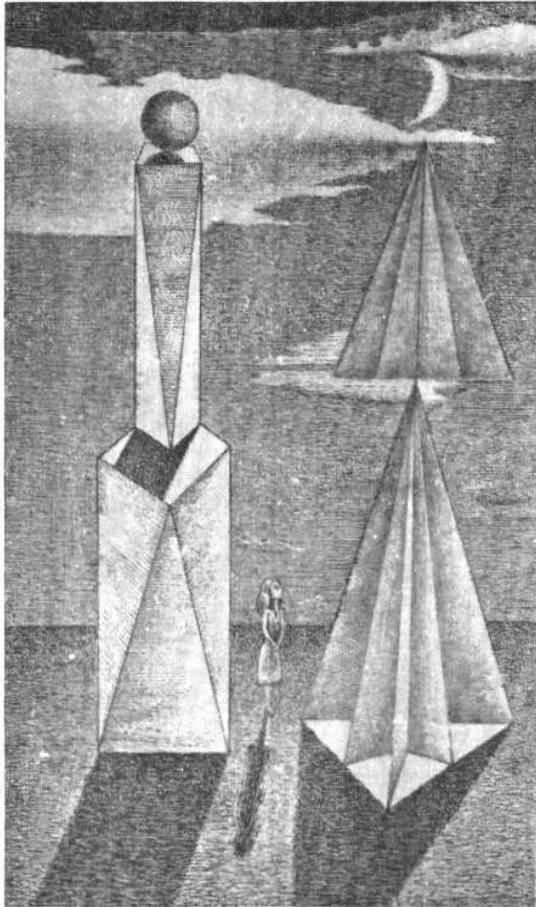


בב
פופי פיפ



5/1978

אסטרונומיה
אסטרופיסיקה
חקר החלל



28

ספטמבר - אוקטובר 1978	אלול/תשרי תשל"ח/תשל"ט	כרך V שנת הוצאה חמישית
Kol Kohvey Or (The Starlight) Vol. V, No. 5		September-October 1978

התוכן

עמוד	
105	דבר המערכת
106	שכיחות היסודות (נח ברוש)
109	על כוכבים כפולים ותופעות מוזרות בשמיים (יוסף זלצמן)
113	על תופעות על-טבעיות והגיון המדעי
119	אסטרונומיה של מטאורים I. (נ. תשבי)
125	קבוצת החודש (יגאל פתאל)
128	אובייקטים של Messier (יגאל פתאל)
130	נובה ברבור 1978
132	התכסויות (ספטמבר-אוקטובר)
133	יומן השמים (ספטמבר-אוקטובר)

המערכת:

יצחק שלוסמן (עורך ראשי)
אהרון אופיר, נח ברוש, דוד גבאי, נפתלי תשבי.
כתובת המערכת: מצפה הכוכבים, גבעתיים, גן עליה השניה.
מען למכתבים: מצפה הכוכבים, גבעתיים, ת.ד. 405, טל' 730117.

Editorial Board:

Isaac Shlosman (Editor)

Aharon Ophir, Noah Brosh, David Gabai, Naftali Tishbi.

Adress: Astronomical Observatory, Givatayim, P.O.B 405, Israel

כל הזכויות שמורות

© Copyright by "Starlight"

תמונת השער: על תופעות על-טבעיות (ציור של י. וסשנקו) -
(ראה עמ' 113).

תמונת השער האחורי: גלכסיה NGC4565 בקבוצת הכוכבים Coma Berenices
(צילום מצפה Wilson).

מצפה הכוכבים • עיריית גבעתיים • מחלקה לנוער • המחלקה לידיעת הארץ

דבר המערכת

עם גליון זה אנו קרבים לסוף השנה השניה של הופעת העתון. קבלנו כמשך ההופעה הרבה תגובות, מהן ביקורתיות אבל רובן אוהדות. השתדלנו להתאים את עצמנו לביקורת היוצרת שהופנתה למערכת ואמנם המספר הרב יחסית של תגובות חיוביות מעודד.

אנו מתכננים את הוצאת העתון בשנתו השלישית. המתכונת תשאר בשלב זה של דו-ירחון אבל הטיב של ההדפסה, נפח החוברת וצורת הגשתה ישתפרו.

כדי לספק צרכים אלו בתקופה של אינפלציה דוהרת אנו נאלצים לקבוע את מחיר המנוי לשנת 1979 ל-120 ₪. (אפילו כך אין אנו מצליחים לממן יותר מ-20% מעלות ההוצאה).

עדיין העלות לקורא המנוי לחוברת אחת, תהיה קטנה בהרבה באם הוא היה קונה את החוברת הבודדה, במערכת.

לכן אנו מבקשים מכם לחדש את המנויים שלכם לשנה נוספת ולשכנע את חבריכם לחתום אף הם לקבלת העתון.

לקראת השנה הבאה אנו מתכננים הוצאה של "מגיד רקיע 1979", במשותף עם הפלנטריום ע"ש לסקי, שבמוזיאון הארץ. אלמנך שמייס זה נמצא כעת בתהליך חישוב מתקדם. אנו נעדכן אתכם מידי פעם בדבר ההתקדמות שנעשתה בהוצאתו.

יתרון למנויי "כל כוכבי אור!" כל מנוי יוכל לרכוש את "מגיד הרקיע 1979" בהנחה ניכרת לעומת רוכשים שאינם מנויים (הנחה של כ-35%). בחוברת הבאה נפרסם פרטים לגבי הזדמנות זו.

אנו פותחים בגליון זה במדור פירסומי. בכוונתנו לפרסם מלבד מודעות גדולות, על עמוד שלם או חלק ניכר ממנו, גם מודעות קטנות בגודל "מודעת לוח" במחיר 20 ₪ לכל מודעה. כל הרוצה למכור, לקנות או להחליף ציוד או ספרים, או הרוצה להודיע דבר-מה לציבור חובבי האסטרונומיה בארץ ~~מוזמן~~ לשלוח את מודעתו למערכת.

מובן שאין המערכת אחראית על תוכן המודעות והן מתפרסמות על אחראיותו של המפרסם בלבד.

המערכת

אסטרונומיה ואסטרונומיקה

מאת נח ברוש

שכיחות היסודות

בפרק הקודם דנו באוכלוסיות הכוכבים וראינו שניתן לסווג באופן גס את רוב הכוכבים לשתי אוכלוסיות, אוכלוסיה II הזקנה ואוכלוסיה I הצעירה יחסית. בפירוט רב יותר חילקנו את שתי האוכלוסיות כל אחת לשתי קבוצות ותחמנו ביניהן אוכלוסיה נוספת, אוכלוסית הדיסקה.

מאפיין אחד בו השתמשנו בקביעת סוג האוכלוסיה היה "חוזק הקוים". אמרנו שתכונה זו נשלטת ע"י כמות היסודות הכבדים מהליום במעטפת הכוכב. רשימה זו נקדיש כולה לשכיחות של היסודות השונים ול"הרכב הכימי" של הכוכבים.

עד לפני כ-50 שנה נחשבו המימן וההליום כבעלי שכיחות כה נמוכה בכוכבים עד כדי ביטול. כאשר לראשונה התגלתה השכיחות הגבוהה של המימן מחוזק הקוים של סדרת בלמר חשבו חוקרי הכוכבים שזו תופעה של העשרה של פני הכוכב בלבד. רק מאוחר יותר הבינו התיאורטיקאים שכמות גדולה מאוד של מימן בפנים הכוכב נחוצה להסבר היחס הנצפה בין הבהירות למסה של הכוכבים.

גורל ההליום היה דומה. הוא התגלה בכוכבים בעלי קווי הליום חזקים והגילוי של התגבות התרמו-גרעיניות רמז לכך שליסוד זה חלק נכבד בהרכב הכימי של הכוכב והוא במקום השני, לאחר המימן, בשכיחות הכללית של היסודות ביקום.

כאמור, נמצאו השכיחות באמצעים ספקטרוסקופיים, ע"י בדיקת האור המגיע מפני הכוכב. אבל עד עתה, אין שום סיבה להניח תהליך להווצרות כוכב שבו יווצרו הבדלי שכיחות בין פנים הכוכב לפניו. לכן זו הנחה מקובלת ו-"בטוחה" שההרכב הכימי הנצפה על פני הכוכב מיצג את ההרכב הכימי של תוכנו. [יוצאים מן הכלל הם כוכבים בודדים בהם יש ערכוב של תוצרי הבעירה מהליכה אל הפנים].

המאפיין הגדול ביותר של ההרכב הכימי של הכוכבים הוא אחידותו. בדרך כלל יש בין הכוכבים השוכנים באותו מקום בדיאגרמת H-R, כלומר כוכבים בעלי אותה טמפרטורה ואותה בהירות, רק הבדלי שכיחות קטנים.

הכוכב שנחקר ביסודיות הגדולה ביותר עד עתה הוא השמש (זאת עקב קרבתה אלינו). בטבלא הבאה אנו מביאים את שכיחות היסודות הנפוצים ביותר בשמש.

שכיחות יחסית מספרית	משקל אטומי	יסוד
10.000	1	H מימן
338.8	4	He הליום
104.7	16	O חמצן
39.8	12	C פחמן
22.4	56	Fe ברזל
16.6	20	Ne נאון
12.9	14	N חנקן
9.3	28	Si סיליקון
6.5	24	Mg מגנזיום
5.1	32	S גפרית
2.5	40	Ar ארגון
1.2	59	Ni ניקל

שימו לב לכך שהשכיחות המובאת בטבלא היא שכיחות מספרית. אם רוצים לדעת מהו האחוז מכמות חמסה של השמש של כל יסוד ויסוד מקבלים תוצאות שונות במקצת. בדרך כלל משתמשים האסטרופיסיקאים בסימון X המתאר את האחוז מתוך כלל המסה שהוא מימן, Y המתאר את אחוז ההליום ו- Z המתאר את האחוז מכלל המסה של היסודות הכבדים מהליום, שכלשון האסטרופיסיקאים נקראים מתכות. בשמש אחוזים אלו הם: $Z = 0.017$, $Y = 0.25$, $X = 0.73$. היסודות פחמן וחנקן, שישמשו אותנו כאשר נדון בצורת הבעירה של השמש, אחוזם מכלל המסה של השמש הוא $X_{CN} = \frac{1}{7}Z$.

ראוי לציין עובדה נוספת, שאינה מופיעה בטבלא, והיא השכיחות הנמוכה מאוד של היסודות הקלים, ליטיום Li, באריליום Be ובורון B. השכיחות המספרית של יסודות אלו, באותן היחידות כמו בטבלא הם:

Li - 0.00000039
 Be - 0.000001
 B < 0.0001

כאשר מסווגים את הכוכבים לשתי האוכלוסיות הראשיות, האוכלוסיה I והאוכלוסיה II מתברר ישר שקיימים הבדלי שכיחות ניכרים בין שתי

האוכלוסיות בכך ש- Z גדול הרבה יותר באוכלוסיה II. ניתן להבחין בהבדלים אף בחלוקה העדינה יותר של הכוכבים. זאת נציג בטבלה הבאה:

אוכלוסיה I		אוכלוסית הדיסקה	אוכלוסיה II		Z
קיצונית	זקנה		הילה	ביניים	
0.04	0.02	0.01	0.004	0.001	Z

(מכאן אנו למדים שהשמש מסווגת ככוכב של האוכלוסיה I זקנה).

לתלות השכיחות של היסודות הכבדים בסוג אוכלוסית הכוכבים, כלומר בגיל הכוכבים, יש השפעה ניכרת על התפתחות הכוכבים, כפי שנראה בהמשך הסידרה.



Givatayim Observatory

מוצפה הכוכבים

של העיר

גבעתיים

התחילה הרשמה לחוברת "כל כוכבי אור" 1979.

מחיר המנוי לשנה - 120 ₪ (6 גליונות).

נמשכת ההרשמה לשנת 1978.

מחיר המנוי לשנה - 65 ₪.

