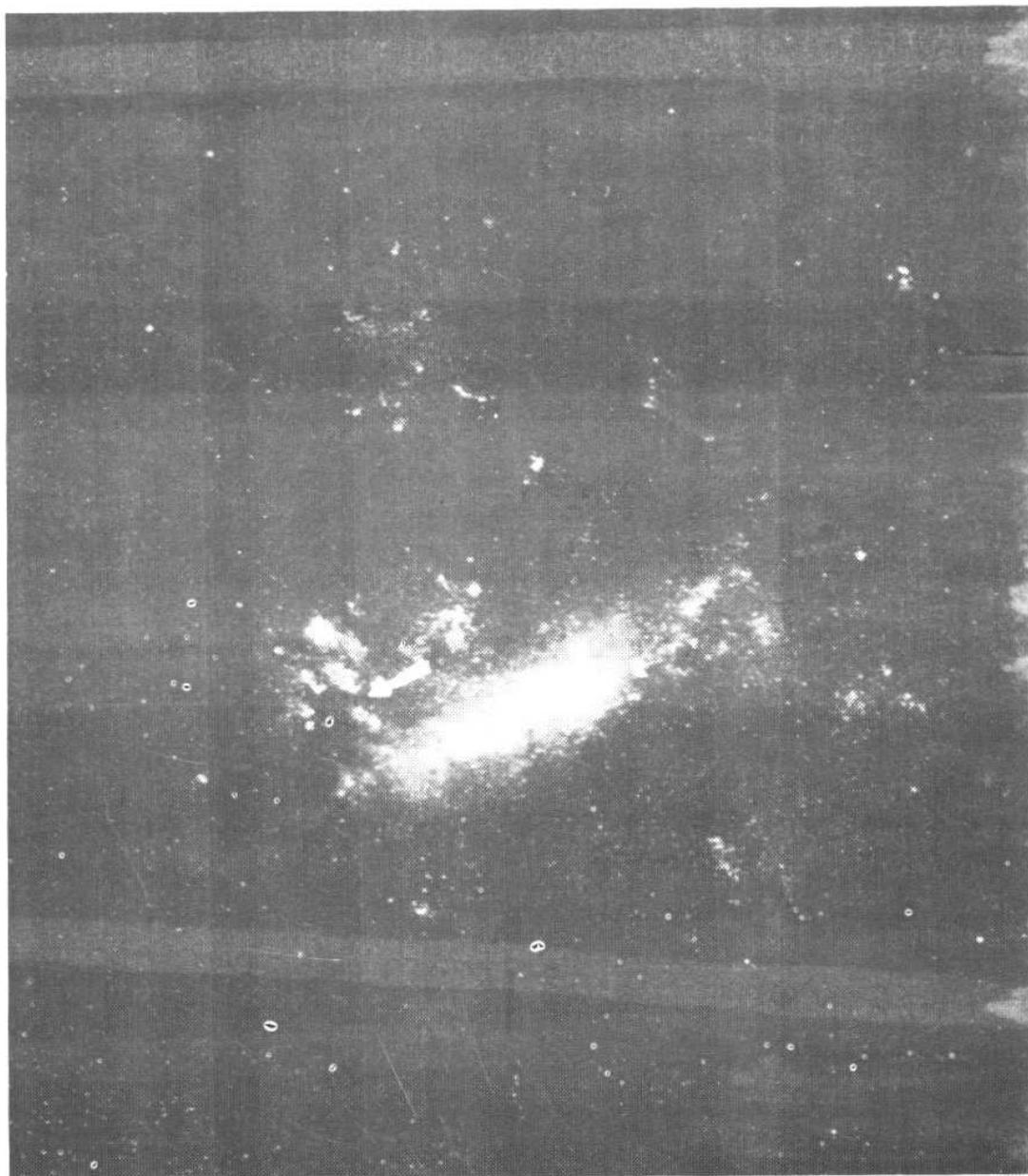
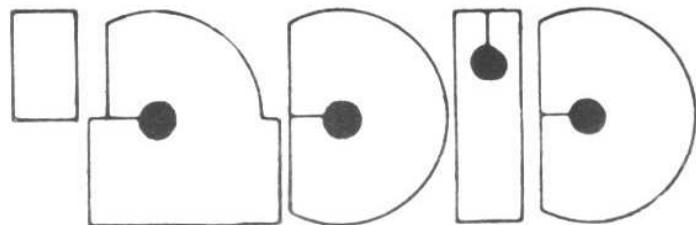
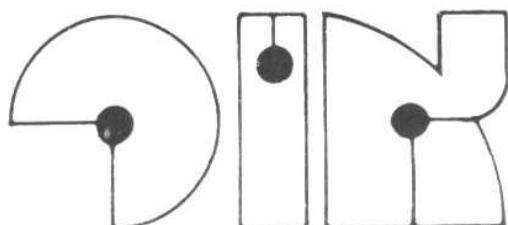
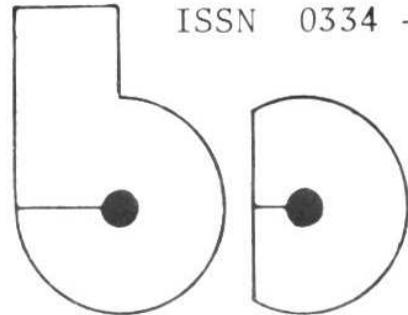


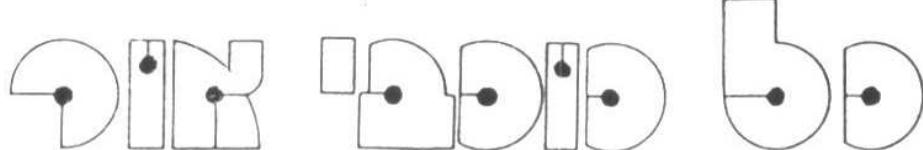
ISSN 0334 - 1127

אסטרונומיה
אסטרופיזיקה
חקר החלל



2/1987





אדר-נירון חשמל"ז
STARLIGHT

מרץ-אפריל 1987
VOL. 14, NO. 2

כרך 14, גליון 2
MARCH-APRIL 1987

58-004-867-6
מציה לאור: האגודה הישראלית לאסטרונומיה, עמותה מס. 6-
מצפה הכוכבים, גן העלייה השניה, גבעתיים
עורכיהם: ענבל חמו, חנוך גרשטי, בועז מאיר
כתובת המערכת: ת. ד. 149 גבעתיים 53101

PUBLISHER: THE ISRAEL ASTRONOMICAL ASSOCIATION
GIVATAYIM OBSERVATORY, SECOND ALIYA PARK, GIVATAYIM
EDITORS: INBAL HAMO, HANOH GERST, BOAZ MAYER
ADRESS: P.O.B. 149 GIVATAYIM 53101

40	הסופרנובה של המאה
42	המוץ' הגדול?
43	אסטרוניאולוגיה - מהי?
49	פינתי החובב
57	פלוטו - המשך הסיפור
60	בלון חוקר לאטמוספירת נוגה
61	מצפיות ראשונות מג'יווטו
63	כוכב קורס עובי
65	תרומות חובבים למחקר האסטרונומי
67	באנוודה

*	*
*	הרצאה לאור של חברה זו התאפשרה תודות למתרומות הנדיבה של
*	*
*	יהודה רשות בע"מ, אשדוד
*	מר אברהם כרמל, תל-אביב
*	החבר מיכאל הראל, מעלה אדומים
*	החבר ד"ר ברוך עמרמי, הוד השרון
*	*



בשער הקדמי: הענן המגלני הגדל - גלקסיה מלאה של שביל החלב המצויה במרקח 170,000 שנות אור מائתנו. החץ מסמן את מקומה של הסופרנובה SN1987A.

בשער האחורי: פלוטו. שתי התמונות צולמו בהפרש של יממה אחת ומראות על תנועתו של כוכב הלכת ביחס לכוכבי הרקע.

ירובי 1987

לכבוד
חברי האגודה הישראלית לאסטרונומיה

הנדון: "סקר פעילות"

לצורך תכנון הפעולות השוטפת, ברצובינו, לערוֹר סקר

תחומי התעניינות.

בזדה لكم מאוד אם תملאו את השאלה ותשלחו אותה אל

הכתובת:

שמעאל פרלמורט
אשדוד - רח' האצל 2/48

תחומי פעילות רצויים לחברי האגודה

תכפיות

תכפיות מיוחדות (כולל סופי שבוע אסטרונומיה)

הרצאות בנושאים: אסטרונומיה,

אסטרופיזיקה,

חקר החלל

אחר

זמן הפעולות הרצויים (להרצאות בלבד)

הרצאה אחת כל ששה שבועות (בערב)

מספר הרצאות מדוימות למשך חצי יום, כל שלושה חודשים.

סופ שבוע כל חצי שנה (בשילוב תכפיות).

בתודה רבה על הענתתכם הרובה.

לכבוד רב,

שמעאל פרלמורט

האגודה הישראלית לאסטרונומיה

שם: משפחה:

כתובת:

טלפון:

משלחו המערכת

קוראים יקרים,

חוורבת זו היא הריאונה המופיעעה לאחר הכנס השנתי של האגודה שהתקיים השנה. בחול המועד פסח (16/4/87) במצויה הוכבבים שבגביעתיהם... אנו מפרסמים כאן את מאמרו של ד"ר נח ברגש אוזות פלוטו בהמשך להרצאה שנשא בנושא זה במסגרת הכנס.

בליל ה-23 בפברואר 1987 התרחש ארוע אסטרונומי שירש המכנים אותו בשם "האורווע של המאה". לאסטרונומים הצופים מחציו הדרומי של כדור הארץ נמגלה לפתע נקודת אור חדשה בענן המגלני הגדול (LMC). נקודת זו פורשה ע"י המדענים כהתופעות סופרנובה שארעה לפני כ-170,000 שנה. על הממצאים הראשונים מאותה התופעות תובלו לקרוא במאמר המופיע בחוורבת זו. המאמר, פרי עטו של ד"ר נח ברוש, מבוסס על הרצאתו בנושא שנייתה במסגרת הכנס.

מאמר נוסף של ד"ר ברוש מתווה את הקשר השני בין עיסוקיהם של האסטרונומים המקצועיים וה חובבים.

חרים מזר מרם לחוורבת זו אמר העוסק בבניית מודלים גיאולוגיים של כוכבי לכת על פי אפיוינויהם האסטרופיזיים.

לרגל מלאת שנה למועדון האחרון של שבט האלי בקדחת כדור הארץ. אנו מפרסמים מאמר המתאר את מפגשן של חלליות המחקר האידויות ג'יוסו עם השביט.

