

# אסטרונומיה

בטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה  
כרך 25 גיליון 1 25 ש"ח

המטרה:



ארץ



\*96\*

אסטרואיד F<sub>11</sub> 1997 -  
הפגיעה שלא הייתה

# אסטרונומיה

בטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה

ברך 25 גיליון 1

המטרה:



ארץ

אסטרואיד 1997XF<sub>11</sub> -

הפגיעה שלא הייתה

החברות הנוchein, שיצאה באיתור של חודשים ובמשך חדש - אסטרונומיה - התעכבה בשל שתי סיבות עיקריות: האחת, לשפר את האיכות הגרפית של החברות, תוך מעבר לשיטת דפוס ועריכה חדשה. השניה, ועד האגודה נכנס למוי"מ עם גורם עסקי, כדי להוציא את החברות במתכונת שונה.

לצערנו, המשא ומתן עם הגורם העסקי נכשל ברגע האחרון ולכן, נאלצנו לוותר על השתפות של הגורם העסקי ולהוציא את החברת בכוחות עצמוני בלבד, אולם, תוך קפיצה מדרגה של האיכות הגרפית של החברת. אנו מקווים כי המראת החדש של החברת יהווה פיצוי על העיכוב שנגרם בהופעתה.

בגילוון הטובי מוקדים טאמורים רבים למערכת השימוש: חלקו השני של המאמר של אסנת יסקי, העוסק בכוכב הלכת צדק. בחוברת הקודמת, עסקנו בכוכבי הלכת הנזאים.

מאמרו של חיים מזר - בחינת היתכנות של חיים על פני ארופת, דנה באפשרות זו על רקע המידע הרב הזורם מהמקפת גיליאו הסובבת שבין כוכב הלכת צדק וירחו.

מאמר נוסף של חיים מזר - שעונים ביולוגיים אסטרונומיים, דן בחיבטים הביולוגיים של התהשפות האסטרונומית על מעגל החיים.

ואם בחים עסקין, הרי שבוחרת מופיע מאמר נוסף. מהסדרה חיים - סדר מתוך כאוס, פרי עטו של אמר מרון.

פינט החובב, פרי עטו של החימ, דנה בתכיפות על כוכבים הקרים ומצינה כוכבים כפולים המתאים לתכיפות באמצעות טלסקופים קטנים בשלוש קבוצות כוכבים.

במסגרת סדרת המאמרים בנושא ה-s'NEO, עוסק אילן מנוליס במאמר - אסטרואיד 1997XF11 - עובדות ולחצים - בסיפור של החתוגנות שלא הייתה בין אסטרואיד 1997XF11 וכדור הארץ.

בחוברת יופיע מאמר נוסף בסידרה העסקת בנושא החיים - סדר מתוך כאוס, פרי עטו של אמר מרון.

מנחם בן עזרא עוסק בפינטו - אסטרונומיה בידי קדם, בפילוסוף היווני אנקסמיינדר.

ולסיום, הפינה מה מערכת השימוש, פרי עטו של החימ, ומגיד הרקיע, מפרי עטו של שי ואלטר. קריאה נעימה!

sk-פ-ס

עד

# אסטרונומיה

בטיון האגודה הישראלית לאסטרונומיה

כרך 25

גיליון מס' 1

3	באגודה
6	חדשנות אסטרונומיה וחיל
12	כוכב הלכת צדק
18	שעונים ביולוגיים אסטרונומיים
22	חיים מזר
25	אסטרואיד 1997XF11 - עובדות
	ולקחים
28	פינט החובב - כוכבים כפולים
32	אסטרונומיה בידי קדם -
	אנקסמיינדר ואנגליאנייך
33	חיים מזר
36	היתכנות של חיים על ארופה
39	מה במערכת השימוש
	שי ואלטר

## אסטרונומיה

בטיון האגודה הישראלית לאסטרונומיה, עטורה נס" 6-867-58-004, גן הعليיה השנייה בעיתון ממצפה הכוכבים נבעתיים, ת.ד. 149 גבעתיים 53101 טל. 03-5731152 <http://www.cet.ac.il/~science/space/givatayim/well.htm>

שירותי משרד - kosmos, רחוב הרוא"ה 41 רמת גן 52008 טל. 03-6724303 פקס. 03-5799230 טל.

Astronomy, Israeli Astronomical Association  
The Givatayim Observatory,  
Second Aliya Park, P.O.B. 149, Givatayim 53101

מערכת וערכה גרפית: יגאל פת-אל

מחיר מנוי שנתי 80 ש"ח  
מחיר חוברת בודדת 23 ש"ח

שער קדמי - האם כדורי הארץ בסכונה? בצילומים התיאולוטריה, נראה אסטרואיד החולף סמוך כדורי הארץ. מהו הסיכון להתרגשות של גוף גדול כדורי הארץ על כן, בסדרת המאמרים של אילן מנוליס (ראה מאמר בעמ' 25).

שער אחורי - האם זהו צלום ראשון ישיר של כוכב לכט המצווי מחוץ למערכת השימוש בתצלום, שנלקח באמצעות טלסקופ החול ע"ש האבל, נראה כוכב לכט (וונקהה בתחרת התמונה), המצווי בקצתו של סיילון חומר שמתממש עד למערכת של שני כוכבים (ראה מדור חדשות, עמ' 6).

# מה באגודה

## עיכוב החברת ודמי המני

בגלל המשא ומתן החגיגי להוצאת החברת בפורמט אחר, התעכבה הוצאה החברת למוניים. אולם, מוניים לא ייפגשו. לפי השיטה הנהוגה בנכיתות דמי המני, כל חבר אמר או קיבל ארבע וחוברות ממשך תקופת המני. לכן, תקופת המני המומוצעת של אלו שחדשו את המני מאשתקד ועד להופעת החברת העכחות תארך למעלה משנה.

• • • •

## חטיבת S' NEO

פעילות חטיבת ה-S' NEO במצבה שהושעתה לפרק זמן של חצי שנה, עד לסיום השיפוצים במצבה הכוכבים בגבעתיים, שבה לפעילות.

הודעה על חידוש הפעולות נשלחה בחזרה הפעולות של חודש מיי (כמו כן, ראו כתבה של אילן טוליס, מרכז הפורויקט, בಗליון זה).

• • • •

## אתר האינטראנט

אתר האינטראנט של מצבה הכוכבים בגבעתיים מזמין אתכם לחיכנס אליו ולדלות מידע. באתר יהיו גם טבלאות מגיד הרקיע וכן מידע על פעילות המצבה והאגודה. כתובת האתר:

<http://www.cet.ac.il/~science/space/iaa/iaa/html>

אנו מודים שוב לאוניברסיטה הפתוחה, על התמיכה שהיא מעניקה לנו בתחום האתר ובתקצאות מקום על השרת.

• • • •

## גמול השתלמות למורים

במהלך חודש يولי יתקיים במצבה קורס לאסטרונומיה המועד למורים בחטיבות הביניים ובחטיבות העליזות. הקורס הוא בהיקף של 56 שעות ומוקנה גמול השתלמות

## סוף שבוע אסטרונומי

סוף השבוע האסטרונומי יתקיים בבית ספר שדה הר הנגב אשר במצפה רמון, בתאריכים 26-27 ביוני. הודעה על כך נמסרה לחבריהם בחו"ר שפורסם בחודש פאי.

• • •

## טיול מאורגן לטורקיה לשם תצפית על ליקוי החמה המלא שייראה ב- 11 באוגוסט, 1999

ב- 11 באוגוסט, ייראה ליקוי החמה שיסגור את האלף הנוכחי, אחד מליקויי החמה המרשימים ביותר שנראו באلف הנוכחי. לא הודוות לארכו של הליקוי, שיחחת מ- 3 דקות, ולא בגלל כל תופעה אסטרונומית אחרת. הסיבה היא: מסלולו של צל הירח.

מסלולו של הירח ינוע לאורכו כל אירופה הקלאסית: החל מחופה הדרומי של אנגליה, שם יafil את עיר הנמל פליימוט', דרך חופה המערבי של צרפת - לה הבור, דרך העיר העתיקה רואן, המציגת מעט צפוניות לפרייז', דרך גרמניה, שם יעבור מעל שטוטגרט ומינכן, אוסטריה, הונגריה, שם ייראה מרכז הליקוי בדיקוק מבודפסט, טורקיה, אירן - מעל איספהאן ויסטים בהודו.

גם בישראל ייראה הליקוי היטב - במרכז הארץ תcosaה 79% מקוטרה של דיסקט השמש ואילו בצפון ורמת הגולן, גיגי גודל הליקוי ל- 89%.

מסלולו של הליקוי יאפשר למאות מיליון בני אדם לצפות בליקוי המלא. האגודה הישראלית לאסטרונומיה מארגנת טיול מאורגן לטורקיה, שם נצפה בליקוי המלא וכן במטר המטאורים - הפרסאים, שייראה בלילה שלמחרת. טורקיה נבחרה כיון שהסיכוי ליום נתול עננות הוא הגבוה ביותר מכל האפשרויות הקיימות (אלא אם ייכון שלוות ביןנו לבין אירן תוך פחותה משנה...). לכן, חזר מיוחד ובו פרטי המסלול יותר הפרטים יישלח לחברים.

• • • •

האסטרונומיה לילדים עם פעילויות נופש אחרות. המעניינים לרשום את ידיהם מזומנים לפנות אל שוני לוטן.

• • • •

## חוגים במצפה הכוכבים

בחודש ספטמבר יפתח המחוור השלישי של חוגי אסטרונומיה לקהילת הרחוב.

חוג למבוגרים בנושא של אסטרונומיה, אסטרופיזיקה והכרת השמיים.

חוג ילדים לגילאים שונים, החל מכיתות ד' - ח'.

לזכאים. להרשמה ולקבלת מידע, ניתן לפנות אל שוני לוטן, טל. 7222227-03 בשעות הבוקר.

במהלך הקורס יילמדו נושא אסטרונומיה, אסטרופיזיקה וחקר החלל. הקורס יתקיים במתכונת מודולית, נספר ימים בשבוע במשך כ- 3 שבועות.

• • • •

## קיינט אסטרונומיה

במהלך חדש יולי תפתח קיינט אסטרונומיה במצפה. הקיינט תתקיים במתכונת של שילוב לימודי

## הרצאות במצפה הכוכבים גבעתיים

הפורום המדעי במצפה הכוכבים בגבעתיים מושך בפיעולתו. הרצאות בנושא אסטרונומיה ומדע ניתנות מדי יום חמישי בשעה 20:30 לאחר התצפית. להלן פירוט הרצאות במצפה הכוכבים בחודשים הקרובים:

תאריך	נושא	מרצה
4/6	כוכבי לכת מחוץ למערכת השמש	יגאל פט-אל
11/6	תעלומות המשטה האפילה	ערן אופק
18/6	כוכבים כפולים	יגאל פרייןטה
25/6	מבנה כוכבים	משה אורות
2/7	על אסטרולוגיה ומדע	רון מועלם
9/7	פסיולוגיה של ההמון	מנחם בן עוזרא
16/7	גיהנום ושם נוגה	יואב מרחב
23/7	אסטרואידים - חייס בצל הסקנה	אלון מנוליס
30/7	3 הדקות הראשונות של הביראה	יגאל פט-אל

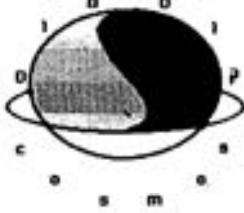
## ימי שלishi ו חמישי במצפה הכוכבים בגבעתיים

תצלויות לקהילת הרחוב מדי יום שלישי וחמישי תונקימנה החל מהשבוע 15:20. במצפה טלסקופים בקטורים 20 ס"מ, 30 ס"מ ו-40 ס"מ. כל ערב ניתן הסבר טכני כללי ולאחריו ניתן הסברים כמפורט להלן:

דמי כניסה - 15 ש"ח  
לפרטים נוספים, טל. 7222227-03 בשעות הבוקר  
לחברי האגודה 8 ש"ח

## פעילות במקווה ישראל בחולון

מצפה הכוכבים בבית הספר החקלאי במקווה ישראל בחולון מקיים תצלויות לקהילת הרחוב ביום א'-ד'. במקום נמצא טלסקופ בקטור 15 ס"מ. מחיר כניסה להרצאה - 10 ש"ח (לחברי האגודה 5 ש"ח).



# קוסמוס

המרכז הגדול בארץ לצורכי אסטרונומיה ומדע

רחוב הרוא"ה 41, תד 10834 רמת גן 52008

טלפון: 03-6724303 פקס: 03-5799230

E-MAIL: [cosmos@goldnet.net.il](mailto:cosmos@goldnet.net.il)

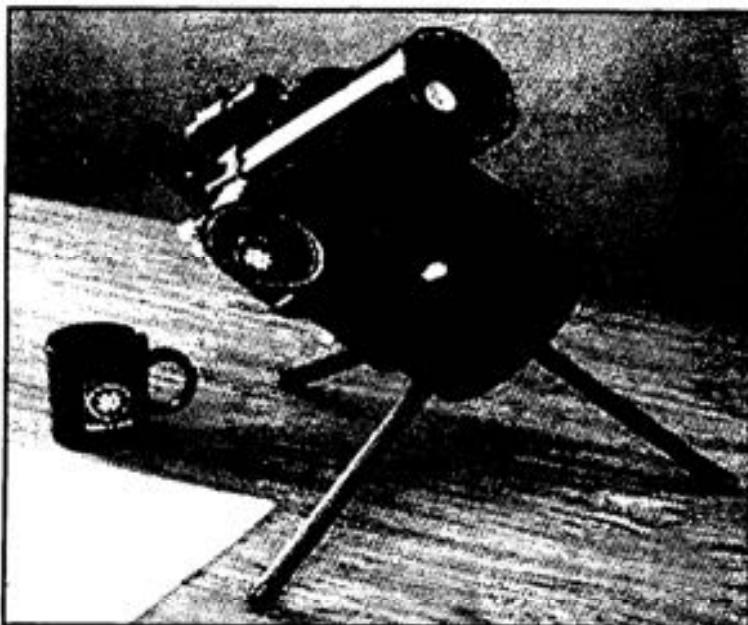
## מבחן טלסקופים אסטרונומיים:

### מצצע לחברי האגודה

מפות מסתובבות מפלסטיק ב-  
45 ש"ח בלבד ! ניתן להזמין  
דרך הטלפון - 03-6724303 או  
לשוחח המחאה באמצעות  
הדוור והטפה תשלח לביתכם.

- טלסקופים שובי אוור, ניוטוניים, החל מקוטר 60 מ"מ ועד חצי מטר
- טלסקופים נשלטי מחשב
- טלסקופים קרקיים לתצפית ולצללים
- מצלמות CCD לצילום אסטרונומי
- פלוטריונים מקצועיים תוצרת GOTO יפן
- פוסטרים, שקופיות, תוכנות, מפות, אטלסים ומיטב ספרי האסטרונומיה
- אמצעי המכשלה - דגמים, גלוובסים, אביזרי ניסוי

הגות לחברי האגודה  
אפשרות למשתוח בז'יאר



בקרו באתר **Meade** באיינטראקט  
[www.meade.com](http://www.meade.com)

**דגמי חלליות:**

**מלחמות הכוכבים**

**מסע בין כוכבים**

**חדש!**

**משקפות ומיקרוסקופים מתוצרת MEADE בaicות מעולה**

# חדשנות אסטרונומית וחלל

לטכנייקת ההאצה של חלליות הנשלחות קרוב לכוכב לכת או לירח, כדי לצבור תנוע ומחרירות. גם כאן, מסלול של כוכב הלכת הנוצר סביר שני כוכבים עשוי להרחקו, בסופו של דבר מהמערכת.

כל זה עשוי להקל על גילויים של כוכב לכת גדולים, שעד כה לא התאפשר לראותם ישירות בגלל האור של הכוכב, שבבו הם סובבים, המאפיין על אורם הקלש. אולם, הטופרטורה בת כמה מאות המיללות בה הם מצויים, הנגרמת משחרור אנרגיית הקבידה שנוצרה בעת היוציאותם, פולטת קרינה תת-אדומת חזקה, יחסית, ומכאן הניסיונות לגלוותם באמצעות טלסקופים הרגשיים לקריינה צו. אולם, אם כוכב לכת נורק לזרימתם כוכב מרחוק, או הכוכבים במערכת גדים, והסיכויים לראותו גודל.

## המסתוריון של β-ציריך

בעשור האחרון, נתגלו עדויות לכוכבי לכת רבים הסובבים סביב כוכבים מרוחקים. אולם, מעתים הכוכבים הנראים לעינינו שיתכן ומצויים בתחום של יצירת מערכת שמש ציירה.

אחד הכוכבים האלה הוא הכוכב בתא בקבוצת ציריך. בשנת 1984 נתגלתה סביב הכוכב, המצוי במרקם של 63

בו הוא נוצר. מרקם זה שוקל למפרק של כ- 870 יחידות אסטרונומיות (יחידה אסטרונומית - המפרק הממוצע של כדור הארץ מושמש) או, פי 30 כהמרחק שבו סובב פלוטו, כוכב הלכת והמרחק שבו יouter, מוחש. כוכב הלכת כמושך לתחרוק מצמד הכוכבים - יוריוי - ב מהירות של 10 ק"מ לשנייה, שעתודה להרחקו לנוכח מזם הכוכבים ולזמן אותו לשוטות אין קץ בין הכוכבים בשבייל החלב.

גילוי כוכב הלכת החדש עשוי לטורף את הקלפים, הכל הנגע למודלים המקובלים באשר להיווצרות כוכבי לכת. גילו הצער מאד - פחתות ממיליאן שנה - עוזם בסתריה למודלים המקובלים לפיהם, פרק הזמן הנדרש ליזוארות כוכבי לכת ענקיים, כדוגמת צדק, הינו כמה מיליאני שנים. לכן, ניתן לומר כי פתק הזמן הנדרש להיווצרותם של כוכבי לכת גזים ענקים הוא קטן, עד כמה מאות אלפי שנים, פרק זמן הדומה להיווצרות של כוכב.

גם הבריחה של כוכב הלכת משני הכוכבים שבינם והוא נוצר מעניקה שביב תקופה בכל הנגע למציאת כוכבי לכת מחוץ למערכת השימוש; מודלים דינמיים מראים כי במערכות מסוימות, בהן מזאים שלושה עצמים, העצם בעל המסה היחסית הנורק, על פי רוב, מהמערכת. הסיבה לנירוש דומה

## עדות ישירה ראשונה לקיום כוכב לכת מחוץ למערכת השמש.

- ב- 28 במאי קיימה נאס"א מניסטיב עיתונאים, שבמסרזה עמדה ההכרזה על נילוי אפשרי, ישיר, של כוכב לכת מחוץ למערכת השמש.

הגילוי נעשה, במקורה, על ידי סוזן טארבי ועמיתה, השיכים חלק מישתו הפעולה למחקר החוץ-ארצי בפסדנה, קליפורניה, בעת שסרקו אזור שבו נוצרים כוכבים חדשים בקבוצת הכוכבים שור. טארבי ועמיתה השתמשו במלמה הרגניתה לкриינה הקרובה לתת-אדום, ובספקטורומטר חמיווד לעצמים רבים (NICMOS).

כוכב הלכת, סובב מערכת של שני כוכבים (מערכת ביןארית), במרקם CO-MMR באורך 450 שנות אור, המכוונה CO-MMR בקבוצת הכוכבים שור. כוכב הלכת מצוי בקצת קשת ארוכה של חומר, שנראה גז ואבק, הנשכת משני הכוכבים. קשת זו, נוצרה, נראה, בעת שכוכב הלכת החדש משך, באמצעות כוכב הירח שלו, חומר מערכילית הנז וואה האבק שבאה נוצרו שני הכוכבים.

מסתו של כוכב הלכת, המצויה עדין בתהליכי הייצורונו, מוערכת כפערם עד שלוש פעמיים מסתו של כוכב הלכת צדק, כוכב הלכת הגדול ביותר במרקם השימוש שלו. הערכה זו מבוססת על כך שנילה של המערכת איינו עולה על כמה מאות אלפי שנים בלבד. יתרון גס, שנילה של המערכת הוא כ- 10 מיליון שנים. במקרה זה, כוכב הלכת מצוי עדין במצב של התהווות או שהוא נס חום (גרם שמיים שמסתו גדולה ממסת כוכב לכת ענק, אך עדין אינה מסוגלת לנורם ליראקטיות תרמו גרעיניות במרקם בכדי להפכו לכוכב).

כוכב הלכת מצוי במרקם של 130 מיליארד ק"מ משני הכוכבים, המוקם אסטרונומיה כרך 25 גיליון 1

בתא ציריך. חלקו העליון של התמונה נראה הדיסקה, כאשר במרכזו נראה המבנה דמי התאות - ס- (הכוכב עצמו מושתת כדי שאורו לא יפריע ויאפל על הדיסקה. לעומת, הטעינה הספקטורלית של הדיסקה).

## האסטרואיד "מטילדה" אינו סלע מוצק

תודות לטיסותה הקרובות של החללית (NEAR) בוני התשנה ניתן היה לחתוך את הרכיבים יבוני התכונת הפיסיקלית של האסטרואיד הידוע ע"י האסטרונומים באותו "מטילדה". מודיעי נאס"א דיווחו, לאחר חטיפת החומר שלו והאסטרואיד, כי ציפויו של החלית הוא בין 0.2 ל- 0.3 גראם לסמ"ק - ציפויו הקטנה מცיפויו של פחם. המדענים לא יכולים לקבוע אם "מטילדה" הינו תוצר של חומר בעל ציפויו נמוכה או שהפך לכזה אחרי הפגזות מסיביות בעבר של טופים שונים.

בכל מקרה, צורת החומר הנקבובית מסגירה את המספר הרב של מכתשי הפניה הענקים באסטרואיד. השאלה לנבי השיבוב האיטי של האסטרואיד סביר צירוף טرس נפתרה.

## תמייה נוספת לאוקיינוס של אירופה

תצלמים שפורסמו בתחלת חודש מרץ, הcoolim את המבט הקרוב ביותר של הטקטת גלילאו על הירח אירופה, שנעשתה ממוקך של 200 ק"מ בלבד. התצלומים מספקים מידע בחרדיה של 6 מטר בלבד, מהזקים את העונה בדבר קיומו של אוקיינוס העוטף את הירח הצהוב של צדק.

בתצלומים ראשונים עדויות למזה שנדמה בקרח טרי, המעורר עם קרח עתיק יותר. צורות טרף של קרחונים, שכפי הנראה נצפו במקום חם יותר, מתחת לקרחוני חעד המתבסס את אירופה. הסיבה לחימום המתבסס שמאפשרת את קיום האוקיינוס, ובעקיפון, את הדינמייקה של הקרחונים על פני אירופה, היא כוחות הבאות הטעולים על ידי צדק יותר הירחים. (ראה מאמר של חיים פוזר בחוברת זו).

שנתיים לאחר מאייתנו, דיסקה המקופה אותו, שרדiosa הוא עשוות יחידות אסטרונומיות. פהו, מאמינים מרביה החוקרם כי דיסקה זו, חביבה אבך, מ拷ילה בזרתת ומזהה לענין השמשי, ממנה נוצר השמש וכוכבי הלכת לפני מיליאדי שנים. בשנת 1996 נגלתה סמוך לכוכב, מבנה בזרת החאות - י- שעשוי, לדעת מסווג חוקרם, להיעיד על גוף גדול - כוכב לבת או שביט גדול - הושאב קרוב לכוכב ווסף אליו חומר.

אולם, כמו לכל תיאוריה מדעית, גם להשערה שחוויות בזרתת כוכב קרוב, יש מוגנדים. אחת התיאוריות החלופיות גורסת כי היעות בזרת החאות י- נורם כתוצאה מכוחות הכבידה של כוכב שעבר 'בסביבה', שיעיות תוך כדי התקרכובו את דיסקה האבך.

שתי קבוצות חוקרים, האחת מאוניברסיטת גטלבך בגרמניה, שפעורה בטולסקופ בקוטר 3.6 מטר שבמצפה האירופי הדרומי (ESO), והשנייה, מהמרoco לתעשייה ע"ש נודארד, שפעורה בטולסקופ החלל ע"ש האבל, ניסו לפתח את המסתורין.

שתי הקבוצות סרקו את דיסקת האבך עד למפרק של כ- 30 יחידות אסטרונומיות מhocב (מרחק זה שווה למרחק בו סובב נפטון סביב השמש ומבערו מצוויה חגורת קוירט, המאלכסתhocב שבית). אולם, התוצאות שנגלו מבעד לטולסקופ, أكدו מашורת את קיומו של המבנה דמי-ה-ז. נס התוצאות שנעשו באמצעות הספקטורוגרף המוצב על טלסקופ החלל ע"ש האבל מאשר את העדויות האופטיות.

המסקנה המתקבלת אינה חד משמעית: ניתן שחוויות אכן נגרם על ידי כוכב שעבר בסביבה לפני כ- 100 מיליון שנים, או כפי שסוברים חלק אחר של החוקרים, ניתן ומדובר בננס חום (כוכב גדול מhocב לכך אך עדין קטן), ואית כוכב במלאו מובן חמייה), המקייף אתhocב כך או כך, המסתורין סביר בתא ציר מחייב לפתרון.



צילום על הקרקע של אירופה. גודלו של חפרט הקטן יותר והוא 6 מטר.

## חדשנות טובות לכל המעוניינים בעולמות רחוקים

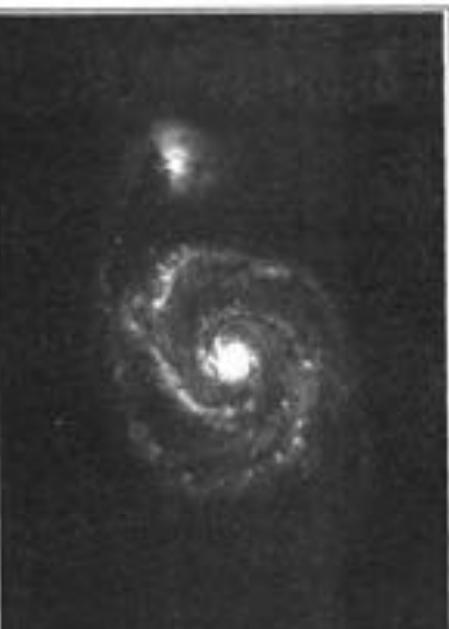
כוכב הלהת הראשון שנגלה סביר כוכב אחר, פסוס, 51, המכוי מחוץ למערכת השמש, אשר התגלה ב- 1995, אכן קיים. מה שהביטה להיות אחד הגילאים הנדולים של המדע בעשורים האחרונים הפקיד לאירוע שווי במלחת ע"י מדענים בארה"ב, שהטילו ספק ביגלי. ההשחות השונות בגליל האור של הכוכב הסבירו על ידם כהוצר של הפרעות אטמוספריות בכוכב עצמו. לאחר שנה של ויכוחים אקדמיים מתוחים ולאחר שאיכות שיטות הבדיקה של קרני האור הבאות מהכוכב, באמצעות שיטות דופלר שופרה פי שניים, הוכח מעל לכל שפק שישנם שינויים ספקטוריים בכוכב פסוס 51 כתוצאה מהימצאותו של כוכב לכת סביבו.

## תודות לירח אנחנו כאן

מאז ימי קדם, הייתה לירח השפעה על האנומנות, על התרבות וההיסטוריה. לאחרונה התברר, כי אנו חווים גם את עובדת קיומו על פני כדור הארץ.

coh המשיכה של הירח אפשר את התהווות של בריכות מים קדומות עתיקות, שבחן התפתחו, כנראה, התנאים להיווצרות חיים ראשוניים על פני כדור הארץ. יתרה מכך - הירח שומר על יציבות כיוון ציר הסיבוב של כדור הארץ בחלל.

שני חוקרים אמריקאים פנו מסילבניה באראיה, חקרו וממצאו שללא הירח (השומר אטמוספרה על יציבות ציר כדור הארץ) מוצבם של כדור הארץ היה ככל אורנוס, קלומט, נטו על צדו. נסיה כזו הייתה, כמובן, משפיעה ישירות על אקלים כדור הארץ בקיצונות - הטמפרטורה בקוטב הצפוני הייתה מגיעה עד  $-85^{\circ}$  מעלות צלזיוס ובקוטב הדרומי עד כדי  $35^{\circ}$  מעלות ל- $0^{\circ}$ . (כידוע, הסיבוב של כדור הארץ סביר ציר, והסיתת למשור הסיבוב שלו סביר



שינויים קיצוניים בטמפרטורת כדור הארץ).

על פי תוצאות המחקר, תנאים קיצוניים אלה לא היו אפשריים כל סיכוי לחיים על פני כדור הארץ. עוד טוונים החוקרים, כי מצבו של כדור הארץ, ללא חיריה, במרקח גודל מוגן שנמצא כדור הארץ מושם טוב יותר ואו הסיכוי ליצירת חיים משתפר לאין אarend. תוצאות אלו מאפשרות לחשב אוו הסיכוי לחיים על פני כוכבי לכת אחרים - יתרון שוכוב לכך שירח בעל יכולות מיוחדות יכולות ייצור את צירו בכדי ליצור תנאים יציבים עליו.

## אלקסיה מאובקת

הgalaxia, וזו בקבוקת לבבי ציד, היא אחת מהגלקסיות היפותטיות ביותר בין חובבי ה אסטרונומיה, הירח הלמאות הטרטיב של זרועותיה ושל הגלקסיה המלוה של הפטונלה מעוד עדשת הטלסקופ.

קבוקת מדעים פאוניברסיטאות פיזיוטרנסד בדרום אפריקה קירה מכחות של אבק בזרעות הגלקסיה. וחוקרם השתמש במיפוי של הירינה והחת-אדרומה שנפלטה מגלקסיה, כפי שנעשה בעורת הלוון לתצפית בתת-אדום -  $\text{C}\alpha$ , ושילבו אותו עם תמונות של הגלקסיה שנעשו באור הנראת, באמצעות טלסקופים המוצבים בכדור הארץ.

החוקרים מצאו אזורים קסומים של גרגירי אבק קטנים, המלטים קירינה. תת-אדומה באורך גל של 15 מיקרון. לעומתם, נילו הטלסקופים האופטיים, אזורים של גרגירי אבק גדולים וקרים יותר. בנוסף הבדלי הטמפרטורה של שני סוגים הירינה שונה, הם מולטים קירינה שונה, אך לא ניתן לראותם יחדיו בתמונה בודדת, אלא רק בשילוב של תמונות שלקחו באמצעות שני מכשירים שונים.

