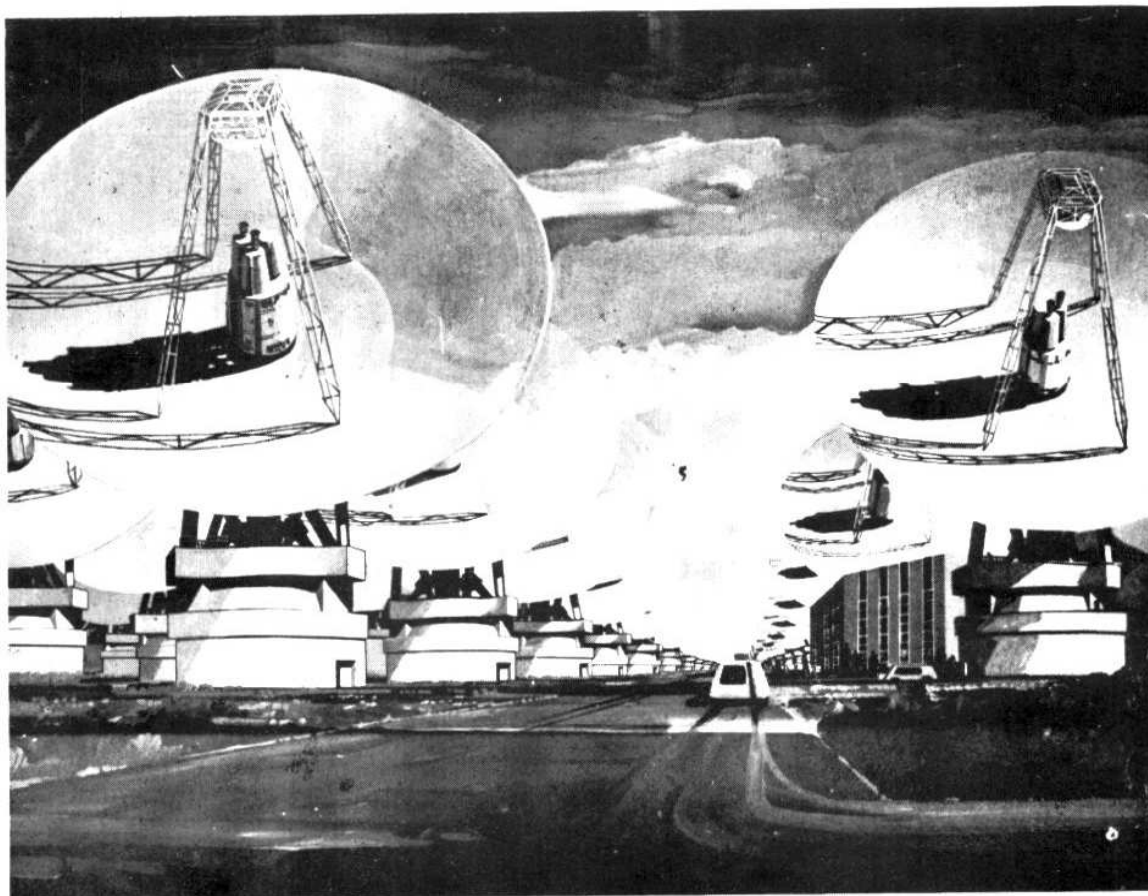


סב
סוספיני אופי



חיפוש אחר תרבויות לרות

6/1978



29

אסטרונומיה
אסטרופיסיקה
חקר החלל

מכון
לחקר
כוכבי
לילה

כל כוכבי אור

יוצא לאור ע"י
האגודה הישראלית
לאסטרונומיה

נובמבר-דצמבר 1978	חשוון/כסלו תשל"ט	כרך V שנת הוצאה חמישית
Kol Kohvey Or (The Starlight) Vol. V. No. 6		November-December 1978

התוכן

עמוד

134	דבר המערכת
135	חדשות מעולם האסטרונומיה (עמיר כהן)
137	המשוואות של מבנה כוכב (נח ברוש)
140	על כוכבים כפולים ותופעות מוזרות בשמיים, II, (יוסף זלצמן)
145	אסטרונומיה של מטאורים, II, (נפתלי תשבי)
150	קבוצת החודש (יגאל פתאל)
152	אוביקטים של Messier (י. פתאל)
153	התכסויות (נובמבר-דצמבר)
154	יומן השמים (נובמבר-דצמבר)

המערכת:

יצחק שלוסמן (עורך ראשי)
אהרון אופיר, נח ברוש, דוד גבאי, נפתלי תשבי.

כתובת המערכת: מצפה הכוכבים, גבעתיים, גן עליה השניה.
מען למכתבים: מצפה הכוכבים, גבעתיים, ת.ד. 405, טל' 730117.

Editorial Board:

Isaac Shlosman (Editor)
Aharon Ophir, Noah Brosh, David Gabai, Naftali Tishbi.
Adress: Astronomical Observatory, Givatayim, P.O.B. 405, Israel

כל הזכויות שמורות

© Copyright by "Starlight"

תמונת השער: מבט על מערכת רדיו-טלסקופים הנמצאת בשלב תכנון מתקדם ע"י NASA. המערכת מכילה כ-1000 טלסקופים. לכל טלסקופ אנטנה שקוטרה כ-100 מ' (סדרת המאמרים על הנושא "חיפוש אחר חיים מחוץ לכדור הארץ" תמצאו בגליונות של "כל כוכבי אור" 1979).

תמונת השער האחורי: ליקוי ירח מלא ב-16/IX (צולם במצפה הכוכבים בגבעתיים על סרט צילום Kodak 400ASA).

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

דבר המערכת

הגענו לסיום השנה השניה להופעת "כל כוכבי אור". לאחר שהצלחנו להוציא את כל הגליונות שתכננו, ופחות או יותר כמועד שנקבע מראש. מלבד תקלות מעטות, שנבעו בעיקר מעומס גדול מהרגיל אצל חברי המערכת (מתנדבים!), התנהלה הוצאת העתון בצורה חלקה.

אנו מתכננים את תוכן הגליונות הבאים, שיגיעו אליכם במרוצת 1979. מלבד הנושאים המשותפים, המופיעים כפינות הקבועות של העתון, בכוונתנו להתחיל לפרסם סדרות מאמרים בנושאים: מקורות קרני X, ערפיליות פלנטריות, גלכסיות, צילום אסטרונומי לחובב וחיפוש חיים מחוץ לכדור הארץ.

עדיין לא קבלנו מספיק מנויים עבור שנת 1978 ו-1979. אנו מזכירים לכם כי מינוי לשנה הבאה עולה - 120 ₪ ולמינויים ינתנו הטבות שונות, למשל ברכישת "מגיד הרקיע".

לגבי הפעילות האסטרונומית, אנו מתכננים לקיים כנס בן יום אחד במצפה בגבעתיים, בפסח. לגבי התאריך המדויק והתוכן, יבוא פרסום כמועד אחר. מטרה ראשית לכינוס זה תהיה לחדש את הפעילות הרשמית של החובבים, המאורגנים באגודה הישראלית.

המערכת

חדשות העולם האסטרונומי

ליקט: עמיר כהן

טבעות נוספות מסביב לאוראנוס:

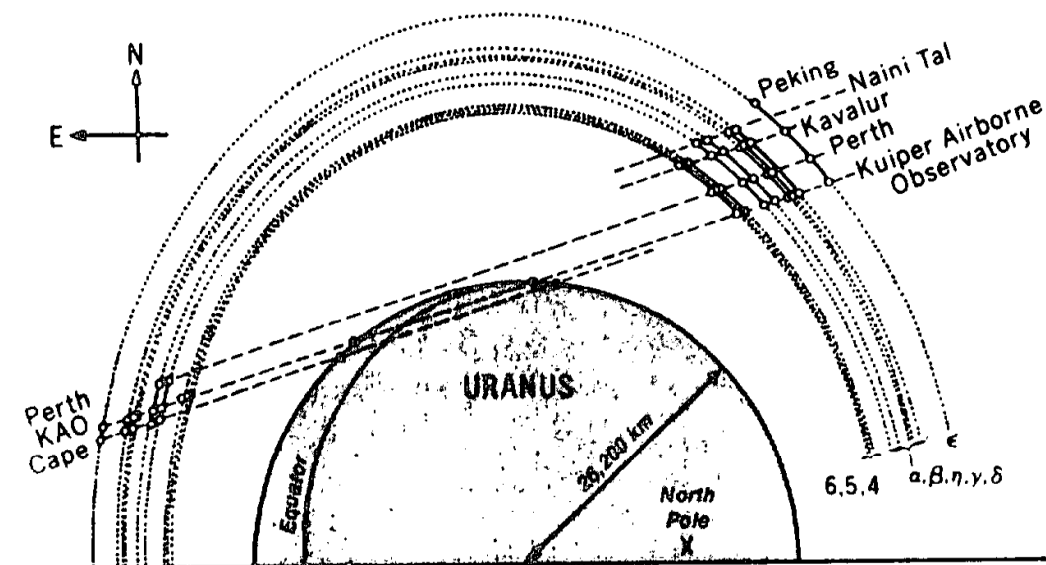
מספר הטבעות המקיפות את כוכב הלכת אוראנוס נראה ברגע זה כ-9.