פינח החובב הממוקם במרכז חוות זו עוסקת הפעם בתכנית צבידים בקבוצות ערב, קשת ונושא נח



* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *

כਮותה המערכת לקבלת מאמרים ומכבבים –
מערכת "כל כוכבי אור"
ח.ד. 149
גביעתיים 53101

* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *

המערכת רואה עצמה חופשית להשתמש בחומר הנשלח אליה כראות עיניה. אין המערכת מחייבת כתבי יד שנשלחו אליה, אלא לפוי בקשה מפורשת.
* * * * *
* * * * *
* * * * *

המודעות המתרפסמות ב-"כל כוכבי אור" הן מטעם המפרסם ועל אחריותו בלבד.
* * * * *

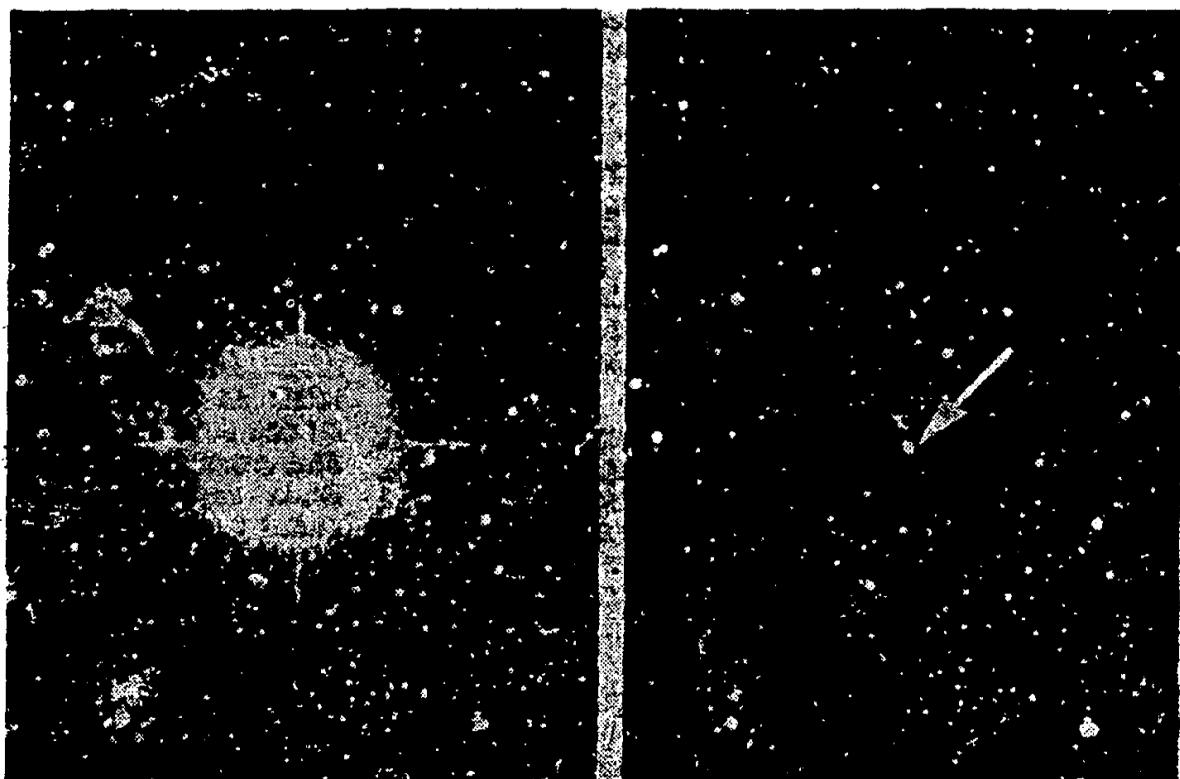
הטופרנובה של המאה

כח ברוש

מצפה הכוכבים ע"ש ווייז, אוניברסיטת תל אביב

מאז ימיו של קפלר לא הצליחו לראות טופרנובה בעין גלויה. אמנים מאז סוף המאה הקודמת ועד היום נראו כמה מאות טופרנובות בגלקסיות אחרות, אך עקב המרחק הרב של גלקסיות אלו לא עברו הטופרנובות בשיא זוהרן את גודל (בהירות) 10 בערך.

נזכיר כאן בקצרה מה הייתה טופרנובה (ראה גם בಗליונות 5-6/1986-5-6/1986 של "כל כוכבי אור"). מבחינה תצפיתית, טופרנובה מופיעה כ"כוכב חדש" שבHIROTOB כבHIROTOB הגלקסיה בה הוא שוכן. מעולה בהירות הטופרנובה לתקופה מוגבלת על בהירותה של גלקסיה שלמה. אם מתרגם זאת למספרים - כshedbarim על כוכב רגיל, נאמר בהיר פי 100 מהמשם, אזי בעת תחיליך הטופרנובה תגיע בהירותו לפי 10 בחזקת 12 מבHIROTOB המשם ותגבר על בהירות הגלקסיה, על כל כוכביה.



ציור מספר 1 – הטופרנובה A7SN1987NS לפני ההחפוץות (מימין) ואחריה.

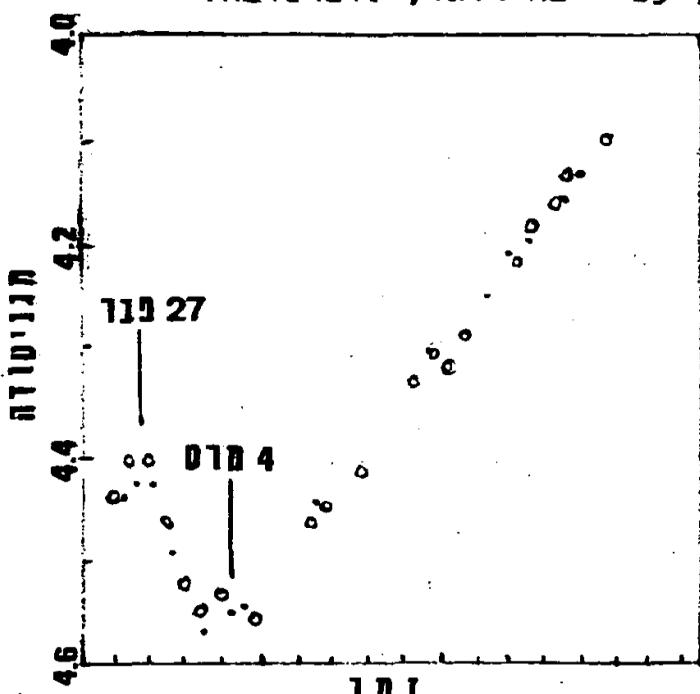
עם חילמת המחקר האסטרונומי בתופעה זו המברר כי בשעת ההבקז של הטופרנובה נזרקת לחלל כמות גדולה מאד של חומר, גדולה פי כמה מסת החומר, במהלך אלף ק"מ לשנייה. חומר זה מפזר בחלל ונראה כערפיליות למשך תקופה של כמה עשרות אלפי שנים. כמה דוגמאות משביל החלב שלנו הם ערפיליות הסרטן (CRAB NEBULA) בקבוצה שור וערפיליות הצעיף (VEIL NEBULA) בקבוצה ברבור.

האסטרונומים נIMO למוּעָה הסבירים לתופעה מרשימה זו. מהליך המבטייח את אספקת האנרגיה לזריקת החומר הקשור בתמונות ליומו של כוכב גדול שמסתו עולה, ככל הנראה, על 10 מסות שמש. מהליך המסתומות הסופי של כוכב כזה הופכת הליבה מגוף דמוי ננס לבן (קוטר כ-10,000 ק"מ, צפיפות כ-10,000 גרם לסמ"ק) לכוכב ניוטרוניים (קוטר כ-10 ק"מ, צפיפות כ-10 בחזקת 16 גרם לסמ"ק) או לחור שחור (לגביו גוף זה אין משמעותם לקוטר וצפיפות).

אפשרו אם ליבת הכוכב הופכת לבסוף לחור שחור, היא בדרך כלל עוררת את השלב של כוכב ניוטרוניים, המחייב את הפיכת רוב רובה של המשא מחומר רגיל לנירוטרוניים, ככלומר מעין גרעין אטום גדול מאד. נזכיר כאן שמדובר בחשכנות תיאורטיים בלבד.

להפעמת כוילנו, בא הsofarנובה הנוכחית ואישרה לפחות חלק מחישובים אלה.

סיפור המעשה הוא כזה. בלילה ה-23 בפברואר השנה צפה אסטרונום קנדי במצפה הבינו אמריקאי שכט'ילה ב"ענן הנדול של מגנן". גופו זה הוא אחד משתי הגלקסיות הלוינניות של שביל החלב שරחקו מאיינו כ-50,000 פרסק (כ-170,000 שנות אור). החזיפות הייתה בצילומים של הגלקסיה שפוחחו מיד לאחר החשיפה. להפתעתו של האסטרונום הרימה התרמה כוכב בהיר ביותר על רקע הגלקסיה. משך חצי שעה התלבט האסטרונום אם הדמות שהופיעה על גבוי הגלקסיה היא של כוכב אמיתי או תופעה הקשורה במליך הפיתוח. לבסוף החליט לצאת החוצה ולהביאו בשמיימן. אז התברר שהכוכב אכן אמיתי והוא כנראה, עפ"י בהירותו,sofarנובה.



ציור מספר 2 -

עקבות השינויות בהירויות האופטיות שלsofarנובה A1987NS. הצייר האנגלי מצין את הבהירות והאופקי את הזמן.

כאשר צולם לראשונה, הייתה בהירותו של הכוכב כ-6.5. עתה תוך פחות מיממה נבלטה בהירותו ל-4.5. לאחר הדיווח הריאוני נבדקו צילומים שנעשו ע"י חובבי אסטרונומיה והתברר כי כמה שעות לפני המפרצות לא היה באזורsofarנובה כוכב שבHIRUTO עלה על גודל 12. מכאן שמדובר בעלייה בהירות של 8 גודלים לפחות תוך כ-35 שניות! (זו עלייה פי 1000 או יותר בהירות).

המחקר הספקטראוסקופי הראה שאמנם מדובר בsofarנובה כי נצפה זריקת חומר במהלך נסיגת כ-15,000 ק"מ לשניה, בדומה לsofarנובה טיפוסית. לעומת זאת, השינוי באור

שנקלט מסופרנובה זו איננו אופייני כלל לסופרנובות אחרות. בדרך כלל מוגיעה הסופרנובה לשיא בהירותה תוך זמן קצר וירדמן משיא זה בהדרגה תוך תקופה של שבועות או חודשים בודדים. לא כך הסופרנובה בענן הגדול של מגן, שנשאה בהירות 4.5 במשך חודש ולאחר כך עלתה בגודל נוסף. בעת כתיבת שורות אלה בהירותה היא 3.5.

ההיפותזה הגדולה והמשמעותית ביותר הקשורה בסופרנובה A8719 באה דוקא מחקר החלקיים. על פני כדור הארץ קיימים מספר גלאים של ניווטרינוס. חלקיקים אלה נפלטים באופן טבעי בעקבות הפיכת כוכב רגיל לכוכב ניווטרוני וכיוון שאין כמעט כל קשר בין חומר רגיל, הם מסוגלים לעبور דרך מעטפת הכוכב כאילו זו לא הייתה קיימת כלל.

הניווטרינוס מוגעים אל כדור הארץ ואחדים מהם מגיבים עם החומר שבגלאי ונספרים ע"י מכשירי המדידה.

העניין לגבי הסופרנובה A8719 היא שכ-3 שעות לפני הגעת הבזק אור המגלו ניווטרינוס בגלאים ביון, ארהי"ב ובריה"מ. הניווטרינוס התגלו בו-זמןיהם בשלושת הגלאים ובכך יש אישור על אמיתות האירוע. זו הפעם הראשונה שנמדדנו ניווטרינוסים מגרם שמיימי כלשהו פרט לשם! יש בכך גם משומס אישור על חישובי הפיכה של ליבת הכוכב לכוכב ניווטרוניים.

תגלית הניווטרינוס מהסופרנובה A8719 הביאה כבר לשפע מאמריהם מדיעים בנושא. העובדה ששטף הניווטרינוס נמדד כ-10 שכירות לפחות מלמדת אולי על הפיסיקה של הניווטרינוס ועל מעברה דרך השכבה הקדומה לפניו כוכב הניווטרונים. אין ספק כי הסופרנובה הנורחית המשיך ללמד אומנו עובדות נוספות על הסופרנובות בכלל.



המפע הגדל ?

המשפטות היקום אינה מוטלת עוד בספק היום זרוב המדענים בעולם חומכים בכלל ליבם בתאוריות המפע הגדל. למרות זאת פרסם (1) פול לאויולט (PAUL LAVIOLETTE) מאמר אשר מציג הסבר חדש להסתה לאדום של הגלקסיות המבוסס על התיאוריה של ה"פוטוניים העייפים" (TIRED LIGHT) שפורסםה לראשונה ע"י פריץ זוויקי (FRITZ ZWICKY) בשנת 1929.

בתאוריה ה"פוטוניים העייפים" מוסברת ההסתה לאדום בדרך הבאה. לפי תאוריית זו האור "מתעייף" ועקב כך מאבד אנרגיה ומהירות ואז אנו מבחינים בו כמושך לאדום.