החוקרים גילו אזורים רבים של אבק קור, המכוקף אבק חם יותר. כנראה, שהאבק המכווץ בשולי הענן מתחמם והוא דוחת לירינה על-סגוליה, שטקורה בכוכבים חמימים בסביבה. תבנת

הגלקסיה M5, בקבוקת לבבי ציד. הגלקסיה بغداد שפאל היא גלקסית לוזן של הגלקסיה הטפיאלית הבודוקת בזיהות.

המשמעות של זווית זו כפופה

אסטרונומיה כרך 25 נילון 1

הסתברותי ל��רות או יותר. אולם, בציורו תכניות רדאר (שמטרתן לממדוד מרחקים) אשר התבאשו ביולי 1977, וכמה תכניות באור נראה (שמדוודות מיקום שמיימי) שייתבאשו בשנת 2000 מראה יצביש על 99 אחוזי התגששות. כנראה יצביש על האסטרואיד (AFX2, 1998AFX2), שיחלוף קרוב לכדור הארץ בשנת 1932 מופיעה בחוברת זו.

## עראפלילית סרטן נוספת

עראפלילית הסרטן בקבוצת שור, היה שרייד הסופרובה המפזרסם ביוורט מאו שפהולסר (כוכב ניטרונים מתייר, המסתובב סביב ציר ומושג אוטומת רדיו באפנון מחווורי) שבמרכזה נגלה על ידי זיסלון בל בשנת 1967, לא כמו מתחרים לעראפלילית הצעריה ייחסית אולם, אין זה מקרה - הפלסר שבמרכו של עראפלילית הסרטן הוא בן 950 שנים בלבד והוא נגלה על ידי הסינים בשנת 1054.

צורות חוקרים של המרכז לתעופה עיש עדאר באנס"א, עסק בחיפושים מרצים אחר הפלסר שאמור להימצא במרכזו שאריות התופצות הסופר טבה שנמצאה בענן הגдол של מגן, גלקסיה הלוון של שביל החלב, בפברואר 1987.

בעוד שהפלסר שאמור לאכלס את שאריות הסופר טובא 1987A מטהו, לחשוף את עצמו לעיני המצלמות, נגלהה בענן הגдол של מגן עראפלילית טספת, שמקורה, אף הוא, בהתרפשות סופר טובא.

הפלסר החדש, ששמו 0540-09 PSR, מצוי בכוונה של עראפלילית הטרנטולית, לא הרחק מהכיוון שבו התפצצה 1987A. הפלסר משלים 64 סיובים סיביב צирו בשנייה, פ"י שניים מהפלסר המציג במרקזה של עראפלילית הסרטן. הפלסר נגלה לאחר שפענו צילומים שנעשה על ידי הלוון לתמונה קרינית א (RXTE). החוקרים מעריכים את גיל בכ- 5000 שנים, לכל היותר.

## זהר קוטב בכוכבי הלכת הגזאים

הטכשור והופעל במשךן ההקפתה הראשונית לצורך כויל וכדי להשיג מידיע לגביות ילדות של המקפת. חלק מתירועי תכונות הניסיון שנלקחו דרך המצלמות סבלו מבעית חסיפה ועוגנים. לעומת זאת, התכונות הטובות שנות העומדן, לתמונות הטובות בתודען מלחליות וויקינגן (1976), או אף עלות מצלמות החודשות מבעה ל- 8 עד 12 מטרים: יכולת הפרדה זו תשפר בהקפתה המיפוי המסתממת אשר תתבצע בחודש פרץ.

麥שיר נוסף המוצב על החללית היוט הספקטורומטר המודד פליטת קרינה תרמית. הוא מסוגל לוחות מינרלים כדונגמאות קרבוניטים (מיועלים המכילים תרכובות פחמן). אם יתגלו קרבוניטים על מטדים, הדבר יצביע על התאזרות אוקיינוס על פני כוכב הלכת האדים. הספקטורומטר, בעורת תמנותה בהפרדה נבואה ונילוי צורות גיאומורפולוגיות מסוימות, יוכל אולי לפטור את חידת האקלים העתיק על המאדים.

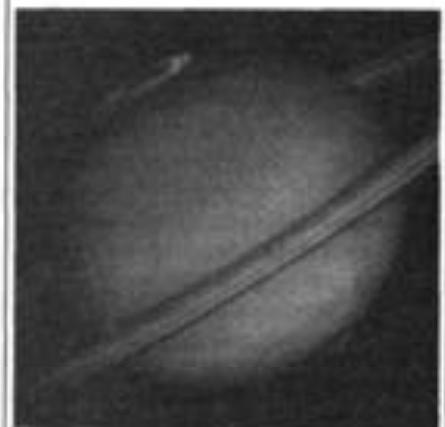
## חיזוי התגשויות אסטרואידים בכדו"א

אסטרואידים יכולים להציב על בכדו"א, עשויים לפני התגש, באם הם נצפים בזמנן, כך אמרה קבוצת מדענים מהמכון להינע סיילוני - פ.ן. הדברים נאמרו בפניו האחורי של המחלקה הפלנטרית ב-ז'ונ, שנשרכה ביולי 1990. הדבר, בוון ו. קודהס, טע כי זמן ההתראה בתקופות הסופיות (זו ההקפתה האחורייה לפני התגששות) יהיה קצר. מכונה חודשים לכמה שבועות, אולם אם תיערך תצפית על האסטרואידים בהקפות קודמות, יתאפשר זמן ההתראה בהרבה.

קודהס ו��תו ב-ז'ונ, דונלד ק. ייאומנס (Donald K. Yeomans) השתמשו בדוגמאות באסטרואיד אפולו 1997 BR, אשר לחערתם יתגש בכדו"א ב-2051. תכניות טספת אשר מטבחות בימים אלה יויעלו לאסטרואידים בהערכות האם להתרחש יש אחוז 1



+ כוכב חלפת אדק. שמי הפטשנות מראות את אורי הקטבים בהם נמצאות התאזרות.

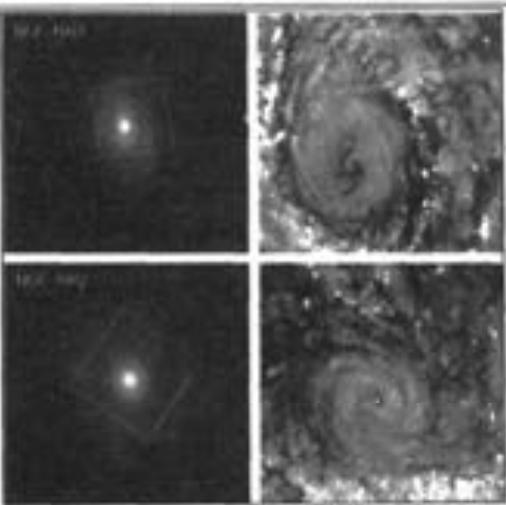


וחר הקטבים בשכחא.

את קרינת המשמש המויקה ואולי לאפשר קרקע נוספת יותר לחיים.

זאת שוגרה בנובמבר 1996, חודש לפני שניר חילית האורות שלה, המרס פטיפינדר. אולם בגל מסלולה הארוך יותר, הנעה הנמלבך רק בחודשים אחרי הפטיפינדר.

היא התמקמה במסלול פוארך מעלה מטדים, אשר הגיעו אחד נבוה בכ- 56,000 ק"מ מעלה הקriskע. כללות חזרות ונשנות לטוך האטמוספרה של הצד השני, יביאו לירידת גובה הנకודה הנוכחית (ראו שרטוט 1). עד שמסלול מעגלי יתבצע בגובה 400 ק"מ, כך מקוים המדענים. תמרון "שוכב אטמוספירה" זה מרשך להקלות לשלוח יותר מכשור מדעי, אשר בא במקום דלק למנועי התמרון.



שלבי גלקסיות סייפרט - NGC 1667 (מימין), ו- NGC 2982 (משמאל). הצלמים משפטאל פואז באנטומוסטנסטיקס הופיעו על כדור הארץ. הצלמים משפטאל, בהם נראה תבנית הפרבולת בפרוייקציית הגלקסית, פואז באנטומוסטנסטיקס טלסקופ החלל עלי האבל.

במקומות אחרים בעולם – בקו העובר מאירן דרך עבר הסודית, מרכז אפריקה, מרכז האוקיינוס האטלנטי ועד מזרחה של ברזיל – ניתן היה לצפות בהתקאות של שני כוכבי הלוות בו ומונית על-ידי חוויה. בין ההתקאות הstories היו, הקרוב אליו מבענין זו של נונה וצדקה בו ומונית על-ידי חוויה והתרחש לאחרונה בשעת 16:00, ולא תתרחש שנית לפני שעת 00:00.

ברצואה צרה בלבד, שאמצעה היה במרכז האוקיינוס האטלנטי, וראו הן ההתקאות והן ההתגלות החזרתי – לאחר כרבע שעה עד חצי שעה – בטרם תחילת דמדומים הבוקר המוקומים. בשני أيام באזורי זה, אסונסיון וסנטה הלמה, ניתן היה לצפות באירוע כולם בחושך, ובתוך כך נס לבדוק את חונע המדדייק של ההתקאות לעומת זמנה החוויאי, על-מנת לנחות ולמצוא סטיות אפשריות בחישובי המסלולים.

בעבר, עד תחילת שיגורי לווייני המחק למרחבי מערכת השמש ואימיות הנגדלים והמטולדים המדוייקים של כוכבי הלוות, נוצרו האסטרוונומים בתקיפות טען אל-מנת לשמר את הידע לגבי גודלים הפיסיים והמרחקיים של כוכבי הלוות מן השימוש. משך הזמן של רקח לכוכב הלוות להתקאות – או

(סוג של גלקסיות שבמרכזן מצוי גרעין פעיל, שעצמתו אורה היא עזה ומשתנה, הפלט קרינת רדיו חזקה). ריין ומולצאי חקרו את הגלקסיות באמצעות טלסקופ החלל עלי'ש האבל. הם חשו תצלומים מעודכנים של גלקסיות סייפרט עם תצלומים מוקדמים יותר. בהשווואה לא נמצא מוטות חוכבבים, אותן ריכזו כוכבים במלילים אליפטיים מואר כים, שימושיים את ריבועו של חור השחור, שכפי הנראה מצוי במרכזו הגלקסיות.

יתרה מזו, בגלקסיות שנבדקו נמצא כי הגן אותו ע"י ישירות לכיוון מרכזו הגלקסיה, אלא במליל לוילני לכיוון המרכז, ממש שם שבמרכזו הגלקסיה מוציה מערבולת אדירה המשכתה את הגן למרכזו.

### התកבות נדירה של נוגה, צדק והירח בבוקרו של ה-

**23/4/98 נראתה גם בישראל**

**מאת אילן מנוליס**

בבוקרו של יום ה, ה- 23/4/98, התרחש אירוע אסטרטומי נדיר בו ניתן היה לצפות גם בישראל.

באוטו בוקר, החלמן השעה 04:45 לערך ועד ליום דמדומי הבוקר, ניתן היה לראות התקבות נוגה וצדק, כאשר בטרם כוכבי הלוות נוגה וצדק, כאשר בטרם נודל מהם (ב- 4 קוטרי ירח) ניתן היה לבחין בסה"ר הדק של הירח, שלושה ימים לפני המולד. שלושת הנוגדים החלו הימם בהירורים ביותר בשמיים, כמעט המשמש, כמובן.

בשעה 10:45 באוטו בוקר חלף הירח בתנועתו הנכפית מזרחה במרקח ועם של 2 דקות קשת בלבד מזדק, אלא שזו לא ניתן היה לצפות באירוע מישראלי מאוחר והשתמש הייתה אז כבר מעל האופק.

אוורורה (זהר הקוטב), חינה תופעה הנגרמת כאשר חלקיקים אנרגטיים טענים מותניים, על ידי קווי השדה המגנטי של כדור הארץ, אל אזור הקוטב, ובהתגשויות בין לבין האטמוספירה נפלות אנרגיה הנגרמת כתוצאה (ACW) וספקטוגרפיה ההדמיה הפווצבים על גבי טלסקופ החלל עלי'ש האבל, נפתחה תופעת זהר הקוטב ובסבタאי וצדק.

بعد שהזוהר באזורי הקוטבים של שבתאי נגרם על ידי מגיעת חלקיקים טענים, שמקורם בשמש, באטמוספירה של שבתאי, הרי שהזוהר הקוטבים של צדק מקורו באלקטרונים שמקורם בירח הולוקני של צדק – איזו.

### כיצד מונעות גלקסיות אקטיביות?

galaxy active, העצמת הירינה הנפלות מהן היא בין התגלות ביותר ביקום, מספקות קרקע פורה מאוד למחקר. הנו הנזקתן מזן מספק חומר למחשב באשר למנגנון המՏוגל להניע חומר למஹירות הקרוبات למחירות האור, אל מחוץ למרכז הגלקסיה.

מקובל להניח כי במרכז גלקסיות אקטיביות מצוי חור שחור, שהוא עצם מסיבי מאוד, שהכחיה העצומה שלו מפילה לרשות כוכבים, נ"ז ואבק וביצם כל מה שמצוין בסביבה. החומר הנפל אל החור השחור במחירות עצומות מאד אנרגיה, וזה המקור לתופעות שאנו צופים במרקיז גלקסיות המסתפק, אולם, עדין לא ברור המנגנון המכונן, אספקה סדרה של חומר אל המכונן, חסר השובע, של החור השחור. אחד המודלים המקובלים הוא שכוכבים חמוצים במלילים אליפטיים מוארבים מוארכים מאוד, סופרים אליהם חומר ומבאים אותו לכיוון מרכזו הגלקסיות הפעילות.

אולם, צמד חוקרים, מייקל ריין (מקון קרנייבוושינגטונ) ונוחן מולצאי (מכון מכמפה קרניין), פיתחו מודל חדש. באמצעות תצפיות נעשו באמצעות טלסקופ החלל על גלקסיות סייפרט



הכוכב חכם 179 HD44179. משמאל, שיפולית הסלבן האדומה. מימין, הפענת תסրיב של מרכז הערפלית, המראה את הדיסק החשורה בסיליקאטים וקרח.

הזרמים בהם היה כוכב צער. יתרון, כי מוקרה של הדיסק עתרת הסיליקאטים היא בחומר עשיר בחמצן שנורק מהמערכת בשלב הענק האדום.

כך או כך, אין להסיק כי מודיסקת החומר המכיפה את הכוכב הכתה עשויה להוות בסיס לצירית מערכת של כוכבי לכת טבב המשרכת הזרימות, כיון שמסתה אינה עולה על מסתו של כוכב הלכת צדק וציפורתו דלה ביותר, אולם, הרכבה עשוי לעוזר בהבנת אופן הייזוצרות של גבישי קרח ושל גבישי אבק חמפניים, במרקם מושגומים, לצירית כוכבי לכת.

עוצמים, וכך הוא מצוי בדרך אל שלב הננס הלבן - מצב בו יouter מטמו רק גלעת הקטן והדחוס. הערפלית האדומה המכיפה את הצמד מכילה חומר העשיר בתרכובות פחמן, שכפי הראה נורקו מאטמוספרת הענק האדום.

אולם, ציפויו שנעשה בתחילת שנות ה- 90, באמצעות מכפה החל בקרינה תת-אדומה (סז), נילמה סביב הכוכבים מוצי חומר העשיר במינרלים העשירים בסיליקאטים ואולי גם קרת, מטש כלפי שיטין לצפת מחרוכנן של דיסקות המצוויות סביבה כוכבים צעירים, אולם, להזיכרכם, HD44179 שכך מזמן את

בשנת 1975 נילח חוקרם את הערפלית הקטנה האדומה המכונה 'המלון האדום' לאלו שלא זכו לצפות באירוע מעניין זה: נוגה וצדק נראו נזק מעל האופק המזרחי-דרוס-מזורי החל מעה שעה 15:45 לערך, כאשר הנזק מבין השווים היה צדק, בבהירות 1:2. נוגה היה הגבורה והבהיר יותר, מוט משמאל (צפונה) לצדק, בבהירות 2:4, ככלומר בערך פי 7 בהיר מצדק. ההתקבצות נראה היה היטב ללא צורך באמצעי תצפית כלשהם, אף כי תציפות בעורף משקפת הייתה מהנה במיוחד, או ניתן היה לבחין כי נוגה בזרות sehr.

**אבק סביב מערכות כוכבים ביןאריות**

דיסקות אבק סביב כוכבים צעירים הין דבר מובן (ראה הידייה על הכוכב בצייר בעמוד הקודס). אולם, נוכחות של דיסקות אבק סביב כוכבים 'מודקניים', שסימנו את שלב עירrat המיצן במרכזי אחד מובילו.

## סוף סוף הופיע!

הספר: **אסטרונומיה - מדריך להכרת השמיים**, מאת ינאל פט-אל

לראותה בעברית: למעלה מ- 140 עמודים, מלאים במלואם ממאה ועשרים איורים ותמונות, העשקיים בunos היכאים: קווי האורך והרוחב השמיים. כדור הארץ בחלל - יום, לילה, עונת השנה. הירח - תנעונו, החודש, מופעים, ליקוי המאותות. לוחות השנה. תנועות כוכבי הlected בשמיים. מערכת השמש - כוכבי הlected, ירחים, שביטים, אסטרואידים והמשט.

מרחקים אסטרונומיים ומחקרים כוכבים. הסיווג הספקטורי של הכוכבים. טלסקופים ובאיורי תצפית. התציפות בגרמי שמיים מחוץ למערכת השמש.

המחיר לחבר אגודה - 69 ש"ח (במקום 89 ש"ח).

להזמנת הספר יש לשלוח הנחה על סך 69 ש"ח לפקס - קוסטוס, ת.ד 10834 רמת גן 52008, או באמצעות חיוב כרטיס אשראי בטלפון - 03-6724303.

ראה פירוטם בסוף החוברת.

הנאות, הנגרות על ידי מושיכתם של צדק ושני הירחים השכנים לאו-איורופה ונינימד.

HIRAH הבא של צדק הוא איורופה, שיקוטרו 3,066 קילומטרים. הוא מורכב בעיקר מקרח וסלע אך שווה מירוחים אחרים בכך שאין על פניו מכתשים שנוצרו סמג'וות של מטאוריטים. על מוקם המכתשים בא כיסוי של קליפה קרח עבה.

HIRAH הבאים: ג'ינמוד (קוטרו 5,216), וקליסטו (קוטרו 4,890), מוכסום בקיליפות קרח עבות וזרועים במכתשים ומתחתיו מים נזוליים או קרח רך, התופסים כרבע או שליש פול ירח. במרקם של ירחים אלה ליבות העשוות מסלעי סיליקט.

מסביב לצדק נתגלו שתי טבאות המקבילות אותו ומשכו עד למרחק 38,000 קילומטרים ממנה. הן דומות לטבעות של שבתאי, אך דיליות הרבה יותר, ומרוכבתת מנגורי קרח של מים, המוליכן באנק מטאוריטי.

צדקה נחקר החל מ-1972. במערכות מעבורות בחלל האמריקניות פיוינר 10 ו-14 ומאירן 11 ו-12. רוב המידע עלי הגיע משתי מעבורות החלל וויאג'ר 1 ו-2 שהלפו לידי ב-1979. המוקפת גליילאו, המזינה כמות עצול סיבוב צדק אם כי מישורת מידע רב, אם כי ניתוח המידע, המגע בעצתיים, נמדד זטן רב.

### פליטה ואיבוד אנרגיה בצדקה

כל הגופים הפלנטריים מייצרים מעט חום (אנרגניה תרמית אינפרא-אדומית) עtopic בתוך החמים שלהם. בכוכבים הארץיים הקטנים אנרגיה זה מוגעת

קילומטרים לשעה. באוון מהירויות נuis גם העננים. התנועה הסיבובית שלהם מהירה יותר באווירים הטשוניים ואיתית יותר בקרבת הקטנים, חלום נuis בכיוון מכורה ממערב וחלום ממזרח.

מהירויות הסיבוב השונות מחוללות שיטים מותמיים במרקחה החיצוני של האטמוספרה. הכתם האדום הנדול הוא הנדול ביותר מבין כתמים אלו שארכו מושנה בין 30,000 ל-40,000 ק"מ, רוחבו 4,000 ק"מ ושטחו בשליש משטחו של כדור הארץ. בתס זה נפה כבר ב-1665 על ידי גליליאו.

לצד 16 ירחים. הקרוב ביותר אליו, אמלטואה, הוא נוש סלע אדום

דק (יופיטר) הוא הקרוב ביותר אל השמש מבין כל הענקים כוכבי לכט גולים של מערכות השמש-גדיות וצפומות, המשתרעות משבירות על פני אלפי קילומטרים. מרחקו המוצע מהשמש הוא 778.3 מיליאן ק"מ והוא משלים הקפה אחת כל 11.86 שנים. הרדיוס במשווה 71,400 ק"מ ונסחו גודל פי 1,3 מגוף כדורי-הארץ. הפסה שלו גדולה פי 1.3 גרם לסט"ק, בעוד צפיפותה של הארץ היא 5.5 גרם לסט"ק.

צדקה מורכב בעיקרו ממים ומחלאים ושאר היסודות נמצאים בו בكمיות זעירות בלבד. הצדקה פולט ומאנבד ארגואה בשיעור גודל יותר מהארץ.

שהוא קולט.

סיבובי של הצדקה על ציריו מהיר מואוד מהירות הסיבוב בקו המשותה היא 44861.94 קמ"ש. הוא משלים הקפה את סבב צירו ב-54.9 שניות ארציות, בשיד כדורי-הארץ משלים הקפה כוות ב-24 שעות. מהירות הסיבוב הנדרלה והתקיף העצום שלו (פי 11.2 כדור-הארץ), גורמים לכך שמהירותם של הענינים גדולה מפיזר ולכך הם נמזהים ומוקפים את הכוכב בפסים אופקיים, הדומים לחגורות החגורות בחלקן בהירות ובחלקן אחר כהות.

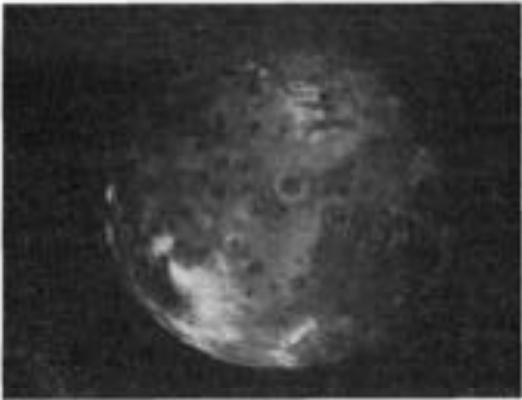
בוסף לענינים, ניתן לראות על פני הצדקה כתמים לבנים, צהובים, אדומים וחומים. כתמים אלו הם מערכות, הדומות לסופות ציקלון על הארץ, בשכבות הענינים והם מסתחררים בטוהרויות שבין עשרות למאות

**אסטרונומיה כרך 25 גיליון 1**

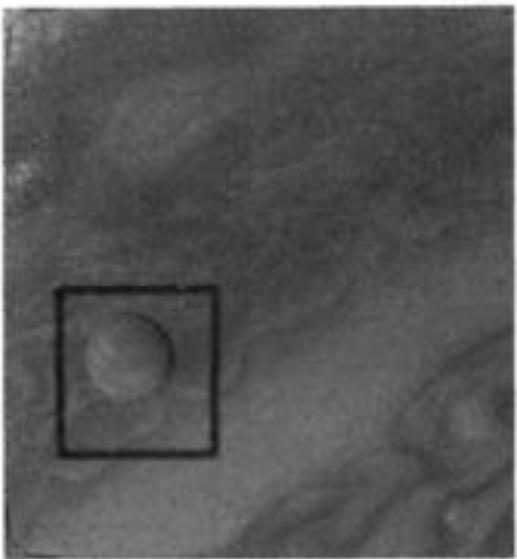


## כוכב הלכת צדק

אסנת ישקי



איו, הירח הקרוב ביותר לצדק מכין ארכנט הזרחים הגליליים. פניו של איו מוכושים אגמי גפרית שטצ'רנו בתחום פעילותו הנעשית. הגדים שנמלטים מאיו מזינים את החלל פסבונו וכן את האטמוספירה הפליזמה של צדק.



איו חולף על פני העגמים של צדק (מושפע בטור סטנרטון). ניתן להבחין בקלה במבנה החותם בין פניו של איו לעיני צדק.

רמז אחד לתהליכי הדינמיים המתרכזים בתוך הירח מניע, באופן די מוזר, מתחממות מסלולי הירחים במשך הזמן. שדות הכבידה של הירחים יוצרים עיוותים קטנים, מוחזוריים של גאות בגורתו של צדק. בליטות הנאות על הירח אין בדיק מתחת לירחים, בכלל שהוא סובב בקצב שונה מסיבוב ירחיו אותו כאשר הבלתיות מחליקות אחורנית בקו התארך בכך לנוכח ולחישור עם

המורכזיות של הירח מראה שהוא אינט קרוב לטופטרורה הנדרשת 10,000,000 קלוני בשבי שווה יקרה.

לכן רק תחילה אחד יוכל להיות אחראי לנחרות של צדק - ארגניה משתחורת כאשר מסה המצויה בעצם הקשור על ידי הכבידה, שוקעת קרוב יותר למרכו המשיכת, ויצירת ריכוז מסה במרכז העצם. כתגובה, ארגניה פוטנציאלית הופכת לארגניה קינטית. תחילה זה גורם לטופטרורה בתוך הנוף הנגוי עלולות. כוכבים נזויים כגון השמש נהנים כל כך חמים, הם מתכווצים והתכתת החימנמן מתחילה, בנקודה זו החם לא יכולם לחולל במחירות מספקת הנגבור לחולל במחירות מספקת והתקבוצות נסקט. אבל בוגר צԶלי, כמו צדק, התקבוצות מלאה במקום התרrror, בכלל לחזים פימיים התלויים רק במקרים בטופטרורה. צדק נראה מתחוץ, אבל רק במחרות בה הוא מקרין את החום לחלל. זיגוגו איטי זה בעל ויסות עצמי של התקבוצות והתקරרות, נקרא מגנון קלויון-הלםחולץ, מייצג ככל הנראה את השלב האחרון של ההיווצרות האלומה, בטופטרורה נבואה של צדק.

למרות שהבריחה של חום הראשתי מצדיק היא איטית ביותר, נראה כי היא מספיקה לייצב את שכבות המים ברוב הפנים של הירח, ורמת למינן החם, הנזוי להוויך חום בשיעור של מעת סנטימטרים לכל שנייה. לכן, מגנון החסעה הנראת בפסנות העגמים של צדק הוא בעל "שורשים" עטוקים יותר מהנראת והם עלולים להתפשט, כמעט לגמרי, בתוך מרכו הירח. עמוק בתוכו הירח. התכה חולכת חום יצורה ומוקיימת מגנוניים דינמיים מלאי עצמה באורותם של מים מותכי, אשר מייצרים שדות מגנטיים ענקיים.

בעיקר מחדיפה האיטית של האיזוטופים הרדיואקטיביים שהתרמו לתוך סלעים כאשר הירח נוצר. זוימה כלפי מעלה של חום כמו זאת והיה קשה לגלי מחהיל, מפני שהיא מוצפת על ידי תזאת חיטוט אוור השימוש על פנים פנוי השטח של הירח.

אבל במרקם השטח החיצוני, המציב שונה. שם חיים שמשי תורם הרבה האטמוספרית של הירח. חום הנע לפני השטח מהפנים העמוק כל יחסית להבחנה. פרט לו גילה במקור את הירח האינפרא-אדום הפנומי של צדק ב-1966 ותכויות שהניעו אחריו מטוטוסים, מטלסקופים על כדורים הארץ ומעבורות החלל פינויו וייגיר הניבו מידע אינטלי יותר על רום חום. אחרי שנלקח בחשבונו החלק הקטן של הארגניה השמשית הנקלעת באטמוספרת הירח ונפלת מוחדר לחולל, אסטרונומים חיסקו של צדק מקורות חום הנוגנים לווילוי.

איוזה שם רמזים למקור של הרים אפשר לרכוש על ידי מחשוב העניות (פליטת החום) של הירח, אשר הוא, מומצע הכוח המשוחרר לכל יחידת מסה פלטירית. הנחרות של השמש, טמונה על ידי התכה לכל עצם אחר במרקם השטח. ב��izioniות השניה, ישם גופים סלעים פרימיטיביים, כגון מטאוריטים עשירי שחמן וטורבות אורגניות, שחום חפינים שלם מגיע ורק מדיצה רדיואקטיבית של מעט אורנים, אשלאן ותורום שהם מכילים. הנחרות המדויקת של צדור-הארץ שוכנת קרוב מאוד לשען של המטאואריטים עשירי הפחמן והטורבות האורגניות, מراتות שורב חומו הפנימי מגיע מדיצה רדיואקטיבית.

צדק משוחרר הרבת יותר ארגניה לכל קילוגרם של מסה, כך שהוא בודאי מפיק את הנחרות שלו מקור אחר מאשר דעיכה רדיואקטיבית. התכה תרמו-נענית של מים או דאטוריום, כמו בשמש, היא אפשרות עקרונית, אבל היישובים של הטופטרורה



טפרבולות וורסאים שביב חכתם הגדול האודם.

עדין החיל הגיע למערכת השמש היחזונית עם הגעתו של פיאנויר 10 לצדק ב-3 לדצמבר, 1973. החישוג מודיים זה הושג שבוע לאחר מכן כאשר תאומו, פיאנויר 11, עבר ליד צדק ב-2 לדצמבר 1974. הדמיות הצבאיות שהובאו ממעוברות חיל אלו נתנו לנו הערכה ראשונית על טבעם הסתורכש של מערכת העננים. רובו של הטערכוב של מערכת העננים. רובו של המבנה והאותר בגבולות בין רצויות בהירות וכחות, היכן שצופים טלסקופים חסדו שהרותות קימות. בקויו ווחב גבויים המורפלוגיה של מבנים ייחודיים, חלקס קטנים עד רוחב של 500 ק"מ, רימזו על מערכת עננים מילכת חום. מבנה חנהה בتوز הכתם האודם הגדול ובנקום אחר רימו בעקביהם על תנועה אטמוספרית מסוובכת. אך בגל המפשח הקצר של הפיאנויר עם צדק, סיקור חזר של המבנה הושג לעיתים רוחיקות ותעשות עננים מעטות יכול לחדד. כה, למורות שפיאנויר נתן לנו הבחנה מעמיקה חדשה אל תוך המבנה המפורט של מערכת העננים בצדק, הוא אפשר מעט מידע על דרכ הדינמיות.