חמישה מהן התגלו בשנה שעברה כשעה שאוראנוס כיסה את הכוכב SA0158687 (ב-10 במרץ 1977), טבעות אלו מכונות: α , β , γ , δ , ו- ϵ (ניספרות מהכוכב החוצה). 3 טבעות נוספות שגילו מוספרו במספרים שש, חמש וארבע והם מצויות בתוך טבעת α . הטבעת הנוותרת נקראת η ונמצאת בין β ל- γ .

הטבעות החדשות נתגלו מלימוד נוסף של התצפית שנעשתה במרץ 1977 ומתוך שתי תצפיות נוספות.

החומר החדש עובד ע"י ד"ר אליוט (J.L. Elliot) ו-4 מדענים מ-Cornell University במצפה לואל (Lowell Observatory) ובמצפה האסטרונומי הדרום אפריקני (South African Astronomical Observatory).

התרשים מבטא את תוצאות מחקרים:



תרשים זה מראה את מערכת הטבעות שנתגלו סביב כוכב הלכת אוראנוס. בצד שמאל למטה סומנו הטבעות לפי סידרם והעגולים הקטנים הריקים ליד שמות מקומות התצפית מצינים את הרגע בו עומעם אור הכוכב ע"י הטבעות.

התצפיות נערכו במקומות הבאים:
 Peking - סין, Kavalur, Naini-Tal - הודו, Perth - אוסטרליה,
 Kuiper Airborne Observatory - מעל האוקינוס ההודי וב- Cape Town - דרום אפריקה.

החוקרים מדדו את רדיוס הטבעות החדשות והישנות והגיעו לתוצאות הבאות:

טבעת 6	41,980	ק"מ
טבעת 5	42,360	ק"מ
טבעת 4	42,663	ק"מ
טבעת α	44,844	ק"מ
טבעת β	45,799	ק"מ
טבעת η	47,323	ק"מ
טבעת γ	47,746	ק"מ
טבעת δ	48,423	ק"מ
טבעת ϵ		

נמצאה כאסימטרית ובעלת נטיה ביחס לשאר הטבעות.

שיטה שונה לצפייה בטבעות אוראנוס מבוצעת בימים אלו ע"י שני מדענים K. Matthew ו-G. Neugebauer. הם צופים צפיה ישירה לעבר אוראנוס בטלסקופ 200" שבמצפה האל (Hale). הצפייה נעשית בתחום האינפרא-אדום באורך גל של 2.2 מיקרון, באורך גל זה נראים קוי מתאן חזקים בסקטרום של אוראנוס כך שזוהר דיסקט הכוכב חלשה יחסית (אלבדו בשיעור 0.0001) והטבעות זוהרות יותר מהדיסקט (אלבדו בשיעור 0.03), כאמור בימים אלו נמשכות התצפיות בשיטה זאת.

ירח אפשרי לפלוטו:

מה שנראה כירח של פלוטו נתגלה במצפה הצי של ארה"ב (U.A. Naval Observatory) בתצלום שנלקח ע"י הרפלקטור האסטרונומי 155 ס"מ שפלאגסטאף, אריזונה (Flagstaff, Arizona) מצא ג'יימס כריסטי (J.W. Christy) שדיסקט הכוכב פלוטו מורחבת כאופן שיטתי. תוצאה דומה נרשמה ע"ג תצלומים שצולמו בחודשים אפריל ומאי שנה זו, ע"ג תצלומים משנת 1970 ומשנת 1965.

התרחבות הדיסקט מגיעה עד ל-0.9 שניות קשת בזווית מצב של 170° ו- 350° .

תוצאות אלו מצביאות על האפשרות שלפלוטו ירח בעל בהירות של 16-17 מגניטודות המקיף את כוכב הלכת במרחק של כ-20,000 ק"מ. הירח נע במסלול שנראה כאליפסה והוא בעל מחזוריות סיבוב של 6.3867 ימים סביב פלוטו.

בהתאם למחזוריות הסיבוב נראה שמסתו של פלוטו היא 1/140,000,000 מזו של השמש.

סימונו של הירח האפשרי נקבע כ- P1 1978.

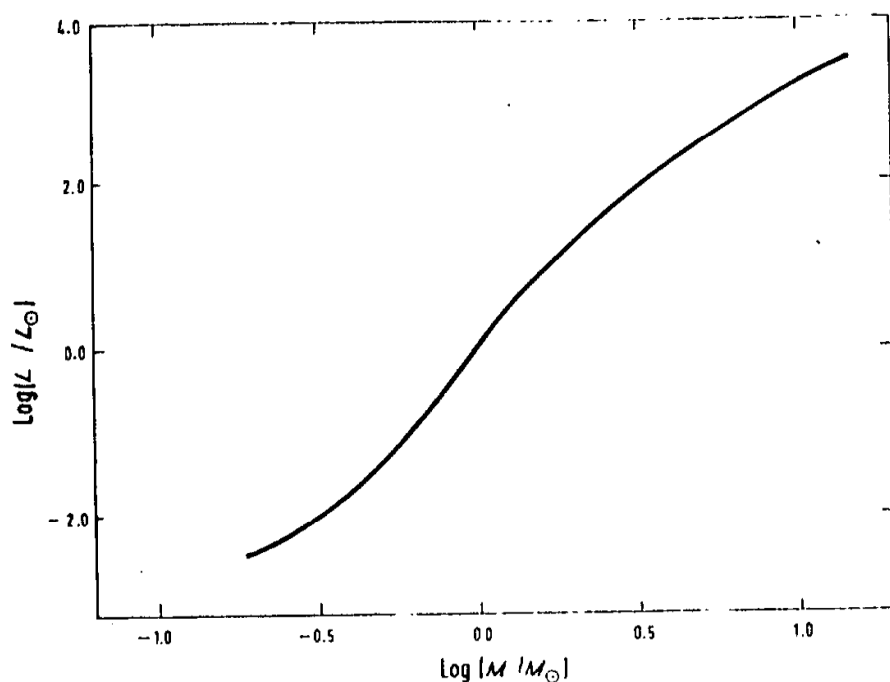
אסטרונומיה ואסטרופיזיקה

המשוואות של מבנה כוכב

מאת נח ברוש

ברשימות שהתפרסמו עד עכשיו הכרנו את הנתונים התצפיתיים הבסיסיים עליהם עלינו להתבסס בבואנו לחקור את מבנה הכוכבים. ראינו שקיים קשר בין טמפרטורת הבנים וטיפוס ספנטרלי, ראינו איך מותנית שכיחות היסודות, איך מחשבים מסה של כוכב ממדידות על מערכת של שני כוכבים ועוד.

בנוסף עלינו להביא כאן את הקשר שבין מסה לבהירות של כוכב. זהו קשר פשוט שנמצא בכוכבי הסדרה הראשית שמסתם ובהירותם המוחלטת ניתנים למדידה. מסתבר שהכוכבים שמסתם גדולה יותר הם בעלי בהירות גבוהה בעוד שהכוכבים החיוורים בסדקה הראשית הם אלו שמסתם קטנה. הקשר הזה, המוצג בצירור, ניתן להבאה כבערך $L \propto M^5$ כלומר הבהירות של הכוכב גדלה כחזקה החמישית של המסה. גם קשר זה נצטרך להסביר בבואינו להבין את פיסיקת הכוכבים.