כדי להוכיח כל אחות מתיאוריית הקירימות נצטרך אולי לחכות לשיגורו של טלסקופ החלל ע"ש האבל האמור לגרום למהפכה באסטרופיזיקה המודרנית☆

(1) ASTROPHYSICAL JOURNAL, 15.2.1986

אסטרוגיאולוגיה מהו ?
האם ניתן לבנות מודלים גיאולוגיים של כוכבי לכת

אם חיים מז

מבוא

היכולת לשגר מכשור מדעי מוחץ לכדור הארץ פותחת אפשרויות חדשות ובלתי מוגבלות בפנוי המחקר המדעי. הירח היה הגוף הראשון למחקר, אך הוא לא היה ייחידי. הדרגתית, כוכבי לכת אחרים (והירחים המקיפים אותם) נחקרו אף הם - מאדים, נוגה, פרטב חמה, צדק, שבתאי ולאחרונה גם אורננוס. נפטון ופלוטו יוחקרו גם הם.

הפעולה המחקרית הראשונה היא צילום פניהם ונופייהם של עולמות אלו, דהיינו לימוד מאפייניהם הגיאולוגיים. על פניו כדור הארץ (הידוע המלוקט מקומות שונים נותר מבט כולל על גיאולוגיה עולמנו. הכוון במחקר של כוכבי הלכת הוא הפך. ראשית אנו מקבלים את המבט הכלול של הכוכב הנכפה ורק אחר-כך בודקים מאפייניהם מקומיים. לדוגמא, צלומים שנשלחו מכוכב-חמה מראים שפניו זרועי מכתשים בפני הירח שלנו. אחרי לימוד ראשוני זה ניתן לבחור מקומות מסוימים וללמוד אותם בסודיות. דוגמא אחרת: ידוע שירח-מסקונים (MASCONS - הצטברויות מסה) הממוקמים מתחם לאגנים גדולים. אחרי לימוד ערובה זו, ניתן לבחור כל אחד מהם וללמוד על מידת שוניותו מהאחרים.

ראשונה האDEM חודר לעולמות אחרים במגמה להבינם. יש על כן לפתח כלים מיוחדים לצורך זה. מכשור מתחכם בכל شيء, אין אלא ערוץ מידע. דרושים כלים מושגים חדשים. מה שאנו מציע הוא כי ניתן לפחות על הגיאולוגיה של כוכבי הלכת מתוך האסטרונומיה שלהם. תפישה זו תוגדר כ-אסטרוגיאולוגיה. לאסטרוגיאולוגיה 4 גזפיים כללים.

1. רוחות

rhoחות יכולות להתקיים רק בנוכחות אטמוספרית. אטמוספירה יכולה להתקיים רק בשני תנאים:
 1. על הכוכב להיות מספיק מסיבי כדי שיוכל להחזיק אטמוספירה, לכוכב לכת קטן כח משיכה קטן והגזרים יברחו ממנו.
 2. המרחק המשמש. אפילו אם הכוכב מסיבי דיו, אך קרוב מדי לשמש, כח המשיכה שלו יהיה חסר שימוש. חום השימוש יאייד את האטמוספירה והגזרים יברחו ממנו.

רק שילוב אופטימלי של מרחק ומסיביות אפשרים נוכחות אטמוספרית.

עוצמת הרוחות תלויות בצפיפות האטמוספירה, הפרשי לחצים ומפלים. חום, הפרשי לחצים תלויים בחום אותו קולט הכוכב המשמש. אם הכוכב קרוב דיו לשמש וצирו נטו למישור מערכת השמש, יוצרו מפלים חום בין הקטבים לקו המשווה. ככל שמל החום גדול יותר, כך גדול גם הפרש הלחצים האטמוספרי ומחילה תנועת אויר מאזורי לחץ גבוהה לאזורי לחץ

נמוֹךְ. ברור אם כן שמנועה זו תלוייה בצפיפות האטמוספירה. ככל שהאטמוספירה צפופה יותר מנוּעַת האוּרִיר איטית יותר. כאן ממעוררת שאלה מהותית - מדוע אטמוספירות משתנות מכוכב לכוכב? כיצד הארץ ונוגה הם כמעט באותו גודל ולמרות זאת הלחץ האטמוספירי על פני נוגה גבוה פי 90 מאשר על פני הארץ וצפיפותה גדולה פי 22 מאטמוספירת הארץ.

את התשובה לכך יש למצוא בהרכב הכימי. המקורי של הכוכבים. ידוע כי נפיצות היסודות בצדอร הארץ אינה הומוגנית. כל כוכב ("נולד" עם יסודות שונים בהרכבים שונים) בימייו הראשוניים בגיל החום הרב ששר בתוכו הצדור ועל פניו, גזים שונים שהיו בו ועל פניו עזבו אותו. כללית, היו אלה הגזים הקלים מימן והליום. עם התקדרותו של הצדור הארץ, מהירות הנגיעה של הגזים ירדה וחלק מהם ("נכש") (כולל חלק מהגזים הקלים) במצבה של מיטה העוטף את הצדור - זהה על האטמוספירה. הגזים יכולים להיות במופע אוטומי כדוגמת חנקן וחמצן על פני הארץ ו/או מולקולרי כדוגמת הפחמן הדו חמצני (CO_2) על פני המאדים ונוגה. לאחר והציפות מוגדרת כמזה ליחידה נפח, צפיפות האטמוספירה מראה על כמות הגזים בכוכב ויכולת להוות אינדיקציה טובה על כמות הגזים בכוכב בזמן היווצרותו.

אם הכוכב אטמוספרי, קרוב מספיק לשמש, מהירותו הצירית נמוכה וצפיפות האטמוספירה עליה גבוהה, אז מהירות הרוחות נמוכה. אם צפיפות האטמוספירה נמוכה אז מהירות הרוחות גבוהה. אפשרויות קיזוניות היא כוכב אטמוספרי ללא רוחות. האויר הוא סטטי. זה אפשרי בשני תנאים:

- האטמוספירה כה צפופה שאיןיה יכולה לנوع בכלל.
- הכוכב כה מרוחק מהשימוש שכל כמות חום שהוא מקבל ממנו היא חסרת שמעות.

במידה ולפלוטו יש אטמוספירה, אפשריビוּר שמנועת אוּרִיר לא תמצא בו בכלל, אלא אם כן יש לו מקור חום פנימי. סבירות האפשרות היא בחוממי הביניים.

מסקנות גיאולוגיות:

- א. אם מוצאים כוכב לכתח וعليו מאפייני בליה של רוחות ואין לו אטמוספירה מתבקשת המסקנה שלכוכב היהה בעבר אטמוספירה.
- ב. אם מוצאים כוכב לכתח אטמוספרי ואין עליו בלית רוחות או שתופעה זו מצומצת ביותר המסקנה היא צפיפות האטמוספירה גבוהה מאד ו/או שהוא מרוחק מהשימוש.
- ג. אם מוצאים כוכב לכתח אטמוספרי וعليו מופע מסיבי של בלית רוחות מתבקשת המסקנה שעוצמת הרוחות גדולה בגיל מפלי חום והפרשי לחץ גדולים.

2. נזלים

נכחות מים אפשרית רק בכוכב בעל לחץ אטמוספירי מינימלי. מובן מאליו שליצירת מים חייבות להיות כמות מסוימת של מימן וחמצן. כמותם הראשית של גזים אלו משפיע על מידת נוכחותם של המים. כמות קטנה

תחבטה באדי מים. כמות גדולה תחבטה בנחרות זורמים ובכמות גדולה מאד תחבטה במצורות ימים ו/או אוקינוסים ואפילו קרחוניים כדוגמת אלו הקיימים על פני הארץ והמאדים. גזים אחרים יכולים גם הם להופיע במצב צבירה נוזלי. לדוגמא, כוכב אטמוספרי שלו אטמוספירה חנקן. מרחקו מהשמש הוא在乎 שהטפרטורה השוררת על פניו היא כה נמוכה עד כי מתאפשרה נוכחות חנקן בצורה נוזלית.

מסקנות גיאולוגיות:

- א. מופעי הנוזלים הם במצורות של נהרות או אוקינוסים.
- ב. על כוכב לכת בעל ציר טבעי ניתן למצוא עונות שנה ואפילו גשמיים. במקרה זה אפשרית גם תקופה שטפונורת.
- ג. אם מוצאים על כוכב לכת סימנים של נהרות או אוקינוסים מיושים שימוש הדבר היא שב עבר לכוכב היו נוזלים ואטמוספירה או שזו הנוכחית היתה צפופה יותר.
- ד. אם מוצאים על כוכב לכת מיווש סימנים של בליה אוקינונית (עקב פעולות גאות ושפלה) ניתן להסיק שהכוכב נשא על פניו בעבר כמוות גדלותן מאד של נוזלים.
- ה. מים ונוזלים אחרים בקרבת רכיבים כימיים המטוגלים להם סלעים הנמצאים באזורי הזרימה. במידה ומוצאים על כוכב לכת כל שהוא סימני המטה כירית באזורי זרימת נוזל ניתן למודד מהם על הרכיבים הנישאים בגוף הנוזל. במידה ומוצאים לכוכב מיווש ואטמוספירה ולו מאפיינים אלה מתחבקת המסקנה שהכוכב נשא בעבר אטמוספירה או שזו הייתה קיימת בעבר וצפויה יותר.

3. מפלי חום

מפלי חום יכולים להתקיים גם ללא נוכחות אטמוספרית. יתרה מזאת הם יכולים להיות קיצוניים יותר בהפרש הטפרטורה שליהם וזאת בכלל תכונת הסינון של האטמוספירה המאפשרת רק חלק מחום המשמש להגיון לקרקע הכוכבי. מפלי חום גדלו או יקטנו בהתאם למרחק המשמש. אם כוכב הלכת קרוב מאד לשמש, כמו כוכב חמה, המפלים גדלו ולהיפך.

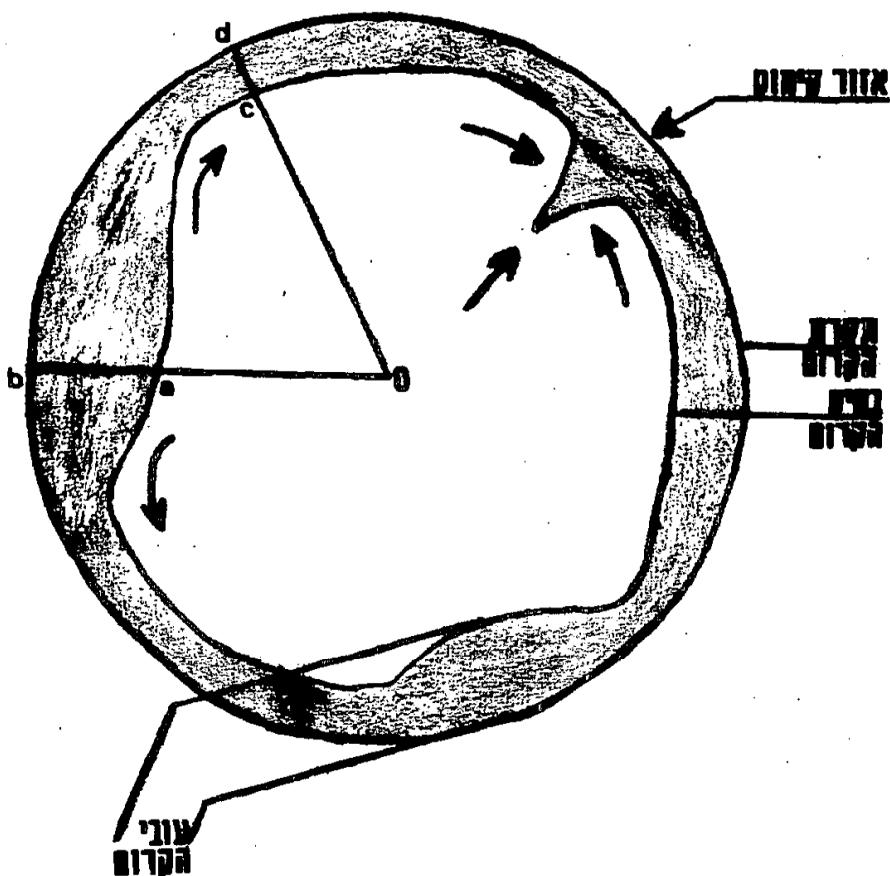
מסקנות גיאולוגיות:

- א. גם על כוכב ללא נוכחות אטמוספרית, אך קרוב דיו לשמש, ניתן למצא בליה של מפלי חום. על כוכבי לכת הקרובים מאד לשמש, עוצמתה של בליה זו היא חזקה מאד.
- ב. על פני כוכבי לכת דוחקים מאד מהמשש, בליה זו אינה יכולה להתקיים ואין זה משנה אם כוכבים אלה הם אטמוספריים או לא.
- ג. על פני כוכב לכת המראה רק צד אחד מפניו לשמש לא תהיה בליה של מפלי חום. זה אומר שעוצמתם של מפלי החום גדולה יותר אם המהירות הצירית של הכוכב גבוהה יותר. ככל שהמהירות הצירית של הכוכב גבוהה יותר יהיה מפלי חום גדולים יותר ולהיפך.
- ד. על כוכבים לא אטמוספריים, האבן שנוצר על ידי בליה זו נשאר במקום בו הוא נוצר. על כוכבים אטמוספריים, הרוח יכולה להעביר אותו למקום אחר ואז מקבלת סידמנציה. פירושו של דבר שאם מוצאים על כוכב לא אטמוספרי תהליכי סידמנציה, ברור שבעבר הייתה לו אטמוספירה.