שלב ההתקשובות של וויאניר 1 לצדק התחל ב-4 בינוואר, 1979, 60 יומם לפני המפשח. בשלב זה החלו בסדרת תצפיות ובסדרת צילומים בעבאים שונים בכדי לאסוף מידע על המבנה והדינמיות של האטמוספרה. אפילו במרקח הרוב של 60 מיליון ק"מ, התצוניות שהתקבל היו מרהיבות ועם השפעתו מילו ליום. מהתצוניות הראשונות שהתקבלו, היה ברור כי

האחרים במערכת השמש מלבד החמש. עם זאת, במרקח של כמעט 800 מיליון ק"מ מכדור הארץ, זוזו עצם הקשה לתציפות טלסקופיות. הדיסקה של צדק מצינה סיירה של אור מתחלי ורצועות כהות, חמקבילה לקו המשווה ומוצלת בנוונים מעודינים של חחול, חום וכחוטם (תמונה 1). בנוסף למבניים אלו, ישנם מספר כתמים בהירים וכחולים, הנדול והידוע מביניהם הוא הכתם האודם הגדול. על ידי טעקב קפדיי אחר המבנים הייתרabolites לעין מבין מבנים אзорיים אלו, הצילחו אסטרוומטיים-מקוציאים וחובביים יהודין, למפת את דגמי המוחזר הגלובלי של רוחות הטרופוספרה של צדק. הדיקון המרידני (הוא הצד של צדק הפונה אל כדור הארץ בכל זמן נתון) הראה תבנית של רוחות (אזרוירות) מתחלמות מזרחית ומערבית אשר ככל הנראה הקשורות למבנה רצועת העננים.

בקו המשווה נראה סילון ברוחב 30,000 ק"מ שען מזרחה במתינות של עד 400 ק"מ בשעה. הרוחות הייחדות שלא נראה מוגבלות לגמורי לאורי רוחב היו בQRS אנטיציקלוני מסביב לכתם האודם הגדול. מאות עדויות חזותיות ולאחרונה נס צילומים של החליל וויאניר, טלסקופ החיל ע"ש האבל והמקפת גלייאן, הראו שהণווד והצבע של מערכת העננים נמצאים בקצב מתמשך של שיטר. עלות וירידות ממשוערות בחזרות האור של רצועה בודדת נצפו במסך חדשים ספריים, וההרואה החיזוקי הכללי של הכוכב יכול להשנות במספר שנים מועט.

צופים אשר ניסו לצפות בשיטתיות בעניין צדק הופרעו על ידי מוג אויר בלתי צפוי ועל ידי מכשולים אחרים. תנאי הציפה המשותפים הביאו לעלייה בתנועים לא סדריים מאיות משתנה. כאשר העצמים הנცפים כרכום בתופעת משתנה זו, כגון תורה הצורות (מורפלוגיה) ותנועת מבני האטמוספרה, חוסר היוכלה לחשיך רצף של צדק היא מכשול חמור.

הירחים, הם נתקלים בהתקנדות ויזרים "חיכוך" בגורת של זרמים טזליים בפנים הכוכב. בתוצאה, מפתחות עקירה או פיגור שלב בין הנקודות בה הוא אמור להיות הבלתיות בין היקו שון ונណל יחס לכמות של האנרגיה המופורת בתוך הזרמים הפנימיים.

בוניטים, צדק משנה צורה (וגם את שדה הכבידה שלו), ממשר ומושך רב, ומפנה את תנעתו יrhoיו הקרים. אם צדק היה נז'ר טזלי אידיאלי, לא היה לו שום בובו אנרגיה, בליתות הניאות המשמשת על ידי או לא היה טעקים קפדיי אחר המבנים הייתרabolites לעין מבין מבנים אзорיים אלו, הצילחו אסטרוומטיים-מקוציאים וחובביים יהודין, למפת את דגמי המוחזר הגלובלי של רוחות הטרופוספרה של צדק. הדיקון המרידני (הוא הצד של צדק הפונה אל כדור הארץ בכל זמן נתון) הראה תבנית של רוחות (אזרוירות) מתחלמות מזרחית ומערבית אשר ככל הנראה הקשורות למבנה רצועת העננים. בנקודה הקטן של ארגינית הנארת הוא כטה מאות פעמים קטן מכך. מסתבר שהחלה להרים במילויו של צדק. הוא כטה מאות פעמים הנזלי של צדק. הקטן התואם של האנרגיה הנארת במילויו של צדק על ידי הירח.

השאלה המעניינת היא לא מודיע הכוכב הינו מפזר אנרגיה נאות בשיעור נמוך כל כך אלא, מדווקה פייזור הנזולית המזיהה בתוך הכוכב התגלו כדוגמתם למים בטמפרטורת החדר. שרכים אלו הם דרגות רבות של מגנטיות קטנים מדי בשבייל להחישיב לתופעות החמות שאנו צופים בצדקו וויאניר. לבסוף, מקרים טספים של התופורות צרייכים לפעול. ניתן שלב איסטי של מעבר במילוי הכוכב אחראי לשלב הנאות הנדרש, אבל קשה לוחות איזור מסויים בתחום צדק אשר עלול להיות אחראי להתקנדות מסלולו של צדק.

**מבנה דינמי של אטמוספרת צדק**  
צדק הוא כוכב הלכת הגדול ביותר בין כוכבי הלקת, מחזק יותר מהמסה המשולבת של כל עצמים

תשעים שנים של תצפיות טולסקופיות מודרניות לא גילו אף شيئا' בסילוניים המזרחיים-מערביים בזדק. במשך ארבעת החודשים בין שני מפעשים של וויאג'ר בזדק, המהירויות האзорיות השתנו בפחות מטעה מדידה ( $\pm 1.5\%$ ). זה יוצאה דופן ממספר סיבוט:

בראונה, למרות שהסילוניים האзорיים בדרך כלל מותאמים עם קווי הרוחב של הרצאות הצבעניות, הרצאות לעיתים משתנות את צורתם באופן משמעותי במשך שנים ספורות, בעוד שהסילוניים אינם משתנים.

שנייה, כפי שהתגלה בתמונות המפרשות של וויאג'ר, כמוות אדרית השפיעות של מערבולות (eddy - מעתה, בכל פעם שאזכיר את המילה מערבולות, הראשונים את תרגומה באנגלית מכיוון שלמה זו תרגומים רבים בעלי משמעותות שונות. א.י.) מטלואה לסילוניים האзорיים. מערבולות (eddies) קטנות מופיעות בਪטאומיות לאורק קו הנבול בין זרמים מזרחיים ומערביים. חם נמשכים יומם, יומיים בלבד, והוא הזמן הנדרש לבניינים אלו להיקרע על ידי הרוחות הזורמות בניגוד. מערבולות (eddies) גדולות, כולל הכתם האדום הנגדל, מצלחים לשרוד על ידי תנועה עם הזרמים.

ויאג'ר צפתה באופן חזר בכתמים קטנים שנתקלו בכתם האדום הנגדל ממורה, חגו מסביבו במשך 7 ימים ואז התמצאו עמו בחלוקת. השאלה כיצד סילוניים אзорיים ומערבולות (eddies) גדולות יכולים להתקיים בז Frankenfeld, 1990).

למדנו עובדה חשובה על תנועות המערבולות (eddy) מניטות סטטיסטי של רוחות זדק. וויאג'ר 1 וויאג'ר 2 עקבו אחריו התנועה של עשרות אלפי מבנים דינמיים בטוחה של 100 ק"מ. במוצע הזרם הוא אורי, עם רוחות מתחפות של מהירות מזרחית ומערבה (הסילוניים) בקווי רוחב שונים. עזיבה מקומית מהזרים האורי (מערבולות) נע בערך רביעית מה מהירות אל אין למורי אקרואיות. חלקים נזליים הנעים אל תוך הסילון מקו רוחב אחר,

בלבד זאת, תצפיות מפורטות של יריadic גילו פעילות ולוקנית מרתקת על גבי הירח או וסיפקו מידע רב עליו ועל שאר הירחים, אחו' ההלום באטמוספירה נמדד,طبعת המקיפה את זדק נתגלתה, השדה המגנטי נמדד ועוד מדידות רבות אחרות נעשו.

## מודלים דינמיים

המבנים הדינמיים השולטים הנראים באטמוספירת זדק הם זרים ורוחות מנוגד מזרחית ומערבית-חסילוניים האзорיים (zej zonal). הסילוניים בזדק נראים יותר ישרים ויציבים מאשר הסילוניים המציגים בחלקים המוגדים להם בצד-הארץ. רוחות אלו נמדדות עם התחשבות בסיבוב הכוכב הנמצא מתחתיו. סיבוב פניו שטח מזוקים, נלמד מהשודה המגנטית אשר נוצר בלביה המתכתית. אפילו ורוחות בעלות מהירות על קולית היוו איטיות בהשוואה למחרות קו המשווה המוקנה על ידי סיבוב הכוכב (זדק משלים סיבוב סביב צירו במסך 9:54 שניות. פירושו של דבר, שפני השטה שלו נעים במהירות הרבה- 44,000 קמ"ש).

בלי ישות ואוקיינוסים, סיבוב הכוכב נטה לייצור תבנית של זרים אзорיים (מערב-מזרח) ורוחות עננים. לסתובוב הכוכב יש שתי השפעות. בזדק הוא מורה את החום השימוש אל תוך רוחה סביב קו המשווה. בשאר כוכבי הלכת, לא רק בכוכבים הנזויים, הוא גם יוצר את כוח קוריוליס (Coriolis force), אשר פועל בזווית ישרה לרוח.

לא כוח קוריוליס, הזרמת הייתה מושפעות בלבד על ידי הצורך לאיזון מוכבת בלבבי תרמי והפצה מחודשת של חום: רוחות באטמוספירה העליונה היו נשבות מכיוון הקוטב הדרומי המואר והחמים ומתכנסות בצד החשוך והקר של הקוטב הצפוני, עם זרם חזר מתחת. אבל כוח קוריוליס כפי הנראה כן פועל, מכיוון מחדש את הזרם בזווית ישירות, לזרימה הנוצרת מונאיות תרמיים. הרוחות האзорיות קבועות באופן מושדרים.

המבנה של העננים הוא מסווב יותר מאשר שיערו. ככל שהמیدע המשיך לחציבור ותנועת העננים נהייתה ברורה יותר, יכול לראות שההתמונה המפורשת של הדינמיקה תהיה מסוובת גם כן.

המודל שפותח לפי תצפיות טלסקופיות התגלה כמוטעה-לעתים רוחקות נראה תנועות אзорיות פשוטות. במקום התייה הבנית כוכב נרחבת של מערבולות (vortices) בעל קנה מידת קטן. פעולה הגומלין בו הזרמים האзорיים והמערבולות (vortex) האנטיצקלוניות של הכתם האדום הגדול יצירה מערבולות גדולה (mealstorm) ומסובכת התלולה במשתנה זמן, בה עננים נקרו על המערבולות והאנטיצקלוניות. במקום אחר, זרמים שפלו זה על זה גרכו לעננים לכלה את שכיהם, רק בשביל לפלוט אותם שערות שנות מועטות אחריו. אחרים נשכו מעט, הסתובבו אחד סביב השני, נפרד והמשיכו בדרכם. מאוחר יותר התגלה שהמערבולות (vorticity) השוואות את האנרגיה שהן מפניהם הכוכב, הם המקור של התגע בעקבות הזרמים האзорיים הידועים.

במהלך ההתקבבות של וויאג'ר נערכ מעקב אחרי מערכת עננים מסוימת. מערכת זאת נבחרה מצילומים שנערכו עלצד-הארץ. המעקב אחר מערוכות אטמוספיריות אלו הייתה הכרחית כדי לקבוע את מיקומם ונולדם המדויק בזמן המפגש.

במפגש, וויאג'ר חיתה קרובה מדי לכוכב העצום. התמונות היו מטושטות ובניגוד נזוק. אבל כשעברו מאחור בצד של הלילה המכפלות תיעדו מספר תופעות מעניינות כגון ברקים, מטאור ווורדים קוטביים. סופות הברקים נתגלו בענני זדק הם בעצמה הדומה לו של האדיםם בברקים שעל פני הארץ ובתדרות גדולה מזו שבארץ. ברקים אלו נתגלו על ידי הבדיקות בצד האפל של זדק ועל ידי קרינת הרדיו בתחום משדרים.

פניהם הכוכב, משאיר את השכבות החיצונית מודולדות מחלזום.

מרכיבים גזאים שונים ורבים התגלו באטמוספרה צדקה. עניין מיוחד ישנו במדיות של גז החטן ( $\text{CH}_4$ ) ובאמוניה ( $\text{NH}_3$ ) אשר מתרירים אומדן של יחס בין חתן למימן ( $\text{H}_2\text{C}$ ) וחנקן למימן ( $\text{H}_2\text{N}$ ). שני היחסים הללו הtagלו להיות טרם הנדול פי 2 מהערכיהם המקוריים בשמש, בעוד שאדוי מים מודולדים בסדר גודל של 55 ביחס לשיעור הצטוי שלהם. בשכבות העליונות של האטמוספירה, שניים כימיים הנובעים כתוצאה של ריאקציה עם פוטונים (photochemistry), נרמים כתוצאה מפעלת מאינטראקציה של קירינה שימושית עם מון ומרכיבים אחרים יוצרים מימן חומתי נסף, כגון אצטילן ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) ואטן ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ). מולקולות אחרות, כגון גרמיינים ( $\text{GeH}_4$ ) וfosfin ( $\text{PH}_3$ ) נפוצו בשכבות הטרופוספירה היכן אין יכולת להיות בשינוי-משקל כימי, המרמו על כך שהן נוע לכלי מעלה משכבות עמוקות יותר, היכן שנוצרו.

## מבנה אנכי ומאזן חום

הלוגריטם של היחס הפהות ביחס夷ן לגילול במבנה הגיאומטרי באטמוספירה איזוטרמית (בעלת טמפרטורה אחידה) ומוגבל תכופות כמתאנס אנכי נוח, למרות שהטמפרטורה המשנית עלולה להשנות עם הגובה. בניגוד לכוכבים המוצקים, לכוכבים הענקיים אין שום קרקע מוצקה ומוגדרת היכולה לשמש כנקודות התייחסות למדידת הגובה. למרות זאת, אישחו קנה מידת אנכי ניתן לרכוש על פי היחס התאטמוספירי מכיוון שמלול 0.1 באר שוכן 50 ק"מ מעל מלול 1 באר.

הידע שלנו על מבני תרמי מבוסס על מדידות רחוקות אשר נעשו מכדור הארץ, מדידות מדוקאות באטמוספירה נעשו רק עכשו על ידי מעבורת החלל ג'לייאן, אך התוצאות עדין אין במצוא. נישה אחת מתבססת על מדידת פליטה תרמית בתחום האינפרא-אדום באורכים של

סוגים של תנעות קטנות תנופה (קורובות לסיבוב הבסיסי של הכוכב). סוג ראשון הם מערבולות (eddies) וגליים המשתנים במחירות. הסוג השני הם תנעות אзорיות בעלות ציר סיבוב משותף, כאשר התנועה היא גלילית ולכל תנעה קצב סיבוב שונה. הביעיה עם השערה כמו זה היה המהessor במידע על רוחות מתחת לחלק העליון של העננים הנראים. גישה חדשה בתכילה היה לא תהייחסות לזרק כל גרש גודלה יותר של כדורי הארץ.

למעשה, שניים אחדות לפני הגעת הוויאגרים לצדק, מודלים אשר תוכנו במחשב בשבייל אטמוספירת כדורי הארץ הניבו גם דגמים של רוח אзорית ממשית כאשר מושגים למצב הכוכבים הנזויים (אייר 15). זה מפתיע במקצת, מכיוון שהדגמים משוררים אטמוספירה שעובייה קטן יותר מ-100 ק"מ, קוו גובל שלא שטוח ונמוך יותר (פני השטה של כדורי הארץ), ובו זרם חום הפרוץ מההרים. מצד שני, התהיליך של מערבולות (eddies) המוגבלות זרמים אзорיים הוא כמעט ביזור ונראה כי הוא מתרחש בטוויה רחבה של מקומות על הכוכב המסתובב.

ברור כי המהessor במידע על מבנה אנכי אפשר התפתחות מגוון רחב של מודלים המסבירים את הסילוניים האзорיים של צדק. בסופו של דבר, אפשר ללמוד איזה מבנים הוא היכן על-ידי השוואות התופעות וההשפעות שבעאו בכל מודל עם תכויות אמיתיות.

## הרכב אופייני של אטמוספירת צדק

אטמוספירת צדק מורכבת מ-82% מימן ( $\text{H}_2$ ), 18% חלויים ( $\text{He}$ ) ומשמאץ של גזים אחרים. היחס המקביל של הליום למימן נראה נמוך במקצת מהיחס האמור להיות בשימוש. זה מרמז על דלול מועט בהליום כמו שארע במעטפת התייננית של הכוכבים מאו תחילת היוזרותם. גורם אפשרי אחד הוא החלחול של הליום במימן מתכתי בעומק הכוכב, הנורם לשיקוע של הליום לכיוון

נעיס באוטו כיוון (מערבה או מזרחה) כמו של הסילון עצמו. חלקים הנעים החוצה מן הסילון נעים בכיוון השני. התוצאה נטו היא שהמערבולות (eddies) בחן אלו צופים שזרות לחזק את חסילונים ולא להפוך. עם זאת מהירות הסילון אינה משתנה, שכן חייבות להיות מערבולות (eddies) סמיות אחרות-אול', מערבולות (eddies) קטנה-אשר שואבת את האנרגיה שלן מהסילונים וכן נשמר שוויו המשקל של המערכת.

אם מתייחסים אל הסילונים כל זרם מסודר ומערבולות (eddies) כל תוחו ובוחו, תכיפות מרימות (במקורה זה) על כך ששדר טוב מעמיד. פועלן גומלין דומה בין מערבולות (eddies) וזרמים מתוחשת באטמוספירת כדורי-הארץ ובאקוינוסים. בכל מקרה, המערבולות (eddies) מקבלות את האנרגיה שלן מעלייה של נזולים חמים ומשקעה של קרירים (wavyancy), תחליק אשר משחרר אנרגיה כובדית טוטניאלית. ווב אנרגיה זו מותבזות חומם, אבל כנראה חלק נשר באדי להעניק כוח לסלונים. החלק המומר (eddy) מאנרגיה זו לתנועת המערבולות (eddies) קטן מכך על כדורי-הארץ, אבל עבר את ח-10 אחוז על צדק. הנורם להפרש זה אינו ידוע.

היציבות של הסילוניים האзорיים של צדק ראוי לצוין לאור כל הפעולות של מערבולות וסילוניים האзорיים תופסים את אותו עובי של האטמוספירה, המערבולות (eddies) יכולות להכפיל את האנרגיה הקינטית של הסילוניים בכ-75 ימים בשיעור מעבר האנרגיה הנصفה. אם הסילוניים האзорיים משתנים יותר عمוק מאשר המערבולות (eddies), הזמן בו מוכפלת האנרגיה יכול להיות ארוך יותר. יתרון כי הסילוניים האзорיים נשארו יציבים כמעט תשעים שנה בגלל שהמסה המערבבת בתנועות הסילוניים גדולת מזואת של המערבולות (eddies). הסילוניים עלולים אף להתרחב דרך הכוכב והחוצה מהצד השני. התangenות זאת אינה כה לא אופיינית כמו שתיארנו. בצד אחד בעל פנים נזלי שמסתובב במחירות קיימים שני

כיחס של סך- הכל הכוח התרמי הנפלט לסך הכל הכוח השמי הנקלט. בכלל שרוב הפליטה חתרנית מתרחשת באינפרא-אדום, סך הכל הכוח הנפלט נקבע ממדידות של מעברות חל באותו חלק של הספקטרום.

סך הכל הכוח השמי המוחזר על ידי הכוכב בתהום הנראה והקרוב של האינפרא-אדום של הספקטrometer נקבע גם כן ממדידות של מעברות חל. על ידי חישור הרכיב המוחזר את הזרימה השימושית הפגעת, אפשר לחשב את הכוח השימושי הנպפה. תוצאותamazon האנרגיה התגלתה כבערך 1.6. העובדה שצדק פולט לחיל כ-60% יותר כוח מאשר הכוח שהוא מקבל מהשמש מרימות שמקור חום פנימי חייב להתקיים. עדיף הפליטה הוא ככל הנראה תוצאה של החום הבראשתי הקשור לחייזרתו של צדק וביחסו להתקומות האיטית והתק栗ות הכוכב. יכולה להיות תרומה נוספת לחום הפנימי מהشيخוע של החלום לפנים הכוכב כמו שיעידן קודם לכן. כשהחלילים נופל לשכבות העמוקות יותר נוצר חיכוך הגורם לחום.

מדידות מעברות החל של טמפרטורת הטרופוספירה הראו כי שיעור השיפוע של הטמפרטורה בין הקוטב לבין המשווה, בחצי הכדור, כמעט מואוד. בכלל שיותר אוור שמש קינה מואוד. נקלט בטרופוספירה בקוי רוחב נוכאים מאשר בקוי רוחב נבותים, איזשהו תוצאה של פיצוי חיבת להתרחש בכדי שהטמפרטורה תהיה כמעט בלתי תליה בקוי הרוחב. פנים הכוכב המוליך חום יכול להפיץ בעילות אנרגיה, הגורמת לשינוי בורם החום הפנימי עם קווי רוחב המפיצה על השינוי באנרגיה השימושית הנקלטה. איזשהו הפעזה של אנרגיה על ידי תהליכי דינמיים הפעלים מעל האזור המוליך חום, בטרופוספירה העולונה יכול גם כן להתרחש.

---

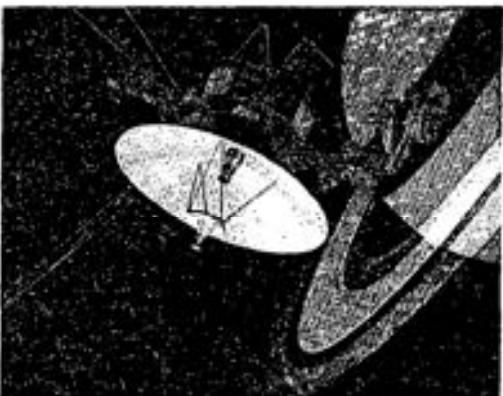
הטמור מושך על עבדות גורמות של אסנת ישי, בנושא - דינמיקה של תופעות אטמוספריות על פני אדום. העבדה נעשתה במחנה הכוכבים בגבעתיים בשנת 1996, בחנויות של ינאל פת-אל.

מושג בתרשימים), נראה מכילה גבישי אמוניום מימן נופריתי (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) נמצא בין שכבות ענני המים לשכבות האטמוספירה. ההפעזה האופקית של העננים אינה אחידה והוא נשלט על-ידי תהליכי דומיננטי המעביר את ריכוז העננים.

טמפרטורה הנבואה, יחסית, של הטרופוספירה העולונה של צדק היא תוצאה של קלילות אוור השימוש באזורי זה על ידי גז המטען ויתכן גם על ידי חלקיקים קטנים שהושהה באטמוספירה.طبعם המדויק של החלקיים איתן ברור היטב, אבל הם אולי תוצאה של ריכוז גז מימן-חומרתי המתחרב יחד עם התהיליך המורכב של הפלוטוכימיה המתרחשת בשכבה העולונה של האטמוספירה.

בטרופוספירה, הטמפרטורה יורדת עם העלייה בגובה (ירידה בלחץ) בכלל קיומ מקורות חום בשכבות העמוקות יותר. נוכחות של מקורות חום אלו דורשת קיום של זרימת חום כלפי מעלה בתחום זה של האטמוספירה, זאת כדי לשמור על מצב של שווי משקל בה הטמפרטורה אינה עולה או יורדת עם הזמן. המנגנונים העיקריים הזמינים בשבייל חובלת חום ארכי הם קרינה והולכת חום. בלחצים של פחות מ-0.5 באර, הזרימה ההכרחית יכולה לעבור על ידי מעבר רדיואקטיבי באינפרא-אדום, וקרינה ישירה של אנרגיה לחיל יכול להתרחש. בלחצים נגובהים יותר, עמידות האינפרא-אדום מתגברת במהיירות והחילוף הרדיואקטיבי של ארגנטינה נעשו לא עיל. כתוצאה לכך, מעבר הולכת החום נעשה דומיננטי. התהיליך של הולכת החום מורכב מתחולוף של חלקיקים חמים באטמוספירה בשכבות עמוקות יותר עם חלקיקיםקרים מעל, כתוצאה לכך שגורמות גורמות ייחסים הדוקה ביותר בין טמפרטורה ללחץ.

את מקורות החום בטרופוספירה אפשר ליחס בחלוקת לאלבדו (אחו) האור המוחזר מכוכב לכת) של הטרופוספירה באזור זה. אולם, קביעתamazon חאנרגיה של הכוכב מחייבת על כך שאור השמש בלבד אינו מספיק.amazon האנרגיה מוגדר מים. שכבה שלישית של עננים (לא



חליליות וויאגר כמי שהיא נראה בשמי הארץ

מ"מ וס"מ מצד. השינוי בעמידות האטמוספרית עם אורכו הנගים מתייר לטמפרטורה להיות רמות הלחץ. החדרה העמוקה ביותר לערך 10 באר, מתרחשת באורך גלים של ס"מ.

מדידות של אינפרא-אדום שהתרפק במרחב נעשו על ידי מעברות חלול ומדידות של ס"מ ומ"מ אינפרא-אדום נעשו על ידי מכשירים בצד-הארץ. טכניקה אחרת, אשר תרמה גם לידע על מבנה הטמפרטורה, עשתה על ידי מדידה של שבירת גלי הרדיו הנפלטים מעברות חלול העוברות מאחוריו הכוכב כפי שהם נראים מהארץ.

המבנה האנכי של הטמפרטורה של צדק דומה באופן איזומי לזו של כדורי-הארץ, אבל הטמפרטורה בצד קרה בכ-100 קלוין מצדיי המונגדים בצד-הארץ בכלל המרחק הנגדל יותר של צדק מהמש. טמפרטורה מינימלית (metropause), נמצאת ליד מפלס 0.1 באר על שני הכוכבים. מעל מישור זה ישנה הטרופוספירה, היכן שהטמפרטורה עולה עם עליית הגובה (או ירידת הלחץ), בעוד שמתהמת למשור הטמפרטורה המינימלית הטמפרטורה יורדת יחד עם הגובה באזור הנקרא הטרופוספירה. אמונייה מתרכזת ליד מפלס 0.6 באר, וצורות העננים אשר נצפים על הדיסקה של הכוכב מרכיבים בעיקר מגבישי קרח של אמונייה. ענן אחר אולי קרים ליד מפלס 4 באר כתוצאה של עיבוי אדי מים. שכבה שלישית של עננים (לא

# שעוניים ביולוגיים אסטרונומיים

חימס מז'

מבוא

בעלי חיים טורפים, במרדפים אחרי מקורות מזון, משתמשים בעיניהם כדי לתוך אחר מזון זמין. חם חייכים לכון את עצם היטוב לעבר קורבנס ובאותה מידה חייכים לכון את הסתערותם על הטרפ. כדי שיווכלו לנעוץ את ניביהם בצווארן של החיות הנטרופת. בלי אוור היות הם היו מתקשים בכך. בעוד הצומח התחליכים הפוטוסינטטיים מתרחשים רק בשעות היום, ומגיכים בזרות שונות לאור ולחותך. יישנים צמחים המקלים את עליהם לקראת הלילה באותו שעה מדי ערבערב... צמחים רביים מנצלים את שעוניהם לפתחות פריחתם וסיגרתם בזמניהם קבועים מדי יום.<sup>1</sup>

באשר לנדייה, הרי שזו מקבלת אפיונים מסוימים בשעות הלילה. "חצחים גדים בזרות שונות לחושך ובלאור. תנובה צפופה לחושך היא התנועת הדרגתית בשל חוסר המשאבים הנוצרים בפוטוסינטזה".<sup>2</sup> הפעולות בשעות היום יכולה לנבוע גם מסיבות אחרות. וחלים לשלוחם בעלי דם קר ואין בגופם מגנוניים המסוגלים לוות את חום גופם. בשעות הלילה נופם מצטנן והם נועים רודמים. נוח יהיה להם יותר על קו פעולה בשעות היום כשחם בבית הנידול שלהם (Habitat). אפשרות אחרות היא העתקת הפעולות לשעות החשכה, מכיוון שאור היום הוא נורם מפריע. דפוס התנהנות זה אפשר למוצר אצל דו-חיים כמו צפרדעים, קרפדות וטריטונים. בשעות היום, החלות יורדת ועורם של בעלי חיים

באורך המחוור שלחם. שען אחד הוא המחוור הקצר והבסיסי - זהו הזמן בו כוכב הלכת נע סביב צירו - היממה, המחוור הבינוני - זהו הזמן בו כוכב הלכת מקיף את השמש - השנה והמוחור הארוך - זהו הזמן בו הכוכב מקיף את השמש מספר שנים - זהו המחוור הרב שניתי.



## המוחור הקצר

מוחור זה הוא המחוור הדומינייני אצל בעלי חיים וצמחים. אצל בעלי חיים מכיוון שבתנאים ובנסיבות אחרים מזון, הם מתבבשים בעיקר על חוש הראייה. חושים אחרים כמו חוש השמיעה וחוש הריח, תורמים אמנים בזרה משמעותית לצרכים אלה, אך בלעדיו מצבבו אורך היממה שלהם שווה לזמן הקפתם את כוכבי הלכת ולפרק ישם פרקי זמן בהם פניו השטח מוארים על ידי الشمس וישנים פרקי זמן בהם פניו השטח חשוכים, משך היממה מותנה בנסיבות הסיבוב הצורית של כוכבי הלכת והירחים.

ופעה מוכרת בעולםandi היה הקשר בין פעילותם או אי פעילותם לבין אור השמש. ישנים בעלי חיים הפעילים בשעות היום ומנגד ישנים בעלי חיים הפעילים בשעות הלילה. תופעות דומות של תגבורות לאור ולהשך קיימות גם בעולם הארץ. אם נהרגם

תופעה זו לMONOGRAMS, הרו שביב כדור הארץ סביב צירו הוא שמכטיב את התנהנות חיי והצומח באשר לחלק ממוקדי הפעילויות הרצiosa.