הקשר מסה-בהירות

צריך להבין גם שאין מדען המנסה לחשב את תכונותיו של כוכב מסויים אחר. מיעוט הנתונים התצפיתיים והעובדה שלמעשה נחקרות רק השכבות החיצוניות של הכוכב גורמת לכך שנסיון ההבנה הוא של תכונות משותפות לאוכלוסיה גדולה של כוכבים. המשתנים הנלקחים בחשבון הם מסה, הרכב כימי

וגיל. הרבה מודלים של כוכבים מחושבים, עם שינויים מבוקרים של שלשת המשתנים הללו, והתוצאות מיוחסות לאוכלוסיה אמיתית של כוכבים ולא לכוכב אחד בלבד.

כיון שהאור המגיע אלינו מהכוכבים מקורו בשכבות החיצוניות בלבד, צריך להשתמש במידע זה לחישוב ההרכב הפנימי, של מבנה השכבות העמוקות ובהן מתרחשות התגובות היוצרות את האור והחום המגיע אלינו.

כוח הכובד

הכוכב אינו מתפורר לחלל רק כתוצאה של כוח המשיכה של הכובד. כוח זה, שהומצא או נתגלה ע"י ניוטון, מצוין שבו שני חלקיקי חומר בעלי מסה m_1 ו- m_2 יפעל כוח $F = Gm_1m_2/R_{12}^2$ כאשר R_{12} הוא המרחק שבין המסות ו-G הוא קבוע הנקרא הקבוע העולמי של הכובד.

אילו כוח הכובד היה פועל לבדו על חומר הכוכב הרי אז הכוכב היה מתכווץ במהירות לנקודה אחת, כפי שהכוח דורש. אבל כוח המשיכה מאוזן ע"י כוחות נוספים הנולדים בתוך הכוכב.

דוגמה לתהליך של איזון בין כוח הכובד לכוח הלחץ היא העובדה שהאטמוספירה של כדור הארץ אינה פורסת על פני הארץ בהשפעת כוח המשיכה אלא נשארת סביב הארץ כתוצאה מהאנרגיה הקינטית-אנרגית התנועה של חלקיקיה - או לחליפין כתוצאה של הלחץ.

בכוכב הדבר דומה מאוד. כוח הכובד המנסה להקטין את הכוכב מאוזן ע"י כוח הלחץ הפנימי שבתוך הכוכב. שני הכוחות הללו הם בעלי תפקידים עיקריים בקביעת מבנהו של הכוכב. שינויים בהן מסיבות הקשורות להתפתחות הכוכב מביאות אותו לאיזון חדש, בו הרדיוס והמשתנים האחרים של הכוכב משתנים.

בנוסף על ציון בכוחות היוצרים את שיווי המשקל של הכוכב עלינו לדון גם בתכונות החומיות שלו. כיון שהכוכבים מקרינים אנרגיה (בצורת אור וחום) החוצה, אל החלל, והטמפרטורה שלהם אינה משתנה בצורה ניכרת בתקופת התצפית, חייב היות עיקור חום המשלים את מלאי האנרגיה המוקרנת בחלקה. עלינו לציין במקור האנרגיה הזו, קצב הווצרותה והצורה בה מועברת האנרגיה אל השכבות החיצוניות של הכוכב, משם היא מוקרנת אל החלל.

זמנים אופייניים

כאשר נדבר על הכוחות הפועלות על הכוכבים ועל תכונותיהם החומיות, נמצא ששלשה זמנים אופייניים מעורבים בבעיה. אם מופר האיזון בין כוח הכובד ללחץ הפנימי, הכוכב מתכווץ או מתפשט בצורה ניכרת במשך זמן t_d - אותו נכנה הזמן הדינמי האופייני של הכוכב.

היחס בין סה"כ האנרגיה החומנית של הכוכב לבין קצב פליטת האנרגיה מפני הכוכב נקרא זמן חומי אופייני-ונסמנו t_{th} .

כפי שנראה בהמשך המקור לכל האנרגיה הנפלטת מהכוכב הן התגובות הגרעיניות המתרחשות בפנים הכוכב, היחס בין סה"כ מאגרי האנרגיה של הכוכב לבין קצב פליטת האנרגיה נקרא זמן גרעיני אופייני ומסומן ב- t_n .

לגבי רוב הכוכבים וברוב שלבי התפתחותם מתקיימים אי-השוויונות $t_d \ll t_{th} \ll t_n$ או במילים הזמן הדינמי האופייני קצר מאוד ביחס לזמן החומי האופייני בעוד שהזמן הגרעיני האופייני גדול בהרבה משני זמנים אופייניים אלו.

בטיפול שלנו בפיסיקת הכוכבים נניח שתי הנחות יסוד לגבי מבנה הכוכבים:

א. למרות התפתחות הכוכבים תכונותיהם משתנות באיטיות כל כך שבכל מועד אפשר להזניח (בלי לטעות הרבה) את קצב השינוי עם הזמן של תכונות אלו.

ב. לגבינו הכוכבים הם כדורים מושלמים וסימטריים לגבי מרכזם.

באשר שתי ההנחות הללו ביסוד הטיפול, מבנה הכוכב נשלט ע"י קבוצת משוואות בהן כל הגדלים הפיסיקליים תלויים רק במרחק ממרכז הכוכב.

ברשימות הבאות נתחיל בהנחות יסוד אלו ומאוחר יותר נדון בהדבקתן.

טלסקופים UNITRON SPOTTING SCOPES

אנו מציעים טלסקופים שוברי אור בקטרים "2.4 ו-3.1 (60mm ו-80mm) המיוצרים ע"י יצרני טלסקופים אסטרונומיים.

מתאימים לתצפיות רקיע - ביחוד לחיפוש שביטים.

* 4 הגדלות עד X60 - שדה ראייה רחב * תמונה זקופה * חצובת שולחן * קלות בנשיאה - נשיאה בתיבה.

נמצאים אצלנו במלאי. מחירים סבירים - גם ליחידים. שרות ואחריות.

מגניסקופ מכשירי תצפית והגדלה - יבוא ושווק ת.ד. 294, רמת גן. טל. 03-796378.

על כוכבים כפולים ותופעות מוזרות בשמיים, II.

מאת: יוסף זלצמן

במאמר הקודם (*) ראינו כי מסביב לכל מרכיב של כוכב כפול, קיים משטח קריטי, הנקרא בשם משטח רוש (Roche surface). משטח זה נובע מהתכונות של הכוחות הפועלים על המערכת (משיכת הכובד של המרכיבים, והכוח הצנטריפוגלי), והוא תוחם את הנפח המקסימלי האפשרי של אותו כוכב. אם כוכב ממלא את הנפח המקסימלי הנ"ל - אונת רוש שלו - כל התפשטות נוספת גורמת לזרימת מסה לכוכב השני. גודלו של אונת רוש תלוי במרחק בין שני המרכיבים, וביחס המסות ביניהם, וניתן להביעו על ידי הביטוי המקורב הבא.

$$r_R = d [0.38 + 0.2 \log (m_A/m_B)]$$

כאשר r_R הוא הרדיוס של כדור, אשר הנפח שלו שווה לנפח של אונת רוש מסביב לכוכב A, d הוא המרחק בין שני הכוכבים, ו- m_A , m_B הם המסות של הכוכבים A ו- B בהתאמה.