מאת יוסף זלצמן

על כוכבים כפולים ותופעות מוזרות בשמיים

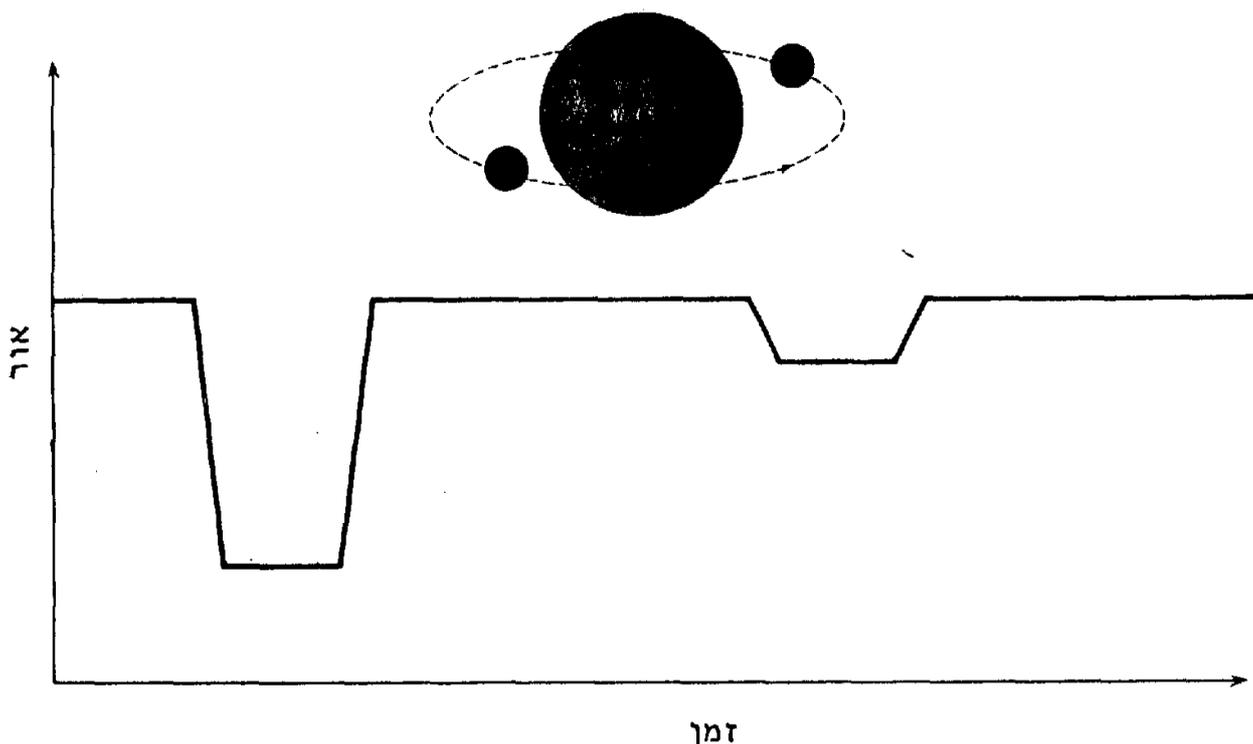
בשם "כוכב כפול" אנו מכנים מערכת של שני כוכבים הסובבים סביב מרכז המסה המשותף. השפעת משיכת הכוכד של כוכב אחד על משנהו, קובעת את המסלולים של שני המרכיבים, והופכת אותם למערכת פיסיקלית אחת.

בשנת 1650, פחות מחמישים שנה לאחר שגלילאו כוון לראשונה טלסקופ לשמיים, האסטרונום האיטלקי ג'. ב. ריקיולי גילה, כי הכוכב מיזאר, בדובה הגדולה, מופיע בטלסקופ כשתי נקודות נפרדות. כך התגלה לראשונה כוכב כפול.

בימינו, מופיעים בקטלוגים מעל עשרת אלפים כוכבים כפולים. אולי אחת העובדות המפתיעות ביותר את מי שפוגש לראשונה את הנושא שלנו, היא כי רוב הכוכבים בשמיים כפולים. נוסף להיותם כה שכיחים, הכוכבים הכפולים נותנים לנו עוד כמה סיבות טובות להתעניין בהם. הסיבה הראשונה היא כי על-ידי תצפית במסלוליהם של שני המרכיבים, וידיעת מרחקם מאתנו, ניתן לחשב את המסות של הכוכבים. חישוב זה מהווה אחד המקורות המהימנים והמדויקים ביותר בידיעתנו את המסות של כוכבים (ראה מאמר "הכוכבים הכפולים" מאת נוח ברוש בגליון 3/1977).

קיימות מערכות בהן אנו לא יכולים לצפות במסלולים של שני המרכיבים, אבל הם מתגלים לנו ככפולים על-ידי ספקטרום מורכב ומשתנה (כפולים ספקטרוסקופיים) או על-ידי השתנות מחזורית וסדירה של עוצמת האור המגיעה אלינו, אשר ללא כל ספק נובעת מליקוי של אחד המרכיבים על-ידי בן זוגו (כפולים לוקים). גם מערכות אלו מהוות מקור לא אכזב של מידע נוסף על הגדלים הפיסיקליים המאפיינים את הכוכבים.

אבל לא השכיחות הגבוהה של כוכבים כפולים, ולא המדידות שניתן לבצע עליהם, הן הסיבות האמיתיות להתענינות הגדולה שמגלים האסטרונומים במערכות כפולות, בשנים האחרונות. הסיבה האמיתית היא, כי התצפית וגם התאוריה מקשרות בין כוכבים כפולים, לבין "משתנים מתפרצים" (cataclysmic variables), נובות (novae), מקורות נקודתיים של קרני X, כוכבים סימביוטיים, ועוד תופעות מוזרות, אשר כל אחת מהן היא סיפור מרתק בפני עצמו (בהמשך נדון בכל אחת מהתופעות הללו).



ציור מס' 1. עקומה אידאלית של עוצמת האור כפונקציה של הזמן בכפולים לוקים.

כמערכות שבהן אנו מבחינים היטב בין שני המרכיבים, ויכולים למדוד את מסלולם, המרחק בין המרכיבים הוא גדול מאד ביחס לרדיוס של כל כוכב (פי מאה או יותר) ! אז, מלבד למשיכה ההדדית הקובעת את המסלולים, הכוכבים כמעט לא משפיעים אחד על השני, הם מתנהגים כאילו היו מסות נקודתיות או כוכבים בודדים במרחב. רק כאשר הכוכבים נמצאים מספיק קרוב אחד לשני, כדי שההשפעה ההדדית תשנה באופן מהותי את המשך התפתחותם, הם הופכים לזירת התרחשויות דרמטיות ביותר. אבל כדי שדבר כזה יקרה, המרחק בין המרכיבים חייב להיות לא גדול בהרבה ממימדי הכוכבים עצמם. במלים אחרות הם צריכים להיות ב"מגע"!

ידוע שרדיוסו של כוכב משתנה במהלך חייו, ולכן יתכן מצב בו כוכב כפול הוא "רחב" במונח זה שהמרחק בין המרכיבים גדול בהרבה מכל כוכב בנפרד. אבל במהלך התפתחותו, אחד הכוכבים מתנפח עד כדי כך, שהחלקים החיצוניים שלו, הפונים למרכיב השני, למעשה "נוגעים" בו. ואז מתחיל הסיפור המעניין...

ומה הדבר המיוחד שמתרחש כאשר הכוכבים באים כמגע, או כמעט כמגע?

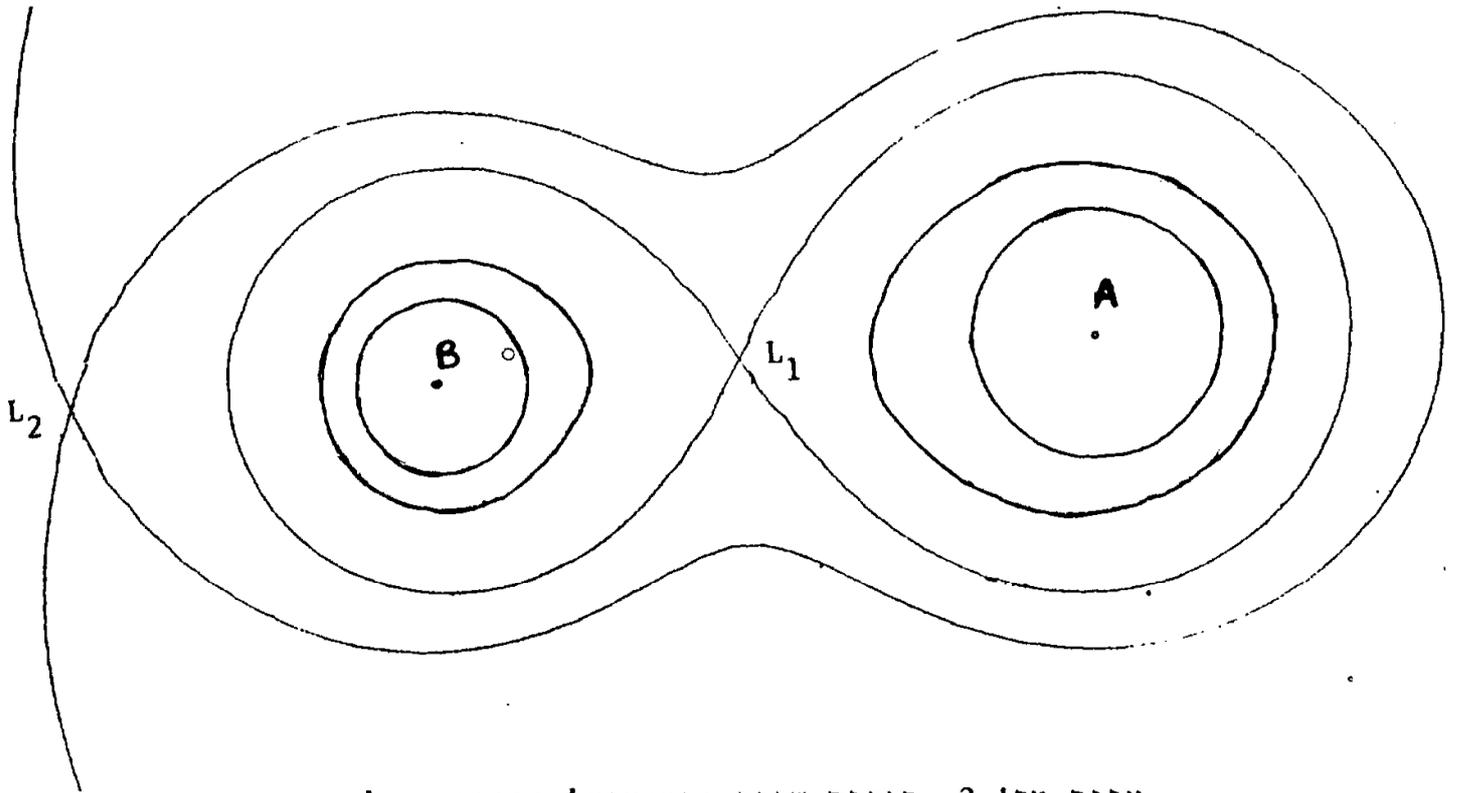
כדי להבין זאת, הבה נעתיק את עצמנו למרכז המסה של הכוכב הכפול, ונסתובב יחד עם הכוכבים. אנו נמצאים במערכת ייחוס שבה הכוכבים נראים לנו במנוחה. כדי לפשט את הדיון, נניח גם כי הסיבוב של כל כוכב סביב עצמו מתרחש בפרק זמן השווה לזמן המחזור המסלולי (סביב מרכז המסה). לכן כאשר הכוכב משלים סיבוב שלם סביב מרכז המסה של המערכת, השלים גם סיבוב שלם סביב עצמו, כך שהוא תמיד מפנה את אותו צד כלפי בן זוגו (כמו הירח ביחס לכדור הארץ). בתנאים אלו, הכוכבים באמת נמצאים במנוחה מושלמת במערכת ייחוס שבחרנו. נסמן את הכוכבים בשם A ו-B, כאשר A הוא הכוכב בעל המסה הגדולה יותר. במערכת ייחוס שלנו, על כל יחידת מסה, פועלים הכוחות הבאים:

- א. משיכת הכובד של כוכב A.
- ב. משיכת הכובד של כוכב B.
- ג. הכוח הצנטריפוגלי.

לשם הבנת התמונה אנו זקוקים לעוד מושג מופשט: הפוטנציאל. הפוטנציאל הוא כמות האנרגיה שיש להשקיע כדי להביא יחידת מסה לנקודה מסוימת במערכת שלנו. בשבילנו חשוב הדבר הבא: מידת השתנות של פוטנציאל בכל נקודה. וכיוון ההשתנות מודדים את העוצמה והכוון של הכוח הפועל על אותה נקודה. נוכל להבין זאת בקלות עם נשווה קווי פוטנציאל לקווי גובה על מפה טופוגרפית, וכמו במציאות, המדרון (כיוונו ושיפועו) קובע את הכוח הפועל על גוף.