אם שעות מודע פעלויות אלה הם תוצאה לתחליכים אבולוציוניים או שמא תוצאה להסתמות סביבתיות? קשה לדעת. שאלת שמקורה מה בא קודם, חביצה או התרנגולת. כאשר בחונים את שאלת קיומם של חיים מחוץ לכדור הארץ, יש

להתיחס גם לתופעה זו. זאת מהסיבה שכוכבי לכת בכל מקום ביקום סובבים סביב צירם וסובבים סביבם אצל בעלי חיים וצמחים. אצל בעלי חיים מכיוון שבתנאים ובנסיבות של כוכבי לכת, נשא זה עדין תקף. אמנים ירחים אלה מראים רק צד אחד מפניהם לכוכבי הלכת, אך זה מציב בו אורך היממה שלהם שווה לזמן הקפתם את כוכבי הלכת ולפרק ישם פרקי זמן בהם פניו השטח מוארים על ידי השמש וישנים פרקי זמן בהם פניו השטח חשוכים, משך היממה מותנה בנסיבות הסיבוב הצורית של כוכבי הלכת והירחים.

על כדור הארץ מוכרים שלוש שעוניים ביולוגיים אסטרונומיים המוגדרים

חיים מתיבש. בכך ליהמן מכך הם מסתירים בשעות היום ורק בשעות הלילה, כאשר האויר מתקרר ונעשה לח יותר הם מלקטים את מזונם.<sup>3</sup>



סוג מיוחד של פעילות לילית הקשור לירח. כאשר הירח הוא במופע מלא פעולות של דנים מלאכים וצלופחים גדולות יותר עם הצטמצמות המופיע של הירח מצטמצמת גם פעולתם.<sup>4</sup> דפוס התנהנות אחר הקשור למלאות של הירח נוגע לרביותם של בעלי חיים: מוצאים אותו בכו המשווה. בתחום גיאוגרפי זה אורך היום שווה לאורך הלילה כמעט בכל השנה. מופיע הירח גם בעלי החסיבות הכלכלית לקביעת מועד ההתרבות. השחפות השגורות מאי אסונסיון הטרופיים שבוט מדי שנה בשנה בחודש העשרי בלוח השנה הירחי, לאיים אלה כדי להקים את קינוח.<sup>5</sup>

### מחוזר הזמן הבינוני

בכל מקרה, הלידה מתרחשת באביב כשהצמיחה היא בשיאה וחיקום מצויים בכמות גדולה מאוד. ככל שהעל החיים גדל יותר, מועד ההזדווגות מתרחשת מתקדם קרוב יותר לתחילת החורף<sup>6</sup> - כשהיהם הולכים וטוקדרים ואילו אצל בעלי חיים קטנים, מועד ההזדווגות מתרחש במועד מאוחר יותר בחורף, עם התארוכות שעתם חיים. אצל צמחים מסוים שעתם היום משפיע על עשיית פקעות ועל הרשת עלילם. בעונת השנה השונות צמחים רבים הפורחים באביב, רגשיםليلות הולכים ומתקדרים (אליה צמחיים אורך). וטוקדרים (אליה צמחיים אורך). צמחים אחרים הפורחים בסתיו, הם "במקרים רבים צמחים הפורחים בעקבות אותן התפתחות של לילות הולכים ומתקדרים (אליה צמחיים אורך).

### נזרות ביו-אסטרונומיות

אבחן זה של השעון האסטרונומי נזון בידינו כל שבעזרתו אפשר לנסת לבנות צפי באשר לשעונים ביולוגיים על פני כוכבים שונים. מתוך היכרותנו את מערכת השימוש בה אנו חיים, אנו

הדרומי. לשינויים אלה במספר שעות של יונקים. בכרוב קבוע בעל חיים זו בלוטת האסטרובל שכוכוב שחררת סרטוני וביליה הסרטוני מומר

למלאותו המשתלב בתוך זרם הדם. בכך מושגים מספר דברים:

1. פיקוח על השעון הביולוגי - המלטוני שומר על מחורי שינה ועירות.

2. עם התארוכות הלילה מוגבר קצב יצור ההורמוני המשנים את התאבון וקצב חילוף החומריס.<sup>6</sup> ישנו בעלי חיים המאיטים את פעילותם עם התארוכות הלילה, אצל דוביים, סטאים וגיריות עם הגעת החורף קרב פעימות הלב וה נשימה מואטם.

3. השינויים באורך היום (אורך היום) משפיע על יצור ההורמוני המין קובעים את מועד ההזדווגות - וולדות חיינים בכמות גדולה של מזון כדי להבטיח את התפתחותם ואת הישרדותם. הן ברמת הפרט והן ברמת המין גיגאנטיפי זה אורך היום שווה לאורך הלילה כמעט בכל השנה. מופיע הירח גם בעלי החסיבות הכלכלית לקביעת מועד ההתרבות. השחפות השגורות מאי אסונסיון הטרופיים שבוט מדי שנה בשנה בחודש העשרי בלוח השנה הירחי, לאיים אלה כדי להקים את קינוח.<sup>5</sup>



קיימות שתי אפשרויות: או של כוכבים אלה לא יהיו זוחלים בכלל או שהם יהיו בעלי דם חם. דו-חיים לטעות זוחלים אינם פעילים ביום בשל הפטנציאל להתיישבות מהירה של ערים, מה שיביא למותם. מסיבה זו בכוכבים בעלי יממה שווה או קצרה לפחות של כדור הארץ התנהנותם תחיה דומה לדו-חיים ארכיים בכוכבים בעלי יממה ארוכה. ספק אם הם יכולים לשרוד זמן רב ללא פעילות האפשרויות הן אם כן שתיים, או של בכוכבים אלה לא יהיה דם חם בכל אחד או דיה כדי שיוכלו לפעול גם בשעות היום.

באשר לציפורים, הרי שביממה ארוכה מאוד שמדוות לרשון יותר שעוט יום למשךן, אך האם תנצלנה את כל שעוט היום הארוך? האם ציפורים יכולות לעוף, למשל עשרה ואולי מאות שעות ללא הפסק? הן תזדקנה לשעות מנוחה, כדי לצבור כוח ולהמשיך במעופן. האם תפסקנה לעוף משעה שתרגשה עייפות או שתפתחנה שעון פנימי שיורהתן מות לנוח בשעות היום? כפי שראיתו השעון הביוולוגי יכול להיות מותנה בקיומו של ירת. אם לכובך לכת למשל אין סום ירחים, לא יתפתח אצל בעלי החיים שום שעון ירחי. יכול להיות שלאוותו כובך לכת מספר ירחים ואו יכולים להתקיים זה לצד זה בעלי חיים המתנהגים על פי שעונים ירחים שונים. כאשר שעונים אלה מותנים במידה מלאות של הירחים ואו נבעו האור המוחזר מהם.

באשר לצמחים, השאלה המתעוררת היא אופן התנהנותם בכוכבים אשר לחם יממות ארוכות ומספר השעות שם ללא פוטוסינטזה הוא ארוך והם עלולים להתנוון. האם שעוט הפטוסינטזה הרבות מהם זוכים להם ביום מטפיקים להם, כדי לעבור את הלילה הארוך או שהם פיתחו מקורות אנרגיה טספים המופעלים בשעות החשכה? שאלה אחרת היא עד כמה לילה ארוך ישפיע על אפיוני הצמיחה, ובאם אפיונים אלה אכן קיימים, האם פועלם בשעות מסוימות של הלילה?

יודעים שישנם כוכבי לכת וירחים שהיממה שלהם ארוכה מאוד, או ארוכה יותר מיממת כדור הארץ, או קצרה מאוד - קצרה יותר מיממת כדור הארץ. כוכב הלכת היחיד שאורך תיממה שלו כמעט זהה לזה של כדור הארץ הוא חמאלט. אורך היממה של קליסטו הוא 16 ימים ארוכים, ושל טרייטון הוא 5.8 ימים. لكن ככל שהיממה ארוכה יותר הרי לבני החיות יש יותר שעוט פעילות ולצמחיים יש יותר שעוט פוטוסינטזה. אם נקבל כהנחה שגם על בכוכבים אחרים יש מגוון רחב של בעלי חיים צמחוניים, הרי שלרשותם של בעלי החיים הטורפים יעדמו יותר שעוט פעילות לאורך היום, בהם יוכל לחפש את טרפם ובימה קצרה יעדמו לרשותם פחות שעוט. יכול להיות שלכך תהיה השפעה גם על מהירות הריצה שלהם. אם היממה ארוכה יותר יוכל להאט את קצב ריצתם, שהרי עומדת לרשותם זמן רב. אם היממה קצרה יותר יצטרכו להיות

מהירים יותר. זה תלוי מבון במידת הזמן שעוברת מהרגע בו הם חשים שבאים עד לרגע בו הרגע מתעוררשוב. יש להבaya בחשבון שישען השובע" שלחם גם הוא מותאם לאורך היממה. גורם חשוב שיש לתבaya בחשבון הוא יממה ארוכה במיוחד. אם היממה היא כמו על טרייטון למשל, קשה להאמין שבבעל חיים יחויק זמן רב במונחים ארציים כדי לאכול. במקרים שבבעל החיים צריך להבaya בחשבון שהיממה במהלך האבולוציה שלו חידד חושים כמו ראייה כדי שיוכל לצד גם בלילה, כמו ראייה אינפרא אודומת (במאמר מסויג ראיו לצין שדברים רואות גם באולטרה סגול) טובות שמייה גדול יותר וחוש ריח מפותחת. על פי כדור הארץ זוחלים חם כמעט חסר פעילות מכיוון שאין הם מסוגלים לחמס את גופם. יש לשער שזוחלים על פני בכוכבים בעלי יממה שווה או קצרה מזו של יממת הארץ, התנהנותם תהיה דומה. לעומת זאת בכוכבים בעלי יממה ארוכה ספק אם הם יכולים להתקיים לאורך זמן לא תנועה.

התארכות חיים והתקצרות הלילה הם תוצאה לנטיית ציר כדור הארץ. עקרון זה נכון לכל כוכב לכת וכל ירח באשר הם. הדוגמה הבולטת המוכרת היא מדאים. רוב כוכבי ההלכת נטויים גם כך. מה שמאפיין את המדאים הוא שזוויות הנטייה שלהם זהה לזואות של כדור הארץ ולכן התארכותם היהם והתקצרות הלילה הם אקוויולנטים לפחות המתחרשים על כדור הארץ.

ההבדל היחידי בין שני כוכבי ההלכת לעניין זה הוא אורך המוחזר הבינו. מכיוון שהמדאים מרוחק יותר מהשמש, השנה שלהם היא ארוכה יותר. מכיוון שהוא הרבה השנה שלהם הוא 687 ימים לעומת 365 ימים של יצור הארץ, שנות השנה שלהם יותר פי 2. באם קיים כוכב לכת במקומות אחרים ביחס לכדור הארץ נודל של המדאים, אך עם אטמוספירה דומה לפחות של כדור הארץ ובמידה ויש עליו חיים כפי שאנו מכיריהם, הרי שגם בקורס בעלי החיים אלה יתורשו אותם שיעוים מטבוליים. עם חילופי העונות, המלטוניינו ישמר גם פה על מוחורי השינה והעירות. השאלה המתבקשת כאן היא באם אותן הנקודות בחורף תהיה גם כן למשך זמן כה ארוך. מכיוון שהשנה היא ארוכה יותר, יש להניח שלארוך השנה יש השפעה גם על מועד ההזדונות. בשנה כה ארוכה האם משך ההרין יהיה גם הוא קשור לאורך החורף, בהתייחס לנודלים של בעלי החיים או שמא גם כאן לאורך עונת החורף יהיה קשור לכך! כמובן, מכיוון שהזדונות גם אורך, יתכן ומועד ההזדונות גם אצל

## סיכום

בחינתנו של השעון הביוולוני מראה כי הוא בעל חשיבות רבה ביוורור באשר לקוותם של חיים על כדור הארץ, וכפועל יוצאת נס על כוכבים אחרים. השעונו טורנשטיין בהתנגדותם של בעלי חיים, בדרך בה מופעלים חוויהם בעקבות שיטות במספר שעות היום ובמספר שעות הלילה, מטבולייזם ובקורה הורומילית שלהם. באותו מידה השעון הביוולוני משאיר את חותמו גם על הצומח. אפשר להריציש בו במונחים הפטויסנטיסטים בדריכי הצמיחה ובמודיעי הנשירה של העלים. טורכבות זו של הקשר בין השעונים הביוולוניים למשרכים אסטרונומיים של כוכבים לבין אורחות החיים יכולה לסייע בבדיקה בזרחה אפקטיבית בעורת סיטוטזיות מחשב.



## הערות

1. ג'ון דאונר - שלם החושדים התפישה החושית בעולם החיה, הרצאות מודן, 1991, עמ' 124.
2. זקס צבי - משמעות הצורה בצטחים, אוניברסיטה משודרת, משרד הביטחון, 1989, עמ' 33.
3. ג'ון דאונר - שם, עמ' 202.
4. שם, עמ' 136.
5. שם, עמ' 137.
6. שם, עמ' 132.
7. שם, עמ' 133.
8. זקס צבי - שם, עמ' 35.
9. ג'ון דאונר - שם, עמ' 128.
10. שם, עמ' 129.
11. שם, שם.
12. שם, עמ' 140.
13. .. זקס צבי - שם, עמ' 37.
14. מזר תיים - "מחוזרי יום ולילה במערכות השמש". בלבוגבי אונ 194-198, עמ' 5-6.
15. שם, שם.

חולמים ומתחדרים ולתקופה בה תימאים הולכים ומתקררים, תלוי כטובן באיזה חצי כדור מדובר הצטמי או הדרום. כוכבי לכת וירחים שאין להם זווית נטיה לא תחיה בהם אבחנה זו של צמיחה. זאת מהסיבה שמספר שעות היום שווה לט�� שעוטה הלילה. מכיוון שהאקלים הוא אותו אקלים לאורך כל השנה, הם יצטרכו לפחות שניםיים ביוולוניים יהודים שישווגו את מועד נירחת העלים באשר ל什么地方 הומן הארץ. בשל נדירותה של התופעה על כדור הארץ רק אקלים קבוע על כדור הארץ מתקיים רק באורור קו המשווה, קשה לדעת אם היא יכולה להיות שכיחה או נדירה גם כן על כוכבי לכת אחרים וורידים ונשי עליים. מכל מקום מה שכן אפשר לומר שאם שנת הכוכב<sup>15</sup> היא שוטה ערך למשל ל-5 שנים ארכיות, הרי שמדובר בנסיבות ארוכים במיוחד.

בעל חיים גדולים יהיה קרוב יותר, עם התארכות שעתם חיים. מדברים אלה מתקבשת המסקנה שקיים או אי קיומו של עונת שנה תלי בזווית הגדולה של כוכב הלכת או הירח. אם ציר הסיבוב של הכוכב ואו הירח ניצב או כמעט ניצב למשור התנועה, הרי שהוא מעשה שום עונת שנה. במקרה זה מס' שנות היום כמספר שנות הלילה לא משתנה לכל אורך השנה ולא תהיה שום השתנה בקצב הפעילות.

באשר למועד ההזדונות, בעלי החיים יפתחו שעיניהם ביולוגיים אחרים. אם ציר הסיבוב של הכוכב כן נטי, אווי מתקבשת המסקנה שכלל שחציר נטוי בזווית הקץ מספר שנות היום יילך ויגדל ועם כניסה החורף מס' שנות היום יילך ויקטן.

אם ניקח שני כוכבי לכת דומים בגודלם, אך עם זווית נטיה שונות, אחד עם זווית הארץ והמנגדים) ואחד עם זווית נטיה של 50, הרי שזה בעל זווית הנטיה הגדולה, מספר שנות הארץ שלו יהיה גדול יותר מאשר זה בעל זווית הנטיה הקטנה יותר. לכך תהיינה השעות מרחיקות לכת יותר על השעון הביוולוני ועל כל המשטמע טכני. מקרה מיוחד הוא של כוכבי לכת שווית הנטיה של שלחים היה 90 כמו במרקם של ארגנטינה ופלטו במקרה לשנה של.<sup>14</sup> אורי הקטבים יהיו מוארים וחושכים במחוזיות שנתיות ואוצר קו המשווה יהיה מואר כל השנה, אם כי יהיה זה אור חלש מאד, מה שהוא דומה לאור דמדומים.

לגביו קו המשווה, לשעוני הביוולוניים האסטרונומיים לא תהיה שום ממשמעות, אך לגביו שאר האזורים בפרט הקטבים תהיה לכך ממשמעות רבה. מכיוון שהירמונת מותלבת עם השנה, השעונים הביוולוניים יקבלו מופעים שונים ממה שמוכר לנו, על

לחותות העולם ה-1  
ותופורות היסטוריות  
חברתיות ופילוסופיות  
שباءו בעקבותיה, הביאו את  
התרבות האנושית לחפש אחר  
שינויי. הסדר והאחדות שנתקשו  
במצב אידיאלי/אוטופי התבררו  
למעשה כקייפאון תרבותי.  
חדשנות, יצירתיות, והעדת נטפסו  
עתה לא כמחוללי אנרכיה מסוכנת.  
אלא כאופציה טובה יותר לקדמתה.  
לשינוי מנגנה זו הייתה השפעה  
גדולה גם על המדע.

בצופה שמודד אותו. אינשטיין לא  
שייר, אפוא, את המדע, אלא תיקן  
אותו. הוא התייחס בעיקר לממדיו  
המרחבי והזמן וקבע כי הם ממדים  
מושתנים. הזמן, למשל, איטו רציף  
(כפי שהנראה לנותו) ותונשטו עשויה  
להשתנות. בדומה ודומה עשוי  
המורחב למתעכם ולהשתנות, הכל  
בהתאם לשدة הכבידה ולמהירות  
שבה נמצא הצוף. לדוגמא, אם  
נסתכל על מושתח חילק בצדדים  
הארץ, נוכל לומר בוודאות גמור,  
על פי מדידות מודוקדות, כי  
המשתוח הוא ישר למוחדרין, אולם  
אותו מושתח על פני כוכב אחר, שבבו-



שدة הכבידה הוא יוק יותר,  
''יתעכם'' כיוון שככל המורחב  
סבירו יהיה עקום.

הבעיה היא, שלצופה הנמצאת בתוך  
שدة כבידה עקום, המשטח ייראה

קרען היציבות הזה עם פרסומה של  
תורת היחסות הכללית. הוא  
הראה, כי המדידות של הופעות  
הטבע אינן מביאות לתוצאות שוות  
ומוחלטות, אלא שهن תלויות

מודיעים דוגלים כדוגמת דרוין,  
פריד, אינשטיין וニילס בוהר,  
מוטטו עד היסוד תיאוריות, שהו  
מעוננות ומושרשות בתבישת  
המודיעות טרם וממן.

למבנה מסודר ובעל "משמעות" הוא אפסי.

#### • מס' המציגים במאגר של

**המיקרוסקופיים**  
סדר הוא נמוך - מבנה מאורגן מגוון האפשרויות לסייע רואותם המרכיבים אותו הוא נמוך מאשר האפשרות לפור את האטומים בכל המערכת כולה (עיקרונו בלבד).

• האנרגיה מופזרת, ירידת גינצולות - מעבר בין ארגניה פוטנציאלית לאנרגניה של תנועה למשל, חלק מהאנרגניה מתבזבז והופכת לשוגים נסכים של ארגניה. תחילה דומה מתרחש במנוע של מכונית המבזבז אנרגיה פוטנציאלית לבניין ליצירת חום מיותר.

• איבוד מידע - מערכת מסודרת ומארגנת אוצרת בתוכה מידע ארגניים שמתפרק בתהליך המותן או לחילוף מולקולות דיו מסודרות הכתובת על ניר, מאבדים את המידע שביהם עם עליית האנטרופיה.

**ונציגים מבנים פרקטליים - ביטויים**  
מתמטיים לכאוס, שנעים באטען מוחשב, יוצרים מבנים פרקטליים. מבנים אלו ייחודיים בכך, שמדובר אינטנסיבי ולמעשה הם יוצרים מרכבות בתוך מרכבות אין סוף.

#### תפוז כאוטי

כדי להבין את משמעות החוק ומציגינו לגבי ארגניזום חי (אך הפעם בזרה מפורטת) ניקח לדוגמא תפוז (מחבר המאמר הוא צמחוני) נניח אותו בחדר שקיום ואטום, כאשר צופים בו מבחו. לתפוז במצבו הראשון יש יהוד ומציגים רבים המבדילים אותו מסביבתו (הסיבה לכך שהtapoz הוא יהודי בתורו tapoz הוא משומש שmorpheme לו יש "אין תפוז"), ככלומר התפוז וכל ארגניזום חי שמוראים על יהודיות מובדלת למרות חילופי האנרגיה הרציפים עם הסביבה החיצונית (הומיאויסטזה). אם

רק המלפפון, היה צריך להיות במצב של תוחה ובורתו, במצב של אחידות/הומוגניות ולמעשא מצב שבו יש סדר היוצר מלפפונים, אנשים, יבשות וכוכבים הוא מצב המוגד לחוקי הטבע. אבל בוואנו קודם כל מה אומר החוק.

#### מאפייני תורת הכאוס

לחוק ולתורת הכאוס שפותחה בעקבותיו מספר מאפיינים חשובים:

- גידול באנטרופיה - מידת האחידות במערכת תנдал בהדרגה (עלית האנטרופיה) עד לסף האנטרופיה, ככלומר מצב בו המערכת תהיה הומוגנית לחלווטין.
- גוצר מצב של אי סדרDOI וDAOות במרכיבי המערכת - יצירת האחידות במערכת היא וଡאית אך מיקום היחס וחותמי של מרכיבי המערכת אינם ידוע.

- אקריאיות - במהלך הגידול באנטרופיה מתגנשים חלקי המערכת זה בזה ולמעשה משפיעים זה על זה וחוזר חלילה ... ( מבחינה מתמטית מדובר במסאות לא ליניאריות ובלתי פתריות ).
- מקדם ליאפונוב - שינווילן קטן ווינויה לאורה בתנאי ההתחלה יפתח עם הגידול באנטרופיה להבדלים ממשמעותיים במערכת כולה ( אפקט הפרפר ). מקדם ליאפונוב נותן ביטוי מתמטי לנגדל השינוי ולמידת ההשפעה שלו במערכת לאחר מכן.

- אי היפות בתזמן - חוץ הזמן התרמודינמי קבוע כי לא תיתכן הקטנות האנטרופיה או במילוי אחרות, מבנים מסודרים לא יכולים להיווצר ממצב של תוחה ובוחו.

- סבירות נמוכה לייצרת סדר - יצירת סדר ומבנה מאורגן באוון מיקרי אינה שוללת את חוקי השימור אולם ההסתברות לכך שאטומים ומולקולות יתארגנו מעצם

גם כן ישר למהדרין כיוון שגם הכוונה עצמה "מתקעם" ותנדענו מושפעת בהתחמס. מתברר כי גם הום ה"אבסולוטי" משתנה אף הוא בזרה דומה למרחב העkos, בהשפעת שדה הכבידה ובהתחמס למירות התנועה של הזרה.

במקביל לתורת היחסות, התפתחו שתי תורות נוספות, שזועשו את אשות הפיזיקה ושברו לחולוטין את המשגנת המסודרת הודאית והמאורגנת שבה פועל וגע העולם: תורת הכאוס ותורת הקונוטיס.

שתי תורות אלו, שפותחו על ידי המתודה המדעית המודרנית, יצרו מצב אי ודאות ברמת המקרו הפיזיקאלית קרי: חלקיקי החומר היסודיים, ולעובדת זו יש מבון השפעה רבה מבחן פילוסופית, הנו אנושיולוגית (מה זה הטבע, ווון איפיסטטומולוגית (באיזו דרך עליינו לחזור את תופעות הטבע).

#### תורת הכאוס

תורת הכאוס פותחה בעקבות חוק התרמודינמיקה ובעיקר בזכות החוק השני של רולונטי במיוחד לייצרת הסדר ואי הסדר בקיים.

החוק השני של התרמודינמיקה קבוע כי מידת האנטרופיה (כמות האנרגיה המנוצלת) בכל מערכת סגורה (מערכת שארגניה לא יכולה להיכנס אליה או לצאת ממנה) גדל עם הזמן, ובמילים אחרות - מידת אי הסדר בתוך מבנה סגור גדל עם הזמן ו"עצמוה". לדוגמה

נicht פרוסת מלפפון ונחיה בתוך כליה חזק וסגור היטב. אנו יודעים לפני הניסוי כי המלפפון מוגדר על ידי מיקום החלקיקים היוצרים אותו (אטומים ומולקולות) ואלו מאורגנים בצורה מסודרת וייחודיים המאפיינת מלפפון. אם נמותין מספר שבועות נגלה כי המלפפון "עלם" ולמעשה החלקיקים שנבנו אותו אייבדו את הסדר הקודם שלהם, והתפזרו בזרה אחתנית בתוך הכללי.

משמעות הראשונית אם כן של החוק היא שלמעשה עלמן, ולא

פיזיקאים בנייסיוניותם לתאר את חלקי החומר נתקלים בבעיות אונטולוגיות קשות, לאחר והחוקיות הפיזיקאלית ברמת המיקרו שונה מאותה חוקיות ברמות שמעליה. בחמשך אף יתרברר כי עצם הכנסת הנורם השלייש למבנה משתנה למגרי את כליל המשחק ויצירת חוקיות חדשה ולן התנוגנות המורכבות הומכת לבתי חזיה. המודלים המתמטיים שניסו לתאר מורכבות של 3 מושגים, המשפעים זה על זה, נתקלו במשוואות לא ליניאריות ובבלתי פתרונות. תחילה לא ליניארי קובע, כי כל אחד מהגורמים משפיע על רעה וזה משפיע על השלישי וחזור חיללה, וכך ניתן לצפות מראש כי יתנגדו מרכיבי המערכת, מה יהיה מיקומם ומה ה吐וצאה היהודית שלא נצפה בסופו של התהליך.

המפטיע הוא שכך בדיק מתנות ממערכות שונות בטבע: מערכות כימיות, פיסיקליות, אקוולוגיות, ביולוגיות, חברתיות וככללות. למשל ניסויו לורץ נתן השראה לכלכלנים לבדוק את תנודות המնויות בבורסה והתברר כי תנודות חמקרהו מושפעות, ולעתים אף בצורה קיונית מתנדות מיקרו חסרות עד לכוארה.

ניסיונות לתאר את תופעות המאקרו (שנראות בתחילת דטרמיניסטיות) באמצעות חוקי המיקרו נתקלו בעיות פילוסופיות קשות, שבאות לידי ביתיו נס בתורת הכאוס וגם במכניקת הקוונטניים. מובהר כי ברוח בין אותה ידיעה אלוהית ודדיאת לבני חוקי הטבע לבין הידיעה האנושית המנסה לגלוותם, קיימים עדין פערים. הפערים מתרחבים ככל שגעמיך לחקר בהם, אבל העובדה היא שבפעריהם אלה קורים וברים מרתקים.

כאן נשאלת השאלה - האם מערכות ביולוגיות הן כאוטויטות? האם הן נעות לכיוון של אי סדר,

בשנות ה-60 ערך מטאורולוג בשם אדוארד לורן מחקר שנועד לבדוק את התנוגות מג האוויר. הוא הריץ 3 מושגים בלבד בתוך המחשב. את תוצאות המודדים הראשו והוא הכנס כמשתנה למדידת השניה וכן הלאה. לאחר מספר מדידות הוא הוציא פلت מחשב שבו תוצאות המודדים היו מעוגנות בהשווה לתוצאות האגורות בזיכרונו המוחש. לעומת זאת זיהה זו הייתה השפעה רבה על התוצאות הסופיות. התברר כי על פי הנתונים הללו מעוגלים בתוך המחשב התקבלה תוצאה שונה לגמורי מנתוני הפלט המעוגן. אפקט הפרפר שנוסח בעקבות הניסוי של לורץ מבahir כי גם משק כנפיו של פרפר באזמנוס (איירוז זנוח לכל הדעת) עשוי להשפיע ולהוביל לתוצאות בלתי צפויות במוג האוויר - סערת ברקים או לחלופין מג אוויר נאה. לורץ גילה, כי גם שינוי לכואורה קטן ובבלתי שימושית בתנאי ההתחלה גדול בהדרגה עד לצירוף תנאים סופיים שונים וקיצוניים.

הראשון שגילה, כי מערכות הופכות למורכבות שימושיות בהם מעלה לשני מעתנים היה הנרי פונקארה (1854-1912) מתמטיקאי צרפתי, שזכה על גיליו בפרס. החשש מפני התנוגות כדור הארץ בשימוש כתוצאה מהשפעות חיוניות במסלולו, הביאו את האקדמיה השבדית להחריז על פרס לראשון שוויכי כי הסכנה הזו אינה קיימת. פוןקארה זכה בפרס לא מושום שהצליח להרגיע את האקדמיה השבדית המודאגת, אלא מושום שהראה כי מכלול ההשפעות על כדור הארץ הוא רב ועק בך הבעיה אינה פתרה כלל. תוצאותיו של פוןקארה לא הרשו חלק מן החוקרים, הם טעו כי ברמת דיק נבואה, חוותאות אכן אפשרית ולכן יש צורך לנבור חישוב בחלקיקי החומר, להבין את החוקים המועלם עליהם, ולהגיע להזיהוי מדויק של העתיד. אך התברר כי

נתון מספק ומגנלה, שמתחלילים לחתרחש בתפו תהליכיים בלתי הפיכים קרי התפו מתחליל להתפרק. בהמללה הוא מתכסה בעובש, משנה את צבעו ומצטט עדשב שלב מסוים "התפו" יעלם. התנוגות של התפו בתהליך הפירוק הוא בהתאם לחוק השני של התרמודינמיקה, התפו התמזג עם סביבתו ואנדמייחו. המולקולות שהיו מסודרות בסדר מופתוי ויצרו את ייחודיות התפו יצרו בהדרנה איחוד עם שאר המולקולות בתדר והן למשת פופור בצוואר הומוגנית ויצירות שווי משקל בחלל החדר. שווי המשקל לא השתנה מעצמו. מעבר לכך, אם נרצה לדעת את מיקומן, המודיק של המולקולות השונות, שהרכיבו את התפו בכל שלב שהוא בפרק ובמיוחד בשלב הסופי, נגלה שהמערכת נמצאת באירועים מבחינתנו ותנוגות המולקולות בה הן אקרואיות ובבלתי ניתנת לחיזוי. הסיבה לכך שלא טכל לדעת מראש הין ימוקם "התפו" המפורסם היא משום שתנועת המולקולות מרוחב החדר היא אקרואית ומורכבת מאחר וכל תנעה של מולקולה בחדר יוצרת הפעעה נוספת ובבלתי חזיה מראש מה אם כן חסיכוי לאחד את מולקולות התפו לאחר שהתרפזו חזיה לנצח בראשוני, ככלומר לתפו טעם ועיסוי? מסתבר כי הסיכוי לכך נמוך עד כדי כך שנדרש זמן כה רב השלה על גיל היקום.