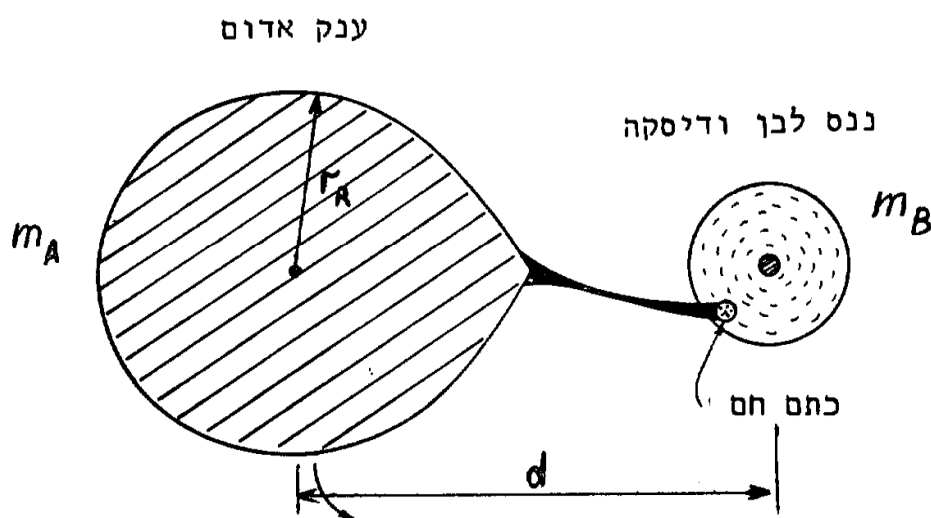
למעשה התמונה האמיתית קצת יותר מורכבת בגלל שהסיבוב של כל מרכיב סביב צירו לא תמיד מתואם למהירות המסלולית, ובמקרים כאלה קשה מאד לקבוע מהו מיקומו וגודלו המדויק של המשטח הקריטי של כוכב, אבל מבחינה תאורטית, הדבר החשוב ביותר זו עובדת קיומו של משטח גבולי, והעובדה כי כאשר כוכב ממלא משטח זה איננו יכול להמשיך להתנפח, ואז מתחיל תהליך "שפיכת מסה" לבן זוגו.

כאן המקום להזכיר כי כוכבים אמנם מתנפחים במהלך התפתחותם, ולכן, אם כוכב ממלא את אונת רוש שלו (או כל משטח קריטי אחר), כאשר עדיין יש בתוכו בעירה של דלק גרעיני, תהליך העברת מסה אל בן זוגו הוא בלתי נמנע.

לפני שנתחיל לדון על התוצאות התצפיתיות, ועל ה"תופעות המוזרות", נבהיר עוד פרט תאורטי על מעבר המסה: החומר הזורם מכוכב אחד אל השני, לא יכול ליפול אליו ישר, כי במערכת מסתובבת פועל מעין כוח מדומה הנקרא כוח קוריוליס. בגלל כוח קוריוליס, זרם המסה מוסט הצידה, ובמקום ליפול ישר אל הכוכב השני, מתחיל להסתובב סביבו, כאשר מהירות הסיבוב, והמרחק מהכוכב נקבעים לפי מאזן הכוחות הפועלים עליו. בשלב זה, זרם המסה כבר "שכח" מאיפה הוא בא, כי השפעת הכוכב הראשון כבר כמעט לא מורגשת עליו, ולכן, נוצרת טבעת מסביב לכוכב השני, ובה כל חלקיק נע במסלול לפי חוקי

(*) ראה "כל כוכבי אור" 5/1978.

קפּלר. אילולי החיכוך בין החלקיקים, החומר היה מצטופף באותה טבעת, אך בגלל תהליכי הדיסיפציה, כאשר יותר ויותר חומר זורם אל הטבעת, היא "נמרחת", ונוצרת דיסקה דקה מסביב לכוכב השני (ראה ציור 1). בגלל החיכוך, ותהליכי הדיסיפציה הנלווים אליו, החומר יכול להפטר מעודף התנע הזויתי, ותוך כדי סיבוב לזרום אל הכוכב בתנועה ספירלית, ולהספח אליו. האנרגיה שהשתחררה עקב התקרבות החומר לכוכב, בסופו של דבר תוקרן החוצה, ולכן הדיסקה הזאת מהווה מקור קרינה, אך אם נשכח לרגע את שאלת האנרגיה הנוצרת בדיסקה, התהליך דומה במידה מסוימת לזרימת המים בתוך הכיור, והמערכות הנוצרות כאשר החומר "נבלע" אל תוך הכיוב.



ציור מס' 1. מודל בסיסי להעברת מסה בכוכב כפול.

התופעות החוזרות המוזכרות בכותרת של רשימה זו, קשורות בצורה זו או אחרת במעבר המסה בין שני מרכיבי כוכב כפול.

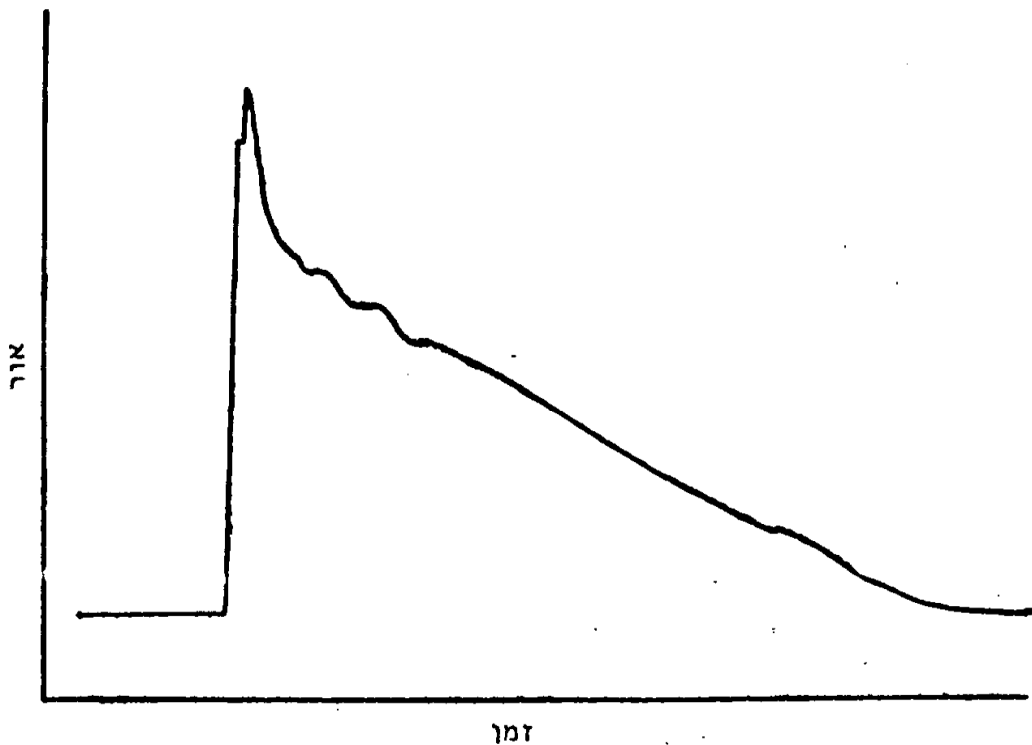
נעייך תחילה בתופעת הנובה.

השם נובה פירושו "חדש", והסיבה לשם זה היא כי כבר בתקופות הסטוריות

קדומות הבחינו אסטרונומים כי מדי פעם הופיע כשמיים כוכב חדש, באופן פתאומי, במקום בו קודם לא הבחינו בקיום שום מקור אור. כוכב זה הקרין בעוצמה רבה במשך מספר ימים, אך לאחר מכן דער, ונעלם תוך מספר חודשים. מאותה סיבה קראו להם הסינים "כוכבים אורחים". כיום אנו יודעים כי הכוכב היה כל הזמן במקומו, אך בהירותו היתה מתחת לערך הניתן לצפות בעין בלתי מזוינת. גם היום יש בתופעת הנובה כדי לעורר פליאה, שהרי הכוכב מעלה תוך יום-יומיים את בהירותו בשעור של 7 עד 15 מגניטוד (עליה של 15 מגניטוד פירושה עוצמת אור פי מיליון מהעוצמה המקורית!!).

נוסף לעליה חדה בבהירות, הספקטרום של הכוכב משתנה בהרכה, ובין היתר אנו רואים את קווי הפליטה שלו מוזזים לכחול, דבר המעיד כי מקור הקרינה נע כמהירות לכוון הצופה. מאוחר יותר, כאשר הבהירות של הנובה מתחילה לרדת באטיות לערכה ההתחלתי, ניתן לראות ספקטרום של קווי בליעה ועוד תכונות המזכירות ערפיליות. הדברים הנ"ל מתפרשים כהתפשטות של החלקים החיצוניים של הכוכב, עד כי חלק מהעטיפה נפלטת ויוצרת ערפילית מסביב לכוכב.

מהו המקור של האנרגיה העצומה המשתחררת בנובה? למה נזרקת מעטפת? למה העליה היא כה פתאומית והדעיכה אטית?