נוכל עכשיו לשרטט קווים שווי פוטנציאל במערכת שלנו (ראה ציור מס' 2).

ליד כל כוכב, ההשפעה העיקרית היא משיכת הכובד של הכוכב עצמו, ושני הכוחות האחרים: המשיכה של הכוכב השני, והכוח הצנטריפוגלי הם זניחים, ולכן הקווים שווי הפוטנציאל הקרובים לשני הכוכבים הם מעגלים כמעט מושלמים. ככל שמתרחקים ממרכז המסה של הכוכב, ההשפעות האחרות מורגשות יותר ויותר, ולכן גם הקווים מתעוותים, ללמדנו שהשתנות על הקו AB מתונה יותר כי שם מתחרים הכוחות אחד בשני. כאשר אנו מגיעים לנקודה L_1 , המהווה מעין מקסימום, ההשתנות של הפוטנציאל הופכת סימן, ואם נעבור נקודה זו כוח המשיכה של הכוכב יגבר על כוחו של השני. ניתן להבין זאת כאילו A ו-B הם שני מכתשים, וקווי הציור מס' 2 מסמנים קווי עומק. על נקודה L_1 ניתן לעמוד בלי להדרדר לאף אחד משני המכתשים, אך תזוזה קלה ביותר תהיה גורלית...



ציור מס' 2. קווים שווי פוטנציאל בכוכב כפול.

קווי הפוטנציאל דמוי שמיניה, העובר דרך הנקודה L_1 הוא השלכה על המישור, הוא מסמל משטח תלת-מימדי, כאילו שתי קליפות של ביצים הנוגעות אחת בשניה ב- L_1 . שני הנפחים הסגורים (שתי הכיציים) הם למעשה איזור המרחב המקסימלי שבו ניתן לראות את החומר כאילו "שייך" לכוכב A או לכוכב B. שמם של נפחים אלה הוא "אונות רוש" (Roche lobes). אם אחד משני הכוכבים, מתוך סיבה איזושהי מתנפח כך שהוא ממלא את אונת רוש שלו, הוא לא יוכל להמשיך ולהתנפח לכל הכיוונים כי החומר ליד L_1 יתחיל "להשפך" לכוכב השני, וזה יגרום למעבר מסה מאד יעיל, ולפעמים בקצב כה גדול, שהכוכב השני לא יוכל לספח אליו את החומר בלי שינויים מהותיים. אבל ברור שכוכב A, בהיותו יותר מסיבי, חייב להתנפח בשלב מסויים של חייו.

איך כל זה מסביר את ה"תופעות המוזרות" שהזכרנו קודם?

על כך במאמר הבא.

על תופעות על-טבעיות והגיון המדעי

אנו מביאים כאן מאמר המעובד של פרופ' קרל סגן (Carl Sagan) מאוניברסיטת Cornell שבארה"ב שתואגם מהעתונות האמריקאית ע"י חנוך גרשט.

קרל סגן, הוא אחד העוסקים בחיפוש אחר חיים במקומות אחרים ביקום מלבד כדור הארץ.

במאמר מביע סגן עמדה ביקורתית כלפי אמונות שונות, כמו אסטרולוגיה, עב"מים (עצמים כלתי מזוהים) ועוד.

אנו מעוניינים לפרסם תגובות נגדיות מצד המצדדים והמאמינים בחופעות אלו, הכל בתנאי שהתגובות תהיינה הגיוניות.

המערכת

רמאים ומתחזים

לאורך כל הדורות היו אנשים שגילו כי יוכלו להתעשר ע"י התחזות לכרימכא בעניינים מסתוריים. סקירה מאלפת על מתחזים אלה נתנת בספרו של צ'רלס מקיי (C. Mackay) משנת 1852 "Popular Delusions and the Madness of Crowds" מקיי עוסק במגוון נושאים החל מאלכימיה, נבואה, ריפוי מחלות ובתים רדופי רוחות וכלה ב"השפעת הפוליטיקה והדת על השיער". ערכו של הספר בכך שהוא מראה כי הרמאיות וההתחזויות אינן קשורות לזמן מסוים דווקא. לאחר זמן מה מתעורר הרצון להשוותן עם הגירסאות המודרניות שלנו. ואכן, נקודות להשוואה אינן חסרות.

בעיניהם של מקיי וקודמיו הדת היתה מקור כל המוסכמות. טבעי היה לכן שכל אותם מתחזים ישתמשו בדת כרקע למעשיהם. במאה האחרונה קטנה השפעת הדת על חיינו ואת מקומה תפס המדע. כתוצאה מכך, שינו אותם מאחזי עיניים את ההצדקה למעשיהם וקוראים להתחזויות בשם מדע.

כיום ישנן טענות רבות המתייחסות לשולי המדע - טענות המלהיבות את דמיונו של הציבור אך ההתעניינות המדעית בהם תלויה אך ורק בהוכחתן. לרוב מדובר בשבירת מוסכמות וקריאת תגר נגד האמיתות המדעיות הפשוטות ככוחות על-טבעיים או קשר בין תופעות ביקום. לנוכח תופעות רבות המוכרות לנו כיום כגון: הצופן הגנטי, כח המשיכה העולמי והאנרגיה הגרעינית, קשה להתעלם מתופעות אלה אך קיים הבדל אחד חשוב ביותר. חוקי הטבע נבדקו וניתן לראות את השפעתם בעוד שכל הטענות האחרות לא נבדקו דיו בתנאים מבוקרים. לדוגמא, אם אדם טוען שביכולתו לרחף באויר בכח מחשבתו עליו להוכיח זאת לשביעות רצונם של כל הספקנים למיניהם. ואכן, עד היום לא נעשה ניסוי של ריחוף באויר תחת תנאים מבוקרים בהם לא תיתכן רמאות.

דוגמא אחרת יכולה להיות התופעה שנקראת "השלכה אסטרלית" (Astral Projection). בתנאים של אקסטזה דתית, היפנוזה או אף סמים משכרים מדווחים אנשים על תחושה של יציאה מתוך הגוף וריחוף למקום אחר כחדר (לרוב לתקרה) וחוזרים אל הגוף בסוף הניסוי. נכונות התופעה יכולה לגלות מעט מליבה של אישיות האדם ואף להסביר מקרים של "חיים אחר המוות". אמנם, אנשים שהיו קרובים מאד למוות או הוכרזו מתים מבחינה קלינית והוחיו לאחר מכן דווחו על תופעות דומות אך אין הדבר מעיד על נכונות התופעה. ייתכן שבתנאים מסוימים קורה "קצר" במערכת העצבים הגורם לתחושה של השלכה אסטרלית.

ישנה דרך פשוטה לבדוק תופעה זו. יש להסתיר על ארון גבוה במקום הניסוי חפץ מסוים (לדוגמא, ספר) ואז שהאדם חווה בהשלכה עליו לגלות את החפץ ולזהותו בסוף הניסוי יהיה עליו לציין את שם החפץ כהוכחה. כמובן, יש להסתיר את החפץ בתנאי סודיות מוחלטת כך שלא תיווצר כל אפשרות שהאדם הנ"ל יידע מה החפץ עוד לפני תחילת הניסוי. נראה שניסוי מבוקר מעין זה לא נערך עדיין. אף על פי כן גילה פסיכולוג מאוניברסיטת וירג'יניה שילדים מהודו והמזרח הקרוב מדווחים על חיייהם הקודמים. חקירות העלו שהאדם שנפטר לא מכבר תאם לתיאורו של הילד. אך עדיין אין זה ניסוי מבוקר ועדיין יש אפשרות שהילד שאב את כל המידע ואת תיאור "גלגולו הקודם" ממקור עליו החוקר אינו יודע.

חלק מהטענות הנוגעות לתופעות שבשולי המדע נובעות אכן מרמאות וזיוף נתונים של הטוענים. לעומת זאת יש לייחס את רובם לחוסר ספקנות מספקת של צבור המאמינים וכן לכך שהתופעה נדירה ולרוב גם כמעט בלתי מורגשת. בשנים האחרונות מתרכזות רוב התורות מהסוג הזה בנושאים: צלחות מעופפות, אסטרונוטים קדמונים, תכונותיהם של פוליגונים שונים ומשולש ברמודה.

אסטרונוטים קדומים

מצדדי תיאורית האסטרונוטים מתקופות קדומות (ובראשם אריק פון דניקן בספרו "מרכבות האלים") טוענים כי כמה ממצאים ארכיאולוגיים מראים ללא ספק על ביקורם של יצורים מעולמות אחרים, ממצאים כעמוד ברזל בהודו, הפירמידות במצרים, הפסלים באיי הפסחא והציורים שבמישורי נסקה בפרו לא יכלו להיווצר לדבריהם של אותם אנשים - אך ורק בידיהם של בני אנוש. יצורים זרים בעלי טכנולוגיה גבוהה במיוחד נדרשו כדי לעשות את המלאכה. למרות זאת, אל לנו לשכוח שאבותינו ידעו לחשוב ויכלו למלא את חוסר הידע הטכנולוגי ע"י עבודה קשה בשילוב עם חשיבה גיונית.

הפירמידות שחקו תפקיד מרכזי בסיפורי האסטרונוטים הקדמונים ואין פלא. עוד מימי נפוליאון הפליאה התרבות המצרית את העולם המערבי ותוך כדי כך שמשה מקור לדברי שטות רבים. מחקרים רבים נעשו על יחסים מספריים החבויים במידותיהן של פירמידות וביחוד במידותיה של הפירמידה הגדולה שבגיזה. לדוגמא, נמצא כי יחס הגובה והרוחב כיחידות מסוימות בפירמידה זו שווה להפרש השנים שבין אדם הראשון וישו. מירב העניין בפירמידות מוסב כלפי ה"פירמידולוגיה" - הטענה כי האדם מרגיש טוב יותר בפירמידה מאשר בקוביה. אמנם יש אנשים החושבים כי בתייהם המרובעים מחניקים אותם אך אין הוכחה שייטב להם בתוך פירמידות. עובדה היא שהאדם בילה את רוב ההסטוריה בקוביות. כמו ברוב המקרים עדיין לא הוכח הדבר וללא הוכחה אין טעם להתייחס לדבר.

"תעלומת" משולש ברמודה עוסקת בהעלמויות מסתוריות של אוניות ומטוסים בשטח האוקיינוס הסמוך לברמודה. ההסבר ההגיוני ביותר להעלמויות (כאשר הן קורות באמת-רוב ההתרשויות הרשומות לא קרו מעולם) הוא כי האוניה או המטוס שקעו במים. כדומה למתלהבים מהאסטרונוטים הקדמונים משתמשים חסידי המשולש בתיאוריות שטחיות ומעורפלות ושאלותיהם רטוריות ברובן. חסידים אלה לא פנו עדיין לשאלות העיקריות שיוכיחו את טענותיהם ולכן רעיונותיהם מוטלים בספק.

הצלחות המעופפות

נושא העב"מים (עצמים כלתי מזוהים) למיניהם ובעיקר צלחות מעופפות מוכר כמעט לכולם. למרות זאת, לא כל מקור אור מסתורי בשמיים מעיד על ביקור של תושבי עולמות אחרים. ייתכן שזוהי החזוה מענן גבוה או אורותיו של מטוס. ידוע גם על מספר מפגשים מסוג אחר - כאשר אדם או שניים מדווחים כי נלקחו ע"י יצורים לספינת החלל שלהם, שם נבדקו במכשירים מסתוריים ושחררו לאחר מכן. במקרים אלה העדות היחידה היא מפי אותם אנשיהם ולכן אמינותם מוטלת בספק. עד עתה לא ידוע על מקרים (מבין מליון העב"מים שדווחו מאז 1947) שבהם ראו מספר רב של אנשים ובאופן בלתי תלוי האחד בשני את הופעתו של עב"ם כלשהו. לא רק זאת, עדיין לא נמצאה הוכחה פיזיקלית ממשית לקיומם והופעתם של עב"מים. המעבדות של ימינו משוכללות מספיק ויוכלו לזהות חומרים ותרכובות שמקורן בעולם אחר. אך למרבית הצער לא מצא עדיין איש אף "פיסת צלחת מעופפת" או אף את יומן המסעות של קברניטה. מסיבות אלו ואחרות החליטה NASA בזמן האחרון לבקש מנשיא ארה"ב רשות (ותקציב) לבדיקת כל אותם דיווחים. נראה כי לאחר שמנפים את כל אותן מתיחות והלצות, לא נותר כמעט מה לבדוק.