4. תהליכי פנימיים

כפי שידוע, תבליט כדור הארץ מושפע מתהליכים פנימיים המתרחשים בתחום - הטקטוניקה. תבליט מעין זה יכול להיווצר רק בכוכב לכט חיה. כוכב לכט מת מוגדר ככוכב שהמצע לחולותן או ברובו. אם בוחנים את כדור הארץ ניתן לראות כי החלק החיצוני שלו - הקרקע - הוא מוצק. לפני 4.5 מיליון שנה היה הכדור גוש חם. אז הוא התחלל להתקדר ולהתמצק, מהлик שעדיין לא הסתיים. עדות לכך היא עובי של הקרקע. הסיסומולוגיה מראה שהחלקים הפנימיים של הכדור הם נזולים או צמיגים.

המצאים הגיאולוגיים מראים שנפיצות המינרלים והיסודות בכדור אינה אחדה. אזורי מסויימים התקדרו מהר יותר אחרים. המיצוק משתנה ממקום למקום התוצאה קром בלתי אחד בעוביו. עובי הקרקע נע בין 55-35 ק"מ.



מאור ציור מס' 1

AB מסיבי יותר מ-
CD ולבן החלץ ינווע
מ-AB כלפי CD
וככלוי הכיוון
השני. לצד השני של
הכדור תהיה
הצטברות לחצים
שתקם את הקרקע.

ציור מס' 1 מראה ש-AB מסיבי יותר מ-CD ושהלחץ של AB על AO גדול מזה של CD על OC. פער זה מתאזן על ידי שחרור לחצים לאזורי החלץ הנמוך. הזרמים יהיו עם ונגד כיוון השעון. הקרקע מתרחב הדרגתית, הלחץ ממשיך להתפזר. החום כתוצאה מכך עוללה גם הוא וחביב להתפזר. מה שמתקיים הוא זרם רב כיווני של חום ולחץ. חום מוגבר לחץ או דרים מערכות מائيים יכולים להופיע בציירופים ובעוצמות שוניות בסיס הקרקע. לאחר שהקרקע אינם אחיד במבנהו ובהרכבו ישנן נקודות תורפה רבות בתרכזו, מתאפשרים לחצים שנירוניים בתוך גוף הקרקע. הם מקבילים ואנכיים לבסיסו. הלחצים המקבילים יגרמו לקימוט הקרקע וירופעו בתצורה של

רכסים ושרשות הרים. החלcis הניצבים לתקרת הקרים יגרמו לתנוזות אופקיות. סידוך, העלה סלעים לפני השטח או לשקיעתם אל מתחת לפני השטח. ארועים טקטוניים הנמשכים לאורך מאות ואלפי קילומטרים מוגדרים גיאו-טקטוניקה ואלה המופיעים באזורי מוגבלים וצרים מוגדרים טקטונית אזורית. ארועים אלה יכולים להתרחש רק כאשר רדיוס המיצוק הוא קטן. (רדיוס המיצוק - הקטע מרדיוס הכוכב המזוי במצב מוצק. בציור: קטעים AB ו-CD).

כאשר רדיוס המיצוק הוא גדול מאד, כל לחץ שהוא על בסיס הקרים הוא חסר משמעות. אם רדיוס זה הוא מלא, אזי הכוכב כולו הוא מוצק. במקרה בו הכוחות החיצוניים (בליה מכל הסוגים) "אכלו" את התבלייט לא יהיה שום Shinorios בפני השטח. פניו השטח של כוכב מת הם ישרים לגמרי.

הפעולות הגעשית נובעת מלחצים על בסיס הקרים. המוצאה היא העברת חומר לתקרת הקרים - פני השטח של כוכב הלכת. בהתאם למיאוריה הגיאולוגית, השדה המגנטי של כדור הארץ הוא תוצאה של נוכחות גרעין נוזלי בתוך הכדור. זאת הוכחה נוספת לכך שכדור הארץ לא תמצק עדינו לממרי.

לאחר תיאור ארוך זה של כוכב לכתחילה ידתו ועד למותו, נזהר להנחות שלנו. רדיוס החמצקות הוא פונקציה של מסת הכוכב. ככל שכוכב הלכת גדול יותר, הוא יתמצק לאט יותר ולפיכך באם כוכב הלכת הוא כוכב קטן, הוא יתמצק מהר יותר. לדוגמא, ניקח את כדור הארץ ומאות. قطرו של כדור הארץ הוא 12,470 ק"מ ומאות קוטרו 8,6788 ק"מ. אם שני כוכבי הלכת נולדו באותו זמן הרי הטקטוניקה של המאות היתה מהירה יותר, השטיהם מוקדם יותר והכוכב החמצק לחלוtiny, וזה מסביר מדוע אין למאות שדה מגנטי. שדה מגנטי יכול להתקיים רק בכוכב לכתחיה. ככל שהכוכב מתחזק יותר ויתר, עצמת השדה המגנטי שלו נחלשת עד לרגע בו היא נעלמת.

מסכנות גיאולוגיות:

- א. ככל שכוכב הלכת חי יותר, יש לו גרעין נוזלי גדול יותר וכך יש לו גם שדה מגנטי גדול יותר.
- ב. באם לכוכב לכתח אי שדה מגנטי, פירושו של דבר שהוא מוצק לחלוtiny.
- ג. הפעולות הטקטונית של כוכבי לכתח קאניטים כדוגמת ריוון וראה היתה קצרה ביותר.
- ד. פעילות טקטונית וגעשית יכולה להופיע רק אחרי שהחלק החיצוני של הכוכב החמצק.
- ה. מידת הפעולות הגיאו-טקטונית והטקטונית האזורית תלויות ברדיוס כוכב הלכת.

בנייה המודלים הגיאולוגיים

לאחר ניסוחם של גופי הכללים נראה איך נבנים המודלים הגיאולוגיים. מאחר ומספר האפשרויות הוא עצום, נבחר שניים מהם ונתארם בקיצור כמפורט.

מודל מס' 1:

המצאים האסטרונומיים מראים שכוכב הلكת הנצפה קוטרו 10,000 ק"מ, מרחקו מהשמש 0.8 יחידות אסטרונומיות ולו אטמוספירה צפופה גדולה פי 2 מזו של הארץ. ציר הסיבוב שלו נטוי בזווית של 15 מעלות ואין לו שדה מגנטי.

המסקנות תהיינה:

- כוכב הלקת הוא מושך לחלווטין.
- קיים עליו מפלי חום וכנראה שיש עליו ערבות שנה, מה שמייד על נוכחות רוחות על פניו. אבק מודם מעלה לפני השטח על-ידי הרוחות ומועבר למקומות אחרים ומשוכב באזורי בהם הוא שוכן. בכוכב זה נמצא שיכון חומרים בהיקף גלובלי. באם התצלומים מעידים על נוכחות הרים ועמקים, הרי שבליית הרוחות עדין פועלת ליוישור השטח.
- הරחיק מהשמש ולמחט האטמוספירה (عروבה זו נובעת מצפיפותו) מעידים כי נוכחות מים אפשרית. סוג והיקף הבליות ממים תלולים בcomaות המים. באם ישנים על הכוכב אוקינוסים אפשרי למצוא על פניו עקבות לנאות ושפלה.

מודל מס' 2:

המצאים האסטרונומיים מראים כי מרחקו של כוכב הלקת הנצפה 20 יחידות אסטרונומיות, קוטרו 6,000 ק"מ, ולו שדה מגנטי שעוצמתו גדולה פי 2 מזו של כדור הארץ.

המסקנות תהיינה:

- לכוכב הלקת גרעין נוזלי.
- כוכב עדין חי. אפשרי מז למצוות על פניו פעילות געשית ורעידות אדמה. נופיו הם בעלי אופי בראשיתו.
- בגלל מרחקו מהשמש אין עליו מפלי חום קבועים. קיום של מפלי חום יתכן רק כתוצאה מפעילות געשית באזורי מוגבלים וلتקופות קצרות.

ירזאים מהכלל

אי אפשר לירשם גופי כללים אלה על כוכבי לכת ענקים כדוגמת צדק ושבתאי. כאן יש צורך להשתמש בכלים מושגיים אחרים. שאלת מעניינת לגבי כוכבים אלה היא האם הם יכולים להתקיים בקרבת الشمس? איך למשל הם ייראו אם יוצבו במסלול שהוא קטן ממסלול נוגה? האם ימשיכו להחזיק אטמוספרות כה מסיביות?

סיכום

כפי שניתן לראות, האסטרוגיאולוגיה מפתחת שיטות חשיבה חדשות ומאפשרת הבנה טוביה יותר של כדור הארץ. מתרם של מודלים אלה היא להשלים את החסר במידע המתබן מכשור (אסטרונומי וחלילתי), כך שנייתן יהיה לבצע מחקרים פלנטריים ביותר יעילותות



פינת החובב

מאט - יגאל פתאל

בפינת החובב בחוברת זו נמתקד בכוכבי האביב והקייז. בחוברת הקודמת התמקדרנו בעצמים חוץ-גלקטיים קרי: גלקסיות. כירורן שבתקופת החורף והאביב אנו מביטים לכוכון הקוטב הצפוני של שביל החלב, אנו צופים דרך אзор פחות צפוף בכוכבים וմבוחנים בגלקסיות רבות שאיינן מושחרות ע"י הכוכבים והחומר הבין כוכבי של שביל החלב. הפעם עוסק בעצים הנמצאים בגלקסיה שלנו: צבירים פתוחים, צבירים כדוריים וערפליות.

צבירים פתוחים - כשביטים בשמי הלילה נראה שהכוכבים מפוזרים בצורה אקראית בשמי. אך אפילו לעינייהם של הקדמוניים נჩגלו מספר קבוצות כוכבים צפופות במיויחד. ישנן הפליאדות בקבוצת שור, שהרבה צופים טועים ומלחיפים אותן בדובה הקטנה. בספר אירוב הון מוזכרות בשם: כוכבי כימה. לא הרחק נמצא "משולש" של קבוצת שור הנקרה "ההיידות". דוגמאות נוספות הן: פרספה (ה"אבוס") בקבוצת סרטן, קומה ברניקה (שערות שלומית), הצביר הכפול בפרטאות ועוד. כל צבيري הכוכבים האלו הינם פתוחים - קבוצות שמרכיביהם נוצרו יחד והם למעשה מעין משפח של כוכבים. אחד המאפייניהם המאחדים אותם הוא כירורן תנוועתם המשותף בחלל. (לשם השוואה, נא להתייחס ל-"צביר הנע של הדובה הגדולה", פינת החובב, 1/1987). הצבירים הפתוחים נמצאים במישור הגלקסיה, כיונן שהגז והאבק הבין כוכבי מהם נוצרו נמצאים בזרועותיה, לפיכך, נהוג לקרוא להם גם "צבירים גלקטיים" (GALACTIC CLUSTERS).