ציור מס' 2. עקומת האור של כוכב נובה

שאלות אלה ועוד, הקשורות לתכונות המיוחדות של תופעות הנובה, מעסיקות כיום מדענים בכל רחבי העולם, אך מאז הוכח מעל לכל ספק כי הנובה קוראת תמיד בכוכב כפול, אנו מתחילים להבין לפחות חלק משאלות אלה: הכוכב אשר מסביבו נוצרה דיסקת גז, ואיליו זורם כל הזמן חומר, הוא הננס לבן. זהו שלב בהתפתחותו של הכוכב, בו אין לו כבר דלק גרעיני, והוא הולך ומתקרר לקראת מותו. אך החומר הטרי המתווסף, מסוגל ליצר אנרגיה כי הוא נובע מהמעטפת של בן הזוג. החומר החדש הזה מורכב בעיקרו ממימן, והוא מתחיל להתערם על הננס הלבן, ורק מחכה לרגע ההצתה. כידוע, התנאי להצתה היא טמפרטורה וצפיפות מספיק גבוהים. התמונה, היא הבאה: הננס הלבן מספח אליו את הזרם המתמיד של חומר מהדיסקה מסביבו, כאשר קצב הספיחה תלוי בחיכוך בין שכבות השונות של הדיסקה. בחיכוך נוצר חום, שחלק ממנו מוקרן החוצה, אך הוא גם מעלה בהדרגתיות את הטמפרטורה של כל אותם החלקים שהצליחו לעבור דרך כל הדיסקה בדרכם אל הכוכב. כך עולה על שפת הננס הלבן גם הטמפרטורה וגם צפיפות החומר עד שמגיעים לתנאי ההצתה, ונוצר הנפץ הגרעיני, וזה המקור של אנרגיה שחיפשנו. עם התחלת בעירת המימן החדש, נוצר לחץ קרינה חזק ומתחילה התפשטות. למעשה מעט מאוד מסה נזרקת החוצה, אך התפשטות זו עם העפה של חלק מהחומר הטרי מספיקים כדי לכבות את הבעירה הגרעינית.

האם יכולה הנובה לחזור ולהתפרץ שנית?

למעשה, נובות אשר עלית הבהירות בהן היתה מעל 7 מגניטוד, והדבר אירע תוך יום או יומיים, לא נראו מתפרצות יותר מפעם אחת, אך קיימות תופעות מאד דומות לנובה, כמו "נובה אטית", "נובה ננסית", "נובה נשנית". כל התופעות הללו בעלות עוצמה יותר נמוכה מאשר נובה, אך מציגות אותן התנהגויות ומדענים מאמינים כי מדובר באותו תהליך, תוך שינויים של חלק מהפרמטרים הפיסיקלים של הבעיה.

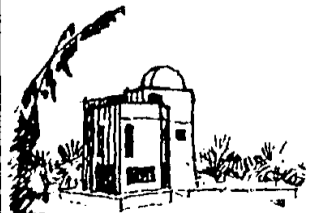
הכוכבים המציגים התנהגות זו מוכרים מזמן בשם משתנים מתפרצים, ומאז הוכח כי הם כולם כוכבים כפולים, קוראים להם גם כפולים מתפרצים (Cataclysmic binaries).

כדי להדגים את סוג החידות שכוכבים אלה מציבים בפנינו, נזכיר עוד תופעה המשותפת לכולם: אם אנו צופים בליקוי (מלא או חלקי) של הכוכב המספח אליו חומר, על-ידי הכוכב המזרים, מסתבר שזמן מה אחרי המינימום בעקומת האור, יש עוד מינימום חד מאד. כאילו שעוד חלק מקרין מוסתר על ידי הכוכב השופך מסה. המינימום השני הוא יותר עמוק בזמן ההתפרצות. הפתרון לחידה זו הוא קיומו של איזור מצומצם מאד בנקודת המפגש בין זרם המסה לבין הדיסקה, בו החומר החדש מתנגש עם החומר הנע במסלול. המהירות היחסית של זרימה זו היא גדולה ממהירות הקול כאותו מקום, ולכן מתפתח שם גל הלם, המהווה מקור מרכז של דיסיפציה של אנרגיה, וקרינה חזקה. האיזור הזה נקרא בשם "הכתם החם" (hot spot), ומהווה בפני עצמו

מטרה למחקר ולחיפוש נוסף בדרכנו להבנה טובה יותר של המשתנים המתפרצים.
(ראה ציור מס' 1).

שאלות רבות נוספות ניצבות בפנינו, ואנו רחוקים מלהבין את כל פרטי המידע המתקבל על ידי תצפיות של המשתנים המתפרצים, אך התמונה שצויירה לעיל האומרת כי כוכב מאבד מסה, ומסה זאת זורמת ומצטרפת לדיסקת ספיחה דרך כתם חם, נותנת לנו מסגרת כללית להבנה ולהמשך המחקר.

תמונה זו של דיסקת ספיחה, אינה בלעדית לכפולים מתפרצים, היא יכולה להסביר לנו תופעה הרבה יותר מדהימה: המקורות הנקודתיים של קרני X. על כך במאמר הבא.



מוצפה הכוכבים
של העיר
גבעתיים

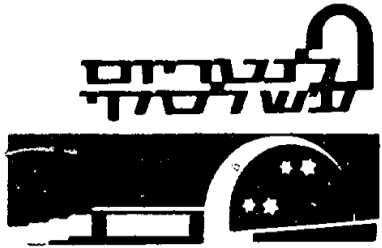
Givatayim Observatory

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

השנה יתקיימו חוגים למתחילים ומתקדמים.

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

הזמנות ביקוריט קרוצחיים לפי טל. 730117.



מגיד הרקיע 1979

עומד לצאת לאור "מגיד הרקיע" 1979, מהדורה מעודכנת ומשופרת של "מגיד הרקיע" 1978.

בדבר פרטים נא לפנות לפלנטריון ע"ש לסקי, מוזיאון הארץ, רמת אביב, טל. 415244.

פינת החובב

אסטרונומיה של מטאורים. II

=====

מאת נפתלי תשבי

תצפית המטאורים משני מקומות שונים

כדי שנוכל לנסות ולהבין משהו על מקורם של המטאורים ולנסות ללמוד את הפיסיקה שלהם, חובה עלינו, קודם כל לקבוע גורם חשוב ביותר: היכן מתרחשת התופעה הנראית לנו כמטאורים? או במילים אחרות, מהו המרחק של המטאורים?

ראינו כבר שלמרחק של עצמים אסטרונומיים ישנה חשיבות ראשונה במעלה. בלעדיו אי אפשר כלל להתחיל ולדון בתיאוריה, שכן מהותה של התופעה יכולה להשתנות אלפי מונים, בהתאם למרחקים שונים שבהם היא מתרחשת.

הדרך הטבעית ביותר להערכת מרחקם של המטאורים, היא בשמוש ישיר בעקרון הפרלכסה, דהיינו תצפית בו זמנית משתי נקודות שהמרחק ביניהן ידוע. מרחק זה משמש כזכור כקו בסיס שבעזרתו ובעזרת ההפרש ברקע הכוכבים של המטאור הנצפה, אפשר לחשב את כל הזוויות במשולש ולכן את גובהו של המטאור.

עקרון פשוט זה, אינו כל-כך פשוט למימוש כשמדובר במטאורים, שכן על הצופים להיות:

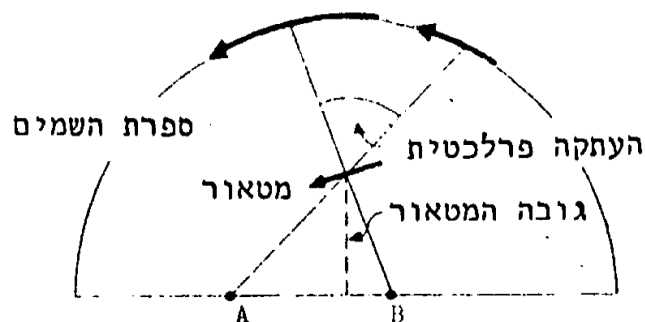
- א. בטוחים שזיהו את אותו מטאור עצמו.
- ב. בטוחים במיקומו הנראה של המטאור בדיוק מספיק גדול.

כיוון שאי אפשר לחזות הופעתו של מטאור בודד יש צורך בשתי קבוצות צופים שתצפנה, בלילה עשיר במטאורים, באותן שעות, לאותם איזורים בשמים. עליהם לרשום את הזמן והמיקום של כל מטאור נצפה, בדיקנות מירבית. חשוב במיוחד לזכור תופעות מיוחדות שיאפשרו זיהוי ודאי של המטאור בהשוואה בין התצפיות.