העניין בעב"מים ואסטרונוטים קדמונים קשור במידת-מה לצרכים דתיים. אנשי החלל החיצון מתוארים לרוב כחכמים, רבי כח, טובי לב ואנושיים - לעיתים אף נראו לובשים גלימות לבנות. קשה שלא לדמותם לאלים ומלאכים הבאים מכוכבים אחרים וספינות החלל משמשות אותם ככנפיים. במקרים רבים אף ניתן לזהות את אנשי החלל החיצון אם תיאוריהם של דמויות מחיי הדת. הדברים תואמים את מסקנות מחקר בריטי שנערך לאחרונה וקבע כי אנשים רבים יותר מאמינים בחיים בחלל החיצון מאשר באלהים.

קשר זה היה קיים בכל הדורות. יוון העתיקה היתה "מוצפת" בספורים בהם תואר כיצד האלים ירדו אל הארץ ונפגשו עם בני האדם. גם בימי הביניים לא היו חסרים סיפורים דומים על קדושים שעלו השמימה ומלאכים ואלים שהופיעו לפתע. סיפורים כאלה נרשמו פעמים רבות במשך ההסטוריה ע"י אנשים מהימנים ביותר. לאור ממצאים אלה קשה להבין את העובדה שבדורות האחרונים נעלמו כל הקדושים והאלים למיניהם. האם אלה זנחו אותנו ברבות הימים כשבני האדם נעשים ספקניים יותר ויותר? או שמא יש להניח כי הדווחים הקדמונים היו מוטעים והעדים בלתי מהימנים? יש להזהר מן האמונה בעב"מים ונוסעיהן תיצור את האשליה כי ביכולתם לפתור את בעיות העולם, בדומה למתואר בסיפורים מימי קדם. עלינו להזהר ולא להפסיק בתואנה זו לטפל בבעיותינו - כפי שארע לתורות דתיות פעמים רבות במשך ההסטוריה.

לא כל הספקנים כלפי התורות שבשולי המדע מפחדים ומסתייגים מחידושים בנושא. לדוגמא, מדענים רבים אכן מתעניינים באפשרות של חיים אינטליגנטיים או אחרים על כוכבים אחרים. יחד עם זאת אסור לשרכב את הצפיות, הפחדים או ההסתייגויות מהתוצאות כאחד מהשיקולים. במקום זאת - לפי מיטב המסורת המדעית יש למצוא את התשובות כפי שהן בלי לערב כל רגשות. אמנם, עבודתם של מדענים רבים תיעשה קלה בהרבה אם אכן נזכה לביקור מעולמות אחרים אך מצד שני - יתכן וכלל אין חיים בכלל החיצון ובכל זאת עלינו לדעת זאת בכירור. אין לבטל אף את ההתעניינות הציבורית בנושא אך את מגוון התשובות שמועלות כל הזמן לבעיות השונות יש לבקר בקפדנות רבה תשובות מעניינות רבות נתכרו כמוטעות מיסודן. חייבת להיות פתיחות לכל התשובות המוצעות - ולבדוק את כולן ביסודיות, אף אם כמה מהן יראו מוזרות, כדי להגיע אל העיקר שהיא האמת המלאה. כאמריקה סבלה החברה רבות במאה האחרונה כתוצאה מאי נכונותם של האנשים לטפל בבעיותיהם הקשות ביותר. במדע, כמו בפוליטיקה, יש צורך בחידוד היכולת לבקר ולחקור כל בעיה.

בעיות במחקר מדעי

מדענים מקצועיים עומדים המיד בפני הברירה מה לבחור כמטרת מחקרם הבא. ישנם נושאים העשויים להיות בעלי חשיבות רבה - אם יוכחו - אך האפשרות להצליח ול"פצחם" קלושה והמאמצים כה רבים, עד שאף מדען אינו מסכים לעסוק בהם. החיפוש אחרי יצורים מהחלל הווה אחת הדוגמאות לכך בעבר. כיום, עם ההתפתחות הטכנולוגיה, המצב השתנה וניתן לבנות רדיו טלסקופים ענקיים שיוכלו לקלוט תשדורת מהחלל החיצון, אם תהיה כזאת. סוג אחר של מטרות המחקר הוא המחקר הקל לביצוע, אך תוצאותיו טריביאליות ומשמעותן סימלית. רוב המדענים בני ימינו נוטים להתפשר בין סוגי המטרות שהם קובעים לעצמם ולכן רק מעטים מאד מתעסקים באותן תאוריות מפוקפקות ושנויות במחלוקת. הסיכוי למצוא משהו נראה קטן ביותר והמאמץ גדול ביותר. על המדענים לעסוק בנושאים אלה זמן רב יותר משבעבר למרות ספקנותם. יש לזכור כי אף אם אין רבים המתנגדים לאותן התיאוריות אין הדבר אומר כי התיאוריות נכונות ומקובלות על הכל.

ישנם מקרים רבים בהם התיאוריה היא כה מגוחכת ולא הגיונית עד שהמדענים לא טורחים כלל להתייחס אליה ולא מפרסמים הסתייגויות ממנה בכתב. זוהי טעות חמורה שכן המדע היום תלוי רבות בתמיכה ציבורית. החברה כיום מושפעת רבות מהמדע והטכנולוגיה החדשה אך קיימים עדיין אנשים רבים החסרים ידע מדעי וטכנולוגי בסיסי. דבר זה הופך את קבלת ההחלטות בנושאי מדע לקשה ומסובך. כל מפיצי התיאוריות ה"מפוקפקות" מנצלים עובדה זו להשכנת דעותיהם. אנשים אלה לא רק מפצים את דעותיהם אלא גם משתמשים בהן לגריפת רווחים. הם מעוניינים כמובן, לשמור על מקור פרנסתם ולכן אף מוכנים לעמול קשה כדי להגן על דעותיהם. נכונות זו מרתיעה מדענים רבים מלהכנס למאבקים ציבוריים כנגד אותן תיאוריות והמפסיד היחיד בכך הוא המדע. זוהי הזדמנות להראות לציבור הרחב כיצד פועל החוקר מדעי באפילה האופפת את גבולות המדע.

הבעיה של חשיפת תורות מזוייפות תלויה לא רק בעוורונו של הציבור. לעיתים גם המדענים מסרבים להתייחס אליהן. מדען מפורסם התנגד פעם לכינוס האגודה האמריקאית לקדום המדע לדון בנושא העב"מים משום שבו אמורים היו להציג המאמינים והספקנים את דעותיהם מעל במה אחת. מדענים רבים נעלבו מספרו של עמנואל וליקובסקי (I. Velikovski) "Worlds in Collision" ונדהמו

מהתעלמותו מאמיתיות יסודיות בפיסיקה. הם המליצו להפסיק את הפצת הספר. כתוצאה מכך זכתה חברה מתחרה ברווחים. מדענים טענו שכינוס של האגודה לקידום המדע בנושא הספר רק יעזור להפצת התיאוריה. הכינוס נערך למרות זאת ותוצאותיו מצויות היום בכל הספריות כדי שמדעני העתיד יראו את כל הדעות הקשורות בנושא. ניתן לתקן את ההצגה הדלה של המדע כבתי הספר בעיתונות ובטלוויזיה ע"י מאבקים ציבוריים על נושאים מדעיים שנויים במחלוקת, מאבקים שיוכנו בקפדנות ויוצגו בצורה שוטפת ומעניינית. ניתן להשתמש באסטרולוגיה ללימוד האסטרונומיה, באלכימיה ללימוד הכימיה בספיריטואליזם ללימוד פסיכולוגיה ופסיכיאטריה ועוד ועוד...

בארצות רבות חיים עדיין אנשים רבים המאמינים כי כל מה שמובא לדפוס חייב להיות נכון. בספרים מופיעות היום תיאוריות ספקולטיביות חסרות ביסוס רבות כך שסילוף האמיתות המדעיות אינו תמוה כלל וכלל. הוצאת ספרים מסוימת פרסמה פעם כי כל ספר מדעי המתפרסם אצלה עובר תחילה ביקורת ע"י מביני דבר. למעשה חברה זו פרסמה ספרים רבים בנושאים שנויים במחלוקת. רק בשנים האחרונות החלו להתפרסם ספרים הבאים לשלול ולהפריך תיאוריות אלה.

אף על פי כן נראה כי התרופה הטובה ביותר למדע "כביכול" הוא המדע עצמו ודוגמאות לכך לא חסרות:

- ישנו דג אפריקאי החי במים מתוקים שיכולת הראיה נשללה ממנו. הוא פיתח שדה חשמלי עומד בעזרתו הוא מקיים קשר עם הסביבה. הוא פיתח שפה לביטוי יחסים שבין טורף ונטרף, דרכי חיזור ועוד. המדענים עדיין לא הצליחו לגלות את סודות מערכת קליטת האותות שלו.

- ישנה אריתמטיקה מושלמת והגיונית שבה $2 \times 1 = 1$ שונה מ- $1 \times 2 = 2$.

- נתגלה שליונים ישנה יכולת לגלות שדות מגנטיים קטנים בהרבה מזה של הארץ. הן משתמשות בתכונה זו לגילוי העצמים בסביבתן. חוש זה לא פוענח עדיין ע"י המדענים.

- קווצרים מתפוצצים בעוצמה בלתי רגילה המתאימה להתפוצצות מליוני כוכבים בלב גלכסיות.

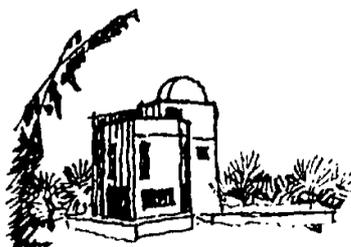
- בהרי האפר הוולקני, בני 3.5 מליון שנים, כמזרח אפריקה, נמצאו טביעות רגליים של יצור בגובה 1.2 מטר שיתכן והוא אבות הקופים. לידם נמצאים טביעות של חיות שלא זוהו עדיין.

- כל אחד מתאינו מכיל עשרות בתי חרושת זעירים לאנרגיה בשם מיטוכונדריה. ישנה תיאוריה האומרת כי המיטוכונדריה היו יצורים חפשיים בעבר הרחוק ורק מאוחר יותר נשתעבדו לתא החי. לפי דעה זו האדם הוא קבוץ של עשרות מליוני תאים ולא אף אחד.

- על המאדים קיים הר געש בגובה כ-30 ק"מ שנוצר לפני מיליארד שנים. הר געש גדול עוד יותר מצוי כנראה על נוגה.

- רדיו טלסקופים גילו את קרינת הרקע של "גוף שחור" בחלל הסימן הרחוק של "המפץ הגדול" כתחילת הווצרות היקום.

ניתן להמשיך את הרשימה בדוגמאות רבות נוספות. גילויי המדע
נעשים מעניינים יותר ויותר בהשוואה לתורות המפוקפקות,
המוצגות לקהל. בגילויים החדשים מגלים יקום חדש מסעיר ועשיר בממצאים
מפליאים. לגילויים אלה ישנו יתרון אחד חשוב מכולם - הם הוכחו נעל
לכל ספק.



מוצפה הכוכבים

של העיר

Givatayim Observatory

גבעתיים

ההרשמה לחוגים החל מיום 4/X: כל ימי ג' ו-ד'
בין השעות 21.00 - 20.00 במוצפה הכוכבים.

השנה יתקיימו חוגים למתחילים ומתקדמים.

ימי ביקור לקהל - כל יום שלישי בין השעות
21.30 - 20.00.

הזמנות ביקורים קבוצתיים לפי טל. 730117.

הפתעה לחובבי האסטרונומיה בישראל

בנה לך טלסקופ במו ידיך

מובא בזה לידיעת כל חובבי האסטרונומיה כי מעתה ניתן להשיג בארץ את כל
החלקים והחומרים לבניה עצמית של טלסקופים.

מה ידוע לך על מנגנון הבעירה של השמש? האם סופה לכלות אי פעם? השאלת את
עצמך אם קיימת עוד אנושות בכוכבים אחרים? האם יש מרכז ליקום? האם יש לו
סוף? האם ידוע לך כי הכוכב צדק מקרין גלי רדיו?