צבירים כדוריים - בצבירים פתוחים המושג "פתוח" מסמל את העובדה, שברוב המקרים נראהים הכוכבים מפוזרים בצביר ללא כל מבנה אחד וקבוע. לא כן הדבר בזכירים הקיימים, שבם הכוכבים ערוכים בצורה כדורי. הסיבה להבדל במבנה של הצבירים הפתוחים והכדוריים הוא שמספר הכוכבים בצביר פתוח קטן מאוד (ומגיעה לכמה אלפיים רק בזכירים עשירים במיויחד) ולפיכך לא מספיק כח המשיכה בין הכוכבים ליצור מבנה כדורי. יתרה מזאת, עקב כוחות המשיכה החלשים בין חברי הצביר והשפעת סיירוב הגלקסיה, "בורחים" מדי פעם כוכבים מהצביר ואוכלוסייתו מתרדמת. במשך הזמן יתפזר חברי בחלל. לעומת זאת, בזכיר כדורי יש כמה מזות אלפיים כוכבים וכלן כוחות המשיכה עוזרים לסדר את חברי הצביר בצורת כדורי. הכוכבים חגיים סביב מרכז כובד משותף במרקץ הצביר.

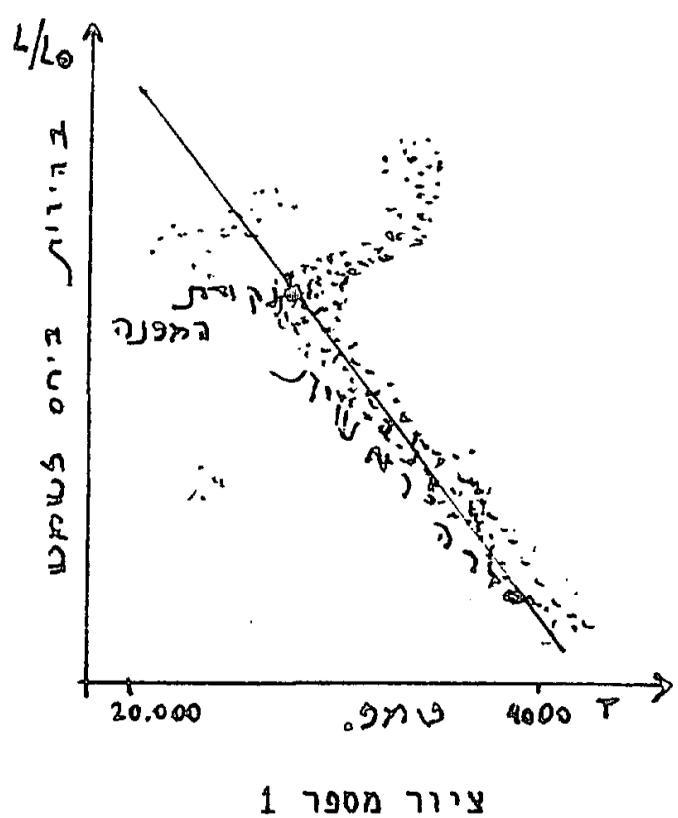
הבדלים בין חברי הפתוחים לכדוריים נמצאים גם בטבעם הפיזיקלי. כפי שהוזכר, צבירים פתוחים נמצאים במישור הגלקטי והם מרכיבים בעיקר מכוכבים צעירים. על מנת להבדיל בין אוכלוסיות הכוכבים בגלקסיה, מכונים הכוכבים הנמצאים בזרועות בשם - "אוכלוסיה I". אלו כוכבים מדורות מאוחרות המכילים חוצרי עיריה גרענית וחומר שנדרק בהמפותצויות סופר נובה או ביצירת ערפיליות פלנטריות. לפיכך, גבואה שכיחותם של היסודות הכבדים מימיינ ולהלום בכוכבים אלו ומגיעה לכמה אחוזים. לעומת זאת, הכוכבים הנמצאים בהילת הגלקסיה זקנים יותר, מדור ראשון, מכילים מעט מומחה יותר של יסודות כבדים והם מכונים בשם "אוכלוסיה II". לכן, בעוד שהצבירים הפתוחים נמצאים בזרועות

מכילים כוכבים מאוכלוסיה I, הרי שהצבירים הנדרירים הנמצאים בהילה מכילים כוכבים מאוכלוסיה II.

ניתן להעריך את גילו של הצביר עפ"י הנתונים הפוטומטריים, דהיינו, מדידות האור המגיעות מחברי הצביר ועפ"י הנתונים הספקטראליים של חברי הצביר. לאחר שמקבלים את הנתונים הפוטומטריים והספקטראליים מכוכבי הצביר, מיציבים את כל הכוכבים בדיאגרמת R-H של הצביר.

דיאגרמת R-H הינה דיאגרמה שצירה האנכי מבטא את שטף הקרינה המגיע מהכוכב או לחליפין, את בהירותו המוחלט וצירה האופקי מבטא את הטיפוס הספקטRALI או לחליפין, את צבע הכוכב. אם גיל הצביר ההוא 0, אז כוכבי הצביר יישבו על קו ישר העולה מימין לשמאל. קו זה מסמן כידוע את ה"סדרה הראשית", המציב בו הכוכב נמצא בשווי משקל כבמרכזו בוער המימן והופך להליום. ככל שהצביר מבוגר יותר, יותר כוכבים מסיביים, הנמצאים בקצה השמאלי של הסדרה הראשית, יעצבו את הסדרה הראשית ויעברו למצב של ענק אדום. מכיוון שכוכבים מסיביים יותר מצוינים שמאלה יונר בסדרה הראשית וכמו כן ככל שכוכבי מסיבי יותר, פרק הזמן אותו הוא מבלה בסדרה הראשית נמורך יותר, אז, ככל שמספר הכוכבים מהקצה השמאלי, החם, של הסדרה הראשית הופך לענקים אדומים יגדל אז הצביר "זkan" יותר. בדיאגרמת R-H יראה כאילו הקו של הסדרה הראשית נקטע לקראת הקצה השמאלי ומותה לאיזור העוניון האדוםים בקצה הימני העליון.

נקודה זו על גבי הסדרה הראשית נקראת - "נקודות המפנה" (POINT TURN) והוא מראה את גיל הצביר. ככל שנકודת המפנה גבוהה יותר, דהיינו, יותר כוכבים בצד רأسית, הרי שהכוכיר "צעיר" יותר. ככל המפנה נמוכה יותר, דהיינו, יותר כוכבים בצד סדרה ראשית, הרי שהכוכיר "늙" יותר.



כוכבי BO (ASSOCIATIONS BO) - קבוצות כוכבי BO הינן קבוצות המכילות כוכבים צעירים במיוחד, מהטיפוסים הספקטראליים 0 ו- B. לאחר וכוכבים אלו הינם כוכבים צעירים מטיפוסים ספקטראליים "מודמים", המאפיינים שלהם הם מסה גדולה ובהיוריות מוחלטת גבוהה המצביעת כמורבן על שטף קרינה רב שייאו בתחום אורכי הגל הכחול והעל סגול. אם הגז והאבק ממנו נוצרו הכוכבים הללו עדין קיימים, הקרינה העל סגולה מארה אותו ומאפשרת לנו לראותו. לכן, הרבה מקבוצות כוכבי ה-BO קשריות לערפיליות המוארות על ידו. דוגמאות מוכנות הן הערפיליות באוריון, ערפילית השוונה (ROSETTE NEBULA), ואיזור השמיים של רוי

כוושא נחש ליד הכוכב אנטרס. מכיוון שבכירורים אלו גדולים בהרבה מצביררים פתוחים לוגולים, ישנים צביררים פתוחים רבים הקשורים לקבוצות ה-B0. לפיכך, ההתייחסות והמייפוי של צביררים אלו הוא על פי שם הקבוצה בה נמצא הצביר ומספר סדרוי. לדוגמה: PER OB1, PER OB2, PER OB3, PER OB4. הם צביררים הנמצאים בקבוצת פרסארס. במידה וציבור כלשהו קשור לאיזור כוכבי B0 בשמיים הדבר מצוין ע"י אזכור שם הקבוצה. משך חייהן של קבוצות אלו נמשך ממש חייו של צביר רגיל ה-ן בשל חנויות זרועות הגלקסיה והן בשל משך חיים קצר של כוכבים מסווג זה. לモתר לציין שכוכבים אלו נמצאים אך ורק במישור הגלקסיה והם מאוכלוסיה I.

ערפיפליות (NEBULAE) – עצמים אלו הם מהמרחיבים והמגרובים בשמיים. את הערפיפליות נהוג לסווג לשתי קבוצות עיקריות: ערפיפליות פליטה וערפיפליות מחזירות. סוג נוסף הוא הערפיפליות הכהות. הבחרות והקלות יותר לתצפית הן ערפיפליות הפליטה (EMISSION NEBULAE), הן למעשה איזורי מימן מירנן המכוננות בספרות – REGIONS III (הספרה הרומיית II אחר סימן המימן מצוינת שהאטום איבדALKTRON אחד). כאשר ענני גז המכילים אטומי מימן נמצאים סמוך לכוכב חם שפולט חלק ניכר מקרינה בזאת. העל סגול, מירנניים רוב אטומי המימן ע"י הקרינה העל סגולת (למעשה, כל גל הקוצר מ-5.5 911 אנGSTRAMS (1 אNSTRAM – החלק המיליאון של המילימטר) מסוגל לינן את אטום המימן). לאחר וחלק מהאלקטرونים נלכדים שוב ע"י גרעיני המימן, קרי פרוטונים, הם מחרדרים פוטוניים באורכי גל המיוחדים למימן תוך כדי "נפיהם" ברמות האנרגיה. אורך הגל 6563 אנGSTRAMS הוא המעניק לערפיפליות אלו את צבען האדום. בנוסף לקוי המימן קיימים גם קווים של הלויום, חנקן וחמצן.

ערפיפליות מחזירות (REFLECTION NEBULAE) – אם בנוסף לגז יהרו גרגיררי אבק בענן, גרגיררי אבק אלו, אף אם גודלם מיקרוסקופי, ייחזירו את אור הכוכב. מאחר ונולד גרגיררי האבק קטן, הם ייחזירו ביעילות רק אורך גל הקצרים מהם, בעיקר בתחום הכחול והעל סגול. שם שהশמים המחזירים את אור השימוש הצהובה הם כחולים, כך גם הערפיפליות המחזירות כזו. כחולות מהכוכב שאת אורו הן מחזירות. לכן, על מנת שערפיפליות כזו מהירה בהירה, הכוכב הקשור אליה חייב להיות בהירה (במידה זכהול), לדוגמה, הפליאדות. מכאן שרוב ערפיפליות הפליטה חורגות במיוחד מאחר שהן מחזירות רק חלק קטן מהקרינה המגיעה אליהן. (יש לזכור שהכוכב חייב להיות קרוב לערפיפליות מאחר ושתף הקרינה קטן ביחס הפוך לריבוע מרחק הערפיפליות ממנו).

ערפיפליות כהות (DARK NEBULAE) – כאשר ענן גז המכיל אבק אינו קרובה דיו לכוכב חם, או לא נראה אף אחת משני הערפיפליות שהוזכרו. יתרה מזאת, שם שכמות קטנה של חלקיקוי עשן מסוגלת ליצור מיסוך טוב, גם עננים אלו מסתירים את אור הכוכבים מאחוריהם. לכן, הערפיפליות הכהות מראנה רק כאשר ערפיפליות בהירה או רקע עשיר בכוכבים משמשים לה כרקע, או כאשר כוכב מאיר את שולי הערפיפליות. יתרכן מקרים שבתווך ערפיפליות כהה נולד זה עתה כוכב, אך אורו לא הספיק לפרוץ החוזה. את הכוכבים הללו רואים ע"י הקרינה התה-אדומה. בערפיפליות כהות רבות התגלו מולקולות מסוימות המשמשות לבנייה לחומרים אורGANICIM.

מבנה הצביר יסומן בספרות הרומיות III - I, כאשר ככל שהמספר קטן יותר, הצביר הוא בעל גרעין גדול וצפוף יותר.