מה לגבי האינפורמציה שהיתה גלויה בתפו? התפו מכיל אינפורמציה עצומה: טעמו, גודלו, צבעו, מקום הנרעינים (הם תמיד נמצאים במרכז התפו!), סידור אדיות חמוץ, ההרכבת המולקולרי, הצוות הגנטי (תאי הנבט מכילים ידע לייצור אין ספור עיני תפוז ונספחים...), כל המידע הזה, כאמור, נעלם לבלי שוב.



מנין נוצר הסדר הראשוני, כיצד  
творה האינטראקציה הראשונית  
אם-הנטיה בטבע היא לפירוק  
הסבך ולאחדות גובלית?  
על הסדר, המתוודה במאמר הבא

## אסטרואיד 1997 XF<sub>1</sub> – עובדות ולקחים

מאת: אילן מנוליס

יותר מ-30 שנה. הסיכוי להתגשות בפעול קלוש, אך לא ניתן לשலל אפשרות זאת לחוטין.

האסטרואיד, הידוע כ- 1997 XF<sub>1</sub>, התגלה על-ידי ג'ים סקוטי בטלסקופ תומכית "שמער החלל" (Spacewatch) באוניברסיטת אריזונה. בתוכנית זו משתמשים בטכנולוגיה אלקטומית מודרנית על טלסקופ בעל ממוחך של 36 אינץ' במצפה קיטי פיק, אשר נבנה לפני 77 שנים.

לאחר תגפיתה הגלוי ב- 6 לדצמבר 1997, תצפיות נטפות אשר נערכו על-ידי שני אסטרונומים חובבים מזמן במהלך השבועיים הבאים הציב ערך-כך שהתרחק המינימלי בין מסלולי 1997 XF<sub>1</sub> והארץ היה קטן ביותר. בהתאם לשבדה שהנוף היה גדול למדי לעומת אסטרואידים לוחכי-ארץ, בגודל של כ- 1.6 ק"מ, הוא התווסף לרישום ה-"עופים בעלי פוטנציאל סכנה" (PHAs – Potentially Hazardous Objects). אשר נדרש מעקב צמוד אחריהם על-מנת לנלול בהם הם עלולים לחtkorob באותם הרה-אסון לכדור הארץ במהלך מאות שנים הקרובות. נכון ידועים 108 גופים מסוג PHAs.

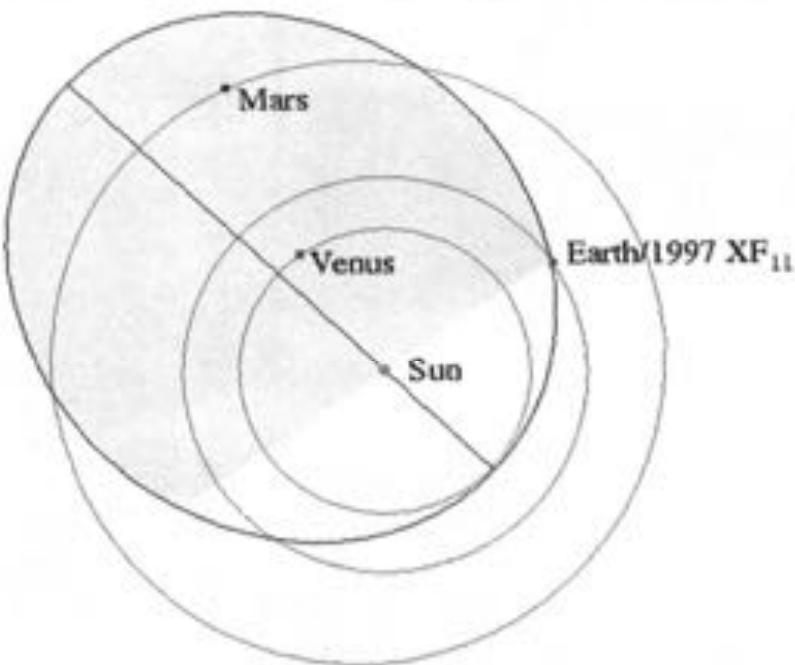
... תצפיות אשר נעשו ב- 3 וב- 4 במרץ על-ידי פיטר שלטס טלסקופ בעל ממוחך 36 אינץ' במצפה מקדונל במערב טקסס

הארוע הקצר שהתרחש בימים 11 עד 13 במרץ 1998 והבמהלכו נודע כי האסטרואיד, אשר כינוו 1997 XF<sub>1</sub>, עלול להתגש בכדור הארץ ב- 26 לאוקטובר 2028, הותיר אחריו אטמוספרה עם תהווית רבתות. שבדה הותנה והוים על פני פליטה מההוואה מסורה נעה במטווה קוסמי הפכה מוחשית יותר מאי-פעם, ולربים מאוד. חשאלותicut כבר אין "אם", כי אם "מתוי" ו- "תאם נודע מוקדם מטפיך". האירוע גם מביא למסקנות מספר, אך תחילת לשבדות.

ב- 11 מרץ 1998 הודיעו בריאן מוסדן מן ה- Central Bureau of Astronomical Telegrams של ה- International Astronomical Union, האחראי על הפצת מידע אدقני לקהילת האסטרונומים המקצועיים ברחבי העולם, את החודשה הבאה (חוור מס' 6837):

**אסטרואיד בקוטר 1.6 ק"מ יעבר קרוב יותרמן הירח בשנת 2028**

חישובי מסלול שערכו לאחרונה לאסטרואיד שנגלה בחודש דצמבר החולף מצביעים כמעט בוודאות שהוא יחלוף במרחק הפתוח מטורחן של הירח מכדור הארץ בעוד מעט



פסלול של האסטרואיד 1997XF11, בירילין, הוא מזוי במרקם של כוכב חלום נאש מהטפס, באפלילין, והוא מזוי מושל פסלול של הפסודים. התואר המוגול מסמל את פיאור הפסל הפוצי מתוך למיור הפלילקה (פיאור סיבוב כדור הארץ סביב השמש)

- מרחק קטן ביותר:  $954340 \pm 0.00638$  ק"מ = AU 0.00638

- מהירות בזון בעבר: 13.914 ק"מ לשניה.

פירוש הדבר שהאסטרואיד יחלף במרקם הקטן בערך טהור  
הוירח מן הארץ, ושההתגברות של התגששות עם כדור הארץ  
הינה, על-כן, באומץ מעשי.

שבדה מעניינת לציין היא כי כבר בסוף אוקטובר שנת 2002  
ניתן יהיה לבחון אסטרואיד זה מקרוב, בעת שייחלו במרקם  
של כ- 9.5 מיליון ק"מ מכדור הארץ, ככלומר מרחק הנדול פי  
10 מזה בעת המעבר בשנת 2028. בהירות הנזק שיכל גודלו  
מושך, כוכור, ב- 1.6 ק"מ תחיה אז, ויתכן שניתן יהיה  
לראותו עין בלתי מזוינה פאזור בו השמיים השוכנים.

עד כאן העבודות. ד"ר דייוויד מוריסון מ- NASA, שרך ה-  
News NEO, מעלה מספר הערות כליליות לבני סוכנות  
התגששות עם אסטרואיד, לאור הגלי של 1997XF11:

1. כאשר האסטרונומים מבערים תוכניות חיטופש, הם  
טוואים בדרך כלל אסטרואידים, גם אלו המתוחים  
אינם להתגששות עם כדור הארץ, עשוות ואף מאות  
שנים לפני ההתגששות בפועל. אם היה מסתבר  
שהאסטרואיד 1997XF11 אכן מתחה אינס לכדור הארץ  
בשנת 2028, היו ביריעתו שלושה עשרים לטפל בסכנה.

חריכו את קשת התגשיות של 1997XF11 ל-  
88 ימים. כת חכיש חישובי המוביל על  
מרקם החטאה של 48,000 ק"מ בלבד  
מרכזו כדור הארץ; רדיוס כדור הארץ חת-  
כ- 6,400 ק"מ. מועד המפגש יהיה בערך  
בשעה 20:30 (בן ישראל) ביום חמישי,  
אוקטובר 26, 2028. עבר זה אמור הנזק  
להווארות בעין רנילה. באירופה, חיכון  
שיהיה כבר חשוב בשעה זו, אמור הנזק  
להיות מתחה מורה כהארח חילוף  
בשמיים מצפון-מערב לדרום-מזרח במשך  
מספר שעות.

קיימות עדין חוסר וודאות בכך  
לחישובים. מצד אחד, ישנה אפשרות ש-  
1997XF11 יתקרב במרקם טהור מבוקר  
הירח. מצד השני, הנזק יכול להתקרב  
יותר באfon משמעתי מ- 48,000 ק"מ. יש  
הרהור בתוצאות טספות על-מנת לעוזן את  
הפסודים. ייתכן אף כי ניתן מארח תוצאות  
מלפני הגלי הנזק של 1997XF11 על פלטוטון צילום  
ארקינוני. הדמנויות נוחות באfon מיוחד  
لتיעוד הנזק התקיימו ב- 1990, 1983, 1976,  
1971 ו- 1957. אסטרואידים למשדים אלו  
ישם במנצ'ה.

דעתו זו, אשר יודעה במקור לקהל  
האסטרונומים המקצועים, זכתה מיידית לתהודה עצומה  
בכל התקשורת החותובה והאלקטונית. כותרות כגון:

■ ■ ■ ייתכן כי אסטרואיד גדול דיו על-מנת לנגור  
היום ותח-הויקן נמצא בדרכו להתנגשות עם כדור  
הארץ בשנת 2028 (סוכנות AP)

■ ■ ■ אפקטיפת תחנן כבר בעוד 30 שנים (The  
London Times)

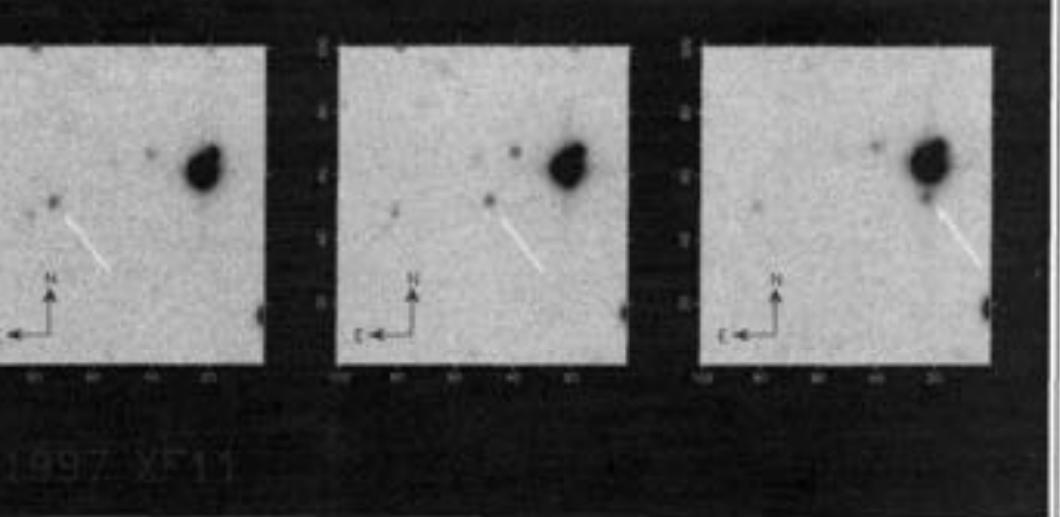
עיטרו את עמודי השער של עיתונים רבים, וכך גם הארץ  
(ידיעות אחרונות, 13 מרץ 1998). ידעת זו נכללה בראש  
מהדורות החודשות בטלוויזיה בארצות ורבות ברחבי העולם  
באוטו ערבית.

במקביל החל מספר אסטרונומים לחפש את הנזק בצילומים  
 precedentios ויתר על-מנת לנשות ולאותר תוצאות קודמות של  
XF11, אשר לא זוהה בזמנו. אליאנור הלין ושותפהה מן ה-  
(JPL) (Jet Propulsion Laboratory) פיצאו צילום אשר נלקח  
במצפה חור פאלמר בשנת 1990, במסגרת סקר פז (PCAS) (Planet  
(Crossing Asteroid Survey), ואשר אפשר חישוב מסלול מזוקן  
יוטר של האסטרואיד. בהתבסס על סט הנתונים המורחב,  
חישבו דין יאומנס ופול קודס מה- JPL מחדר את המסלול,  
ומצאו את הנתונים הבאים לבני המעבר של האסטרואיד  
בשנת 2028:

- מועד: אוקטובר 26.26732 | UT 06:24, 2028  
(+/- 63 דקות).

אסטרואידים בכד  
שעקו "זאב"  
לשוא או בכ  
שם מוחווים מקור  
מידע בלתי-אמני.  
בכל אופן, אין ספק  
שמרקלה דומה  
בעתיד, אשר  
יתරחש ללא ספק,  
יחייב בדיקת  
זהירות ומודקמת  
יותר של הנתונים  
המצטבריםם לפני  
פרסומו.

לסיום, ראוי  
לח比亚 כאן את  
הערתו של ג'ורי  
ווטריל, ננית, הוא  
טוב, מרחוק  
החותאה המקורית  
של 11997XF<sub>1</sub> היה נשאר כפי שיפורט במקור או פחות, וכן  
יהיה סיכוי קטן אך ממשותי להתגשות, עם טווח נוספת  
של 30 שנה. זה היה יכול להיות דבר נפלא, הנורם להשראה  
לאומות כדור הארץ לפחות יהודי להצלת הפלניטה ואולי אף  
לפתח את התשתיות הטכניות לטיסות חלל מסחריות  
חסכניות. אך הנגנת הפלניטה שלט היה יכול להוות באומן  
אולטימטיבי נקודת פפנה בהיסטוריה האנושית - וכעת  
הזדמנות שהוחמחזה...



שלוש תוצאות בדרכן של האסטרואיד 11997XF<sub>1</sub>, כפי שנלקחו על ידי נייטס סקוטי, באמצעות טלסקופ בקדוטר 36 אינץ' במאז'ה/טמפר החלל, אדריאון. התוצאות מלכחו בחזרה באסטרואיד 11997XF<sub>1</sub>.

2. בקדוטר של כ- 1.6 ק"מ, קרוב האסטרואיד 11997XF<sub>1</sub>  
לספר הנגד הhabiיל לאסון נלובי. התגשות של נוף  
בוגדד כוח עם כדור הארץ תשחרר אנרגיה בעצמה של  
מיilioן מגהטון וקרוב לוודאי תוביל למאות של מאות  
מיilioנים של אנשיים.

3. מרבית האסטרואידים העשויים להתגש בכדור הארץ  
ולגרום לאסון גלובלי טרם אונטו. עבור שעת 2028 (או  
כל שנה אחרת) הטיסויים של אסטרואיד בלתי-ядוע  
לפנעו בכדור הארץ נדלים בהרבה מהטיסויים של  
פיעת אסטרואיד יהודי זה.

4. אם אסטרואיד בלתי-ядוע יפגע בנו, קרוב לוודאי שלא  
תהיה לו כל התראה שהיא מראש. אנו נדע לאשונה  
בדבר קיום חסכה כאשר נראה את החבק הארור ונרגיש  
את הקרע רועדת.

5. בקצב היגלי הנוכחי, יידרש יותר ממאה שנה על-מנת  
לטזו 90% או יותר מן הגופים בוגדים והה אשר  
טסללים חוצה את זה של כדור הארץ.

6. לטוב ולרע, האסטרונומים המבצעים פרויקטי חישוב  
וחישובי מסלולים עובדים תחת עינו הפקוות של  
חיבור. הרעיון שיתאפשר לשוטר בסוד את דבר קומו של  
אסטרואיד מסוים (או שמייחדו ירצה לשומר זאת בסוד)  
חנה משוללת כל יסוד.

(הערה אהרון וו הובאה לאור שמועות בדבר "קונספירציה"  
להעלמת המידע הנכון אשר הופצו בראש האינטרנט לאחר  
הפרסום הראשוני והתיקון שבא מיד לאחר מכן).

אין אחזות דעתם בקשר להשלכת האירוז על העניין תציבורי  
בסכנת ההתגשות. מחד ניסא, מספר רב יותר של אנשים  
מודע כעת לסייע ההתגשות. מאידך ניסא, מספר לא קטן  
של אנשים מאמים את המדענים העוסקים בגילוי

ברכת שמיים צלולים לכולם,

אלן מנוליס

מרכז קבצת ח- NEOs  
האגודה הישראלית לאסטרונומיה

האגודה הישראלית לאסטרונומיה ארגנה קבוצת צפיה  
שמטרתה ניטור מסלוליהם של אסטרואידים ידועים,  
המצוויים באoor כדור הארץ וכן לסתות ולגלוות, באמצעות  
חיזוד קיים נמפהה הכוכבים בגביעים, אסטרואידים  
חדשים.

את פעילות הקבוצה מרכז אלן מנוליס. הקבוצה קשורה  
למרכז ביןלאומי, שאוסף נתונים המתකבים מקבוצות  
דומות הפזורות על פני כדור הארץ.

פעילות הקבוצה, שהופסקה עקב פעילות שיפוץ במקצת  
הכוכבים בגביעים, תתחדש בקרוב, ולהכרה תימסר  
הודעה על כיטוס. המוענים להעצרת לפחות הפעילות הקבוצה  
ולקבל חומר מזמין למתן אל המערכת: האגודה  
ישראלית לאסטרונומיה, ת.ד. 149 נבעתיים, 53101.

# פינת החובב

יגאל פט-אל

## כוכבים כפולים

כוכבים כפולים (חראשון מודפס ב- 1776).

שם הכוכב הכפול מצוין באות א' ולאחריה מספר סידורי.

שם הכוכב מצוין באות ב' ואחריה מספר סידורי. כוכב כפול מופיע על שם הקבוצה בה הוא מצוי.

שם הכוכב מצוין באות ס' ולאחריה מספר סידורי.

בנוסף, קיימים עשרות קטלוגים שונים טספיים המאגדים



**איור 2** זווית מנגב ומורחק חזותי בין שני כוכבים כפולים. כיוון צפון למעלה, אם כי במרוביה הטלסקופיים הצפון נראה כלפימטה. רבבות כוכבים כפולים.

אם הכוכב הכפול מצוין באות יוונית (באייר) או במספר פלסטידי בקבוצה אליה הוא שייך, במרוביה הקטלוגים הוא ישאר עם אותו ציון ובנוסף יצוין מספר אחד מהקטלוגים שהזורך לעיל.

מספר הכוכבים במערכת - בכל מערכת, מצוין הכוכב הראשי (עומק) - הכוכב הבחריר ביותר במערכת) באות A ואחריו יתר הכוכבים בסדר שלה: B, C וכן הלאה.

"ג' - המרחק חזותי (בשניות קשת) בין הכוכבים - כאשר יש יותר מכוכב אחד במערכת, מצוין על יד כל מרחק חזותי בין אלו כוכבים במערכת והוא מותיחס. המרחק חזותי בין הכוכבים קבוע עם הטלסקופ שבידי החומרה מתאים לתצפית במערכת (עלין בפרק הדון בטלסקופים). לסאורה, ניתן לנחות במערכות חזותיות הראייה בין הכוכבים שווה או גדולה למוגבלות החפידה חזותית של הטלסקופ.

כיפות החובב בחוברת זו, נסקור את גדרי השמים הקלים ביותר לסתפויות הפטזיות מתחז למערכת השמש - הכוכבים הכתולים.

בשם זה מונים את אותן מערכות כוכבים, שבןן נראה יותר מכוכב אחד. המרחק חזותי הקטן בין הכוכבים ולעתים גם הבדלי הנזונים בינם, הופכים את הכוכבים הכתולים לرمמי שמים המעניינים יותר גדול והאטאה ובה בכל סוג של טלסקופ.

ישנים שני סוגים של כוכבים כפולים:

### כפולים אופטיים

**כפולים אופטיים** (optical double) הם כוכבים שאין קשור פיזיקלי ביניהם והסתבר שהם נראים לעין ככוכב כפול חיא, הימצאוהם על אותו קו ראייה (אייר 1).



### כפולים פיזיקליים

**כפולים פיזיקליים** (physical double) הם כוכבים הקשורים זה לזו בכוח הכבידה ביניהם. מערכות כפולות, ברוך נספה שיטוי המיקום היחסי בין הכוכבים במערכת, זה כלפי זה, מכותות: **מערכות חזותיות** (binary systems). אם כי, לעיתים להיות מערכות בינו יש יותר שני כוכבים.

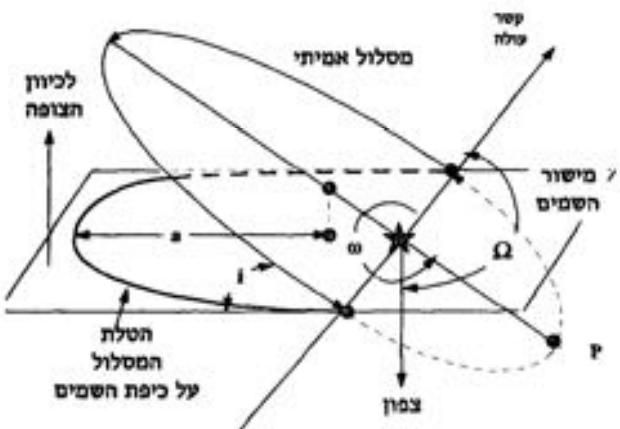
**אייר 1 - כפול אופטי**

כדי לתקן את התציפות בכוכבים כפולים, יש להיעזר בעותנויות תבאים:

**שם הכוכב** - ישנו קטלוגים וביניהם של כוכבים כפולים. הנפוצים ביותר הם:  
**ויליאם הרשל** שם הכוכב הכפול מצוין באותיות II עד VI ולאחריהם מספר סידורי. אלה הם קטלוגים הריאוניים שנוצרו בהם

<sup>1</sup> החסבר לקוח מונע חסר. יאטטורונטיה - מורה לחקר החמים, הופאת קוסטוס, 1998, בהסכמה הפרבר.

הכוכבים. במערכות כבון אלג' יודיעים על קיומו של כוכב שניי סיבוב כוכב ראשי כתופאת מתכניות ספקטורליות על המרcura.



**איור 3** **השלט** **המסלול** **האמתית** **של** **מערכת** **זוגיות** **על** **פנוי** **כיפת** **השמי**. החץ מראה את הכוון לנפתן על מישור השמיים ואילך חצופה מפנוי בכיוון פאנק למישור השמיים. מיקומו של הכוכב הראשי איתם משתנה בכלל החטלה על כיפת השמיים. כיוון שהחטא פוצץ בראשית משלכת תציגים הן של המסלול האמתי והן של המסלול חptrת צופת לצופת. מיקומו של הכוכב המשני, B, מוטל על כיפת השמיים.

להלן, מפרטים נתוני המסלול, המזכירים את נתוני המסלול בהם נתקל בפרק חזן בתנועת כוכבי הלחכת.

**C** - **זמן המחוור** **בו** **הכוכב** **המשני** **משלים** **סיבוב** **שלט** **סיבוב** **הכוכב** **הראשי** - כוכבים במערכות זוגיות מצויתים לוחקי קפלר. ככל שזמנן המחוור קצר יותר, המרחק בין בני הווים קטן יותר וכן ה הפרדה ביןיהם קטנה יותר. מכאן, שהחסמיים לצופות במערכות זוגיות, בה זמן המחוור קצר, הוא קטן, ואפשר ריק במקורה שהמערכת קורובה מאוד אליו.

**D** - **המועד** **האחרון** **בו**  **עבר** **הכוכב** **המשני** **בנוקחת** **הפריאסטרון** **של** **מסלול** (הנקודה בה המרחק בין שני הכוכבים יהיה הקטן ביותר) - נטען בדרך כלל ביום يولיאני או בטאריך לעזע.

**E** - **אקסנטוריות** **המסלול** **האמתית** **של** **הכוכב** **המשני** **סיבוב** **הכוכב** **הראשי**.

**F** - **זווית הנטייה**, **בມעלות** **קשת**, **של** **מישור** **הסיבוב** **של** **המערכת** **יחסית** **למישור** **השמי** - אם זווית הנטייה היא  $90^\circ$  מעלות קשת, אז מישור הסיבוב של הכוכב המשני, סיבוב הכוכב הראשי, יתלכד עם מישור הראייה. אם זווית הנטייה היא בדיקוק  $0^\circ$  מעלות או  $180^\circ$ , אז מצוים מעלה או מתחת למשור הסיבוב ואנו רואים, למעשה, את המסלול האמתי. אם זווית הנטייה קטנה מ-  $90^\circ$ , התנועה של הכוכב המשני, יחסית לכוכב הראשי, תהיה קדומנית - נגד כיוון השעון. אם זווית הנטייה גדולה מ-  $90^\circ$  אז התנועה של הכוכב המשני, יחסית לכוכב הראשי, תהיה אחרית - עם כיוון השעון.

במס, בغالל מוגבלות אטמוספריות קשה ביותר לצפות בכוכבים שזוויות הראייה ביןיהם שווה לכשור החדרה של הטלסקופ. יתרה מזו, ככל שהבדל הבתרירות בין הכוכבים גדול, יהיה קשה לבחין בין שני בני הזוג, מהשיטה שזוית הכוכב הבוחר מאפיין על המרחק החיוור יותר. לפיכך, כאשר הפרש הבתרירות גדול, גדלה מוגבלת המרחק הזוגי בין בני הזוג שיתאפשר לבחינו טלסקופ וטלסקופו.

**... ו... ו... וכן הלאה** - **הבתירות** **של** **כל** **כוכב** **וכוכב** **במערכת**, החל מחוכב הראשי וכן הלאה. **בhireot** - עצמות האור של הכוכב. ככל שעצמות האור של הכוכב גודלה פי 2.5 מכוכב בעל דרגת בתירות נמוכה יותר. כך, לדוגמה, עצמות האור של כוכב בתירות 0 גובהה פי 2.5 מעצמות האור של כוכב בתירות 1, וגובהה פי  $(2.5)^2$  מעצמות האור של כוכב בתירות 2 וכן הלאה.

הכוכב הבוחר ביותר בשמיים (סירויוס בקבוצת כלב גדול) היא 1.68. סולס הבתירות של הכוכבים הוזא לוגריתמי וכל דרגת בתירות מצינית שעצמת האור של הכוכב גודלה פי 2.5 מכוכב בעל דרגת בתירות נמוכה יותר. כך, לדוגמה, עצמות האור של כוכב בתירות 0 גובהה פי 2.5 מעצמות האור של כוכב בתירות 1, וגובהה פי  $(2.5)^2$  מעצמות האור של כוכב בתירות 2 וכן הלאה.

**ג** - **הבתירות** **הכלולת** **של** **המערכת**. הויאל זווית הראייה בין הכוכבים קטעה ובין או בכוונת הם נראים ככוכב אחד, סך הבתירות של המערכת היא הבתירות הכוללת של הכוכבים. כיוון שהפרש הבתירות של הכוכבים הם מעיריים, כפי שראינו בפרק חזן בתנועת כוכבים), העסוכה לחיבור בתירות של שני כוכבים, שבתיירותם  $m_1 + m_2$  היא:

$$m_t = \frac{\log \left[ \frac{1}{2.512^{m_1}} + \frac{1}{2.512^{m_2}} \right]}{0.4}$$

**הפרש צבעים** - במרקם מסוימים, בעיקר כאשר בתיירות הכוכבים במערכת גבוהה, ניתן תאור מילולי של צבעי הכוכבים במערכת. במרקם נדרitis יותר, מציין הדרגון הספקטרלי של כל אחד מהכוכבים.

**זווית המזוב (angle position)** - **זווית** **בין** **הכוכב** **הראשי** **לכוכב** **המשני**, כאשר היא נמדדת מכיוון צפון לכיוון מזרחה (איור 2).

במקרה שהמערכת היא מערכת זוגית, אזי לשני הכוכבים יש נתוני מסלול זה סיבוב זה. נתוני המסלול מחושבים עבור מרכז מערכת כירטס המצויר במרכזו הכוכב הראשי. באוף זה, מגע חיצרי לחוץ בתנועת שני הכוכבים אלא רק בתנועת הכוכב המשני (secondary) סיבוב הכוכב הראשי. כמו כן, יש לציין כי מישור ההקפתה, שנראה לעיננו, הוא רק הטלה של מישור החקפה האמתי על כיפת השמיים (איור 3).

להלן ניכר מהמערכות הזוגיות נראות ככוכב בודד בסיטלסקופים הנדולים ביותר, בغالל המרחק הקטן בין

של חטלסקופ. כוכבים אלה נראים ככוכב בודד בתגדלות הנוכחות, אך אט אט, עם שיכוך בתגדלות גודלות, מוגלה טבעם האמיוני. לעתים, מוחווים ככוכבים היפלאים, שהמרחק הזרוי ביןיהם קטן, מבעז, אך למלת התאפקות של חטלסקופ זהן לתנאי התאפקות האטמוספריים בלבד חתפיה.

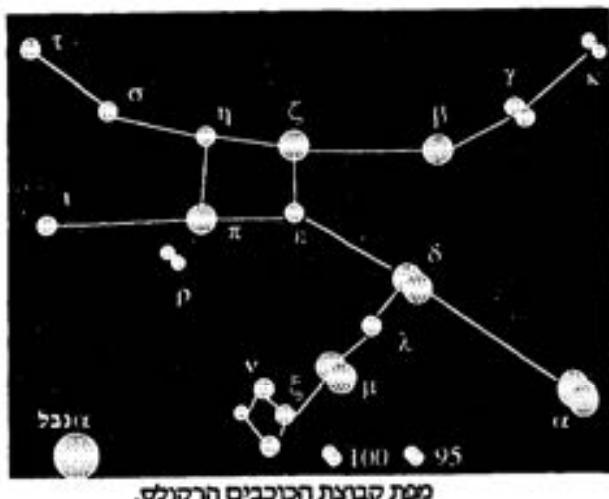
סוג נסיך של כוכבים כפלים מעניינים הם כל אונן מערכות, בהן יש נגדי נוגדים בין הכוכבים. פירוט של כוכבים כפלים חתפניים לטצפת בטלסקופ קטן ניתן למצוא בכל אטלס או ספר כוכבים.