המרחק בין שתי קבוצות הצופים רצוי שיהיה כמה עשרות קילומטרים (אבל מדוד בדיקנות!).

אם יש קשר (רדיו או טלפון) בין שתי הקבוצות - הרי זה משובח. על הצופים להשתדל לא להחמיץ אפילו מטאור אחד. השיטה המומלצת והבטוחה ביותר היא התצפית בעזרת מצלמה. אם מצליחים "ללכוד" מטאור במצלמה בשתי תצפיות שונות, בו זמנית, אפשר לבצע את מדידת הגובה בדיוק טוב. אולם צילום כזה אינו קל ודורש הרכה סבלנות ונסיון, זאת בגלל הזווית הקטנה של המצלמות ורגישותן הנמוכה יחסית

(רק מטאורים חזקים מאד ירשמו במצלמה!). עם זאת נסיונות לתצפית כזו מומלצים ונשמח לשמוע תגובות ותוצאות.



ציור 1. קביעת גובהו של מטאור בעזרת תצפית משתי נקודות שונות. בעקרון הפרלכסה.

תצפית כזו שתבוצע כהלכה, תאפשר ללא ספק, להגיע למסקנה החשובה: המטאורים הינם תופעה בעלת מקור קוסמי, המתרחשת באטמוספירה של כדור-הארץ. גובהם הממוצע של המטאורים הוא כ-100 ק"מ, דבר ההופך אותם לעצמים האסטרונומיים הקרובים ביותר.

מקורם של המטאורים

מצוידים בידע הבסיסי שרכשנו על המטאורים בעזרת תצפיות פשוטות, נוכל לנסות להשיב על השאלה היסודית: מהו מקורם של המטאורים?

שאלה זו כוללת בתוכה אוסף שאלות אחרות, כגון: מה גורם להם להראות כאלו הם "מוקרנים" ממקור מסויים בשמיים. (Radiant)? האם הם קשורים לעצמים אסטרונומיים אחרים? האם מקורם במערכת השמש? ממה מורכבים המטאורים? וכו'.

ננסה להשיב על חלק משאלות אלה בעזרת תצפיות פשוטות ועובדות ידועות אחרות.

מתוך תצפית יסודית כמטאורים באטמוספירה, חייבים להגיע למסקנה שהמטאורים הינם עצמים קטנים ביותר ודלילים מאד. בעזרת התצפיות המודרניות מתבררים הנתונים הבאים:

למטאורים גרעין בסיסי צפוף בעל;

מסה ממוצעת = 10^{-5} גרם.

קוטר ממוצע = 0.02 ס"מ.

צפיפות ממוצעת = 3.5 גרם לסמ"ק.

סביב גרעין בסיסי זה ישנה מעטפת דלילה, כמעט גזית, המורידה את הממוצע הכולל של הצפיפות עד 0.5-0.3 גרם לסמ"ק.

מבנה דליל זה שונה מאוד מהצפיפות הגדולה המצויה באותם "אבני-שמים" הידועים כמטאוריטים, ומרמזת אולי על מקורות שונים, או לפחות תהליכים שונים ביצירתם.

תופעה אחרת השופכת אור על מקורם של המטאורים קשורה למחזוריות בהופעתם של ממטרי המטאורים.

מסתבר ש"מקורות קרינה" מסויימים פעילים במיוחד בתאריכים מסויימים בשנה. למשל הפרסאידיים שזהו אחד המקורות הפעילים ביותר בשמים, פעילים כל שנה בין ה-25 ביולי עד ה-14 באוגוסט, ומגיעים לשיא בפעילות ב-30 ביולי.

תופעה זו מרמזת על כך שהמטאורים אינם קשורים לכדור הארץ, אלא כדור הארץ במסלולו סביב השמש, "לזכד" אותם, כל פעם ממקום אחר. "נחילי" מטאורים אלה לא יכולים "לעמוד" במקומם במערכת השמש, הם חייבים לנוע במסלול סביב השמש. ובאמת כבר בתחילת המאה הקודמת נתגלה שלפרסאידיים ישנו מחזור פעילות של 33 שנים. כלומר כל 33 שנים נצפים ממטרי-מטאורים דומים בעוצמתם ובאופיים, שמקורם בקבוצת פרסאוס.

שתי עובדות אלה ביחד, דהיינו, המחזור השנתי והמחזור הרב שנתי של הפרסאידיים, מלמדים על כך שהם סובבים את השמש כאליפסה גדולה במחזור של כ-33 שנים.

עובדה זו, שנתגלתה גם עבור ממטרי מטאורים אחרים, כמו הלאונידים (מקבוצת אויה) ואחרים, מעמידה מיד את המטאורים כקרובי משפחה של עצמים אחרים הסובבים סביב השמש במסלולים אליפטיים מאד, אלה הם השביטיים.

כדי לחזק את הקשר בין שתי התופעות, מתברר שממטרי מטאורים עשירים במיוחד מופיעים סמוך להופעתו של כוכב שביט, בהפרש של כחצי שנה בד"כ.

חישובים של מסלולי המטאורים לעומת מסלולי כוכבי השביט הסמוכים אליהם, מראים ללא ספק שתופעות אלה קשורות זו בזו, כפי שניתן ללמוד

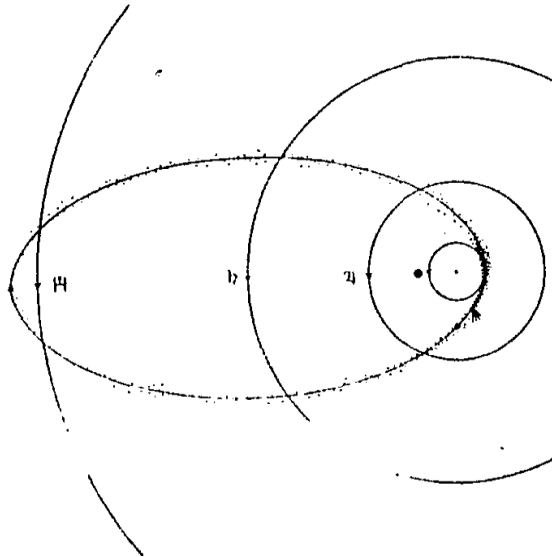
מהשוואה הבאה בין הפרסאידים והשביט הקשור בהם 1862/III:

1862/III	פרסאידים	סימון אסטרונומי	
24.1	22.5	a	חצי הציר הגדול באליפסה (A.U.)
0.934	0.963	q	מרחק מהשמש בפריהליון (A.U.)
0.920	0.960	e	אקסצנטריות המסלול
113.6	113.2	i	נטיה ביחס למלקה (1950.0)
138.7	139.3	Ω	רוחב שמימי של הקשר העולה (1950.0)
291.5	286.6	π	רוחב שמימי של הפריהליון (1950.0)

טבלה 1. השוואה בין מסלול הפרסאידים ומסלול השביט 1862/III.

קשר ברור כזה בין מטר מטאורים וכוכב שביט, נחגלה גם בשורת מקורות נוספים כמו הלאונידים (Leonids) והשביט 1866/I, הלירידים (Lyrids) והשביט 1861/I, האנדרומידים (Andromedids) והשביט Biela ורבים נוספים.

מקובל היום שכל המטאורים קשורים או היו קשורים בעבר לכוכב שביט כלשהו.



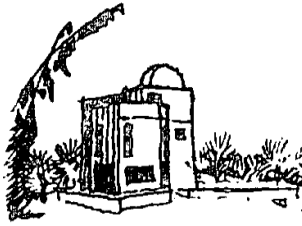
ציור 2. קשר בין מסלול של הלאונידים והשביט 1861/I.

אולם עדיין קיים קושי עקרוני להוכיח שהקשר בין שתי התופעות השונות לכאורה, איננו מקרי או סטטיסטי, אלא נובע מקשר פיסיקלי ברור בין תופעת השביט ובין המטאורים הנלוים אליו, שכן, ישנם כוכבי שביט שאליהם לא נלוים מטאורים, וישנם נחילי מטאורים שלהם לא מוכר שביט אב כזה.