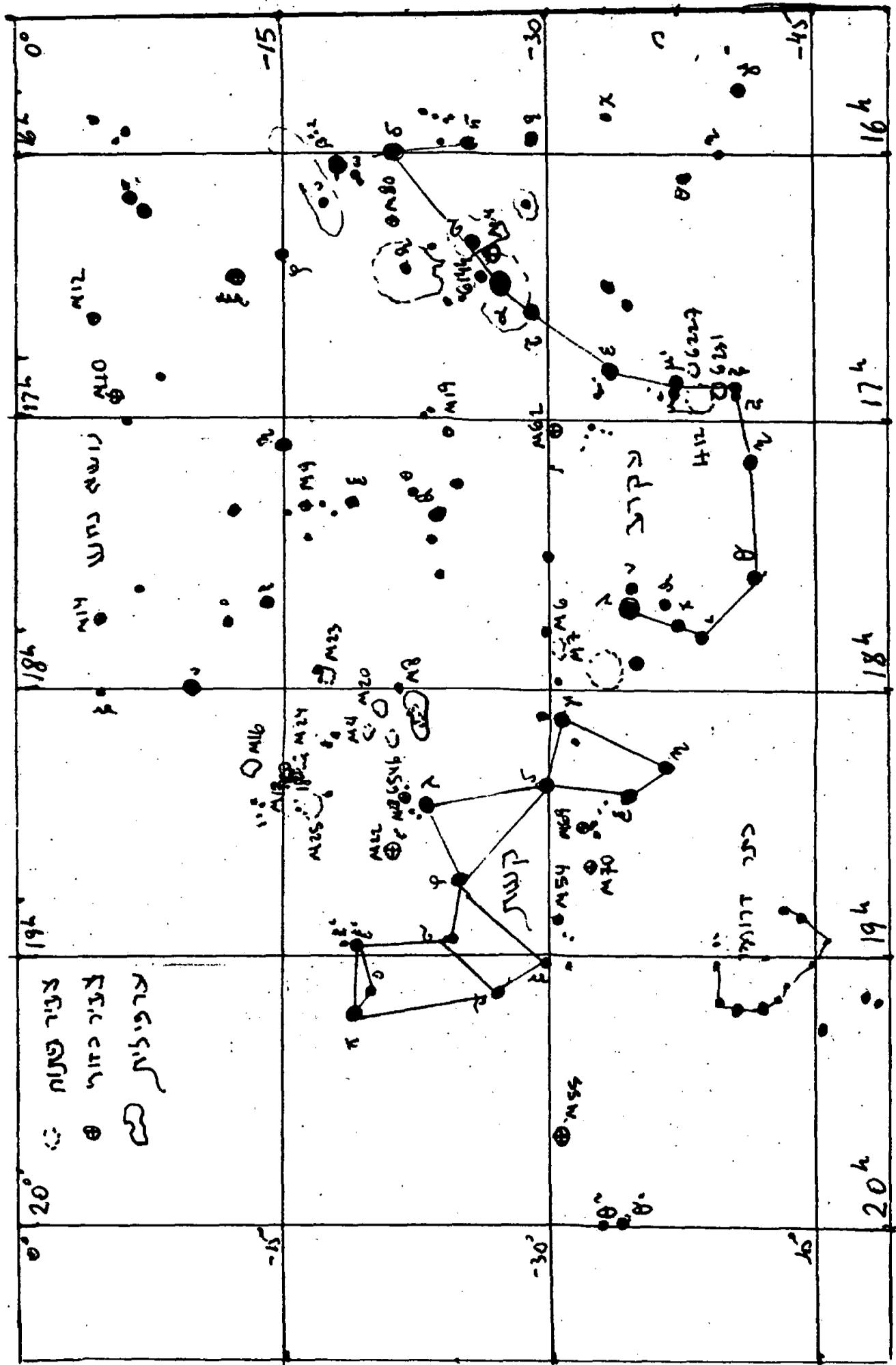
מספר כוכבי הצביר יסומן באות א.

גודלו הזוויתי של הצביר בדקות קשת (דק.).

עושרו של הצביר יסומן באות A לציוון צביר עני ופזר, M לציוון צביר עשיר במידה בינונית, ו- R לציוון צביר צפוף במיוחד.

בהירותם הצביר הנראית מסומן ב- MV. בהירותו הכוכב הבahir בצביר מסומן באות S.

NGC	M	ס.ב	R.A	DEC	גודל	MV	מבנה	A	עושר	S
6093	80	צ.כ	16 17	-22 59	8.9	7.20	II			
6121	4	צ.כ	16 23	-26 32	26.3	5.93	IX			
6144		צ.כ	16 27	-26 02	9.3	9.12	XI			
6171	107	צ.כ	16 32	-13 03	10.0	8.13	X			
6218	12	צ.כ	16 47	-1 57	14.5	6.60	IX			
6231	9	צ.ט	16 54	-41 48	15.0	2.60	I	P	4.71	
6254	10	צ.כ	16 57	-4 06	15.1	6.57	VII			
6266	62	צ.כ	17 01	-30 07	14.1	6.60	IV			
6273	19	צ.כ	17 02	-26 16	13.5	7.15	VIII			
6333	9	צ.כ	17 19	-18 31	9.3	7.90	VIII			
6402	14	צ.כ	17 37	-3 15	11.7	7.5				
6405	6	צ.ט	17 40	-33 15	15.0	4.20	III	P	80	6.17
6475	7	צ.ט	17 54	-34 49	80.0	3.30	II	R	80	5.60
6494	23	צ.ט	17 57	-19 01	27.0	5.50	III	M	150	9.21
6514	20	עפ	18 03	-23 02	29/27					
6530		צ.ט	18 05	-24 20	15.0	4.60	II	M		6.87
6523	8	עפ	18 04	-24 23	90/40					
6531	21	צ.ט	18 05	-22 30	13.0	5.90	I	M	70	7.25
6546		צ.ט	18 07	-23 20	13.0	8.00	III	M	150	10.62
6603	24	צ.ט	18 18	-18 25	5.0	11.10	PG I	R	100	14.00
6611		צ.ט	18 19	-13 47	7.0	6.00	II	M		8.21
IC4703	16	עפ	18 19	-13 47	35/28					
6613	18	צ.ט	18 20	-17 08	9.0	6.90	II	P	20	8.65
6618		צ.ט	18 21	-16 11	11.0	6.00	III	P	40	9.28
IC4706-7	17	עפ	18 20	-16 11	46/37					
6626	28	צ.כ	18 24	-24 52	11.2	6.90	IX			
6637	69	צ.כ	18 31	-32 21	7.1	7.70	V			
IC4725	25	צ.ט	18 32	-19 15	32.0	4.60	I	P	30	6.70
6656	22	צ.כ	18 36	-23 54	24.0	5.10	VII			
6681	70	צ.כ	18 43	-32 18	7.8	8.08	V			
6715	54	צ.כ	18 55	-30 29	9.1	7.70	III			
6809	55	צ.כ	19 40	-30 58	19.0	6.95	XI			



התכפיות בצביריים ובערפיפליות מתאימה לכל טלקופ. ערפיפליות הפליטה מאבדות מקסמן אם משתמשים בהגדלות גבוחות ולכך רצוי להשתמש בהגדלה הקטנה ביותר. רוב הערפיפליות בקבוצות קשת, עקרב וברבור נראות היטב בכל סוג של משקפת! צביריים פתוחים, באם אינם קטנים במיוחד, נראים ככחמים ערפיפליים במקפת שדה. ניתן בהחלט לנסות שmorph בהגדלות שורנות בטלקופ מארח וכוכביםבודדים לא מאבדים מבהירותם בהגדלות גבוחות, כיונן שהם עצמים נקודתיים, בקירוב. חלק גדול מהצביריים הגדוריים נראה כתמים ערפיפליים במקפת שדה. לשם הפרדה של כוכבי הצביר יש צורך בפתח גודל ושימוש בהגדלה ביןונית.

הפעם נחמק בקבוצות הכוכבים ערב, קשת ונושא נשש. מכיוון שהכוכון במרכז שביל החלב הוא בקבוצה קשת, איזור שמי זה הוא העשיר ביותר באובייקטים גלאקטיים. את הסিיר נתחיל בכוכב אנטרס בערב. כוכב זה הוא על ענק אדום מטיפוס IB 1M שבבהירותו משתנה בטווח שבין 1.80 ל-0.88. במחזריות של 1733 ימים. השתנות הכוכב הינה מחזoriaת למחצה. אנטרס הינו כוכב כפול ומלוחה הוא כוכב כחול מטיפוס VE 4B בבהירות 5.4 ומרחק של כ-3' ויחד הם מהווים כפול יפהפה. כוכב זה מצינו את לבו של הערב ובשל צבעו האדום כונה אנטו-ארט (מול, נגד מדים).

כמו כן מהווע אנטרס את מרכזה של קבוצה כוכבים הנקראת "הצביר הנע של אנטארס" הכלול מספר רב של כוכבים בהירים מטיפוס ספקטרלי B כגורן-סיגמא ערב, דלתא ערב, אפסילון קנטאורוס, ביתא צלב דרום ואלפא בקבוצת זאב. אנטרס וסיגמא ערב מוקפים בענן עצום של גז ואבק הנראה יפה בצלומים. למעשה, כל האיזור של לב הערב עטוף בערפיפליות ענקיות והוא מכונה הענן של אנטארס - רוז נושא נשש. בין הערפיפליות 2-4591 IC ו-6-4601 IC. (ערפיפליות אלו חיורות מיוחדות במיניהם ואין סיכון רב לראותן אלא בפתחים גדולים ומרחק מוקד קצר).

ליד אנטארס מצויים שני צביריים כדוריים: הבahir ביןיהם M4, מצורו כמעלה וחצי מערבית לאנטארס. צביר זה קל מאוד גם במקפת שדה וניתן להפרדה בהגדלות גבוחות בפתחים ביןוניים. M4 הינו אחד הצביריים הגדוריים הקרים ביותר ביותר ומרחקו KPC 2.1. חצי מעלה צפ. מע. לאנטארס מצור NGC6144. צביר זה חיוור למדי וקשה גם למפתחים ביןוניים. במחזית הדרך בין אנטארס לבייחא ערב מצוי הצביר הגדורי M80 מהווע 1860 אורביקט קל למפתחים קטנים וניתן להפרדה בקלות בקצבות. בשנת 1860 נצפה בצביר ארוע נדייר ביותר - התפרצונות נובה. הנובה הגיעה להבהירות 8.6 וכיום היא מצויה ככוכב SCO 2. הכוכב ביתא ערב הוא כוכב כפול מהיפים בשמיים. הכוכב הבahir הוא כפול בבהירויות 2.6 ו-10.3 במרחק 0.8' ומהווע אתגר למפתח 8'. הכוכב הבahir הוא כחול מטיפוס 1B והכוכב השלישי הוא כוכב צהוב מטיפוס 8F בהירותו 4.9 ומרחקו 18.13.6. צמד זה מהווע כפול קלאסי למפתחים קטנים.

C-15 מעלות מזרחית לאנטארס נמצא איזור עשיר בצביריים כדוריים. איזור זה מצוי סביבה הכוכבים 36 ותייטה נושא נשש. אם נמשיך את הקו מסיגמא ערב לאנטארס 3 פעמים נגיע ל-M62. צביר כדורי זה הוא הדרומי ביותר בקבוצת נושא נשש. בפתחים ביןוניים קל להפריד את שלו הצביר. M62 הינו בעל צורה מיוחדת במיננה: בלילה ע"י אבק כהה

מסתירה את חלקו הדר. מע. ומKENNA לו צורת שבית הנראית גם בפתחים של "6. הצביר עצמו נראה היטב בפתחים קטנים. 4 מעלה מצפון ל-M62 נמצאת הצביר הדרומי M19. צביר זה הינו בעל צורה אליפטית הנראית גם בפתחים קטנים. בכלים קטנים ובמקומות שדה יראה ככתם על רקע איזור עשיר בכוכבים, מידך, יידרשו מפתחים גדולים על מנת להפריד את הכוכבים בקצוות. בסביבת M19 ישנו מספר צבירים בהירות הנעה מ-8.5-9.5 הנראים גם בפתחים קטנים מאוד והמסומנים במפה האצורה. מומלץ לסקור היטב את האיזור הצפוני והמזרחי של הצביר ולהשוות בין הצבירים השונים.