בנוסף, יש להזחצח במרקח הזרוי בין הכוכבים. חמרקח הזרוי הקטן ביותר שבו ניתן לבחין בטלסקופ מסוים, שקורע חדשנית של (המנדר בנטימטרים) הוא D:

כשור חפהה בשוויות קשות: D/12.8/12

כן, לדוגמה, טלסקופ שקורע 10 ס"מ מסוגל להפריד בין שני כוכבים שהמרקח הזרוי ביןיהם הוא 1.28 שניות דקות. טלסקופ שקורע 20 ס"מ, יכול להפריד בין שני כוכבים שהמרקח הזרוי ביןיהם הוא 0.64 וכן חלatta. לעומת המתחשה, נדחל הזרוי של תירח המלא הוא כ- 30 דקות קשות, השוואים ל- 1800 שניות דקות. כמובן, שכלל שຫפרש עצמות הואר של שני הכוכבים גדול יותר, כך גדלה הזרוי שבחטלסקופ יכול להפריד. כשור חפהה ותלי גם בתנאי האטמוספריים השוררים בעת התצפית - ככל שתנתנאים גורעים יותר (לחות, עונת וכדומה), כך נפנס כשור חפהה.

להלן, נתונים לבני מספר כוכבים כפלים בולטים, אותם ניתן למצוא במפה המצוירת חלקו הימי של הכוכבים מוגאים טלסקופים קטנים המכילים ידי חובבים (בקורע 60 מ"מ ו- 80 מ"מ). במקרים בהם יש לשימוש בטלסקופ גדול או מוגדל גבורה, יצוין הדבר בתערות. הצבעים של הכוכבים נראים טוב יותר ככל שהטלסקופ גדול יותר וככל שהזרות הכוכבים גבוהה יותר.



ג) קו תוארך של חפרקסטון - חווית הנמדדת בין חקר חטלסקופ של הכוכב חמשי לבין נקודת חפרקסטון של מסלול.

ד) חזית המנגנון של חקר חטלסקופ - הנמדדת על מישור משימים, מנגדו, נגד כיוון החשון, עד לקשר החטלסקופ של מסלול הכוכב חמשי. חקר חטלסקופ הוא חקודה שבת חוויות חכוכב חמשי, כפי שהיא נמדדת נוכדור הארץ, יחסית למוחיהו של הכוכב חוראי, והופכת לחווית (הכוכב חמשי מונתק מעמו מתוך יונר מכפי שכונת חכוכב הראשי).

ה) מושך זרוי בין בני חוג - כיוון שהמרקח הזרוי משתנה בהתאם לתמדי במערכות זוגיות, עשוי המרכיב הזרוי בין בני חוג לקבל שני ערכי:

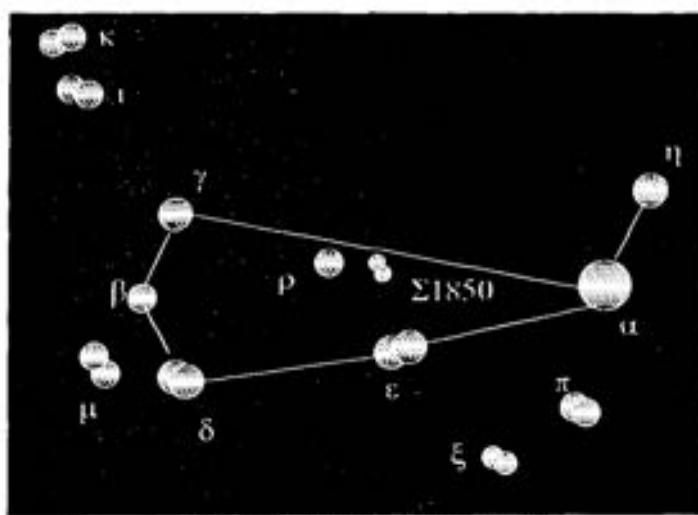
מרקח הזרוי חיפוי בינו לבין קשות. מרכיב זה מבטא את מתכויות הוצר הארוך של האליפסה של חיטול חכוכב חמשי סביב הכוכב הראשי, על מנת חשמים.

כאשר המסלול אליפטי מאוד, יוציא גם המרכיבים הזרויים בין שני הכוכבים בפרקיות ומעו שונות, בהתאם לזמן המנוחה.

במקרים חומיות זוגיות, בין נראים שני הכוכבים מופדים בטלסקופ, קשא לתבakin בתנאות שני הכוכבים זה יחסית לזה, אלא רק בפרקיות ומעו של שנים. למרות זאת, במקרים קרובות, בין זכר מהחזר קוצר יחסית, אך חפהה הזרוי עדיין אפשר להפריד בין בני חוג, מוחהו התמצית בשיטתי חמיוקס של הכוכב חמשי ייחסית לכוכב הראשי אותו מעוניין.

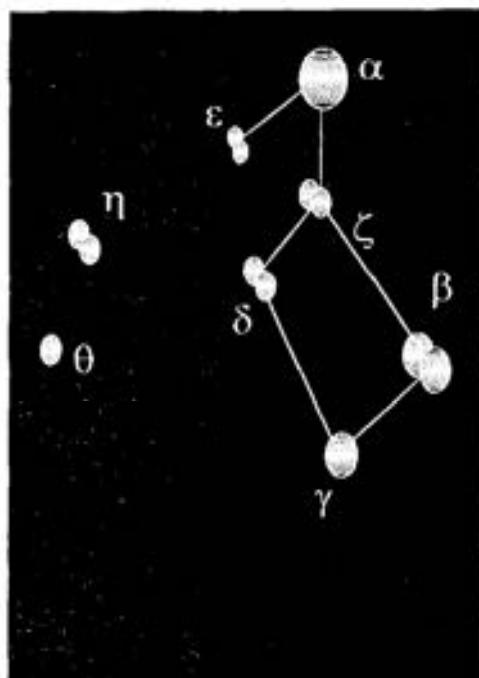
התמצית בכוכבים כפלים מאוד. בכל קבוצת כוכבים יש שורות רבות של כוכבים כפלים, מהם גנולים רבים חתפניים לטצפית גם בטלסקופים קטנים, שמספרם 60 מ"מ. כיוון שכוכבים כפלים הם מקורות אוור נקייזים, הם מגבים חיטוב לאגדלות גודלות. מעוניינים בכךותם כוכבים כפלים שמרקח הזרוי ביןיהם הוא על סף יכולת חפהה

קבוצת הרקולס - Herkules				
שם הכוכב	הזרות (גביל הכוכבים)	מרקח זרוי בשניות קשות	פיזיקות	הערות
α	5	3.5 - 5.4		סטום - יורך. אחד המפלסים היפים בשמים!
β	11	3.2 - 8.0		ירוק - סגול.
γ	41	3.8 - 9.0		לבן - כחול.
δ	4	4.5 - 5.5		שניהם יוקרים. מבחן טלסקופ בקורע 80 מ"מ.
ε	6	5.1 - 5.2		ירוק - אדום. יפהה.
ζ	29	5.3 - 6.5		צהוב - אדום.
η	14	5.9 - 6.0		שחטה. לכל טלסקופו.
κ	100			



מפת קבוצת הכוכבים רועה הדובים.

קבוצת הכוכבים רועה הדובים - Boo				
שם הכוכב	הכוכבים	זרחי	בhairovot	הערות
	בשניות	זרחי	בhairovot	(צבעי הכוכבים)
קשת				
π	6	4.9 - 5.8	4.9 - 5.8	שיעיהם לבנים
δ	105	3.5 - 7.5	3.5 - 7.5	כחול - כחול. מצוין עבר טלסקופים קטנים!
μ	108	4.5 - 6.7	4.5 - 6.7	מערכת ביטארית. זמן מהזור 261 שנים. קשה מאוד, מבן לקוטר 12 ס"מ.
44	3	5.3 - 6.1	5.3 - 6.1	מבנן לקוטר 12 ס"מ. יפהנה.
39	3	6.1 - 6.8	6.1 - 6.8	לבן - כחול. יפהנה!
κ	13	4.6 - 6.6	4.6 - 6.6	כחול - טבול. יפהנה.
ξ	5	4.8 - 6.7	4.8 - 6.7	כתם - ירוק. מבנן טלסקופים קטנים.
ε	3	2.7 - 5.1	2.7 - 5.1	אחד הכתמים חיפס בשמיים!



מפת קבוצת הכוכבים נבל

קבוצת הכוכבים נבל - Lyr				
שם הכוכב	הכוכבים	זרחי	בhairovot	הערות
	בשניות	זרחי	בhairovot	(צבעי הכוכבים)
קשת				
ε	208	4.5 - 4.7	4.5 - 4.7	אובייקט מעלה לכל טלסקופ בכל קווטר. מכונה 'הכפול' כתול כיוון שלל אחד מהכוכבים הוא כוכב כפלי בופיע עצמו: יש צורך בשימוש בהגדלת גודלות בכדי להפריד בין הכוכבים בכל צמד וצמד. מצדד, על מנת לשמר על שני הצדדים באוטו שדה ראייה, יש להשתמש בעיניות בעל טהרה ראייה רבה.
ζ	3	5.0 - 6.0	5.0 - 6.0	יש צוק בופיע עצמו בהגדלת גודלות בכדי להפריד בין הכוכבים בכל צמד וצמד. מצדד, על מנת לשמר על שני הצדדים באוטו שדה ראייה, יש להשתמש בעיניות בעל טהרה ראייה רבה.
ζ2	2	5.1 - 5.4	5.1 - 5.4	טוויז - ירוק. מצוין עבר טלסקופים קטנים.
ζ	44	4.3 - 5.9	4.3 - 5.9	בסביבת הכוכב הזוהר זהה, מצויים שלושה כוכבים בהירות 6.7, 6.7, 6.8 במרקם של 46, 46, 86. שניות קשת, בהתחיימה.
β		3.0	3.0	

# אסטרונומיה בימי קדם.

אנאקסימנדר ממייטוס (546 לפנה"ס – 510 לפנה"ס).  
אנגלאונייק (לפנה"ס)

## מנחים בן עזרא

גבולה, שווה, לדעת אנאקסימנדר, המקור והיעוד של כל החומרים המטראליום. לטענו, המכניתה של היקום מעלה כך, שאובייקטים קלים נסחפו לפרטירה של היקום בתנועת מערכות. דבר זה יצר את הניגודים הקיימים של חם וקור, ישולח, כזה'יא והאותר. (אתר... שמענו טוב... רעיון זה אשר מופיע כאן בפעם הראשונה בהיסטוריה האנושית, עתיד לעשות צורות רבות לפיזיקאים עד תחילת המאה העשרים!!!) אחריו ריעון כזה אי אפשר שלא להסבירים לנבי "תרומות" של אנאקסימנדר להבנת היקום. בתיאוריה הפסיכואנאליטית של פרויד ישנו מושג בשם "קיבען" המתיחס לדפוס שחוור על עצמו לנבי אובייקט מסוים. ניתן לראות כאן את התחלת הקיבען של מדעי הטבע ברגע ח'יאטרו. (גב – אם שכחתי לצ'ין – קיבען מוגן חינה בעיה פסיכולוגית אליכא פרויד). לצערנו לא נותרה לפליה כל צלמית, פסל או תמונה של אנאקסימנדר (למעט האמת גם רוב כתביו אבדו...). את נתקל בבעיה זו במדורים הבאים...).

את המשקנות מרעינותו של אנאקסימנדר אשאיר לכם חוקרים.

... וכשיו למשחו שונה לנמי... ברוב ספרי המדע מתיחסים אל העולם החלני כאלו עולם גברי שבו נשים לא תכירו במדוע או עסקו בו. אנסה להפריך את התיאור הזואת בחצנת נשים כמדעניות (פילוסופיות הטבע) בעת העתיקה.

אחד מון היה אגלאונייק (יוון העתיקה), כאשר לא שרדו כל פרטיהם לנבי תאריך לידתה, מותה ואזרע פעילותה.

אגלאונייק הנה האסטרונומית היוונית הראשונה אשר התמחתה בניביו ליקויים (ליקויי ירח). מידע זה, המקובל משני מקורות, מתייחס אליה כאלא מכספה (כבר לפני ימי הביניים היו מקרים של התיחסות לאישה כמכשפה...) חמסוגלת להעלים את הירח. אולם, הידע של חייו ליקויים היה אפשרי למי שהכיר את התקופות הרוח חמלה ואת מחוזר הליקויים.

האמונות התפלות בתקופה זו אפשרו לאגלאונייק לשולט בעורת ידע זה באנשים דרך הפחדים שלהם. אנו רואים כבר אז את תחילתו של מבנה ידע, המותבס על יצירות דור תלמידים המבוססים את הידע הנכבר ומשתמשים בו. והוא אחד מהמקורים הבודדים בעת העתיקה המדוברת על אישת (נשים) חמתמה בתחום האסטרונומיה.

במuszנו שיחל בחוברת הקודמת התודענו לתאלס ממייטוס. אולם, בגין לאמרה הידועה "התפתח לא طفل רחוק מהשי", אטו נראה כעת ובפעמים הבאות, כי אמרה זו אינה מסקפת את התפתחות המדע. לא תמיד המדע או הפילוסוף המפרסם מצליח להעמיד אחריו דור תלמידים אשר נכנס לעליו. תופעה זו לא יכולה להיות לחתייחסות מסוימת מצד פילוסופים או היסטוריונים של המדע, אך החשיבות שאנו מוצאת לכך קשורה קשור הדוק בתפיסה הליניארית של המדע, תפיסה אשר רווחת בספרי הלימוד השונים. לרוב הסטודנטים אשר לומדים כימיה, פיזיקה או מתמטיקה מצינים תחילה ליניארי של תקדמות המדע, שהיט תחילה דיטמי, ושקיים בו ממשיכות ברורה. אני חולק על טיעון זה וטוען כי המדע איתנו מתקדם בקצבו ליניארי אלא בקצב משתנה הכלול לעתים אף נסיגות, שכוכבתי במיל'ה – נסיגות – חזרה לרעיונות קודמים ופיתוחם, דבר שתורם לאחר מכן לתקדמות מבני הידע ולמדע. טיעון זה הינו ותיק יחסית וחוץ כבר ע"י פילוסופים של המדע, יחסילו ז'יימס ברק (1986).

דionario ישב היום על הצגת הדוגמא "התפתח גוף רחוק מהשי". ובנגיג את אנאקסימנדר, תלמידו של תאלאס ממייטוס.

אנאקסימנדר, בגין לתאלס לא תרם תרומה משמעותית למדע האסטרונומי. חשיבותו טבעת מעשה אחד: הבהיר רעיונות שונים מחומרה, ובכללם את אחד המכשירים שיתגלו. כחשובים ביותר בעתיד בעולם העתיק. מנהשים? (זה לא טלסקופ, זאת לא מנסחה...). וזה שעון חשמש המפרסם!!! תבאתה מכשיר זה לעולם הקדום הלני היotta קפיצת מדורגה כפי עינויו במדוריהם הבאים. (אכן, הדרך להיכתב בספרי ההיסטוריה עverbת לעיתים בנסיבות מוזרות ומרתקות...).

תורתו האסטרונומית של אנאקסימנדר התבسطה על הרעיון שנקלט אצלנו והוא הוכבבים הינם קבועים בספריה שמיימת קריסטללית הנעה מסביב לכדה'א.

אנאקסימנדר חשב כי כדה'א הוא גליל (צילינדר) שקוותו הוא פי שלוש מגובחו וכי הוא מרכז היקום.

תפיסתו הקוסטומולוגית של אנאקסימנדר נשענה כל חיירון הראשון", המואר משחו לא מוגדר ולא

**ה** תצלומים של חלליות גליליין  
משדרת הארץ מאירופה, ירחו של צדק, מצלמים אפרורות בדבר קיומו של אוקיאנוס מים עקי מתחת לקרום הקרקע הנמצא על פני השטה.

אחת הפסקנות החשובות מצולמים

סחיפה זו מסעה לים נס מינרלים שונים כמו זרחן וחנקן. מכיוון שעל ארופת המים הם מתחת למושי הקרקע ומתחות לקרום, אין הם יכולים לקבל אספקה מנהרות. האפשרות היחידה לאספקת מלחים לאוקיאנוטים אלה היא עמוק מתחת החלקים הפנימיים שלו, כמו כן, מהמעperf.

בשל המפרק של הירח מחשוף, כמות האור המגיעה אליו היא מועטה מאוד, וכך דומה מה יום שלפני שקיעתו. יכול להיות שמעט אור מגע לשכבות המים העליונה של אוקיאנוטים המים באוטם מקומות בהם הקרקע נסוד. באם חל תחליך של היסודות ושל התחרבות נשיה קרח לסייעון, אוו אותה שכבת מים זוכה בזרה אקרואיטים למעט אור ולא יותר מזאת.

הקרים בין המעperf. מANGER הנמצא בין שתי שכבות טלא. הדבר הקרוב ביותר לכך על פני כדורי הארץ הוא אקווייפרים של נפט ופט. אם נתיחס לאוקיאנוט של אירופה, מדובר באקווייפר בעל ייקף גלובלי. על כדורי הארץ אוקיאנוטים ובעצם כלל האוקיאנוטים הם מאנרים



## בחינת היתכנות של חיים על אירופה מזר חיים

### דיון

שונות זו, שאותה איתרנו אפשרות לבחון אפיונים בסיסיים וופטנציאליים לחווים על אירופה. הפסקנה הראשונה המתבקשת היא שעל אירופה צורת החיים היא ימית במחותה. כמו על כדורי הארץ, כך גם על אירופה, ישנה קרע שעלה יתקינו חלק מהחיים,

פתוחים. העומק הממוצע של האוקיאנוטים הוא 4-5 ק"מ, כאשר המיקום העמוק ביותר נמצא באוקיאנוט השקט, ועמוקו כ- 11 ק"מ. מהמידע המשorder הארץ עליה שחלק מאוקיאנוט המים של אירופה נמצא מתחת למושי קרח הצפים עליו וחולק מתחת לקרום חסלי. על פני כדורי הארץ החלץ האטמוספירי שלו בשיעור של אטמוספירה אחת כל 10 מטר. בהנחה שכך זה גם על פני אירופה, הרי שהחלץ האטמוספורי כאן בקרקעית האוקיאנוט יהיה 10,000 אטמוספירות. בכך יש בודאי משמעויות באשר לנבול קיום החיים ונדון בכך בחמש.

ריכוז המלחים הממוצע במים האוקיאנוטים הוא 35%. המלחיות היא פונקציה לטצמת זרמי המים המושעים על ידי הרוחות. הסעת מים טटוקים על ידי נהרות לימים והשתת סחיפת של הנחרות ולקצב תאידי.

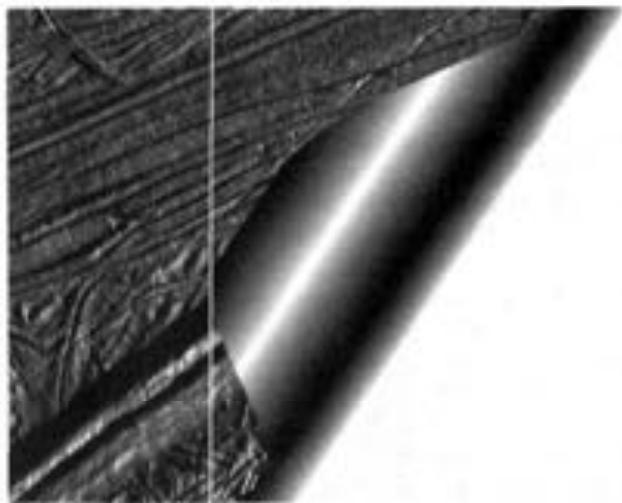
בניסיון ללקת צעד טסף קדימה, אין שום סיבת שלא לבחון נס אפשרות קיומם של חיים פשוטים יותר. כדי לבחון אפשרות זאת יש לראות את התנאים הייחודיים לאירופה תוך השוואת אלה של כדורי הארץ.

כיום אין שום אפשרות מעשית לבחון מקרוב צורות חיים אלה - אך הם נראים, אך בעוריה הפיזיולוגית שלהם ומה הם דPsiי החתנתנות שלהם. עם זאת, די בה החשווה זו כדי לאפשר בניית בסיס למודל עתידי שייהי משומם כדי לתודדי לבחינות של צורות חיים כליליות. אלה משמש שטחנה על פני של אירופה חלליות.

### היחיד האוקיאנוגרפי של אירופה

הצעד הבסיסי שיש לנתקות בו הוא חagnet השונות היגיולוגית של כדורי הארץ מאירופה. על אירופה מאנרג





אטמוספרות, מעמס חשבודה שגמazio על כדור הארץ חיים ימיים בשוק של 11 ק"מ, מעלת אפשרות טוה יתכן גם על אירופה, אבל באשר לדבר על עומקים כאלה ציינו שלא לדבר על עומקים גדולים יותר מושעררים ספקות רבים.

טמה שידוע לגבי החיים הימיים על כדור הארץ, כולל בעלי החיים הימיים מגווןים שונים שמאפשרים עמידה בלחצים משתנים, כאשר הם יודדים לעומקים שונים וכאשר הם שלים לשכבות הימיים העלויות. אצל בעלי החיים שכל חיים הם בתוך המים ישנים באלה שלא נמצאים בטופס שום חללים. חללים אלה מפוזרים על ידי נורו שומני המונע מנייעת באיברים הפנומיים בשל אי יכולת עמידה בלחצים המופעלים על ידי חסיבנה המימיות ועל ידי לחץ של האיברים עצם, המונינים להשווות את לחץ עם החללים הריקים. השומנים משמשים כוסותי לחץ. אצל בעלי חיים אחרים תומרים שוניים הנעים בתוך גזולי הנורו מגברים את הלחץ האטמוספרתי ועל ידי כך יוצרים לחץ פנימי. תומרים אלה, כמו השומנים, משמשים כוסות לחץ.

יש לחבאו בחשבונו שדריכי התאמאה אלה הן רלבנטיות באשר לחיים הימיים שעל אירופה, אם כי קיימת אפשרות נספחת שאין מוכרת.

מבחן ניאולוגית חייב להיות רצוף סלי בין קרומו של כוכב למעטפת. לא

טפלאים אוטם בברק ובזוהר של אורות מעחיה. אור זה כופק מערכת אנוימים המארה נשפה לחטן<sup>4</sup>. אור זה משמש לאיתור מקרות מזון. צורות ראייה אחרות הן ראייה בארכי כל אחרים, כזו בתחום התת-אדום. תחום זה מאפשר לתבחין בין מקרות שונות פלטי חום. אוטם בעלי חיים על אירופה יכולם להשתחט בעיניים בעלי יכולת היisha מסווג זה כדי לנוט את עצם בעלם החשוך.

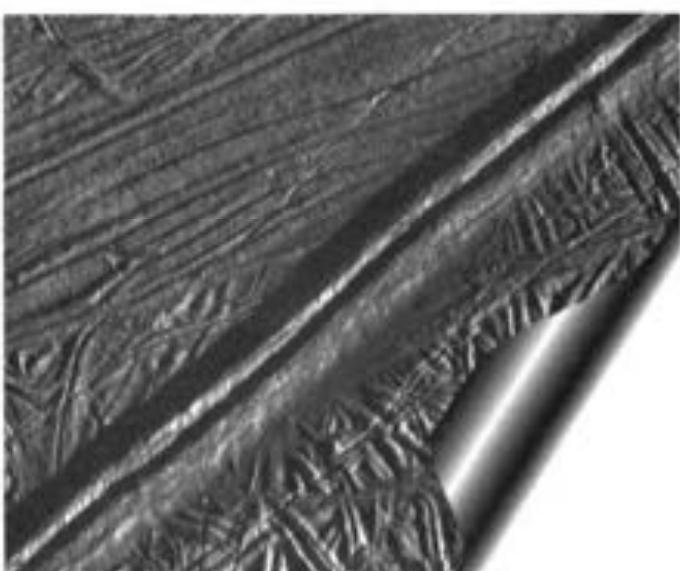
קרוב לוודאי, שהמשמעות של בעלי חיים אלה מותאמת לשימוש צלילים המועברים במים. מכיוון שם החעמeka יגדל גם לחםם, אפשר יהיה למצוא מגוון רחב של התאמאות של מערכות השמיעה לשומקים אלה. יכול להיות שימושה הקול ומערכות השמע משמשת גם כתחליף לעיניהם. דוגמה לכך הוא לוויתן. האוורקה היבונה" לעצמו תפנות מכיים של סביבתו באמצעות השמעת קולות בתדרים גבוהים (ultrasound).

כמו רוב בעלי החיים על כדור הארץ, גם בעלי חיים באקוינוס של אירופה כדוגמתם של בני מנגנון הירודינמי ואותם כדי שיוכלו לנوع בחופשיות במים. גם כאן כמו על כדור הארץ הציפות הנוכחית ביותר של החיים היא בשכבות הגבוחות של חמים מכיוון שהלחץ כאן הוא הנמוך ביותר. קשה להאמין שחיים בשטק של 20-30 ק"מ אפשרים בכלל. מדובר כאן בלחץ של אלף של

אלא שכן הירקע היה בסיס הקרים על כדור הארץ החיים הם על תקרת הקרים בין שמודבר בחיים יבשתיים ובין שמודבר בחיים ימיים). התוצאה המתבקשת היא מורה למדוי. אוטם בעלי חיים המעבירים את חייהם על הירקע, הולכים חוץ. עם הרגלים פעללה והרף מותה כלפי מטה. על מנת שלא ייפל חם חייכים ביצירויות חזקות באכבעות נפחים או בכירות הדבקה כדי להיאחז בירקע. בדומה לדינם ארציים אשר רובם על הירקע עיניהם נמצאות במעלה הראש ולא בצדדים.

הבדל הוא בכך שהדינם הארץיים מסתכלים כלפי מעלה כדי להגדיל את שדה הראייה. ואילו אוטם בעלי חיים שיכולים לחיות על אירופה מסתכלים כלפי מטה. חסיבותו של שדה הראייה הוא הן לצורך איתור מקורות מזון והן לצורך התגוננות מפני בעלי חיים אחרים. סביר להניח שככל בעלי החיים על פני אירופה כמו מגוון הדינם על כדור הארץ יהיו בעלי ראיית עין הדג.

מכיוון שהעולם הימי של אירופה הוא בסיסו של חשן, חייכים בעלי החיים בשלהם זה הפתח חלומות תואמות להסתודדות עם מהسور תמידי באור שמש. דרכי התסתודדות לכך אפשר למצוא אצל בעלי החיים הימיים בעולםנו. בעלי חיים ימיים ארציים כמו "סוכים רבים של דינם, דינונים, תנונים, מדוזות ומסרקניות מודדים שמעטק הום לא יהו לעלם חזוכים לחטין, משום שהם



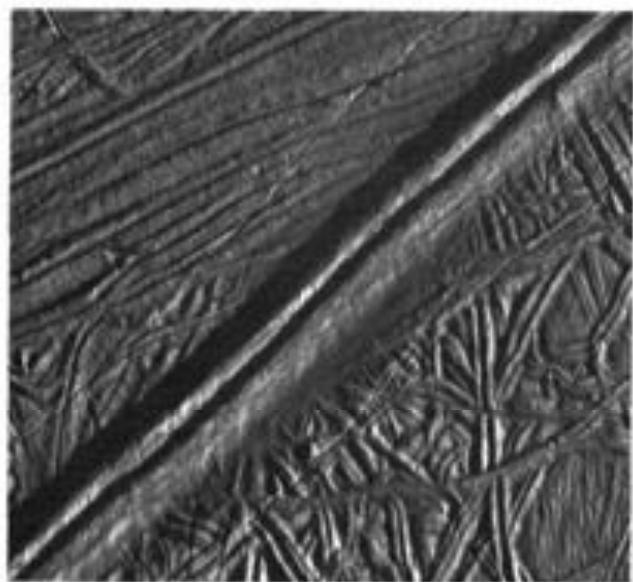
שרשות המזון על פניו ירח חסורה חולית  
זו. האפשרות היחידה הבאה בחשבון  
היא התפתחות בעלי חיים טורפים.

מקורות המזון הם שלושה: מקור  
ראשון בעלי חיים חיים (Leaving),<sup>1</sup>  
מקור שני שמי מרים, Creatures,<sup>2</sup> מקור  
שלישי סידומנטים אורוגניים. מונה זה  
דורש חבר. בוגר המים הארץ, בעלי  
חיים ימיים מותים, שוקעים עד שהם  
מניעים לפרקית האוקיינוס. על  
איומה כאטום הקרקעית היא בעומק  
100 ק"מ, יכול להיות שבמהלך  
שקיים תסביך המים הוא כוח  
מניע עד כי הוא עמוק וסגור אוטם,  
ואז תיווצר שכבה שלתרכיף אורגני  
חנתון לתנודות של כוחות גאות ושפלה  
וורמי הסעה (קונבקציה), כתוצר של  
חומר הנפלט מזון התעופת של  
איומה. תנודות אלה יוצרות תופעות  
גליות - עמוק בתוך גוף המים (זרמים  
תת-ימיים), המעלים תרחיף זה  
לגביהם שביהם נמצאים בעלי חיים,  
המשתמשים בו לתזונתם.

### סיכום

במידע המשודר ארצה מחליל גלילאו  
עליה אפשרות יותר מאשר סבירה  
בדבר קיומם של חיים על איומה. אין  
כיוון אפשרות מעשית לדעת מה צורה  
להם החיים אלה, יחד עם זאת יש  
להביא בחשבון שמדובר כנראה בעולם  
אצל ומזר מאד, שבזהירות רבה מאד  
ניתן לראות שאנן לו כמעט שום  
מקבילה לחיים על כדור הארץ.

הסלע כמתואר בצייר.  
בתוך "נהרות" אלה  
תיתכן תנעת בעלי  
חיים מאוקיינוס  
למושנהו. אפשרות  
נספת שיש לתת עליה  
את הדעת היא קיום  
של כסוי אוור. בתוך  
הסלע בצורה של  
מחלות, בין שכבות  
המים העליונה לקром.  
אם כסוי אוור אלה  
אכן קיימים, הסביבה  
הণימית בהם תהיה  
לחיה. בעלי חיים  
המונאים לטבעה זו  
הם דו-חיים.



אשר על פנו אוורות. מודיעים פנורמיים כי השבר נוצר בשכבות הקרה  
הcame על פני האוקיינוס הגדיל הפסחה את איומה. לאחר הדול  
וכן החברים הקפואים יותר, היזרים קרוחים היצים על פני  
האוקיינוס, נוצרו שכנות פהאטנטוריה הנבותה, יחסית, של  
המים.