עם זאת, מאלפת העובדה שניתן לחזות הופעתו של מטר מטאורים מתוך מסלולו של כוכב שביט, כפי שעשה האסטרונום J.G. Porter ב-1952, כאשר פירסם רשימה של 17 כוכבי שביט אליהם הוא צירף את הקואורדינטות של מקור המטאורים הצפוי לפי חישוביו. ב-18 מתוך ה-19 אכן נתגלה מקור מטאורים כזה שהתאים לחישוביו של Porter.

הקושי במחקר המטאורים הוא בכך שמנסים לקשר שתי תופעות עליהן ידוע מעט מדי; כוכבי השביט והמטאורים. כדי לעמוד על טיבו של קשר זה נצטרך ללמוד יותר על המבנה של כוכב שביט ועל הקורה אותו במסלול סביב השמש.

על כך ברשימה הבאה.



מוצפה הכוכבים
של העיר
גבעתיים

Givatayim Observatory

התחילה הרשמה לחוברת "כל כוכבי אור" 1979.

מחיר המרוז לשנה - 120 ₪ (6 גליונות).

נמשכת ההרשמה לשנת 1978.

מחיר המרוז לשנה - 65 ₪.

קבוצת החודש

נובמבר

פגסוס

מאת: יגאל פתאל

- מזוהה ע"י מרובע כוכבים גדול כאשר מהכוכב הצפון-מערבי יוצאת מעין מקבילית של כוכבים בעלי בהירויות 4, 3 ומהכוכב הדרום-מערבי של הרכוב יוצאת קשת כוכבים כשנקצה כוכב בעל בהירות 2.
- α - מרקב (Markab) - פרוש השם ספינה וזאת בהתאם לשם הקבוצה שנתן לה ע"י המצרים הקדמונים. כוכב כחול בעל בהירות נראית 2.6 ומוחלטת 0.1. מרחקו מעמנו כ- 102 שנות אור.
- β - שיט (Scheat) - ענק אדום משתנה מטיפוס בלתי סדיר בעל ספקטרום M2. הבהירות משתנה מ- 2.1 ל- 3 (בהירות נראית). בהירות מוחלטת 1.0 - (במקסימום). מרחקו כ- 172 שנות אור.
- γ - אלגניב (Algenib), משתנה כחול מטיפוס β קפאוס. משנה בהירות מ- 2.8 ל- 2.86 במחזור של 0.15175 ימים. ספקטרום B2. בהירות מוחלטת -2.8. מרחק כ- 466 שנות אור.
- ϵ - אניף (Enif) - הכוכב הבהיר בקבוצה. ענק מטיפוס K2. בהירות נראית 2.6 מוחלטת -5.0. במרחק של 816 שנות אור.
- ξ - חמאם (Hamam) פרוש השם אמבט. כוכב כחול מטיפוס B8. בהירות נראית 3.6 ומוחלטת -0.1. מרחקו כ- 182 שנות אור.
- η - מטר (Matar) - ענק צהוב מטיפוס G2 בהירות נראית 3.1 ובהירות מוחלטת -1.2. מרחקו כ- 233 שנות אור.

דצמבר

אנדרומדה

הקבוצה ממוקמת בהמשכה של קבוצת פגסוס, כאשר הכוכב α באנדרומדה הנהו הפנה הצפון-מזרחית של המרובע הגדול המרכיב את פגסוס. הקבוצה דומה לשתי קשתות - הקשת הצפונית בהירה יותר והקשת הדרומית חוורת, כאשר שתי הקשתות יוצרות מעין משולש. בהמשך הקשת נמצא הכוכב α פרסאוס המהווה מעין חלק אינטגרלי של הקשת הבהירה. במיתולוגיה היתה אנדרומדה בתם היפה של קפאוס וקסיופליאה. האחרונה התפארה ביופיה של בתה והעלתה את חמתן של נלימפות הים. נפטון, אל הים, במחאה על עזות מצחה של קסיופליאה, צווה להענישה באמצעות קשירתה של אנדרומדה לסלע באמצע הים (המזוהה כיום כסלע אנדרומדה ממול ליפו). אנדרומדה היתה בכי רע בגלל מפלצות הים שסבבוה - המדוזה, נחש הים, הדגים, הלוייתן ועוד כהנה וכהנה. אך מצוקתה לא ארכה זמן רב וזאת בהתאם לתסריט "ההפי אנד" של הסיפורים - הופיע הגבור פרסאוס רכוב על סוסו המכונף, פגסוס, וכרת במחי חרב את ראשה של מדוזה מעליה, דבר שגרם למפלצת להיפך לגוש אבן דומם. מיד קשר פרסאוס את האנדרומדה לסוסו פגסוס והוציאה לחופשי. משום יופיו של הספור ראו

האלים לנכון להעביר את כל גבורי העלילה כלאחר כבוד לרקיע למען ישארו שם לנצח ורק אנו מוצאים את קסיופאה וקפאוס, הסוס פגסוס ואנדרומדה הרכובה עליו כשפרסאוס מאחור ומפלצות הים, גם מקומם לא נפקד והן מיוצגות ע"י קבוצות הרוכבים - דגים, לוויחן, נחש מיס, דג דרומי, דלי, סוסון הים.

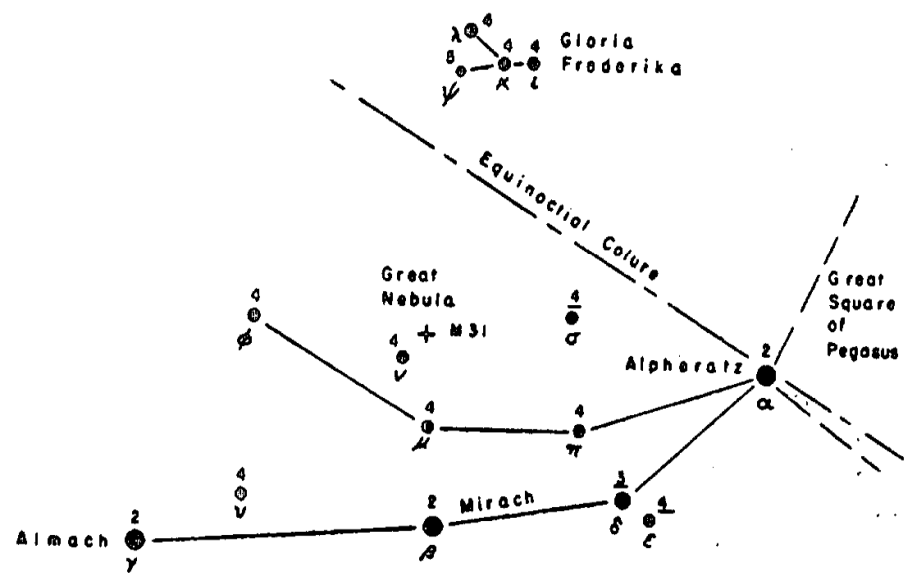
α - אלפארץ (Alpheratz) - כוכב כחול מטיפוס B8, בעל בהירות נראית 2.1 ובהירות מוחלטת -0.4. מצוי במרחק כ-105 שנות אור.

β - צירק (Mirach) - ענק אדום מטיפוס M0, בהירות נראית 2.4, ובהירות מוחלטת 0.4. מצוי במרחק כ-82 שנות אור. כוכב זה הנו כוכב כפול כשהמלווה הנו בעל בהירות 14 ובמרחק 28 שנות קשת.

γ - אלמאך (Almach) - מערכת של כוכב כפול כשהגדול הנו ענק כתום מהטיפוס K2 ובעל בהירות נראית 2.3 ובהירות מוחלטת -1.2. המלווה השני הנו כוכב כחול בעל ספקטרום A0, בהירות נראית 5.5 ומוחלטת 1.6. הניגוד בצבע בין שני הכוכבים חריף ויפה לצפיה בכל טלסקופ גם הקטן ביותר. המרחק בין הכוכבים כ-10 שניית קשת. הכוכב הקטן מלווה ע"י כוכב בעל בהירות 6.3 והמרחק ביניהם 0.3 שניית קשת, מבחן יפה לטלסקופ בעל מפתח גדול. מערכת זו מלווה ע"י כוכב נוסף שהנו כפיל ספקטרלי. מרחקה מעמנו כ-163 שנות אור.

δ - ענק כתום מטיפוס K3. בהירות נראית 3.5 ומוחלטת 0.6, מרחקו מעמנו כ-125 שנות אור.