3 מעלה מצפון לכוכב קסי בנושא נחש נמצא הצביר הדרומי M9. בפתחים קטנים ייראה ככתם ערפילי, אך בטלסקופים בינוניים הוא ניתן להפרדה. M-9 נמשך לכוכב זיתא וממנו נרד שני מעלה דרומה ומעלה מרובה ונגיעה ל-NGC6171. זהו צביר כדורי יפה שהוכנס מאוחר לרשימת האובייקטים של מסייר בתור M107. מאחר וצביר זה מפוזר ביותר ניתן להפרידו עד למרcz' בפתחים מעל "6. מעלה מרובה ל-30 נושא נחש נמצא M10. צביר זה בהיר מקודמיו ונמנה על הקרובים למערכת השמש כשמרכקו KPC 4.4. אובייקט מצוין למקומות וניתן להפרדה בפתחים מעל ".3. בפתחים של "6 ומעלה הוא מופרד עד למרcz'.

הצביר הדרומי M12 נמצא 3 מעלה צפ. מע. לכיוון הכוכב למטה. הכוכבים הבניריים בצביר הם בהירות 11 ולבן הוא ניתן בקלות להפרדה. מקודמו, M12 אידיאלי לפתחים קטנים ומקומות שדה. הצביר הדרומי האחרון בקבוצת נושא נחש הוא M14, במחיצת הדרק בין הכוכב 30 ברשא נחש והכוכב זיתא נחש. M14 נראה חיוור מהבניריות המצוירות ודי קשה להפרדה גם בפתחים בינוניים. נראה יפה גם במקומם שדה ובטלסקופ קטן רק בהגדלה נמוכה.

הצבירים הפתוחים בקבוצת עקרב מצוירים בעיקר בקצת המזרחי, בכיוון ה"עוקץ". האיזור בין הכוכבים זיתא ומיו בערך שעיר בכוכבים. הצביר NGC6231 מכיל כוכבים בניריים הנראים לעין והוא שייך ל-SC1. הכלים האידיאלים לצביר זה הם מקומות וטלסקופים קטנים, למרות צבירות זה עני במיוחד הוא נחש לאחד היפגש בשמיים. אותן-דברים אמרויס-גט לשני הצבירים הגדולים M6 ו- M7 הנמצאים בין ערך לקשת. בעוד ש- M6 נראה יפה גם בטלסקופ בינוני הרוי M7 מאבד את כסמו בפתחים מעל ".3. שני הצבירים נראים היטב בעין ככתמים בניריים.

התנהנה הבאה תהיה אחד העצים היפים בשם: M8 (LAGOON NEBULA). ערפילית זו נראית בקלות בעין ובקומת תראה ככתם בהיר מאוד ומאורך. בפתחים גדולים יותר, תראה הערפילית כבני גושים בניריים החזוירים ביניהם כאשר הצביר הפתוח NGC6530 נראה בולט היטב על רקע הערפילית. הצופים בערפילית יכולים להשות את המראה עם שימוש בכלים שונים, כאשר הכלים האופטימליים הם מפתחים גדולים ויחס מוקד קצר.

שתי מעלה צפונה נראה את M20 - "ערפילית שלוש השינויים" (TRIFID NEBULA). ערפילית זו חיוורת M-8. במקומם טובה תראה ככתם עגלגלא גדול. בטלסקופ "8 הצלחתך לראות את הפסים הכהיטים המכנים לה את שמה,

אם כי מזך מאץ רב, למרות שיתכן ובויחס מוקד קצר תראה הערפילית בולטת יותר. מזרחה ל-20M יseen שמי צבירים פתוחים: NGC6546, היוצר משולש שווה צלעות עם M8 ו-M21. למרות בהירותו הנמוכה, צביר זה עשיר מאוד ונראה כענן כוכבים בטלסקופי בינוני. M21 הנמצא מעלה מצפון ל-20M, הינו צביר עשיר אך חיוור הנראה מוערפל מעט בטלסקופים קטנים שווים ל-20M. צביר עשיר נוסף נוסף הוא M23 הנמצא 4' מעלה צפונית ל-20M. במקפת יראה הצביר כענן כוכבים חיווריים ובHIRותו עשיר, יgive היטב גם ב망חחים גדולים.

C- 7 מעלה מזרחה ל-23M נראתה אט M25. בעין יראה כענן כוכבים ומקפת טובה תפיריד אותו לכוכבים. איןנו מומלץ לטלסקופים מעל "6 גם בהגדלות נמוכות. הצביר מכיל משתנה מסווג קפאייד SGR U. 3' מעלה מערבה נראה את האיזור של M24. למעשה, M24 זהו איזור עשיר בשבייל החלב הבולט גם לעין ומכלול בתוכו צביר עשיר במיוחד, NGC6603, הנראה גם ב망חחים של "8 כוכם ערפולי. האיזור כולל יפה במיוחד במקפת. מעלה וחצי צפונה נמצא אט M18. צביר עני שאינו מתבלט על רקע העשיר במירוץ. ענן של אבק מעמעם את בהירותו ב-1.5 בHIRוות.

מעלה וחצי צפונה תגלה הערפיליות M17 - "ערפילית אומגה". צורתה היא כפרסה כשהחلك הדרומי בהיר יותר. M17 בהירה מאוד ונראית היטב במקפת. בטלסקופ "8 נראה הערפילית ככתם בהיר ביותר שצורתו יתד מארכמת שמאלה הרחב במקפת ערפילית חיוורת יותר בחצי עיגול. להערכתינו, ערפילית זו בהירות השטח הגבואה ביותר להוציא את M42 באוריון. הצביר החיוור NGC6618 נמצא בערפילית ונראה רק בטלסקופ גדול.

3 מעלה צפונה יראה הצביר הפתח NGC6611. צביר זה בהיר ועשיר אך כוכבו חיווריים. המירוץ בו שהוא מוקף בערפילית היפפה M16. הצביר עצמו נראה לי היטב במקפת 30A9 ככתם ערפולי אך לא ברור אם הערפל היה הערפילית עצמה או הצביר. בהירותו של M16, המכונה "ערפילית הנשר" (EAGLE NEBULA), נמוכה ביותר. הצלחותיה לזהותה בוואדיות רק בטלסקופ 8" ככתם חלבי חיוור, אך ה"מפרץ" הכהה דרומיות לצביר נראה בבירור. הערפיליות והצביר שיכנים ל-OB1 SER ונניתן להבחין בצילומים בערפיליות כהות כדוריות על רקע הערפילית בהן נוצרים כנראה כוכבים.

בקשת מספר רב של צבירים כדוריים. הבולט והיפה ביןיהם הוא 22M שהוא בין הבהירים נשמיים. נמצא ליד הכוכבים 24 ו-25 בקשת ונראה היטב במקפת. גודלו רב וטלסקופ בינוני מפריד את הצביר עד למרצדו. מרחקו רק 3.1 KPC. M28 הנמצא מעלה צפ. מע. למבדא חיוור וקטן ממנו M22 אך עדיין בהיר ונניתן להפרדה מלאה בטלסקופ "8. ל-28M גרעין דמו כוכב. 3' מעלה צפ. מז. לאפסילון נראה אט 69M. גם צביר זה, אם כי חורור יותר, נראה במקפת ככתם חורור אך ניתן להפרדה מלאה כבר ב-".6.

M70 הנמצא 3' מעלה מזרחית דומה ל-69M אם כי חורור יותר. בטלסקופ "8 הפרדי רק בקצוות. M54 השוכן 2' מעלה מערבית לזיתא נראה ככתם קטן וערפליי גם ב-".6. ב-".8 הצלחותי להפרידו בקצוות. הצביר הcdrori האחרון הינו M55. למרות שאינו מרכז הוא צביר יפה ביותר. גודלו רב והוא מופרד עד למרצ'ן בקלות בטלסקופ ".6. יפה גם במקפת



פלוטו - המשך הסיפור

נח ברוש

מצפה הכוכבים ע"ש וריז, אוניברסיטת תל אביב

בגילוון האחרוניים של "כל כוכבי אור" נראה פתאום שפע מאמראים (שנויים) על כוכב לכתח מרוחק זה. די אם נזכיר את אמריהם מזר בגלוון 3/1986 ואת הרשימה על תחילת האירוזים ההדדיים בין פלוטו לכרכון בגלוון 1986/4. רצוי לנן להביא רשימה שתעדכן אצל הקוראים את הידעו ואות הבלתי ידוע על פלוטו בשעה זו, כדי להבהיר עד כמה ניתן להפליג בדמיון כאשר מציאות מבנה פנימי לכוכבancaת על פי כמה מינימלית של ידע.

ובכן, המבוא ברשימהו של מזר מתחם את הידעו לנני פלוטו במצב טלגרפית. פלוטו הרוי הרחוק מכוכבי הלכת, נכוון לאו עקב מסלולו האליפטי מאד, מתרחק פלוטו לשמש עד כדי 30 יחידות אסטרונומיות (יא"-א- המרחק הממוצע שבין השמש וכדור הארץ, כ-150 מיליון ק"מ) ואף פחות. מועד ההתקשרות המירבית הוא בשנת 1989. כאשר המרחק של פלוטו מהשמש קטן מכ-30 יא"-א, הוא קרובה יותר מנפתון וזה הארוך הופך למרחוק ביותר משפטה השמש. אם כן, בין השנים 1982 ו-1996 פלוטו אינו הרחוק ביותר.

צריך לשים לב לכך שפלוטו מתרחק מאד מהשמש, ושרבו הזמן הוא זמין הרחוק ביותר. במעטמת השמש (מ"ש). עקב מסלולו האליפטי, המביא אותו להתרחקות גדולה יחסית מידי הקפה אחת, הוא גם מתרחק עד כדי 50 יא"-א מהשמש. זכרו בעת את חוק השטחים של קפלר: כוכב לכתח נע כזאת שהקרו המחבר אותו לשמש ערב שטחים שוויים בפרק זמן שווים. ככל מד', כאשר פלוטו קרובה לשמש הוא נע מהר, אך מבלה רק מעט זמן בקירוב המופלגת של 30 יא"-א מהחמה. כאשר הוא רחוק, קרובה לגבול 50 היא"-א שלו, אז הוא נע לאט. בעת ברור שרוּב "שנתו" של פלוטו, בת 249 שנים שלנו, הוא מבלה במרחק גדול מהשמש.

מה עוד ידוע עליו? חיים מזר כותב בפשטות: זמן סייבובו סביר ציריו (כלומר אורך היממה) - 6.4 ימים. המחוור של 6.4 הימים התגלה כשיינוי בבהירותו של פלוטו עוד בשנות ה-50 והוא סבר אז כי סייבוב כוכב הלכת סביר ציריו תוך המצאות כתם על פניו שצבעו שונה מצבעו. רוב שטחו של פלוטו. כאשר התגלה קרון (CHARON) בשנת 1978, והתברר כי מחוור סייבובו סביר פלוטו אף הוא 6.4 ימים, היה אולי טבעי לחשב שהשינוי בעוצמת האור נובע מהקפותו של קרון סביר פלוטו, מגלי לחיבב קיום כתמים כלשהם על פלוטו. במהירה התברר כי המערכת פלוטו-קרון מגיעה לבהירות נמוכה ביותר ביחס לפלוטו. כאשר פלוטו וקרון נראים במרקם הגודל ביותר בינויהם (MAXIMAL ELONGATION) כלומר, יתכן עדין מכך בו פלוטו מסתובב סביר ציריו בקצב כל שהוא, אבל קרון, המקיים אותו מידי 6.4 ימים, אינו אחיד בצבעו. כאשר אנו רואים את קרון בכירונו פלוטו, מלפניו או מאחוריו, עצמת האור גבואה יותר מאשר במצבים אחרים. יש לציין שגם אפשרות, אם כי זו המדברת על כתמים בפלוטו סבירה יותר.