כדי שתוכל למצוא תשובות לשאלות אלה - כל שעליך לעשות הוא לבנות לעצמך
טלסקופ, לכוון אותו לרקיע ואט-אט תבואנה השאלות האלה על סיפוקן. כוון את
הטלסקופ אל הירח, מה יפה המראה! פסגות ההרים בירח יתגלו לעיניך במלוא
יפעתם, מישורי הירח רחבי-הידיים זרועים באלפי מכתשים נפרשים לנגד עיניך
בבהירות שלא תיאמן. הפנה את הטלסקופ לעבר כוכב מאדים ולפניך נשקפים
אזורי השלגים והקרח בלובנס הנוצץ. בהביטך אל שבתאי תראה בבירור את
הטבעות העוטרות אותו מסביב בקסם רב. טלסקופ זה יתן לך הזדמנות לחזות
במורעניןך בהתפוצצויות אדירות של גאזים לוהטים על פני השמש אשר יטביעו בך
רושם עז. בדבר אחד תוכל להיות בטוח: - ברגע שתכוון לראשונה את הטלסקופ
לעבר הרקיע תעמוד נדהם למול היופי וההדר שיתגלו לעיניך. פלאי הבריאה
ומרחבי היקום על מילירדי כוכביו יגבירו בך את התשוקה לראות עוד ועוד.
על מנת להגשים את חלומך הנכסף לבנות לעצמך טלסקופ תוכל לרכוש בהוצאה
כספית לא גדולה את הפריטים הבאים: זכוכית לייצור המראה הקעורה, אבקות
ליטוש, עינית, מראה מלוכסנת וצנור ראשי

את כל הפריטים הנ"ל תוכל לרכוש בכל עת. בדבר פרטים פנה לטל; 053-35826

או בכתב אל: הטלסקופ-ר"ח, סמילנסקי 33, נתניה

פינת החובב

מאת נפתלי תשבי

אסטרונומיה של מטאורים. I.

הקדמה:

מטאורים הינם מהעצמים האסטרונומיים מושכי תשומת-הלב ביותר. כל אחד ראה כודאי "כוכב נופל" לא אחת. הם יכולים להיות מהעצמים הבהירים ביותר בשמים, ועם זאת הם הגופים האסטרונומיים הקטנים ביותר הניתנים לתצפית בנפרד. מטאורים מופיעים כחטף, ללא הודעה מוקדמת, ונעלמים תוך שניות ספורות. הם יכולים להיות מהירים או איטיים, חלשים או בהירים ובעלי צבעים שונים. לעיתים הם נדירים למדי ולפעמים נראים כמה עשרות מטאורים בשעה אחת. מהם המטאורים האלה? כיצד אפשר לצפות בהם?

מטאור הוא שם כולל לתופעה הנראית עם חדירת עצם מוצק (מטאוריד) לאטמוספירה של כדור הארץ, מן החלל החיצון. עם כניסת מטאוריד לאטמוספירה, הוא מתלקח ויוצר את ההבזק הבהיר המאפיין את המטאור, והמכונה בטעות "כוכב נופל". מטאוריד שעבר את הבעירה באטמוספירה ושרידיו הגיעו לפני כדור הארץ נקרא מטאוריט. אלה הם אותם "אבני שמים" הידועים כה יפה מסיפורים בהיסטוריה.

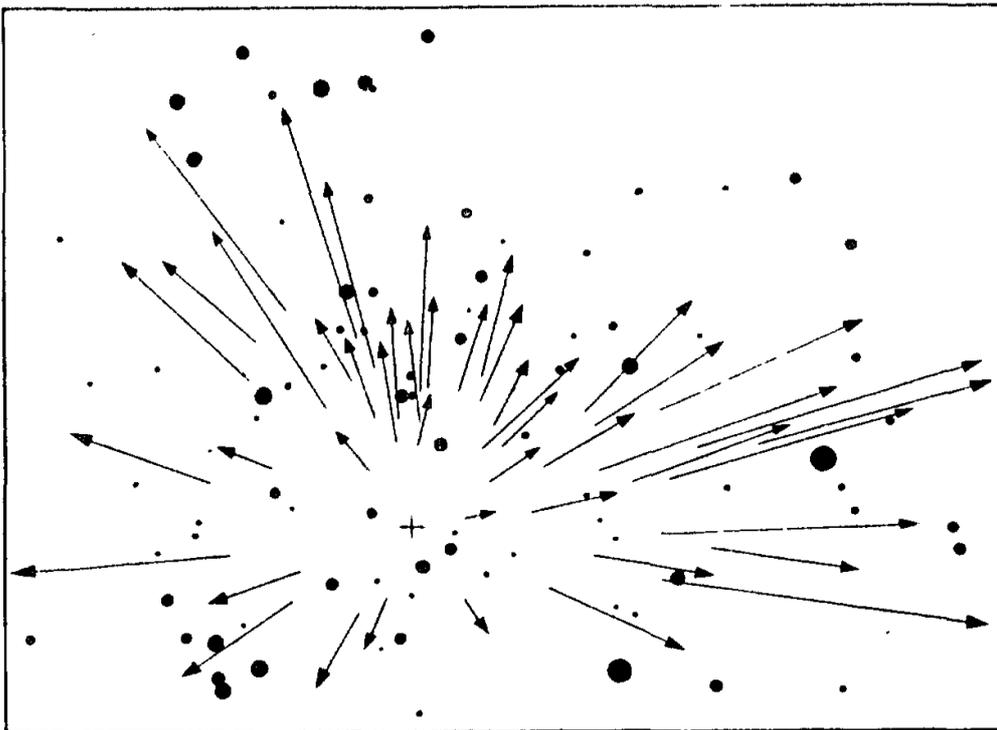
כמעט בכל לילה, ניתן להבחין בכמה מטאורים בשעה, בכל מקום. אך נזכור שצופה בודד רואה רק חלק קטן מן המטאורים המגיעים לכדור הארץ, נקבל שלמעלה מעשרה מליון מטאורים מגיעים לכדור הארץ ביום אחד. אם ניקח בחשבון שמרבית המטאורים אינם בהירים דיים כדי שיוכחנו על-ידי צופה בלתי מצוייד, נקבל מספרים גדולים בהרבה. חישובו ומצאו שלמעלה מארבעה מיליארדים מטאורים בעלי גודל נראה (magnitude) קטן מעשר, פוגעים בכדור הארץ מדי יום ביומו. מסתם הכוללת מגיעה לטון אחד (שזוהי מסה זנוחה ביחס למסת כדור הארץ). מטאורים מסויימים מגיעים לבהירות כה גבוהה ($m < -5$) בבעירתם, עד שהם יוצרים צל על כדור הארץ, ואז נקראים "כדורי-אש" (fire balls). לעיתים נדירות אף נשמע קול נפץ עמום לאחר התלקחות המטיאור, תופעה הנקראית בוליד (bolide).

חלק קטן מאוד מ"כדורי-אש" אלה מגיעים לפני כדור הארץ והופכים למטאוריטים. חלק אפסי מאלה נופלים ליד מקום ישוב ונמצאים על-ידי האדם. למרות זאת ידועים מקרים רבים שבהם נפלו מטאוריטים, ביניהם אף גדולים מאוד שמשקלם הגיע עד מאות טונות, והם יצרו בנפילתם מכתשים הדומים בצורתם ובגודלם למכתשים שעל פני הירח. מכתש מפורסם כזה נמצא במדבר אריזונה. ידועים מקרים שבהם היתה ממש "הפגזה" של מטיאוריטים, כאשר אלפי מטאוריטים נפלו תוך זמן קצר במקום אחד. כמאה העשרים ארעו שני מאורעות יוצאי דופן כאלה. האחד ב-30 ביולי 1908 כאשר נפילת מטאוריט גדול (כנראה), גרמה להרס עצום בשטח נרחב בסיביר. השני ב-1947 ליד העיר ולאדיוסטוק, שם נראה ממש גשם של ברזל.

"ממטריט" של מטאוריטים הם תופעה נדירה מאד; אולם מטר מטאורים, בעת שנראים עשרות ומאות מטאורים בשעה אחת, היא תופעה שכיחה למדי. "ממטרי מטאורים" כאלה מוכרים היטב ומאופיינים על-ידי מקור ברור ל"קרינת" המטאורים בשמיים (radiant) ועל-ידי המחזוריות של הופעתם במשך השנה. כדור הארץ עובר אז, דרך זרם של

מטאורידיים או "נחיל מטאורידיים" הקשור, כפי שנראה, למסלול של כוכב שביט כלשהו. זרמי מטאורידיים אלה, מהווים את הנושא המרכזי בתצפית ובמחקר של המטאוריטים.

יותר מטאוריטים נראים אחרי חצות הלילה והם בהירים ומהירים יותר מאלה שעד חצות. הסיבה לכך נעוצה בעובדה שאחרי חצות מביט הצופה בכיוון התנועה של כדור-הארץ סביב השמש ונע לכך לקראת ממטאורידיים. מהירותם מתווספת אז למהירות כדור הארץ (שהיא 30 ק"מ בשניה), והם נראים מהירים יותר. לעומת זאת לפני חצות מתרחק הצופה מן המטאורידיים, והם נראים איטיים יותר.



ציור מס' 1. מראה מצטבר של מטאוריטים כפי שמתקבל ע"י רישום במפת התצפית.

התצפית במטאוריטים יכולה להעשות ברמות שונות ומגוונות. החל בצורה בודד בעין בלתי מזויינת, בדרך מספר צופים בנקודות שונות, בעזרת טכניקות צילום שונות, משקפות שדה, טלסקופים ורדיו טלסקופים ורדאר.

מבחר זה של צורות תצפית פותח כו' נרחב לפעולות של חובב האסטרונומיה. התצפית במטאוריטים מאפשרת לחובב לתרום בעצמו תרומה ממשית לאסטרונומיה, אפילו באמצעות תצפיות פשוטות ביותר ובסטטיסטיקה של מטאוריטים. החובב המתקדם

יכול להגיע כמעט לכל רמה של תצפית במטאורים, כולל ספקטרוסקופיה ורדאר. חוסר הסדירות של המטאורים והסכלנות הרבה הדרושה לתצפית בהם, מקנה לחובב אפילו יתרון מסויים.

מסיבה זו מהווה האסטרונומיה והתצפית במטאורים נושא מרכזי בפעילותם של חובבי אסטרונומיה בכל העולם. אסטרונומים מקצועיים נעזרים בחובבים רבות בנושא זה.

בסדרת רשימות זו ננסה לתת מבוא לדרכי התצפית ולתיאוריה של המטאורים, כדי לאפשר גם לקבוצות חובבים בארץ, להצטרף לקהיליה הרחבה של צופי המטאורים בעולם.

שילט התצפית במטאורים

השיטות השונות לתצפית במטאורים מתחלקות לארבע צורות עקריות: תצפית בעין בלתי מזוינת, תצפית בעזרת משקפות וטלסקופים, בעזרת מצלמות ובעזרת רדאר. אם נדון בתצפיות האופטיות ניתן לערוך השוואה פשוטה בין השיטות השונות בעזרת הטבלאות הבאות:

m_v	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8	+10	+12
$\log M$ (g)	+2.4	+1.6	+0.8	0	-0.8	-1.6	-2.4	-3.2	-4.0	-4.8
photo-graphic	conventional camera									
	Super-Schmidt camera									
naked eye	naked eye									
telescopic	7 x 50 binocular									
	5 inch telescope									
radar	radar technique									

ציור מס' 2. תחומים כגדלים - m_v (מגניטודות) וכמסות (M) של המטאורים הנצפים בטכניקות שונות.

המגבלה העיקרית של העין נעוצה בשוני הרב ברגישותה, בתחומים השונים על שדה הראיה הרחב שלה. בתצפית במטאורים נמצאת העין בשיא רגישותה לראית לילה, כשהאישון פתוח כדי 8 מ"מ ויותר. כתנאים כאלה הופך מרכז שדה הראיה (אזור הכתם הצהוב) לפחות רגיש בעוד שהאזור שסביב המרכז נעשה הרגיש ביותר. הרגישות יורדת בצורה חדה כאזורים השוליים יותר של השדה. תכונה מופלאה של העין להבחין בקלות רכה כתנועה, עוזרת מאד כשמדובר בתצפית מטאורית.