ANDROMEDA



אובייקטים של Messier

ליקט: י. פתאל

- M31 - "הערפילית" הגדולה באנדרומדה. נמצאת בהמשך הקו β ל- μ באנדרומדה, מעלה אחת מערבית ל- σ באנדרומדה. בלילה כהיר הגלכסיה נראית ככתם ערפילי בעין בלתי מצוידת. בהירות הגלכסיה 4.8, היא גלכסיה מטיפוס Sb כשמרחקה 2.22 מליון שנות אור, וקוטרה $160'/40'$. בטלסקופ או במשקפת עד $8''$ נראה הגרעין בלבד כשתצפית נעשית באזור עירוני כתנאים גרועים. מחוץ לעיר נראים קצוות הספירלה אף במשקפת שדה.
- M32, M110 - כדי למצוא את M32 שהיא מלווה אליפטית של M31, יש להביט באותו שדה ראייה עם הגרעין של M31, ו- $25'$ דרומית למרכז של M31 נבחין במעין צבור כדורי בעל בהירות מחולקת שווה לכל השטח. בהירות הגלכסיה 8.7 אך בשל קוטרה הקטן ($3'/2'$) היא נראית ככוכב כהיר המוצא מחוץ לפוקוס. זוהי גלכסיה אליפטית ננסית מטיפוס E2. כדי למצוא את M110 או בשם הידוע יותר, NGC205, יש לזוז ממרכז הערפילית M31 כ- $45'$ לצפון מערב ואז בטלסקופ בעל מפתח של $6''$ ומעלה נבחין במעין כתם חורר למדי בצורה מאורכת גודלו יהיה כ- $8'/4'$ אבל בהירותו 9.4 תהיה פחותה בהרבה משום שהערפילית גדולה בהרבה מ-M32.
- M33 - גלכסיה ספירלית מן הבהירות ביותר (הבהירה ביותר לאחר M31) בעלת בהירות 6.7. מרחקה מעמנו 2.35 מיליוני שנות אור. זוהי גלכסיה ספירלית ננסית מטיפוס Sc. דווקא משום קרבתה הרי גודלה הזוהר גדול $55'/40'$ ומשום קוטרו הקטן של גרעינה, האופייני לסוג זה של גלכסיות, הרי שדבר זה מקשה על התצפית בה. התנאים האידיאליים לתצפית הם לילה בהיר ומשקפת שדה או טלסקופ בעל מפתח טוב לראות פרטים בזרועות הגלכסיה. כתנאים גרועים או באזור עירוני קשה למצוא אף בטלסקופ גדול. אך מחוץ לעיר התצפית בגלכסיה אינה קשה ויש הטוענים שראוה בעין בלתי מצוידת. הגלכסיה נמצא הגלכסיה נמצאת בשליש הדרך בין α משולש ל- β באנדרומדה, כשהיא סוטה כמעלה דרומה מהקו המחבר את שני הכוכבים. צפונית מזרחית למרכז בערך כ- $10'$ ממנו ניתן להבחין בכתם ערפילי, זוהי NGC 604 שזהו אחד החלקים של זרועות הגלכסיה. ניתן להבחין בטלסקופים מ- $6''$ ומעלה בפרטים.
- M15 - צביר כדורי בהירות 6.0 קוטרו $12'$ (88 שנות אור). מרחקו מעמנו כ-50000 שנות אור. דביר זה הנו אחד הדבירים הבהירים בשמים, השני בבהירות בשמים הצפוניים, ואחד היפים לתצפית משום שהוא נתן בקלות להפרדה אף במכשירים קטנים כשהתנאים הנם נוחים. למציאת הדביר יש להמשיך את הקו מ- σ פגסוס ל- ϵ פגסוס (בעל בהירות 2), בערך כ-3 מעלות מ- ϵ ימצא הדביר. בטלסקופ קטן או במשקפת הוא ייראה ככוכב בהיר מחוץ לפיקוס. בחירות הדביר יורדת בהדרגה מהממרכז לקצוות וקל מאוד לפיכך להבחין בכוכבים בודדים בקצוות.

התכונות (*)

תאריך	שעה (**)	נטיה	עליה ישרה	גודל נראה	קב' ספקטלית	אלונגציה	% פזה	A	B
18	23 ^h 33 ^m 37 ^s	+17° 45' 48"	06 ^h 55 ^m 03 ^s	6.9	KO	133	-84	-1.6	+0.7
19	04 01 58	+17 47 03	17 01 12	6.2	MO	132	-83	-2.1	-2.3
26	04 08 06	-02 46 58	12 38 51	7.9	KO	53	-20	-0.9	+0.2
נוכח									
2	18 00 18	-18 37 24	18 47 29	6.5	A0	31	+07	-0.3	+0.1
2	17 59 34	-18 39 15	18 47 33	7.0	A2	31	+07	-0.4	-0.1
11	02 14 51	+10 30 55	02 23 42	5.5	B5	138	+87	-0.6	+1.5
11	02 57 43	+10 28 14	02 25 38	6.8	A3	139	+88	-0.1	-0.2
11	23 05 33	+12 58 04	03 10 13	6.4	G5	149	+93	-2.9	-4.4
17	01 04 17	+17 07 44	07 30 36	5.6	K0	153	+94	-2.8	+0.8
17	22 32 04	+15 44 28	08 17 04	6.6	K0	143	-90	-1.5	-0.6
21	02 51 12	+06 29 00	10 45 00	6.3	K0	109	-66	-2.7	+1.1
21	03 51 55	+06 27 33	10 46 13	7.0	A2	108	-66	-2.4	-0.7
22	03 40 45	+02 36 54	11 32 31	6.7	K5	97	-56	-2.9	+1.4
23	01 41 29	-00 40 12	12 17 35	5.9	A3	87	-47	-0.2	-3.3
24	03 25 27	-05 25 32	13 08 51	4.4	A0	74	-36	-0.4	-2.2
24	04 20 54	-05 25 32	13 08 51	4.4	A0	74	-36	-2.5	+2.0
31	18 26 03	-15 48 39	20 27 31	6.4	K0	26	-05	-0.2	-0.2

לצמבר

באדיבותו של מנחם אליו, קב' יבנה ומעפה הצי של ארה"ב (הסבר ודוגמת החישוב ראה ב"כל כוכבי אור" 2-3/1978). (*)
 זמן ישראל (קב' יבנה). (**)
 כניסה ויציאה של Virgo θ. (***)

יומן השמים

נובמבר - דצמבר

דצמבר 1978			נובמבר 1978		
תופעה	שעה	תאריך	תופעה	שעה	תאריך
ירח בפריגאון	18	2	כוכב חמה 7° דר' לירח	07	2
כוכב-חמה בהתקבצות תחתונה	23	5	שיא מטר המטיאורים טאורידיים. השנה חנאי תצפית טובים.	-	4
שיא מטר מטיאורים גמינידיים. השנה חנאי תצפית טובים.	-	14	נוגה בהתקבצות תחתונה	23	7
נוגה בזוהרו המירבי	07	14	ירח מלא	22	14
($-4^m.4$)			כוכב-חמה בריחוק מזרחי מירבי (23°).	04	16
ירח מלא	15	14	כוכב-חמה 4° דר' לנפטון	01	18
כוכב-חמה עומד	18	15	הירח באפוגיאון	00	21
ירח באפוגיאון	18	18	שבתאי 3° צפ' לירח	03	24
תחילת החורב האסטרונומי בחצי כ"א הצפוני (7^h21^m). השמש נכנסת למזל גדי ומגיעה למרחק הזויתי הגדול ביותר מקו המשווה. היום הקצר ביותר והלילה הארוך ביותר. השמש מגיעה בישראל לגובה של 36° ואורך היום הינו כ- 10^h06^m .	07	22	כוכב-חמה עומד	02	26
כוכב-חמה בהיחוק מערבי מירבי (22°)	23	24	צדק עומד	05	26
שבתאי עומד	23	25	נוגה עומד	18	26
מולד הירח	22	29	שיא מטר המטיאורים אנדרומידיים. השנה חנאי תצפית טובים.	-	27
הירח בפריגאון	00	31	נוגה 3° דר' לירח	05	28
כוכב-חמה 0.3° דר' לנפטון	21	31	אורנוס 34° דר' לירח	23	28
			כוכב-חמה 0.1° צפ' למאדים	21	29
			מולד הירח	10	30