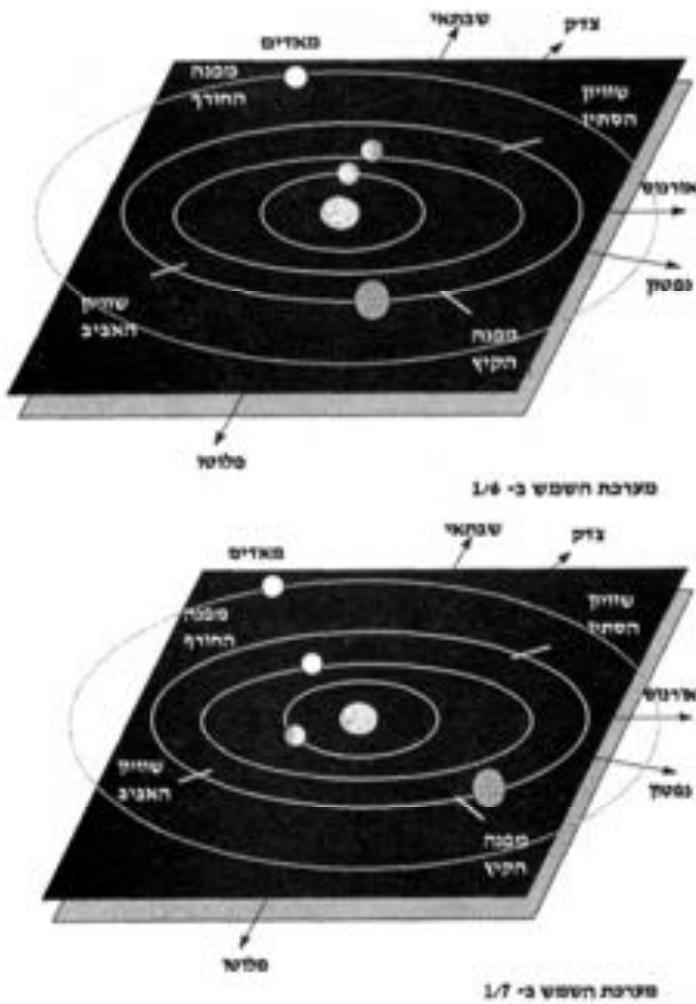
מכיוון שעלים זה הוא  
עלם חזק, לכל בעלי  
חיים כאן אין שום  
שוניים ביולוגיים  
אסטרונומיים והם יהיו  
חייבים במנגנונים  
יחודיים שיושטו את  
שעות הפעילות שלהם,  
לצורך מציאת מזון ולמנוחה. חיים  
צמחיים כפי שהם מוכרים על כדור  
הארץ, אינן יכולים להתקיים ללא  
תהליכי פוטוסינטез. אם נקלט  
כחשה שתופעה זו היא אוניברסלית  
הרי של חטף של אירופה שנמצא  
במגע עם גוף המים אין בכלל צמחים.

יכול להיות שום מרווח נזלי בלבד בין  
שתי יחידות ניאולוגיות אלה.  
מתבקשת מכאן מסקה שאין מדובר  
באוקיינוס אחד בין הקרים למעטפת,  
אלם במספר אוקיינוסים -  
אוקייפרים. יתרון שכל אחד מהם  
עומד בפני עצמו או שהם מוחברים  
ברשותן של "נהרות" החותרים בתוך



איומה. במקומות זה, שפועה על ידי החוליות וויאניר, כבר ניתן לראות את פניו הנימיות של הירח  
המוחב, הקוץ מכך ארונות מירחים הבלתי-אנטום של כוכב חלכת זדק.

# מערכת השמש בחצי השני של שנת 1998



בטלסקופ בעל שדה ראייה של מעלות, ניתן לראות את כוכב חלقت שבתאי על טבעתו וכן את דמויות יתבי הירח של כוכב חמה באוטו שדה ראייה.

5 ביוני, חולף כוכב חמה 16 דקות בלבד דרוםית למטדיים. שני כוכבי חלقت יהיו קרובים מדי לשמש - 6 מעלות קשת בלבד - ולבן לא ניתן לראותם על רקע שמי הבוקר.

## נוגה

נוגה ממשיך לחוות כוכב בוקר מרבית שנות 1998, עד מעברו סמוך לדיסקתו החשטי ב- 30 באוקטובר, כשהוא חולף בצד המרוחק של מסלולו.

ב尤ת לנטיפיות כשהוא שודך כתעה ומוחזק לאחר חלכתו שיביט בכוכב חמה מבعد לטلسקופ במחצית يولי, יבחן בזרות יתרוי הירח שלו, אם כי יש צורך בתגדלת של 60 אט לפחות כדי להבחין בו.

**ה** רביעון השני של שנת 1998 התאפיין בחסרו של כוכבי לכת אחרים בשמי הערך. בדמדומי הערך בסוף הרבעון הראשון של השנה, לא נותרו כוכבי לכת שניית לצפות בהם 'גוזות'. במחצית הרבעון השני של שנת 1998 ניתן לראות את צדק, נוגה וכוכב זומן הפתה בתבוסות הבו-זמניות, של נוגה וצדק אפריל (לא מושרל) - ראה כתבה נפרדת של אילן פנויליס בהמשך).

## כוכב חמה

(המשך - כל השעות נקבעות בשעון תורן)

כוכב חמה מפוז, כתרגלן, בקרבת יתנה לשמש. ב- 6 באנפיריל, חלף כוכב חמה סמוך לדיסקתו המשמש והחל להיראות בשמי הבוקר, כשהוא מקדים לורוות לפני השמש בכיוון דרום מזרח. ב- 4 בפא, מופיע כוכב חמת במרקח חזותי גדול ב尤ת החמש בתיקום בה הוא מופיע ככוכב בוקר -  $1^{\circ}44'26''$  (26 מעלות 1-44 דקות קשת).

ב- 10 ליווי יחלף כוכב חמה סמוך לדיסקתו המשמש - אם כי הפעם מעברו המרוחק של מסלולו - ויתחיל להיראות בשמי הערך, סמוך לאחר שירוחו של כוכב חמה שבליהוותם של מטדיים. ב- 9 ליווי נגיעה כוכב חמה לשיא זהותו, כשהוא מושתווה לזרעו של כוכב חלقت צדק ורוחקו מתחמש ב- 2.2<sup>2</sup>. כוכב חמה מגיע לשיא רוחקו ב- 17 ליווי, אז הוא נוח

<sup>1</sup> בחירות - פרידות ווּהוּ של גברים שפים. פולם תביהירותו הוא פולם פערכי, כאשר חבדל בין שתי דרגות בחירות והוא

2.5 בקירוב. בחירות של כוכב חומר ב- 2.5 בירוח חנאה לעין האנושית הוא 6 ואילו כוכבי חומר הזוחרים בירוחם ב- 5. מרבית כוכבי הירח הנראים בעין וכוכבון, השימוש והירח, והירחים פסוכבי החשטי ולבן הם בעלי דרגת בחירות שליליות (למעט מסמר כוכבי שבת זוחרים במיזוח שערם הם בעלי דרגת בחירות שליליות).

קבוצות דלי ולוחוון. בתחילת חודש יוני צדק זורת בחוץ הילדה וככל שהזכרנו עברה, הוא זורת מוקדם יותר, בהירותו גדלה וכן גדלו הזוויתית. אין לטעות בכך שהוא חוכם הבהיר ביותר בשמי הילדה, לפחות נוגה הזורה סמוך לזריחת השמש. צבעו הצהוב - לבן בולט על רקע השמים. לאילו שאים בטוחים - די. נכון משקפת שדה ומראה ארבעת ירחיו מסיר כל ספק. בטלסקופ, ولو גם הקטן ביותר, נללו חגורות חוננים שלו, ובטלסקופים גדולים יותר ניתן גם לראות וטופעות אטמוספריות שונות על פניו וכן ליקויים חדדיים בין לבין ארבעת ירחיו הגודלים.

16 בספטמבר נמצא צדק ב涅ינדר - מרחקו הזוויתי מיחסו הוא  $180^{\circ}$  ויפורשו של דבר שהוא זורת באופק המזרחי, סמוך לשקיעת החמה. אז, ייראה צדק בשמי כל הילדה. מרחקו מכדור הארץ יהיה  $3.96289 \times 10^{-10}$  אסטרונומיות (כ- 593 מיליון ק"מ), גודלו הזוויתי יהיה  $49.7^{\circ}$  והוא יהיה אחד הפעמים בהם המרחק בין שני כוכבי הילכת הוא הקטן ביותר. בהירותו של צדק תהיה גובהו מאוד ותעמדו על  $-2.5$ .

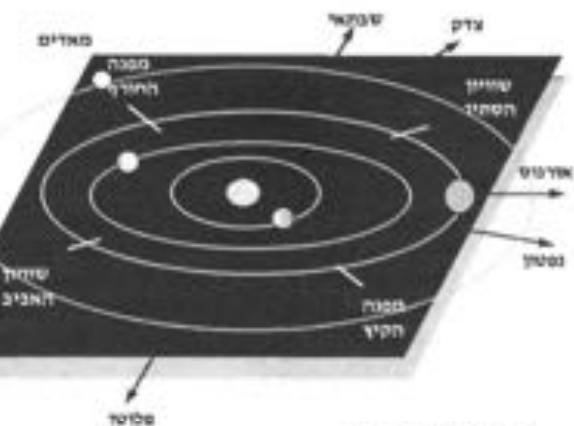
### שבתאי

שבתאי, כוכב הילכת היפה ביותר, מצוי בקבוצת לווון. בתחילת המחזית השנייה של שנת 1998, הוא זורת בחוץ היליל, ולפיכך הוא הופך לכוכב ערב הנוח לתצפיות. קשה לטעות בו שבתאי, בצעיר הכתום-צהוב, לבוי יותר הכוכבים החיוורים יותר באוזור

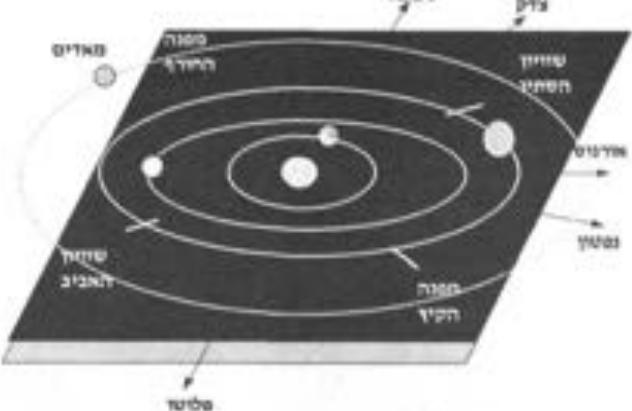
ישראל. החותקצות תיראה בישראל, כשהלפני חורחה, מעלה האופק הצפוני מזרחי. נוגה יחלוף 51 דקות קצרה דרומית למגדלים והוא יהיה, כמובן, הזרחර יותר. תבדל הצעדים בין מגדלים והסתומות - הוא מראה החותק, הוא מראה מרווח מבعد לעדשת המשקפת.

### מאדים

מאדים ממשיך לשחק במתחזקים והוא מצוי במרביה שנות 1998 ככוכב בוקר. כל השנה מצוי מאדים בחלק המרוחק של מסלולו ולמעשה, זההו הנכון וגודלו הזוויתי הקטן מאוד, אינם מוחווים כל עיליה לחסכים קומ ולכון אליו את עדשת הטלסקופ. מאדים יהיה נוח לתצפית ככוכב בוקר רק לאחר מחזיות שנות 1996 וرك בשלהי השנה הוא ייראה סמוך לחוץ הילם, חולק ונDEL.



הרכת השמש ב- 2/6



הרכת השמש ב- 2/7

מחותקצות ואילך, חוף נוגה לכוכב ערב והוא ייראה לאחור שקיעת החמה.

כל היותו כוכב בוקר, נוגה מאייל בזוהר, כהרגלן, על יתר גשמי השמים למעט השמש והירח. אולם, המביט בו בטלסקופ עשוי לחוטאכוב כיון שנולדו הזוויתי קטן מאוד והוא נראה כמעט מלא.

### צדק

צדק הוא כוכב בוקר ושוחה בגבולה בין

נפטון אוריינט	שבתאי	מאדים	נוגה	צדק	חפתה
2/6 Ⓛ	2/6	2/6	2/6	2/6	2/6
2/7 Ⓛ	2/7	2/7	2/7	2/7	2/7
2/8 Ⓛ	2/8	2/8	2/8	2/8	2/8
2/9 Ⓛ	2/9	2/9	2/9	2/9	2/9

הגדלים הזוויטיים הייחודיים של כוכבי הילכת בmonth בתווים.

### תקבצויות של נוגה

החותקצות המריהיבה ביותר ותיהה בין נוגה ושבתאי, ב- 29 במאי בשעה 4 בבורק שעון ירושה ישראל. החותקצות תיראה מישראל כשבטים לפני חורחה מעל האופק הצפוני מזרחי. טנה חולף כ- 16 דקות קצרה, בסך הכל משבתאי, כך שייתן לראות את תבשיות שבתאי, ירחו ונוגה מבعد לעדשת הטלסקופ, גם בתנדלות גודלות.

נוגה מתקבץ עם כוכב הילכת מאדים ב- 5 באוגוסט, שעה 5 בבורק שעון

אסטרונומיה כרך 25 גיליון 1

חרוחק ביותר מהמשמש, מגע לניגוד ב- 23 ביולי, ואו יהיה מרחקו מאייתנו - 4.357 מיליארד ק"מ.

## פלוטו

את כוכב הלוכת פלוטו קשה לראות במרקם הטלסקופים המודרניים כדי תובבים. נדרש טלסקופ במפתח של 20 ס"מ לפחות על מנת להבחין בפלוטו, אך לא ניתן, בכלל מקרים, לראותו כדיiska. פלוטו שווה בקבותת נושא חדש, גבוה מעלה משער המילקה - מישור תנועת השמש ומרובית כוכב הלכת על השמים - והוא נע בתנועה איטית מערבית, וחוזר לעצמו מזרחה רק למועד חדש ספטמבר, כשהוא מבצע תנועת לולאה רחבה פאוד. למשמעות בפלוטו מוגדרת מפה.

פלוטו מגע לניגוד ב- 28 במאי, ואו יהיה מרחקו מאייתנו 4.348 מיליארד ק"מ.

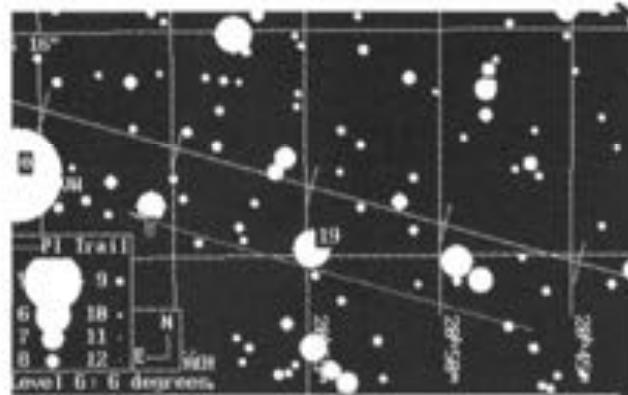
מיליארד ו- 241 מיליון ק"מ. גודלו-הזוויתי יגע ל- 1.20, הגדול ביותר ב- 15 השנים האחרונות.

## אורונוס ונטון

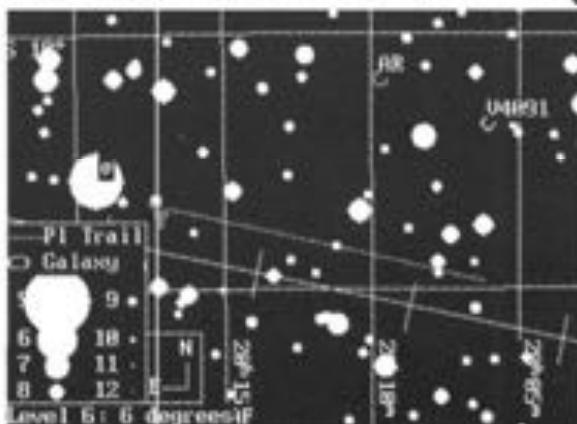
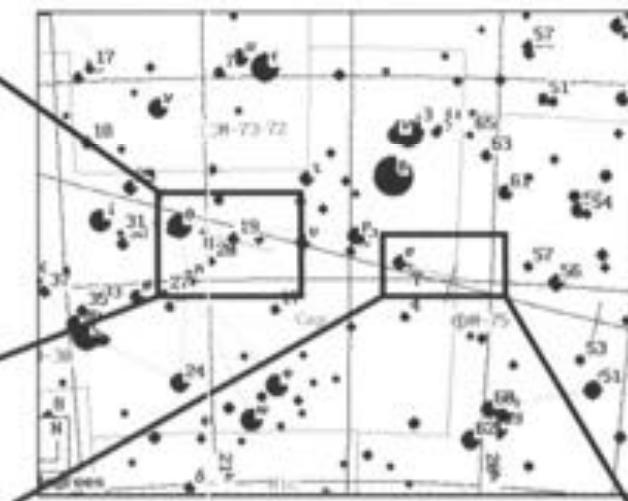
אורונוס ונטון מודשדים להם באוצר קבוצת גדי. נפטון, המערבי יותר, מודיעים לזרוח בשעה אחת מאוחר חברו, אורונוס. שני כוכבי הלוכת נוחים לתצפיות החל ממחצית הרבעון השני של שנת 1998. כדי לעוזר בתצפיות על שני כוכבי הלוכת הרחוקים כל כך, מוגדרות מפות מפורחות. אורונוס עשוי להיות קהיר יותר היבט במקפת שדה. להראות את אורונוס בזרות דיסקה קטנה, בנזון וירוק-תכלת. את נפטון, הרחוק יותר, קשה יותר לראות ונדרש טלסקופ בקוטר 20 ס"מ לפחות, כדי לראותו כדיסקה בעכע חול עמוק. אורונוס מגע לניגוד ב- 3 באוגוסט ואו יהיה מרחקו מאייתנו - 2.821 מיליארד ק"מ. נפטון, שכעת הוא כוכב הלוכת

גס הקטן ביותר, גילת את טבעותיו של שבתאי. יrhoו הנдол, טיטאן, נראה בכל טלסקופ ולאלה הפספקרים בוחות של הירח החיוור, שלעיתים מזכיר במרוחק גודל, יחסית, משבתאי, מומלץ לעקוב אחר תנועתו סביב כוכב הלוכת במשך ימים מספר. כדי לוודא את זהותו. בטלסקופים גדולים, שפותחים גודל מ- 20 ס"מ, ניתן לראות עד שירה ירחים נוספים של שבתאי. אחד מהם, מיום, מעניק ביותר לתצפיות, הזרות לספריכותו הרבה לטבעות. תופעת נספנות שנקל לראוון בטבעות שבתאי זו: רוח קסמי שבין הטבעות, הנראה גם בטלסקופים קטנים (אך נדרשת הגדלה של 120x לפחות), וכן הצל שטבעות שבתאי מטילות על כוכב הלוכת והצל שבתאי מטיל על בטבעות.

במשך הרבעון השלישי של השנה שבתאי הולך ומתבהר, עד הגינו לניגוד ב- 23 באוקטובר. ביום זה, יהיה מרחקו של שבתאי מכדור הארץ -



אורונוס ומנוון ופלוטו בחודשים פאוד - ספטמבר. מימין, קבוצת קשת עם אורונוס ונטון. לעומתו, משמאל, מסלול של אורונוס. למטה מימנו, מסלול של נפטון. בתמונה התהווות, מסלול של פלוטו.





## מאי 1998 - ספטמבר 1998

מג'יד הרקיע חינו kali עוז לתיכנן תכניות בגרמי השמים הנמנים על מערכת השימוש. הזרנום הנטוניים במג'יד מוחשבים עבור מרכז ישראל ונוגנים תנמיד בשעון חורף (שעותים וטספת מזון עולמי). המג'יד מותאם ללוח האזרחי וכן ללוח העברי. מומלץ לשימוש במג'יד הרקיע בתוספת לפינה - מה במערכת השימוש המופיעה בחוברת. ביגוד לחוברות קודמות, מג'יד הרקיע נוח לטבלאות קומפקטיות יותר: מרווחי חיים בין הtures צומצמו למיניכם החכרתי.

חנותיות לעין בטבלאות המכגיד (מיימון לשמאל)

- יוכן השמים - תאrik בחודש העברי, שעא (שעון חורף), תאrik לעוז, וטפעה.
- כוכבי לכת - מיימון : תאrik לעוז, תאrik עברי. זריחה, שקייה, עליה ישורה (קו אורך שמיימי), נטיה (קו רוחב שמיימי), מרחק מהארץ ביחידות אסטרונומיות, קווטר זוויתני בשניות קשת, מרחק זוויתני (אלוננציה) במעלות קשת מהשמש (סימן חיובי, אלוננציה מערבית - כוכב חלכת מצוי מערבית מהשמש והוא כוכב ערבית, סימן שלילי, אלוננציה מזרחית, כוכב חלכת מצוי מזרחית מהשמש והוא כוכב בוקר), חלק מוואר (מוסע - פזואה) באחויזים מאורך הקוטר הזוויתי של פני כוכב חלכת, דרגות בחירות של כוכב חלכת (ככל שהמספר גדול יותר, עצמת חארו קטנה יותר).
- שימוש - מיימון : תאrik לעוז, תאrik עברי, זריחה - שעא (שעון חורף), כיוון - האזימוט מצפון מזרחה. זריחה - שעא (שעון חורף, כיוון - גובה במעלות מעלה האופק. שקייה - שעא וכיוון. עליה הישורה (קו אורך שמיימי). נטיה (קו רוחב שמיימי). משוואות הזמן - הפרש בדקות בין האורך האקטי של היממה לבין 24 שעות. מספר חיובי מבטא אורך יממה ארוך מ- 24 שעות.
- ירח - מיימון : תאrik לעוז, תאrik עברי. זריחה, שקייה, ראה שימוש - זריחה שקייה לעיל. עליה ישורה (קו אורך שמיימי), נטיה (קו רוחב שמיימי), מרחק מהארץ בדיסטי כדור הארץ, קווטר זוויתני בדקות קשת (דקות, שניות קשת), מרחק זוויתני במעלות מהשמש (סימן + מצין + כיוון מזרחה), חלק מוואר (מוסע תירח - פזואה) באחויזים מאורך הקוטר הזוויתי של פני חירח (סימן + מצין שעירה מתכלה - ממולך למילוא. סימן - מצין שעירה מתמעטה).
- נתיות מישור הטבעות של שבתאי יחסית לכדור הארץ - מיימון : תאrik לעוז, תאrik עברי, נתיות הטבעות במעלות קשת. (חסימן - מצין נתיה דרוםית).

### תוכן העניינים:

	יום השמיים
40	כוכבי לכת, זריחה, שקייה, מיקום, נתוניות פיזיקליות
42	נתיות מישור הטבעות של שבתאי
44	השמש, זריחה, שקייה, מיקום, משוואות זמן
45	הירח, זריחה, שקייה, מיקום, קווטר, מוסף

## מג'יד הרקיע

יב	10	6	כוכב-חמה $6^{\circ}$	צפוניות לאלדברון
יד	06	8	מאדים $6^{\circ}$	צפוניות לאלדברון
טו	08	9	פלוטו $7^{\circ}$	צפוניות לירח
טו	10	9	הירח $10^{\circ}$	צפוניות לאנטורס
טו	18:18	10	• 06:06	• ירח מלא
טו	10	10	כוכב-חמה בהתקבצות עליונה	
יט	13	13	נפטון $2^{\circ}$	דרומית לירח
כ	10	14	אורונוס $3^{\circ}$	דרומית לירח
כג	12:38	12	• 17:17	• תחילת הרבע האחרון של הירח
כג	13	17	צדק $0:8^{\circ}$	צפוניות לירח
כח	22	19	שבתאי $2^{\circ}$	צפוניות לירח
כו	19	20	הירח בפרינואה	
כז	16:03	16	• 21:21	• מפנה יוני
כו	21	16	ונגה $3^{\circ}$	צפוניות לירח
כח	20	21	הירח $9^{\circ}$	דרומית לאלקיוון
כט	16	22	hirach $0:4^{\circ}$	צפוניות לאלדברון
כט	10	23	מאדים $5^{\circ}$	צפוניות לירח
כט	12	23	ונגה $6^{\circ}$	דרומית לאלקיוון
ל	05:50	05	• 24:24	• מולד הירח

## תמוז התשנה

יוני 1998

א	15	25	כוכב-חמה $5^{\circ}$	צפוניות לירח
א	25	21	hirach $10^{\circ}$	דרומית לפולוקס
ג	27	13	כוכב-חמה $5^{\circ}$	דרומית לפולוקס
ד	28	14	hirach $0:8^{\circ}$	דרומית לרוגולוס

יולי 1998

ז	20:43	• 20	• 1:	סוף הרבע הראשון של הירח
ח	20	2	hirach באפונואה	
ח	21	2	hirach $6^{\circ}$	צפוניות לספקה
ט	08	3	ונגה $4^{\circ}$	צפוניות לאלדברון
ג	02	4	צדוח'יא באפיהליון	
יב	15	6	פלוטו $7^{\circ}$	צפוניות לירח
יב	17	6	hirach $10^{\circ}$	צפוניות לאנטורס
טו	18:01	18	• 9:	ירח מלא
טו	20	10	נפטון $2^{\circ}$	דרומית לירח
יז	15	11	אורונוס $3^{\circ}$	דרומית לירח
כ	21	14	צדק $1^{\circ}$	צפוניות לירח
כב	16	16	hirach בפרינואה	

מאי 1998

ז	12:04	• 12	3:	סוף הרבע הראשון של הירח
ח	13	4	נפטון שעמד	
ח	19	4	כוכב-חמה במפרק זוויתי מרבי $27^{\circ}$	
מעברי				
ח	22	4	hirach $1:3^{\circ}$	דרומית לרוגולוס
יב	11	8	hirach באפונואה	
יג	06	9	hirach $6^{\circ}$	צפוניות לספקה
טו	16:29	16	• 11:	ירח מלא
טו	18	12	כוכב $0:8^{\circ}$	דרומית לשבתאי חמה
טו	21	12	מאדים בחתקבצות	
יז	03	13	hirach $10^{\circ}$	צפוניות לאנטורס
יז	03	13	פלוטו $8^{\circ}$	צפוניות לירח
כא	09	17	נפטון $3^{\circ}$	דרומית לירח
כא	22	17	אורונוס שעמד	
כב	05	18	אורונוס $3^{\circ}$	דרומית לירח
כב	06:35	19	• 06:	• תחילת הרבע האחרון של הירח
כח	01	21	צדק $0:4^{\circ}$	צפוניות לירח
טו	23	22	מאדים $4^{\circ}$	דרומית לאלקיוון
טו	00	23	ונגה $1:7^{\circ}$	צפוניות לירח
טו	10	23	שבתאי $1:8^{\circ}$	צפוניות לירח
כח	02	24	hirach בפרינואה	
כח	13	24	כוכב-חמה רצ' צפוניות לירח	
כט	11	25	hirach $9^{\circ}$	דרומית לאלקיוון
כט	14	25	מאדים $5^{\circ}$	צפוניות לירח
כט	21:32	21	• 25:	• מולד הירח

## סיוון התשנה

מאי 1998

א	06	26	hirach $0:5^{\circ}$	צפוניות לאלדברון
ד	29	04	ונגה $0:3^{\circ}$	צפוניות לשבתאי
ח	30	08	פלוטו בניגוד	
ו	21	31	כוכב-חמה $5^{\circ}$	דרומית לאלקיוון

יוני 1998

ז	06	1	hirach $1^{\circ}$	דרומית לרוגולוס
ח	03:45	03	• 2:	סוף הרבע הראשון של הירח
יא	02	5	hirach באפונואה	
יא	13	5	כוכב-חמה $0:3^{\circ}$	דרומית למאדים
יא	13	5	hirach $6^{\circ}$	צפוניות לספקה

אסטרונומיה כרך 25 גיליון 1

כט 13 19 הירח  $10^{\circ}$  דרוםית לפולוקס  
 כט 22 19 מאדים  $4^{\circ}$  צפונית לירח  
 כח 16 20 נוגה  $3^{\circ}$  צפונית לירח  
 כט 21 04 כוכב-חמה  $1.9^{\circ}$  דרוםית לירח  
 ל 04:03 \* 22 04 מולד הירח  
 ל 04:06 \* 22 04 ליקיי-חמה מרכז טבעתי (לא נראה מתחאנן)  
 כט 06 22 06 הירח  $0.6^{\circ}$  דרוםית לרנוולוס

## אלול התשנה

### אוגוסט 1998

א 07 23 כוכב-חמה עומד  
 ד 26 01 כוכב-חמה  $2^{\circ}$  דרוםית לנוגה  
 ד 26 12 הירח  $7^{\circ}$  צפונית לسفיקה  
 ח 27 08 הירח באפונאה  
 ח 30 07 פלוטו  $7^{\circ}$  צפונית לירח  
 ח 30:07 \* 07:06 סוף הרביע הראשון של הירח  
 ח 30 10 הירח  $0.0^{\circ}$  צפונית לאנטרכוס  
 ט 31 11 כוכב-חמה במרקח זוויתי מרבי  $18^{\circ}$   
 מערבי

### ספטמבר 1998

יב 12 3 נפטון  $2^{\circ}$  דרוםית לירח  
 יג 05 4 אורטוס  $3^{\circ}$  דרוםית לירח  
 טו 18 11:18 \* 11 6 ליקיי-ירח: תחילת ליקיי חצי-צל  
 טו 13 6 נוגה  $0.8^{\circ}$  צפונית לרנוולוס  
 טו 10 13:10 \* 13 6\* שיא חלקי בגדול  $8^{\circ}$ .  
 טו 13 13:21 6\* יירח מלא (לו לא לך)  
 טו 15:03 15 \* 6 15 סיום ליקיי חצי-צל  
 טו 06 7 צדק  $0.5^{\circ}$  צפונית לירח  
 טו 21 7 כוכב-חמה  $0.8^{\circ}$  צפונית לרנוולוס  
 יז 08 8 הירח בפריגואה  
 יח 20 9 שבתאי  $2^{\circ}$  צפונית לירח  
 כ 11 02 כוכב-חמה  $0.4^{\circ}$  צפונית לנוגה  
 כ 11 14 הירח  $0.0^{\circ}$  דרוםית לאלקין  
 כא 10 12 הירח  $0.3^{\circ}$  צפונית לאלבון  
 כב 03:58 \* 03:03 13 תחילת הרביע האחרון של הירח  
 כד 18 15 הירח  $10^{\circ}$  דרוםית לפולוקס  
 כה 20 16 צדק בניגוד  
 כו 15 17 מאדים  $3^{\circ}$  צפונית לירח  
 כד 13 18 הירח  $0.6^{\circ}$  דרוםית לרנוולוס  
 כח 20 19 נוגה  $0.08^{\circ}$  צפונית לירח  
 כט 09 20 כוכב-חמה  $0.1^{\circ}$  דרוםית לירח  
 כט 19:01 \* 19 20 20 מולד הירח