הכנת התצפית:

מקום התצפית צריך להיות מרוחק דיו מאורות המפריעים לצופה. הצופה רצוי שיהיה ממוקם בצורה נוחה, על כסא נוח או אפילו מיטה מתקפלת. עליו להיות מוגן היטב ומוכן לשהיה רגועה וממושכת תחת כיפת השמים.

הציוד הדרוש לתצפית כזו הוא: פנס מעומם על ידי צלופן אדום, שרון בעל מחוג שניות מדויק, (רצוי שרון עצר), עפרון, מפת כוכבים מיוחדת לצורך רישום המטאורים, לוח רישום התצפית שיוכן במיוחד. רצוי מאוד להתקין את הציוד על לוח עץ בצורה שיהיה נוח לרשום.

זמן התצפית נבחר כך שהירח לא יפריע, ומקור הקרינה הצפויה נמצא בשדה הראיה. כדאי לזכור שאחרי חצות צפויים יותר מטאורים ומטאורים מהירים יותר. הכיוון הרצוי לתצפית יקבע בהתאם למפה ולקרינה הצפויה, כשכדאי לזכור שנוח ביותר לצפות לגובה של כ-50° מעל האופק, בשדה שרדיוסו כ-30°. כדאי להכיר היטב את השמים באזור התצפית ואת הכוכבים הבהירים שבו, לצורך הערכה טובה ומהירה של גודל (בהירות) המטאורים.

לוח התצפית צריך לכלול פרטים מדויקים על הצופה, זמן התצפית, תנאי התצפית, ורישום מדויק של הזמן של כל מטאור, גודלו הנראה, מסלולו (מיקומו) בשמיים, משך הזמן שהוא נצפה ותופעות מיוחדות אחרות. (ראה ציור 4).

observer: Hajo Becker	obs. cond.: clear	date: 04.08.1970
recording: Margriet Jansz		start: 01 h 35 m UT
station: Rennefeld, Sauerland	lim. magn.: 01 h 35 m: 5.8	end: 02 h 26 m UT
obs. region } centre= B Cas $r=30^\circ$	02 h 01 m: 6.0	interrupt.: 4 min
	02 h 26 m: 6.0	net durat.: 47 min
		nr. 1 of 1 map? yes

nr.	time (UT)	magn.	dur. (sec)	rel.	position	class.	unusual features
1	01.38	+2.0	0.5	0		spor.	—
2	01.45	+4.5	0.2	-		spor.	—
3	01.49	-0.5	0.8	+		Perc.	train 1 sec

ציור מס' 4. דוגמה ללוח תצפית במטאורים כפי שנעשתה במחנות האסטרונומיים החובבים IAYC.

כדי לקבוע את טיב התצפית והצופה, נהוג לקבוע בשמיים משולשים קטנים, שקודקדיהם כוכבים בהירים, ולבצע ספירה של הכוכבים הנראים במשולש כזה. מספר הכוכבים שיספור, יאפשר לצופה להשוות בין תנאי התצפית השונים ובין צופים שונים.

חשוב לזכור את זמן התצפית ומשך התצפית נטו, דהיינו הזמן הכולל שבו צפינו בשמיים. כדי לחסוך בזמן הדרוש לרישום, ישנם חובכים המשתמשים ברשם-קול ולא מסיחים את עיניהם מהשמיים. מקובל יותר (ומהנה יותר) לצפות בקבוצה, כאשר אחד רושם את התצפיות כל העת.

מהלך התצפית:

על הצופה לשבת בנוח, כשהוא רגוע ומכטו באיזור התצפית שלו. (אפשר ללמוד היטב את השמיים בתצפית כזו!). בראותו מטאור יעקוב אחריו, ומיד אחר כך, ישחזר לעצמו במחשכתו את מהלך המטאור בשמיים, גודלו, צבעו ומשך ההארה שלו.

רק לאחר שחזר לעצמו על הפרטים והוא בטוח בהם, יגש לרישום המטאור, בלוח התצפית.

את הגודל הנראה של המטאור יקבע הצופה לפי בהירותו המכסימלית, בה בהשוואה לכוכבי מבחן מוכרים בשדה. צופה מנוסה יכול להגיע לדיוק של 0.3-0.5^m. הערכת משך הזמן של המטאור, כשאינן שיעור עצר, טובה אף היא אצל צופים מנוסים, וקשורה בקשר לינארי אל המשך האמיתי:

$$D_e = C_1 D_t + C_2$$

כאשר D_e ו D_t הם משכי הזמן המוערך והאמיתי ו C_1 ו C_2 הם קבועים עבור צופה מנוסה. מיקום המטאור נקבע בדיוק של כ- 3° לצופים מנוסים ועד 15° ויותר לצופה מתחיל. (המיקום חשוב כשבאים להעריך את גובהו של המטאור בעזרת תצפיות סמולטניות).

מפת הכוכבים המשמשת לרישום המטאורים, הנה מפה גונומטרית, בה נראים מעגלים גדולים בשמים, בקוים ישרים, ולכן קל לסמן בה את מסלולי המטאורים. חשוב לזכור את כיוון המטאור (ולסמנו על-ידי חץ) ואת מספרו הסידורי להשוואה עם טבלת רישום התצפית. כשיש למטאור שובל עשן, אפשר לעקוב אחריו כמה עשרות שניות אחרי שהמטאור כבה, וללמוד רבות על זרמי האויר באטמוספירה הגבוהה בדרך זו.

בעזרת רישום טוב ומסודר של המטאורים הנצפים, אפשר לקבל מפה המראה בבירור את מקור הקרינה. המראה הרביאלי נוצר כתוצאה מתופעת הפרספקטיבה, עומק, שכן המטאורים נופלים למעשה אל הצופה, בקוים מקבילים.

ברשימה הבאה ננסה להבין משהו על מקורם של המטאורים, וכן נראה כיצד נעריך את גובהם בעזרת תצפית בו זמנית, משתי נקודות שונות.

ספרות: (1) "דוחות IAYC 1976, 1977".
(2) "מבוא לאסטרונומיה" C.P. Gaposchkin.

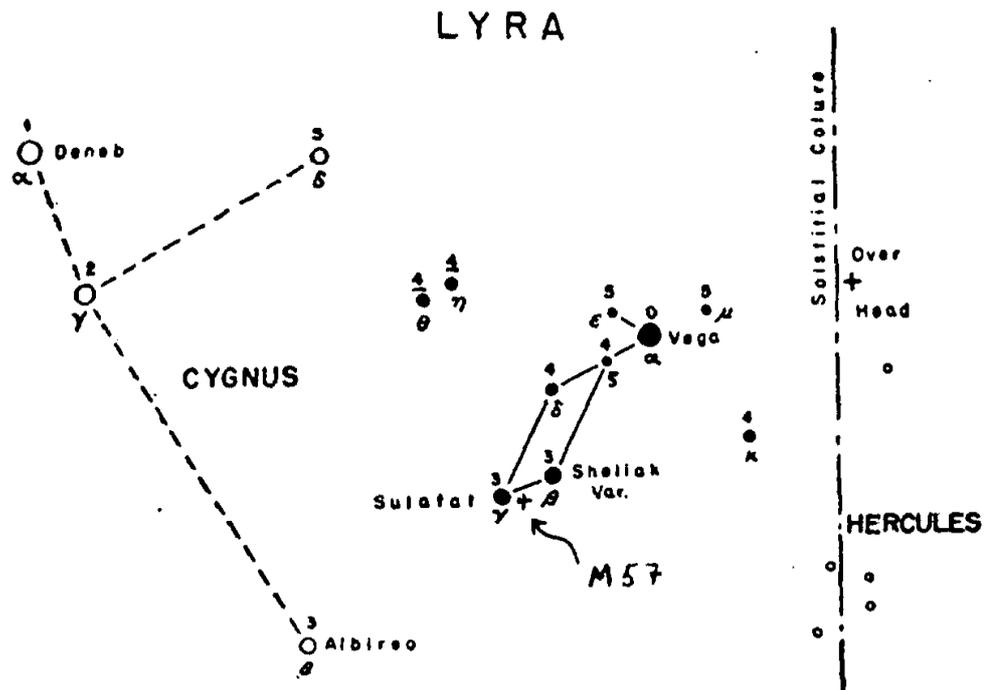
קבוצת החודש

ספטמבר

נבל

מאת יגאל פתאל

קבוצת נבל הינה קבוצה קטנה וקומפקטית הנמצאת כזמן הקיץ בשמים המזרחיים ולקראת הסתיו עולה כמעט לזנית. הקבוצה כולטת בשל מבנה הגיאומטרי המזכיר מקבילית מדויקת בנוסף למשולש כשבקודקודו נודף הכוכב ווגה שהינו אחד הכוכבים הבהירים בשמים ולמעשה הינו הבהיר ביותר בשמים הצפוניים. קבוצת לירה נקראית כך על שם המתנה שניתנה לאורפיאוס האגדי על-ידי אפולו, והכלי הזה השמיע מוזיקה מקסימה ומהפנטת. המוזיקה הפילה בשבייה גם את הנימפה אורידיסה וכשמתה הנימפה ריחם פלוטו על אורפיאוס והרשה לו לקחתה ממקום משכנו של הרוחות, אך לכל יביט עליה כל עוד ימצאו בחשיכת הצלמוות. אך כשהוציאה אורפיאוס מגיא הצלמוות שכח את אזהרתו של פלוטו והביט על אורידיסה שנעלמה מיד. כשמת אורפיאוס נלקח הנבל על-ידי יופיטר שמקמו בשמים.

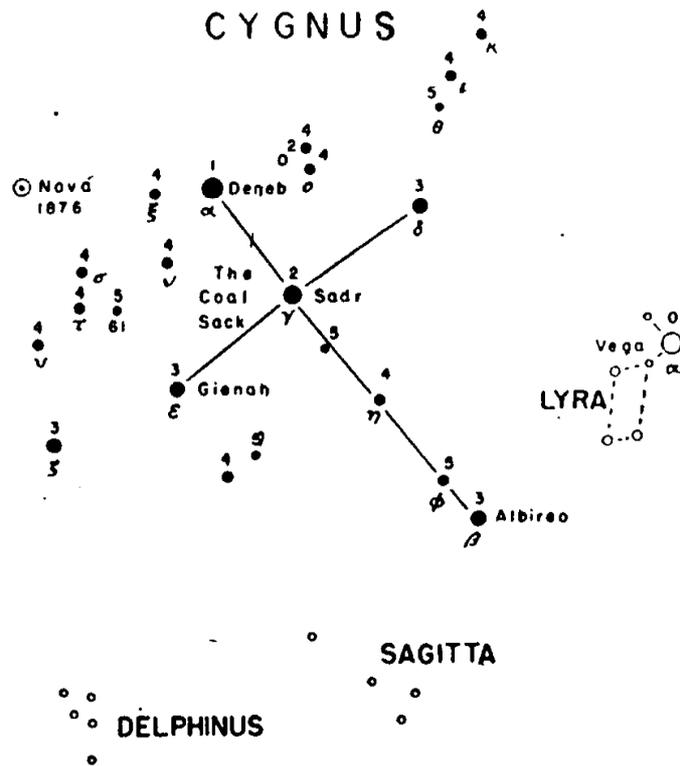


- α נבל-ווגה. הכוכב הבהיר ביותר בשמי הצפון - בהירותו הנראית 0.1 ובהירותו המוחלטת 0.5. כוכב כחול מהסדרה הראשית, טפוס ספקטרלי A0. מרחקו מאתנו כ-26 שנות אור.
- β שליאק - מערכת של 2 כוכבים כשהגדול ביניהם הנו כוכב משתנה מטיפוס ספקטרלי B2. הכוכב משתנה לוקה והנו אב טיפוס למחלקה הנקראית: משתנים מטיפוס β לירה. מחזור ההשתנות 12.91 יום והוא משנה בהירותו מ-3.4 עד ל-4.34 (בהירות נראית). את השנויים אפשר לראות בעין בלתי מזוינת! מרחקו 1090 שנות אור.
- γ סילפאת - כוכב כחול בעל בהירות נראית 3.3 ובהירות מוחלטת -0.8. הכוכב מטיפוס ספקטרלי B9 ואף הוא מלווה על-ידי כוכב בעל בהירות 12. מרחק המערכת מעמנו: 218 שנות אור.
- ϵ מערכת של ארבעה כוכבים (!) הנקראים גם הכפיל-כפיל. בהירות המערכת כ-4.5 - ו 5.0 (שני הכוכבים הבהירים). ארבעת הכוכבים הנם כוכבים מטפוס ספקטרלי A5, A4, A3, A2. מרחק המערכת כ-204 שנות אור. בין β ל- γ נמצאת ערפילית פלנטרית M57 שהנה אחת המפורסמות מסוגה, נקראת גם ערפילית הטבעת. בהירותה 9.3 ובהירות הכוכב 14.7. מרחקה מעמנו 660 פרסקו.

אוקטובר

בְּרֵבֹר

קבוצה זו הנקראית על שום צורתו גם צלב הצפון, מצויינת ע"י צלב של 5 כוכבים בהירים: α - דנב המציין את זנב הכרבור, γ - סאדר, המציין את חזהו, ϵ - ג'נח ו- δ הכנפיים, ו- β אלביראו שהוא ראש הכרבור. שביל החלב עובר דרך הקבוצה מדנב לכוון אלביראו מה גם שמהכוכב γ לכוון אלביראו "נחתך" שביל החלב לשניים על-ידי "שק הפחם" המפורסם המתמשך עד קשת. יש החושבים שקבוצה זו הנה אורפיאוס הממוקמת סמוך לנבל הפלאים. יש הגורסים שזהו יופיטר שהתחפש לכרבור כשבקר באופן אנונימי את לזה אשת טינדרוס, מלך ספרטה. גירסה נוספת שזהו סיגנוס - בנו של ליגוריאנוס שהיה שרוי באבל על מות ידידו פתיאון ואפולו מרוב צער ורחמים הפכו לכרבור ומקמו בשמים.



α דנב - כוכב ענק מטיפוס A2 בעל בהירות 1.3 ובהירות מוחלטת -6.2. זהו אחד הכוכבים הבהירים שיש הן מהבחינה הויזואלית והן מבחינת הזוהר האמיתי שהוא מפיץ, על אף מרחקו העצום - 600 שנות אור.

β אלביראו - אחד הכוכבים הכפולים היפים בשמים. הגדול-בהירות הנראית 3.2 והמוחלטת -2.2, זהו ענק כתום מטיפוס K1. הכוכב השני הנו כוכב כחול מטיפוס B9, בהירות נראית 5.4 ומוחלטת -0.1. מרחק המערכת מעמנו 410 שנות אור.

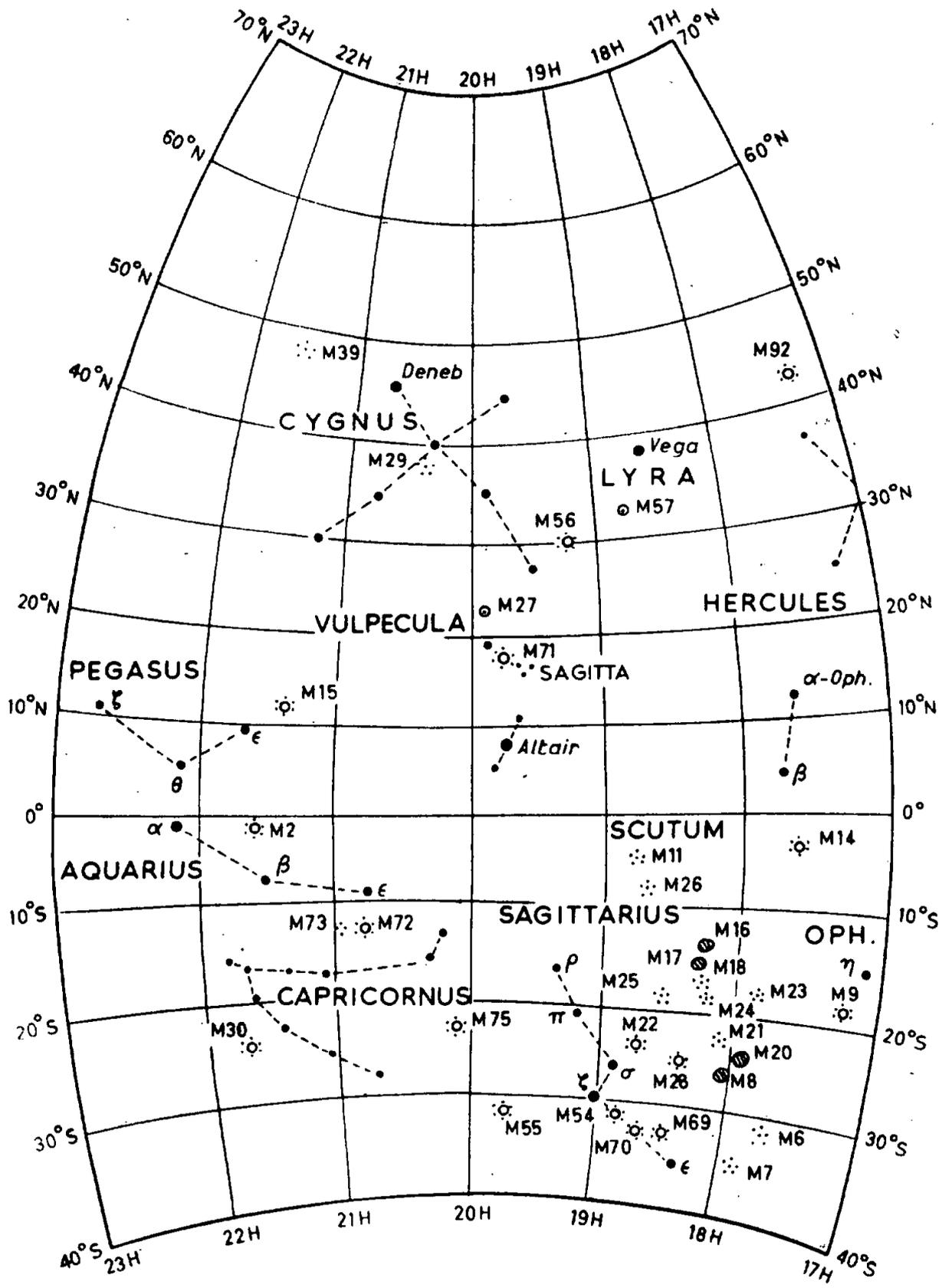
γ סאדר - פירוש השם בערבית חזה. כוכב לבן מטיפוס F8, בהירות נראית 2.3 ומוחלטת -3.9. מרחק הכוכב, שהינו כוכב כפול, מעמנו - 545 שנות אור.

δ מערכת של שני כוכבים כפולים. הגדול - ענק מטיפוס M2, בעל בהירות יחסית 3.8 ומוחלטת -1.7. הכוכב השני הנו כפול ספקטרלי מטפוס A0. מרחק המערכת 407 שנות אור.

ϵ ג'נח - פרוש השם כנף. כוכב זה הנו כוכב בהיר למדי בעל בהירות וראית 2.6 ובהירות מוחלטת 1.1. כוכב ענק כתום מטיפוס K0 מרחקו מעמנו 79 שנות אור.

בקבוצת כרכור הזכור כבר שביל החלב שעובר לכל אורך הקבוצה. עובדה הגורמת לכך שקבוצה זו תראה עשירה מאד בכוכבים חוורים מבעד למשקפת או טלסקופ. כמו כן מרובים בקבוצה הצבירים הפתוחים וערפיליות הגז. ערפילית אמריקה, הפליזן וערפילית הצעיף.

- M57 - ערפילית פלנטרית, אפשר להגיד הידועה ביותר, המכונה גם "ערפילית הטבעת" (ראה צילום בעמוד). ערפילית זו למרות בהירותה הנמוכה - 9.3, הינה בולטת לעין משום הינתה קטנה - גודלה הזויתי "59"/83". כדי למצוא את הערפילית, יש לכוון את הטלסקופ לקבוצת נבל אל מחצית הדרך בין הכוכבים γ ו- β . בדיוק במרכז תמצא קשת כוכבים המורכבת מ-3 כוכבים. "הכוכב" החיצוני של הקשת כלפי דרום הנו M57. בהגדלה נמוכה קל לטעות ולחשוב שזהו כוכב בעל בהירות 9. אך בהגדלות 60 ומעלה ניתן להבחין בצורתה הטבעתית ובהגדלות הגדולות מ-250 ניתן להבחין בצורתה האליפטית ובמרכז השחור. בהירות הכוכב המרכזי 14.7. מרחק הערפילית 660 פרסק.
- M27 - ערפילית פלנטרית בהירה למדי בקבוצת שועל. ערפילית זו מכונה גם ערפילית המשקולת על שום צורתה. את הערפילית קל מאוד לזהות. ראשית יש לאתר את הכוכב β בכרבור והכוכב γ בקבוצת חץ (Sagitta) שמהווה את חוד החץ בשני שלישי הדרך בין β בכרבור ו- γ חץ נמצא הכוכב 12 בשועל. כוכב זה בעל בהירות 5. יחד עם כוכב 12 שועל ו- γ בחץ מרכיבה הערפילית משולש שווה צלעות כשהערפילית הנה הקודקוד הצפוני. קל לזהות את הערפילית גם בטלסקופים קטנים ובהגדלות נמוכות, משום בהירותה הגבוהה - 7.6 וגודלה העצום יחסית 4'/8". בהגדלות גבוהות ובטלסקופים בני 6" ומעלה ניתן להבחין בצורתה של הערפילית - צורה עגולה כאשר בולטים שני קונוסים המחוברים בקודקודיהם. בהירות הכוכב המרכזי 13.4 וניתן להבחין בובטלסקופים של 10" ומעלה.
- M11 - צביר פתוח בקבוצת סקוטום הנחשב לצביר הפתוח היפה ביותר. למציאת הצביר יש לנוע מ- λ בקבוצת נשר, שהוא זנב הנשר, אל הכוכב 12 ואל הכוכב η . אם נמשיך את הקשת הזו, נגיע אל כתם ערפילי בהיר למדי אך באותה מידה - קטן מאוד. בהגדלות קטנות עד 40x יראה הצביר ככתם משום צפיפות הכוכבים אך בהגדלה גדולה יותר יראה מחזה מרהיב. כוכב בעל בהירות 8 מוקף ענן של כ-200 כוכבים. יש לראות את הצביר בראיה מוסכת ואז יתגלה במלוא הדרו - מאות כוכבים חוורים מרוכזים בכמה וכמה "אשכולות" שיחד מהווים צביר מרהיב מאוד.
- צביר זה הנו אחד הדחוסים שמכירים בין הצבירים הפתוחים וצפיפותו מגיעה ל-83 כוכבים לפרסק מעוקב (!!) כמרכז. (הצפיפות בצביר כימה, לשם השוואה, 2.8 כוכבים לפרסק מעוקב. צביר זה מסווג כצביר צעיר למרות שלפי תצפיות הנו מכיל ענקים צהובים רבים מכל צביר אחר משום היותו דחוס ביותר. יותר מ-1000 כוכבים קוטגו בצביר. גודלו של הצביר 30'/12", בהירותו 6.3, ומרחקו 5,500 שנות אור.



דוחות תצפית

נובה ברבור 1978

המכון הסמיטסוניאני בארה"כ מדווח על גילוי כוכב נובה בקבוצת ברבור.

הנובה התגלה ב-10 בספטמבר כאשר גודלו היה $6.9^m - 7.0^m$. נראה שהנובה התגלה לפני הגיעו לבהירות מכסימלית כיון שדיווחים מ-12 בספטמבר ציינו את הגודל כ- 6.4^m . אנו מפרסמים כאן מפה של האיזור מתוך אטלס Norton. הנובה סומן בנקודה שחורה ומיקומה מסומן בחיצים.