כב 13 17:13 \* 17 16 תחילת הרביע האחרון של הירח  
 כב 05 17 כוכב-חמה במרקח זוויתי מרבי  $27^{\circ}$  מזרחי  
 כג 07 17 שבתאי  $2^{\circ}$  צפונית לירח  
 כד 20 18 צדק עמד  
 כה 03 19 הירח  $9^{\circ}$  צפונית לאלקין  
 כה 23 19 נוגה  $4^{\circ}$  צפונית לירח  
 כז 05 22 מאדים  $5^{\circ}$  צפונית לירח  
 כט 06 23 הירח  $10^{\circ}$  דרוםית לפולוקס  
 כט 15:44 \* 23 15 מולד הירח  
 כט 20 23 נפטון בניגוד

## אב התשנה

### יולי 1998

ב 16 25 כוכב-חמה  $2^{\circ}$  דרוםית לירח  
 ב 25 23 הירח  $0.7^{\circ}$  דרוםית לרנוולוס  
 ז 30 04 הירח  $7^{\circ}$  צפונית לسفיקה  
 ז 30 07 כוכב-חמה עמד  
 ז 30 14 הירח באפונאה  
 ח 14:05 \* 31 14 סוף הרביע הראשון של הירח

### אוגוסט 1998

י 23 2 פלוטו  $7^{\circ}$  צפונית לירח  
 יא 02 3 הירח  $10^{\circ}$  צפונית לאנטרכוס  
 יא 14 3 אורטוס בניגוד  
 יג 05 5 נוגה  $0.8^{\circ}$  דרוםית למאדים  
 טו 03 7 נפטון  $2^{\circ}$  דרוםית לירח  
 טו 21 7 אורטוס  $3^{\circ}$  דרוםית לירח  
 טז 03:38 \* 03 8 ליקיי-ירח: תחילת ליקיי חצי-צל  
 טז 04:10 \* 04 8\* יירח מלא (לו לא לך)  
 טז 04:25 \* 04 8\* שיא חלקי בגדול  $12^{\circ}$ .  
 טז 05:12 \* 05 05 8\* סיום ליקיי חצי-צל  
 טז 20 8 נוגה  $7^{\circ}$  דרוםית לפולוקס  
 יט 11 02 11 הירח בפרינאה  
 יט 11 14 12 מאדים  $6^{\circ}$  דרוםית לפולוקס  
 כא 04 13 כוכב-חמה בתקבצות תחנות  
 כא 14 13 שבתאי  $2^{\circ}$  צפונית לירח  
 כב 21:48 \* 21 14 תחילת הרביע האחרון של הירח

כג 08 15 הירח  $10^{\circ}$  דרוםית לאלקין  
 כד 05 16 הירח  $0.2^{\circ}$  צפונית לאלבון  
 כד 18 16 שבתאי עמד

דרגת בחירה	חלק טואר	מרקם זרויתי מוחשטי °	קוטר זרויתי "	מרקם מכדור הארץ ג.א.	כטיח ° ° °	עליה ישירה שנ. דק. שע	שקיעה דק. שע	בחירה דק. שע	זרימת דק. שע	תאריך לעומן ערבי
1.0+	0.296	-25.04	9.3	0.7213	+2 33 27	0 46 05.6	16:16	3:56	3:56	א 27/4
0.5+	0.415	-26.71	8.2	0.8230	03+3 53	1 06 21.2	16:14	3:46	3:46	ח 4/5
0.2+	0.529	-25.77	7.2	0.9346	03+6 38	1 35 21.6	16:23	3:40	3:40	ט 11/5
-0.2	0.645	-22.73	6.4	1.0512	10 23 44+	2 11 51.6	16:42	3:40	3:40	ככ 18/5
-0.8	0.772	-17.79	5.8	1.1656	14 46 22+	2 56 04.3	17:12	3:45	3:45	כט 25/5
-1.3	0.922	-9.94	5.3	1.2744	19 50 44+	3 57 27.3	17:57	4:00	4:00	ט 2/6
-2.2	0.998	-1.73	5.1	1.3209	23 22 14+	5 00 31.1	18:44	4:25	4:25	ט 9/6
-1.6	0.959	+7.15	5.2	1.3003	24 59 46+	6 07 14.8	19:27	4:59	4:59	ככ 16/6
-0.9	0.842	+14.63	5.5	1.2243	24 25 51+	7 09 46.8	19:59	5:36	5:36	כט 23/6
-0.2	0.679	+21.73	6.2	1.0887	21 20 48+	8 16 55.9	20:19	6:17	6:17	ח 2/7
0.1+	0.565	+25.18	6.9	0.9763	17 58 56+	8 57 49.4	20:22	6:40	6:40	ט 9/7
0.4+	0.455	+26.66	7.8	0.8666	14 24 45+	9 28 47.7	20:14	6:53	6:53	ככ 16/7
0.8+	0.339	+25.77	8.8	0.7645	11 10 22+	9 49 05.5	19:57	6:54	6:54	כט 23/7
1.6+	0.193	+20.96	10.1	0.6659	+8 40 09	9 56 38.7	19:25	6:36	6:36	ח 31/7
3.0+	0.070	+12.81	11.0	0.6110	01+8 20	9 47 27.4	18:47	6:00	6:00	ט 7/8
4.8+	0.010	-4.67	11.0	0.6101	10 03 37+	9 27 31.2	18:04	5:08	5:08	ככ 14/8
2.6+	0.085	-11.71	9.8	0.6844	12 47 38+	9 11 49.2	17:30	4:18	4:18	כט 21/8
0.1+	0.383	-18.06	7.6	0.8847	14 44 58+	9 22 29.9	17:12	3:49	3:49	ח 30/8
-0.8	0.679	-16.55	6.2	1.0763	13 32 31+	9 57 00.5	17:17	3:59	3:59	ט 6/9
-1.2	0.893	-11.45	5.4	1.2397	01+9 55	10 43 52.6	17:27	4:28	4:28	ככ 13/9
-1.5	0.983	-5.32	5.0	1.3458	36+4 51	11 32 42.8	17:35	5:02	5:02	כט 20/9

תגובה

דרגת בחירה	חלק טואר	מרקם זרויתי מוחשטי °	קוטר זרויתי "	מרקם מכדור הארץ ג.א.	כטיח ° ° °	עליה ישירה שנ. דק. שע	שקיעה דק. שע	בחירה דק. שע	זרימת דק. שע	תאריך לעומן ערבי
4.2-	0.633	-44.16	18.2	0.9159	-3 54 46	23 33 36.4	14:49	8:55	3:00	א 27/4
4.1-	0.660	-43.14	17.2	0.9692	-1 09 39	0 02 58.6	14:58	32:56	2:55	ח 4/5
4.1-	0.686	-42.00	16.3	1.0218	+1 42 13	0 32 31.9	15:07	8:58	2:50	ט 11/5
4.0-	0.711	-40.76	15.5	1.0733	+4 37 16	1 02 23.4	15:17	9:01	2:45	ככ 18/5
4.0-	0.734	-39.42	14.8	1.1237	+7 31 46	1 32 40.5	15:27	9:03	2:40	כט 25/5
4.0-	0.760	-37.81	14.1	1.1796	10 45 31+	2 07 58.2	15:39	9:07	2:36	ח 2/6
4.0-	0.781	-36.33	13.6	1.2270	13 25 40+	2 39 36.0	15:50	9:11	2:33	ט 9/6
3.9-	0.802	-34.79	13.1	1.2729	15 53 00+	3 12 03.6	16:02	9:16	2:31	ככ 16/6
-3.9	0.821	-33.19	12.7	1.3170	18 03 33+	3 45 25.7	16:14	9:22	2:30	כט 23/6
-3.9	0.845	-31.08	12.2	1.3709	20 20 30+	4 29 39.8	16:29	9:31	2:32	ח 2/7
-3.9	0.862	-29.39	11.8	1.4105	21 38 30+	5 05 01.4	16:41	9:38	2:36	ט 9/7
-3.9	0.879	-27.67	11.5	1.4480	22 28 18+	5 41 04.1	16:52	9:47	2:42	ככ 16/7
-3.9	0.894	-25.92	11.2	1.4833	22 47 39+	6 17 34.8	17:02	9:56	2:50	כט 23/7
-3.9	0.911	-23.89	11.0	1.5206	22 30 56+	6 59 30.7	17:11	10:06	3:01	ח 31/7
-3.9	0.924	-22.09	10.8	1.5507	21 42 11+	7 36 03.2	17:17	10:15	3:13	ט 7/8
-3.9	0.936	-20.28	10.6	1.5784	20 22 38+	8 12 11.5	17:22	10:24	3:25	ככ 14/8
-3.9	0.948	-18.45	10.4	1.6036	18 34 20+	8 47 44.2	17:24	10:32	3:39	כט 21/8
-3.9	0.960	-16.10	10.2	1.6320	15 37 25+	9 32 21.7	17:25	10:41	3:56	ח 30/8
-3.9	0.969	-14.26	10.1	1.6512	12 54 51+	10 06 11.9	17:24	10:47	4:10	ט 6/9
-3.9	0.977	-12.42	10.0	1.6679	+9 54 36	10 39 20.6	17:21	10:52	4:23	ככ 13/9
-3.9	0.983	-10.58	9.9	1.6821	+6 40 38	11 11 56.0	17:18	10:57	4:37	כט 20/9

דרגת בחירה	חלק סואר	מרקם זווית משמש +	קוטר זווית	מרקם מכדור חצר ג.א.	כטיה	עליה ישירה	שקיעה	זמן	זמן	זמן	זמן	זמן	זמן	זמן	זמן
1.3+	0.999	+3.81	3.8	2.4599	14 48 10+	2 31 53.3	18:35	11:52	5:10	א	27/4				
1.3+	1.000	+0.44	3.8	2.4843	17 54 47+	3 12 27.3	18:29	11:38	4:47	ט	11/5				
1.4+	1.000	-3.01	3.7	2.5029	20 26 39+	3 53 37.8	18:22	11:24	4:26	כט	25/5				
1.4+	0.999	-5.02	3.7	2.5105	21 36 15+	4 17 23.6	18:18	11:16	4:15	ח	2/6				
1.5+	0.997	-8.63	3.7	2.5178	23 06 01+	4 59 12.6	18:09	11:03	3:57	ככ	16/6				
1.6+	0.995	-12.91	3.7	2.5159	23 57 13+	5 47 00.4	17:56	10:47	3:39	ח	2/7				
1.6+	0.991	-16.82	3.7	2.5044	23 57 22+	6 28 22.0	17:42	10:33	3:25	ככ	16/7				
1.7+	0.986	-21.18	3.8	2.4807	23 13 42+	7 11 45.2	17:24	10:18	3:11	ח	31/7				
1.7+	0.981	-25.44	3.8	2.4474	21 55 48+	7 51 01.1	17:04	10:02	2:59	ככ	14/8				
1.7+	0.974	-30.55	3.9	2.3953	19 48 50+	8 34 11.9	16:38	9:42	2:46	ח	30/8				
1.7+	0.967	-35.25	4.0	2.3370	17 30 23+	9 10 22.7	16:12	9:23	2:34	ככ	13/9				
1.7+	0.963	-37.69	4.1	2.3033	16 13 20+	9 27 55.4	15:58	9:13	2:27	כט	20/9				

אך

דרגת בחירה	חלק סואר	מרקם זווית משמש +	קוטר זווית	מרקם מכדור חצר ג.א.	כטיה	עליה ישירה	שקיעה	זמן	זמן	זמן	זמן	זמן	זמן	זמן	זמן
-2.1	0.994	-47.80	35.1	5.6134	-5 22 19	23 20 12.7	14:30	8:40	2:50	א	27/4				
-2.1	0.993	-53.24	35.6	5.5295	-4 51 32	23 25 15.4	14:09	8:18	2:27	ח	4/5				
-2.2	0.992	-64.28	36.8	5.3439	-3 55 34	23 34 27.9	13:25	7:32	1:38	ככ	18/5				
-2.3	0.990	-76.46	38.4	5.1249	-3 05 39	23 42 47.6	12:36	6:41	0:46	ח	2/6				
-2.4	0.990	-88.22	40.1	4.9102	-2 30 29	23 48 50.5	11:49	5:52	23:52	ככ	16/6				
-2.5	0.990	-102.29	42.2	4.6638	-2 06 07	23 53 22.2	10:51	4:54	22:52	ח	2/7				
-2.6	0.991	-115.22	44.2	4.4590	-2 00 15	23 54 59.1	9:58	4:00	21:58	ככ	16/7				
-2.7	0.994	-129.81	46.2	4.2638	-2 10 42	23 54 07.5	8:58	3:00	20:59	ח	31/7				
-2.8	0.996	-144.09	47.8	4.1168	-2 35 18	23 50 58.0	7:58	2:02	20:02	ככ	14/8				
-2.9	0.999	-161.12	49.2	4.0043	-3 17 30	23 45 00.6	6:48	0:53	18:54	ח	30/8				
-2.9	1.000	-176.20	49.7	3.9640	-4 01 23	23 38 29.7	5:45	23:47	17:55	ככ	13/9				
-2.9	1.000	175.43+	49.6	3.9657	-4 23 44	23 35 04.3	5:13	23:16	17:25	כט	20/9				

שבתאי

דרגת בחירה	חלק סואר	מרקם זווית משמש +	קוטר זווית	מרקם מכדור חצר ג.א.	כטיה	עליה ישירה	שקיעה	זמן	זמן	זמן	זמן	זמן	זמן	זמן	זמן
0.5+	1.000	-11.71	16.0	16.0	+7 36 07	1 36 09.0	17:18	10:56	4:34	א	27/4				
0.6+	0.999	-29.35	16.2	16.2	+8 29 41	1 45 47.2	16:07	9:43	3:18	ככ	18/5				
0.5+	0.998	-48.05	16.6	16.6	+9 17 12	1 54 51.4	14:52	8:25	1:59	ט	9/6				
0.5+	0.997	-68.00	17.1	17.1	+9 54 00	2 02 28.6	13:30	7:02	0:34	ח	2/7				
0.4+	0.997	-87.74	17.8	17.8	+10 14 06	2 07 17.4	12:10	5:41	23:08	א	24/7				
0.3+	0.997	-107.38	18.5	18.5	+10 17 56	2 09 07.1	10:49	4:20	21:47	ככ	14/8				
0.2+	0.998	-129.92	19.2	19.2	+10 04 47	2 07 46.3	9:17	2:48	20:16	ט	6/9				
0.1+	0.999	-144.16	19.6	19.6	+9 48 55	2 05 20.9	8:18	1:51	19:19	כט	20/9				

דרגת בחירות	חלק טואר	מרקם דווייטי מוחשפט	קווטר דווייטי	מרקם סבדור הארץ	נטיה	עליה ישירה	שקיעה	בחירה	זריחה	תאריך	
										לעוי	ערבי
5.8+	0.999	-83.97	3.5	19.9382	-17 38 34	21 00 52.8	11:39	6:21	1:04	A	27/4
5.7+	0.999	-110.88	3.6	19.4775	-17 37 00	21 01 30.8	9:49	4:32	23:10	Cט	25/5
5.7+	1.000	-139.12	3.7	19.0849	-17 46 13	20 59 33.3	7:53	2:36	21:14	Cט	23/6
5.7+	1.000	-168.73	3.7	18.8706	-18 03 47	20 55 27.9	5:50	0:34	19:13	Cט	23/7
5.7+	1.000	162.31+	3.7	18.9050	-18 22 30	20 50 51.1	3:50	22:31	17:15	Cט	21/8
5.7+	1.000	132.31+	3.7	19.1848	-18 36 59	20 47 04.2	1:48	20:29	15:14	Cט	20/9

נפסול

דרגת בחירות	חלק טואר	מרקם דווייטי מוחשפט	קווטר דווייטי	מרקם סבדור הארץ	נטיה	עליה ישירה	שקיעה	בחירה	זריחה	תאריך	
										לעוי	ערבי
7.9+	1.000	-94.39	2.2	30.0476	-19 20 02	20 17 18.2	10:50	5:38	0:25	A	27/4
7.9+	1.000	-121.55	2.3	29.5982	-19 21 19	20 16 54.3	9:00	3:47	22:30	Cט	25/5
7.9+	1.000	-149.79	2.3	29.2569	-19 27 57	20 14 52.1	7:03	1:51	20:35	Cט	23/6
7.8+	1.000	-179.10	2.3	29.1228	-19 38 12	20 11 42.6	5:02	23:46	18:34	Cט	23/7
7.9+	1.000	152.29+	2.3	29.2384	-19 48 13	20 08 36.5	3:04	21:49	16:37	Cט	21/8
7.9+	1.000	122.67+	2.3	29.5827	-19 55 32	20 06 23.4	1:04	19:49	14:38	Cט	20/9

פלוטו

דרגת בחירות	חלק טואר	מרקם דווייטי מוחשפט	קווטר דווייטי	מרקם סבדור הארץ	נטיה	עליה ישירה	שקיעה	בחירה	זריחה	תאריך	
										לעוי	ערבי
+13.7	1.000	+146.89	0.1	29.2093	-9 18 45	16 31 02.2	7:31	1:52	20:08	A	27/4
+13.7	1.000	+167.18	0.1	29.0759	-9 11 02	16 28 15.5	5:39	23:55	18:15	Cט	25/5
+13.7	1.000	152.00+	0.1	29.1705	-9 08 34	16 25 13.3	3:42	21:58	16:18	Cט	23/6
+13.7	1.000	124.58+	0.1	29.4910	-9 13 32	16 22 53.8	1:42	19:58	14:18	Cט	23/7
+13.8	1.000	97.39+	0.1	29.9398	-9 25 17	16 22 09.6	23:42	18:03	12:24	Cט	21/8
+13.8	1.000	69.26+	0.1	30.4354	-9 42 31	16 23 17.1	21:45	16:06	10:28	Cט	20/9

## נטילת הטבאות של ירחו שבתאי

לעוי	ערבי	תאריך		תאריך		תאריך	
		לעוי	ערבי	לעוי	ערבי	לעוי	ערבי
-16.7	אֶ 14/8	-15.9	אֶ 16/6	-13.8	א 27/4		
-16.6	צ 30/8	-16.3	צ 2/7	-14.5	ט 11/5		
-16.4	אֶ 13/9	-16.6	אֶ 16/7	-15.1	כט 25/5		
-16.2	כֶ 20/9	-16.7	כ 31/7	-15.4	ח 2/6		

תאריך	לעוני	עברית	זריחתיכוון	צහירה	כיוון	שיקוע	עליה ישירה	נכיהה	קורט זוויתני	טרכז חארץ	טרכז מכבור	קורט זוויתני	טרכז חארץ	טרכז מכבור	קורט זוויתני
31.50.6	1.00455	11.22.16.8+	1.50.33.67	284.3	18:12	169.5	11:39	76.0	05:06	כד בנין	20/4				
31.45.5	1.00724	14.38.30.6+	2.28.14.74	288.1	18:19	172.8	11:37	72.1	04:55	ד באיר	30/4				
31.40.9	1.00965	17.30.33.3+	3.06.46.96	291.6	18:27	175.6	11:36	68.6	04:47	יד באיר	10/5				
31.36.8	1.01185	19.53.17.9+	3.46.15.42	294.4	18:33	178.0	11:36	65.7	04:40	כד באיר	20/5				
31.33.3	1.01369	21.42.15.8+	4.26.38.90	296.6	18:40	179.8	11:37	63.5	04:35	ח בסיון	30/5				
31.30.6	1.01518	22.58.34.6+	5.11.52.37	298.1	18:45	181.0	11:39	62.0	04:33	כו בסיון	10/6				
31.28.7	1.01618	23.25.41.7+	5.53.24.02	298.6	18:49	181.4	11:41	61.4	04:34	כו בסיון	20/6				
31.27.8	1.01666	23.11.38.1+	6.34.57.44	298.2	18:50	181.2	11:44	61.7	04:37	ו בתמוז	30/6				
31.27.9	1.01663	22.17.04.7+	7.16.07.23	297.0	18:49	180.2	11:45	62.9	04:42	טו בתמוז	10/7				
31.28.6	1.01621	20.44.13.5+	7.56.35.48	295.1	18:45	178.7	11:46	64.8	04:47	כו בתמוז	20/7				
31.30.4	1.01527	18.36.30.8+	8.36.10.06	292.5	18:39	176.5	11:46	67.4	04:54	ז באב	30/7				
31.33.3	1.01370	15.41.31.1+	9.18.31.38	288.9	18:29	173.6	11:45	70.9	05:01	יח באב	10/8				
31.36.6	1.01195	12.34.59.2+	9.56.02.10	285.2	18:19	170.4	11:43	74.6	05:07	כח באב	20/8				
31.40.7	1.00977	9.08.59.1+	10.32.45.7	281.1	18:07	167.0	11:41	78.7	05:14	ז באול	30/8				
31.45.8	1.00705	5.05.50.6+	11.12.30.11	276.2	17:53	162.9	11:37	83.5	05:21	יט באול	10/9				
31.50.8	1.00442	1.15.28.9+	1.48.23.17	271.7	17:40	159.1	11:34	88.1	05:27	כט באול	20/9				

## ירח

תאריך	לעוני	עברית	זריחת	ציהירה	שיקוע	עליה ישירה	נכיהה	טרכז חארץ	טרכז מכבור	קורט זוויתני	טרכז חארץ	טרכז מכבור	קורט זוויתני	טרכז חארץ	טרכז מכבור	קורט זוויתני
0.006+	8.60+	33.14.2	56.369	11.34.38+	2.51.00.2	286.7	19:28	70.9	12:37	75.7	05:51	א באיר	27/4			
0.172+	48.42+	32.01.9	58.491	18.36.51+	5.50.19.0	292.2	22:34	6.6	15:30	67.8	08:26	ד באיר	30/4			
0.456+	85.15+	30.33.0	61.326	15.51.43+	8.36.54.3	288.9	00:11	1.9	18:06	72.4	11:14	ו באיר	3/5			
0.742+	118.79+	29.38.6	63.202	6.44.22+	11.02.05.1	277.9	02:04	1.5	20:19	84.3	13:56	י ג באיר	6/5			
0.937+	151.15+	29.27.3	63.607	4.32.21-	13.17.07.3	264.3	03:41	9.8	22:26	98.0	16:33	יג באיר	9/5			
0.995+	171.87+	29.38.2	63.216	11.29.04-	14.49.21.0	255.9	04:50	3.2	23:55	106.0	18:20	כו באיר	11/5			
0.996-	173.39-	29.47.7	62.881	14.21.55-	15.37.31.6	252.5	05:27	—	—	109.1	19:14	סן באיר	12/5			
0.727-	117.24-	31.05.4	60.262	17.22.50-	20.00.18.5	250.0	09:34	0.1	04:07	108.4	23:28	כא באיר	17/5			
.413-	79.58-	32.09.0	58.251	8.19.12-	22.43.30.3	262.3	12:39	9.9	06:44	100.1	00:54	כד באיר	20/5			
0.111-	39.32-	32.58.4	56.821	5.23.56+	1.28.38.3	279.4	15:57	4.4	09:23	83.5	02:56	כו באיר	23/5			
0.003+	5.62+	32.45.4	57.196	16.33.17+	4.24.38.7	291.2	19:18	5.2	12:15	70.1	05:16	א סיון	26/5			
0.128+	42.31+	31.31.4	59.435	18.25.06+	7.22.46.2	290.3	22:05	5.4	15:06	68.6	08:04	ד סיון	29/5			
0.396+	77.96+	30.12.7	62.013	11.28.37+	10.00.51.7	—	—	6.9	17:32	78.0	10:55	ו סיון	1/6			
0.679+	111.07+	29.33.1	63.398	0.32.05+	12.19.36.9	270.7	01:11	5.2	19:41	91.6	13:34	יג סיון	4/6			
0.905+	143.61+	29.39.8	63.161	10.28.13-	14.35.53.1	257.4	02:49	4.3	21:51	104.7	16:13	יג סיון	7/6			
0.998+	174.67+	30.17.7	61.843	17.54.25-	17.04.48.6	248.5	04:50	—	—	12.3	18:56	טו סיון	10/6			
0.915-	146.12-	31.06.4	60.229	17.56.17-	19.47.40.6	249.1	07:29	9.3	02:03	09.5	21:28	יט סיון	13/6			
0.663-	108.69-	31.53.1	58.758	9.29.18-	22.31.18.6	260.4	10:32	8.3	04:41	96.9	23:35	ככ סיון	16/6			
0.329-	69.45-	32.28.5	57.690	3.49.53+	1.12.16.5	277.0	13:43	2.4	07:15	85.8	00:54	כח סיון	19/6			
0.063-	29.26-	32.31.1	57.613	15.30.40+	4.01.56.1	290.1	17:00	4.1	10:00	71.6	03:05	כח סיון	22/6			
0.002-	4.99-	32.04.8	58.402	18.55.01+	6.00.49.6	292.5	19:01	6.8	11:56	67.6	04:51	ל סיון	24/6			
0.011+	11.53+	31.44.3	59.032	18.52.24+	6.59.42.4	291.4	19:54	6.3	12:52	67.8	05:48	א תמוז	25/6			
0.165+	47.64+	30.32.7	61.338	12.49.51+	9.43.12.7	281.8	22:03	8.7	15:25	75.9	08:43	ד תמוז	28/6			
0.430+	81.47+	29.42.1	63.078	2.00.04+	12.05.25.7	268.2	23:43	7.0	17:37	89.5	11:25	ו תמוז	1/7			
0.703+	114.15+	29.38.1	63.219	9.13.07-	14.21.09.6	259.3	00:49	5.7	19:46	02.9	14:03	יג תמוז	4/7			
0.924+	147.69+	30.17.7	61.842	17.19.15-	16.47.52.6	249.3	02:45	8.8	22:10	11.7	16:47	יג תמוז	7/7			
0.998-	174.71-	31.15.9	59.926	18.23.22-	19.31.25.5	248.3	05:20	—	—	10.6	19:24	טו תמוז	10/7			
0.872-	137.75-	32.01.0	58.517	10.34.29-	22.18.37.2	258.6	08:25	6.9	02:37	98.7	21:36	יט תמוז	13/7			

תאריך	וריתם	צחירה	שקיעה	טליה	עליה ישרה	סתייה	סרךק	סרךק טהור	סרךק זוויתי	סרךק טהור	סרךק זוויתי	סרךק טהור	מחלק	מחלק טהור	מחלק זוויתי	מחלק טהור	מחלק טהור	מחלק טהור
													טהור	טהור	טהור	טהור	טהור	טהור
לעדי	עברי	דק:שע	דק:שע	דק:שע	דק:שע	דק:שע	דק:שע	דק:שע	דק:שע	דק:שע	דק:שע	דק:שע	16/7	ככ תפוזו	ככ תפוזו	ככ תפוזו	ככ תפוזו	ככ תפוזו
0.578-	98.39 -	32 18.9	57.977	2 36 15-	1 00 14.8	275.1	11:36	0.7	05:12	82.3	23:35							
0.242-	58.83 -	32 11.2	58.207	14 33 04-	3 45 33.9	288.9	14:48	3.0	07:52	73.0	01:01							
0.030-	20.09 -	31 36.9	59.262	18 59 49+	6 39 21.7	292.0	17:44	6.6	10:41	67.5	03:36							
0.005-	7.80 -	31 19.7	59.803	18 16 34+	7 36 29.1	290.3	18:34	5.5	11:35	68.6	04:33							
0.003+	5.69+	31 00.7	60.413	16 33 24+	8 31 45.7	287.4	19:19	3.3	12:27	70.8	05:32							
0.123+	40.42+	30 04.2	62.304	7 16 30+	11 03 31.7	274.9	21:10	2.8	14:49	82.7	08:22							
0.362+	73.63+	29 34.1	63.363	4 15 31 -	13 20 42.6	261.2	22:48	0.9	16:57	96.7	11:01							
0.646+	106.45+	29 50.8	62.773	14 10 56-	15 39 56.8	—	—	1.4	19:11	08.3	13:41							
0.889+	141.00+	30 50.6	60.742	18 56 04-	18 15 11.9	247.4	02:12	8.4	21:44	12.6	16:23							
1.000+	178.03+	32 00.9	58.519	15 05 29-	21 04 18.9	252.5	05:08	—	—	05.3	18:50							
0.889-	141.21-	32 35.9	57.474	3 19 27 -	23 52 08.6	267.4	08:23	4.1	02:16	89.7	20:55							
0.595-	100.90-	32 21.8	57.890	10 10 02+	2 36 58.6	283.7	11:38	8.3	04:54	74.3	23:00							
0.265-	61.94 -	31 41.5	59.119	18 15 50+	5 26 45.5	292.2	14:43	6.3	07:39	68.5	00:36							
0.047-	24.76 -	30 53.4	60.653	17 09 04+	8 15 14.6	288.7	17:14	4.2	10:20	69.9	03:22							
0.000-	1.06 -	30 20.8	61.736	11 56 27+	9 59 07.2	281.3	18:34	8.2	11:58	76.5	05:16							
0.081+	32.99+	29 41.2	63.112	0 52 03+	12 21 03.5	267.5	20:15	6.4	14:10	90.2	08:00							
0.297+	65.74+	29 31.0	63.473	10 10 40-	14 37 14.6	254.9	21:56	5.3	16:19	03.4	10:38							
.578+	98.82+	30 06.8	62.215	17 38 35-	17 02 30.4	—	—	8.8	18:40	11.8	13:17							
0.847+	134.35+	31 24.1	59.662	18 03 36-	19 44 17.6	248.5	01:48	0.7	21:19	10.4	15:52							
0.997+	173.52+	32 42.1	57.291	9 29 03 -	22 34 39.6	259.3	04:58	—	—	97.8	18:08							
0.996-	172.54-	32 57.2	56.855	5 03 30 -	23 31 19.2	264.9	06:05	1.9	00:04	92.1	18:50							
0.910-	144.76-	33 01.7	56.726	4 31 29+	1 24 16.0	276.7	08:21	2.0	01:53	80.7	20:14							
0.621-	104.04-	32 15.8	58.071	15 56 53+	4 15 53.4	289.9	11:37	3.9	04:39	69.0	22:33							
0.297-	66.04 -	31 10.2	60.108	18 45 21+	7 07 25.9	291.6	14:26	6.4	07:24	67.8	00:20							
0.071-	30.52 -	30 16.0	61.900	12 47 11+	9 45 48.5	282.7	16:33	9.4	09:54	75.1	03:10							
0.005-	8.05 -	29 49.5	62.817	5 49 37+	11 21 50.1	273.8	17:43	1.9	11:24	83.7	04:59							