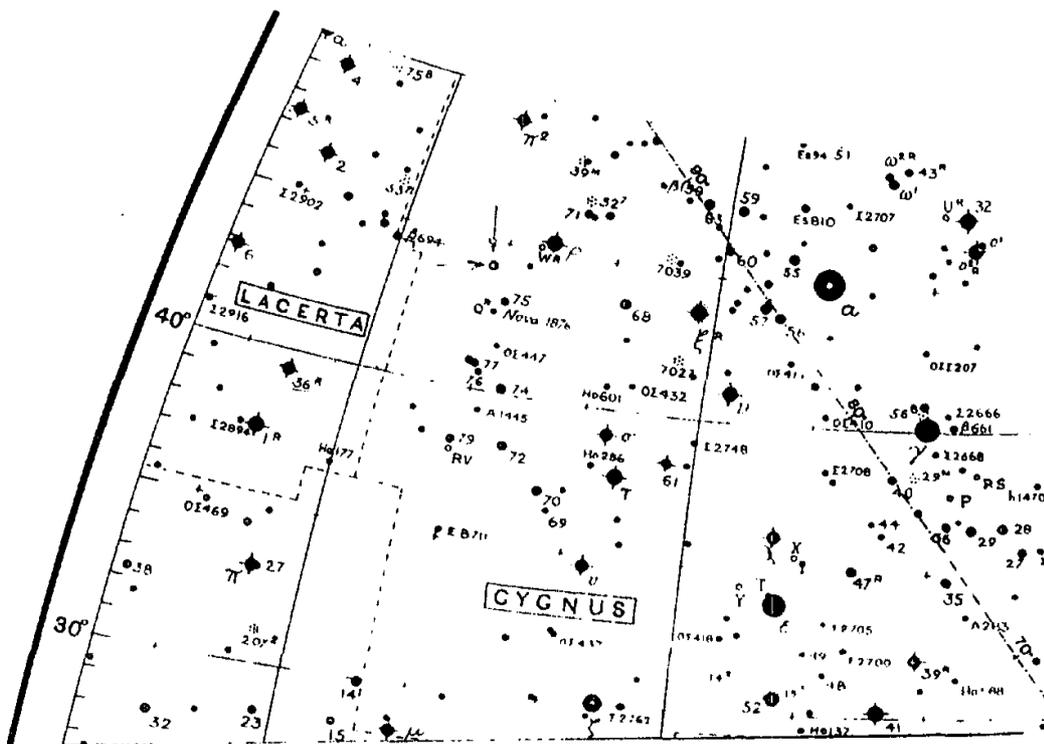
הקואורדינטות, לשנת 1950, הן:

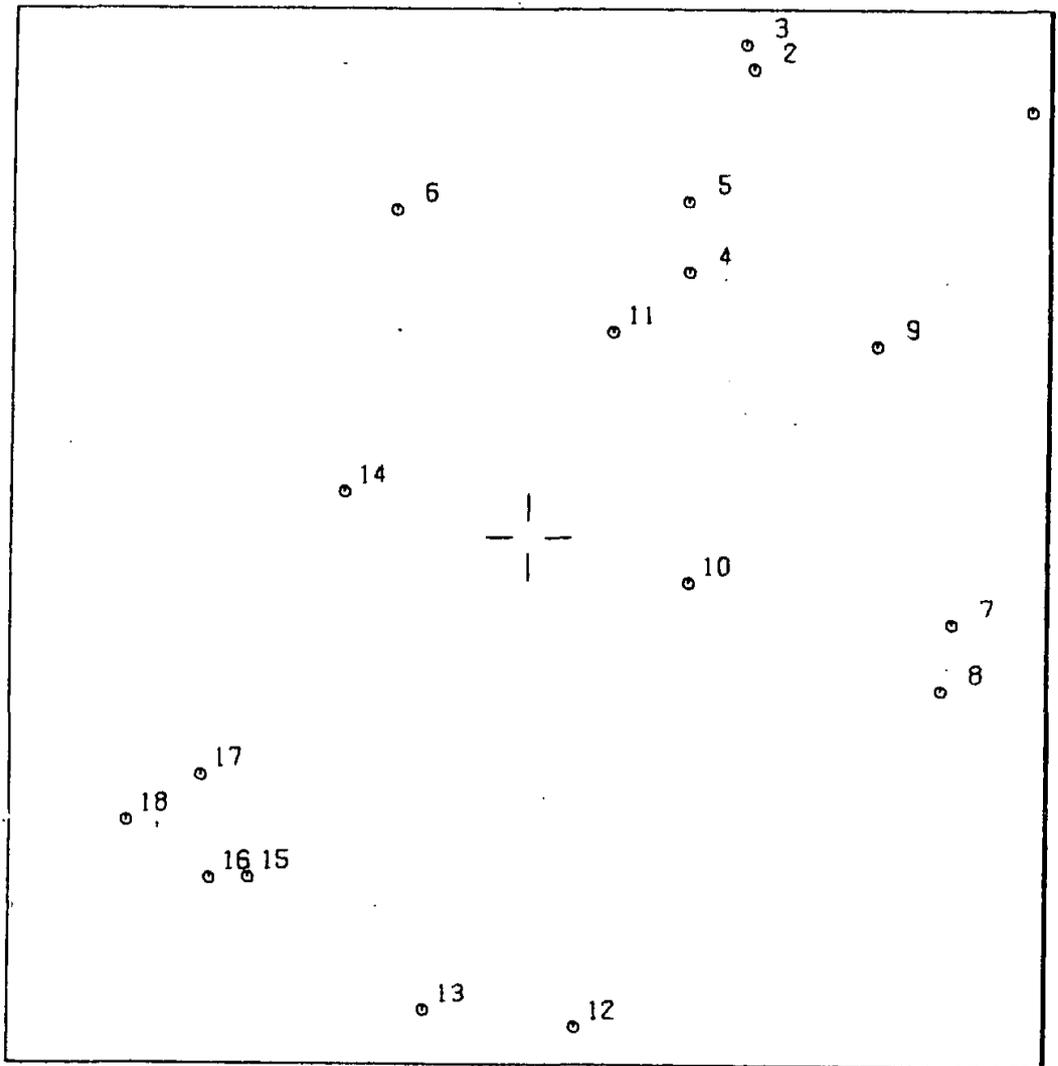
$$\alpha = 21^h 40^m 38^s.28$$

$$\delta = +43^\circ 48' 09''.8$$

בכיוון צפון-מערב של הנובה, במרחק $37'$, נמצא כוכב בעל גודל 6.7^m . באותו כיוון, אבל במרחק $1^\circ 8'$ נמצא כוכב נוסף, בעל 6.2^m . באותו מרחק אבל בכיוון דרום-מזרח נמצא כוכב אחר, בעל 6.4^m . כוכב רביעי, בעל 6.5^m נמצא במרחק $51'$ בכיוון דרום מערב. ארבעת הכוכבים הללו הם היחידים הבהירים מגודל $8'$ במרחק של כמעלה בסביבת הנובה.

הנכם מתבקשים לצפות בנובה ולדווח אלינו את גודלו יחסית לכוכבים אחרים בסביבתו ושינויי צבע, אם נצפים כאלו.





	RA 1950.0		DEC 1950.0		MAG
1	37	57.828	12	17.39	6.7
2	39	27.112	14	42.83	10.1
3	39	29.750	16	6.22	8.7
4	39	47.538	3	13.64	9.7
5	39	47.521	7	20.13	8.9
6	41	22.051	6	53.20	8.5
7	38	22.919	43	7.15	10.7
8	38	26.586	29	23.44	10.4
9	38	47.147	59	5.25	9.4
10	39	47.057	5	32.66	8.7
11	40	11.552	59	51.20	8.8
12	40	22.521	20	19.01	9.7
13	41	10.689	21	13.98	9.2
14	41	37.718	50	43.04	9.9
15	42	7.457	28	46.39	9.9
16	42	19.842	28	41.26	10.0
17	42	23.099	4	30.26	8.8
18	42	46.518	31	56.15	9.2

(*) התכסויות

ספטמבר

תאריך	שעה (**)	נטיה	עליה ישרה	Magnitude+Sp	פזה אלונגציה %	A	B
1	04 ^h 10 ^m 50 ^s	+11° 23' 43"	09 ^h 30 ^m 46 ^s	5.1 G5	17	2-	-0.3 -1.2
11	23 14 28	-18 37 23	18 47 31	6.5 A0	112	69+	-1.5 -2.7
11	23 21 23	-18 39 14	18 47 34	7.0 A2	112	69+	-2.0 -4.1
12	21 47 38	-17 07 42	19 45 56	7.1 M0	126	79+	-1.8 -0.1
14	21 26 25	-11 27 42	21 45 24	5.4 A0	155	95+	-3.1 -1.2
16(***)	20 14 06	-02 52 51	23 37 41	9.4 G8	180	100+	-1.1 +1.5
16(***)	20 15 09	-03 04 36	23 35 41	8.0 F8	179	100+	-1.2 +1.5
16(***)	20 15 45	-03 04 32	23 37 45	8.5 G0	179	100-	-1.5 +0.3
18	22 55 09	+06 02 08	01 29 05	5.1 K2	153	94-	-0.9 +2.6
22	05 23 56	+16 09 40	04 15 36	6.8 G5	114	70-	-2.4 -1.4
25	00 03 31	+17 39 56	06 41 09	5.1 A0	82	43-	-0.4 -0.3

אוקטובר

8	21 30 44	-18 44 26	18 28 56	5.8 K0	82	43+	-0.9 -1.5
8	22 12 35	-18 24 56	18 30 11	5.2 A0	82	43+	+0.1 +0.4
10	22 57 24	-15 07 32	20 29 53	6.2 G0	109	66+	-0.4 +0.4
11	21 46 54	-09 08 38	21 25 16	6.6 K0	122	76+	-0.7 +1.9
19(****)	20 13 29	+16 27 59	04 34 43	1.1 K5	136	86-	+0.3 +1.5
19(****)	21 10 39	+16 27 59	04 34 43	1.1 K5	136	86-	-0.3 +1.1
21	22 22 11	+17 46 21	06 20 12	6.5 K0	113	70-	-0.1 +1.1
21	22 47 48	+17 35 00	06 21 36	6.8 A0	113	70-	+0.5 +3.6
22	22 24 59	+17 00 38	07 10 33	6.7 K5	102	61-	+0.3 +1.6
25	04 21 39	+13 09 24	08 58 16	6.8 K2	78	40-	-2.2 +1.1
26	01 56 00	+10 37 02	09 42 26	6.8 F5	68	31-	-0.5 +0.4
27	04 13 50	+07 03 50	10 33 40	5.2 K0	56	22-	-1.2 -0.1

(*) באדיבותו של מ. אלון, קב. יבנה ומצפה הצי של ארה"ב (הסבר ודוגמת חישוב ראה ב"כל כוכבי אור" 2-3/1978).

(**) זמן ישראל (קב. יבנה).

(***) ליקוי ירח מלא (ראה יומן השמים).

(****) כוכב Tau א'.

יומן השמים

ספטמבר-אוקטובר

תאריך	שעה	תופעה	תאריך	שעה	תופעה
2	07	מולד הירח	2	18	מולד הירח
		ליקוי חלקי של השמש לא יראה בישראל.	4	23	כוכב חמה בריחוק מערבי מירבי (18°)
4	00	נוגה בזוהרו המירבי (4.3^m).	5	23	מאדים 2° צפ' לירח
5	00	אורנוס 4° דר' לירח	6	12	נוגה 6° דר' לירח
5	06	נוגה 10° דר' לירח	8	23	מאדים 2° צפ' לספיקה
11	18	ירח בפריגאון	10	02	נפטון 4° דר' לירח
12	04	מאדים 0.6° דר' לאורנוס	14	12	הירח בפריגאון
16	08	ירח מלא	16	21	ירח מלא. ליקוי ירח מלא שיראה גם בישראל. תחילת הליקוי ב- $20^h 25^m$ (זריחת הירח ב- $17^h 38^m$), מחצית ב- $21^h 05^m$ וסופו ב- $21^h 45^m$.
18	03	נוגה עומד			המגע הראשון הנו בזווית 89° מזרחית לנקודת הצפון ומגע האחרון הנו בזווית 124° מערבית לנקודת הצפון.
19	22	אלדבארן 0.5° דר' לירח (התקבצות).	23	11	תחילת הסתיו האסטרונומי בחצי הצפוני ($11^h 26^m$). השמש חוצה את משווה השמים בכיוון דרום.
24	03	הירח באפוגיאון	26	07	ירח באפוגיאון
24	19	צדק 4° צפ' לירח	27	04	צדק 5° צפ' לירח
24	20	כוכב-חמה 1.7° דר' לאורנוס.	28	02	נוגה 6° דר' לאורנוס
27	06	כוכב-חמה 5° צפ' לנוגה	30	01	שבתאי 3° צפ' לירח
31	22	מולד הירח	30	17	כוכב-חמה בהתקבצות עליונה