האם אפשר לומר משהו על האטמוספירה של פלוטו? מסתבר כי בראשית שנות ה-80 היו דווחים על הממצאות מתאן (METHANE), ככלומר גז בישול, על פני פלוטו. שתי קבוצות מחקר דווחו על המתאן. אחת דווחה על קיומם מתאן גזי, אטמוספירה של מתאן, בעוד השנייה דוירה רק על הממצאות מתאן מוצק, קרח של מתאן, על פני פלוטו. נציגין עוד כי ידוע בורודאות שלכדון אין אטמוספירה, מניתו של המכסות כוכב על ידו. נעשו גם מחקרים תיאורטיים על האפשריות השונות של אטמוספרות לפלוטו.

כאשר באים לחשב על האפשריות לקיומם אטמוספירה סביב פלוטו חייבים לזכור גם את המרחק הרב מהשמש, המציג את כמות הקרינה המגיעה לפני השטח ואת שינורי המרחק האדים, שנורמים להשתנות שטף הקרינה על פני השטח באופן קיצוני. ذכרו כי כמות האור המגיעה לייחิดה שטח קטנה לפני ריבוע המרחק. לכן אם פלוטו רחוק מהשמש פי 3/5 באפריליאן (הנקודה הרחוקה ביותר מהשמש לאורך המסלול) שלו לעומת הפריהליון (הנקודה הקרובה ביותר למשם), אז כמות האור המגיעה לפני השטח תהיה רק 9/25 ממה שהתקבל בפריהליון, וזה יגרום לירידה גדולה בטמפרטורה.

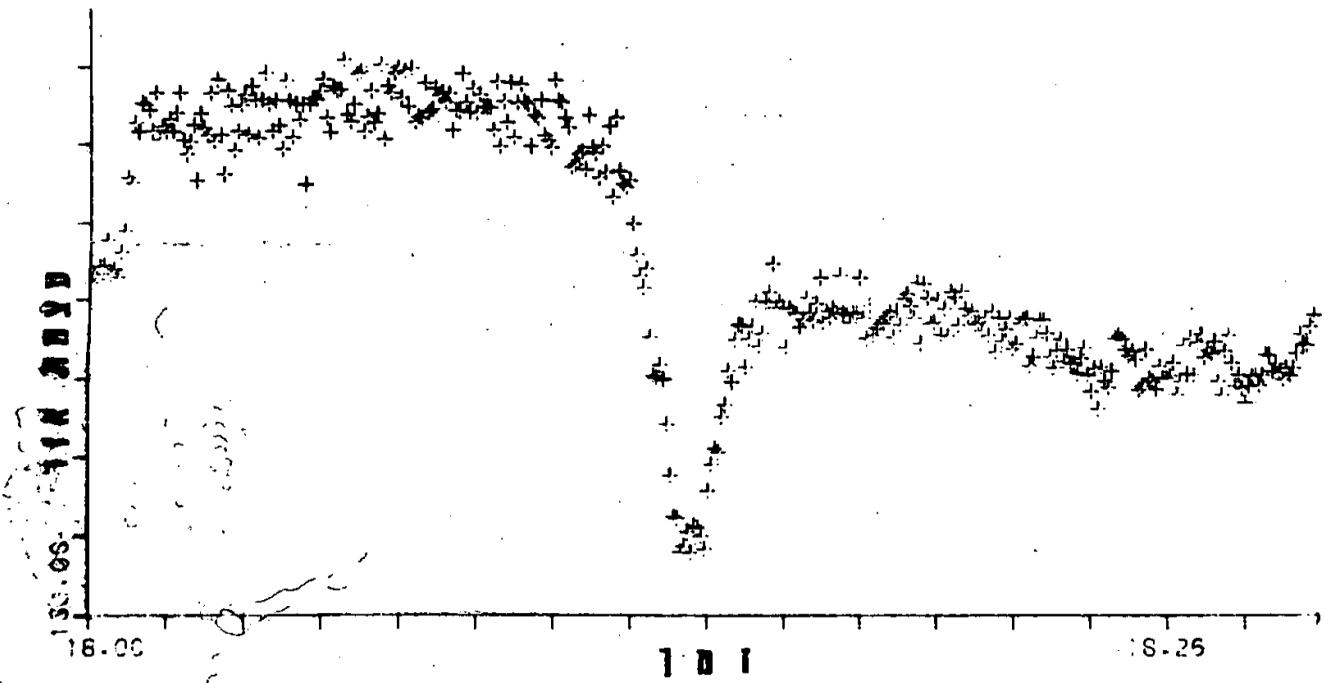
קיים מספר קטן יחסית של גזים שאינם קופאים בטמפרטורות הנורכחות של פני פלוטו. כדי לנסות ולזהות גזים אלו, חייבים לנחש את מסתו של פלוטו וזאת כיוון שידיעת המשנה, יחד עם הקוטר, מאפשרת הערכת חוץ כוח המשיכה המונע את "בריחת" האטמוספירה. מר מזר אומר לנו כי ציפויו של פלוטו הוא 1 גראם/סמ"ק. נגביר כאן כי גודל זה אינו ידוע כלל! ברור לנו בעת כי מסתו של פלוטו חייבות להיות קטנה מכ- 0.3 מסת כדור הארץ. זאת כיוון שידוע, שוב מחוקי קפלר, כי זהו סכום המשות של פלוטו+כדון.

קוטרו של פלוטו אינו ידוע היטב. נאמר לנו ע"י מר מזר כי לפלוטו قطر של 3000-4000 ק"מ. ובכן, ההערכות האחרונות אומדות גודל זה בכ- 2300 ק"מ בלבד. ראו נא את הכתוב בפרק "רישומי חדשות" (NOTES NEWS) של הירחון האמריקאי SKY AND TELESCOPE לחדש דצמבר 1986. שם מובאמ אפיקו הערכה של 2/3 ליחס הקטרים בין כדור לפלוטו! כמובן שליחס הקטרים יש השפעה על חלוקת המשנה בין שני הגוףים.

על-פי הערכות של קוטר, חלוקת מסות בין פלוטו לכדון וכוסר החזרת האור של פני פלוטו, נימן לחשב מה יהיה תנאי האקלים על פניו. מסתבר שיש מספר גזים שיכולים, מבחינות השרדות במנאים קשים ושבচিহ্নত קוסמית גבוהה, להוות אטמוספירה לפלוטו. בין אלו, המתאן ידידנו, אך גם ארגוון, חנקן מולקולרי, פרודם הפחמן החד-חמצני, חמצן מולקולרי ועוד. אין כיוון אפשרות צפויית להבחין ספקטרוסקופית במרכיבים אלו, פרט למثان, ועל זה הרוי כבר דיברנו.

יש לנו של תקווה. הזכינו קודם מיפוי המכסות כוכב על ידי כדון, ממנה נלמד על אי-קיום אטמוספירה סביב ירח זה של פלוטו. צפיה באירוע דומה, כאשר הגוף המכסה הוא פלוטו, עשויה ללמד על קיומו אטמוספירה. במקרה, ניתוח אופן הירידה של עצמת האור של הכוכב המכוסה, כאשר קרניינו עוברים באטמוספירה של פלוטו, אם היא קיימת, מלמד על המשקל המולקולרי המוצע של האטמוספירה.

איירועים של המכסות כוכב על ידו פלוטו נדיירים. לזמן, בקיז' 1985 אירעה המכסות של כוכב שגודלו 12.8 על ידי פלוטו, שהיא אז בגודל 13.8. המכסות נראתה ממצפה רמון ונמדדה עם הפטומטר של מצפה הכוכבים. מניתוח עקומת השטנות האור המובאת בציור מס. 1 נראה כי לכורה יש לפלוטו אטמוספירה. אם הדבר לא היה כך, אזי עצמת האור הייתה יורדת בנת אחת, ולא באופן הדרגתי כפי שנדראה כאן.



ציור מס. 1 - השטנות אורו של פלוטו בעז המכסות בקיז' 1985.

ניתוח ראשון של עקומה האור, תוך מחשבות בגורם הבלט ידועים, שהוזכרו קודם, מראה כי לאטמוספירת פלוטו משקל מולקולרי מצוי של בין 27 ל-105, שכן נראה מתן לא יכול להוות חלק ניכר ממנה. נדירות שהאפשרות האחרות, חנקן מולקולרי, פחמן חד-חמצני, חמצן מולקולרי וארגון אינם עדין בחשבון. אישית, אני מעדיף את הארגון.

יש סיכוי לאש מדידה זו. בשנת 1988 תתרחש שוב המכסות של כוכב בהיר יחסית, בגודל 12.8, ע"י פלוטו. הפעם לא יעזר הדבר לנו כאן, במצפה רמון, כי המכסות, אם תיראה כלל מכדור הארץ, חופיע בצפון האוקיינוס השקט. לקרבת האידוי, ביקשו מדענים של המכון הטכנולוגי של מסאצ'וסטס (MIT) לצפות בפלוטו בטלקופ המותקן במטוס (KUIPER FLYING OBSERVATORY) שירכל להגיא למקום בו צפיה אפשרית. מחרגן גם מאמץ לפרסום רשות טלקופים על פני הקרקע, שלצערנו אינה בשפע בצפון האוקיינוס השקט. חלק זה של המבצע יישם כנראה ע"י מתנדבים ואם יש אפשרות בין חברי האגודה המסוגלים לממן הנעה ושהייה, כאמור באיים האלאוטים (ALEUTIAN ISLANDS), מאוד היחסי רוצה לדעת...

אסויים בכך שלגבי פלוטו מרובה הנستر על פני הגלוי. עצם קיומו של ירח גדול ככרון חמוץ. העובדה שציר סיבובו העצמי של פלוטו נמצא

כמעט בוחן מישור חנוועחו סביב השם, בדומה לאורנוס, אף היא משונה. המסלול המקיים את השימוש, בהטייה גדולה יותר מכל כוכב לכוכב אחר (19 מעלות!), האקצנטריות הגדולה, כל אלו מצביעות כי לידת כוכב הלכת פלוטו הינה שונת מזו של שאר כוכבי הלכת. אולי פלוטו הינו הנציג הראשון של משפחה שלישית של כוכבי לכט, מלבד זו של כוכבי הלכת הארץ זוזו של הענקים, כוכבי לכט המגליים את כל חייהם במרקם אדירים מן השימוש. אולי פלוטו דומה יותר לשביט, על אף גודלו, מאשר לכוכב לכט.

נאמר בביטחון שמשמעות שאלות אלו לא נתקבל במהרה. עד לסוף המאה שלאנו לא תשרוג חלילות לעבר פלוטו (אלא אם יהיה מהפץ בלתי צפוי במכנניות המחקר של המעצמות). בהמבחן במרקם הרב אל פלוטו, הדורש זמן טישה רב, מסדר גודל של 10 שנים, קשה לי לראות איך נדע מה קורה על פלוטו לפני אמצע המאה ה-21. שימו לב שטסקופ החיל לא יעזר הרבה, כי קוטרו הנראה של פלוטו מסביבת כדור הארץ לא עולה על 1.0 שניות! התקופה הייחודית כמעט היא צפיה בהתקסויות של כוכבים ע"י פלוטו, ובאיורים ההדדיים בין פלוטו וכרכון שהוזכרו במאמר קודם



בלון חוקר לאטמוספירה נוגה

ב-11 ו-16 בירוני 1985 הוצנחו לאטמוספירה נוגה שני בלוניים נושא מסרים מטאوروולוגיים על ידי החליות הרוסיות נוגה 1 ו-נוגה 2. קודם לכן החלו אלה במרקם של פחות מ-10,000 ק"מ מהשביט של האליי. המדענים עקבו אחר הבלוניים במשך 46 שעות בעת她们 עשו דרכן של יותר מ-11,000 ק"מ באטמוספירה של נוגה וערכו סדרת מדידות שככלו מדידות לחץ אויר, טמפרטורה, מהירות הרוח ועוד.

על פי תוצאות המדידות נקבע כי הטמפרטורה בחלוקת העליון של האטמוספירה הוא כ-320 מעלות קלוריון ובחלקה התחתון כ-600 מעלות. הטמפרטורה בגובה של 20 ק"מ ועל פני השטח היא כ-750 מעלות קלוריון.

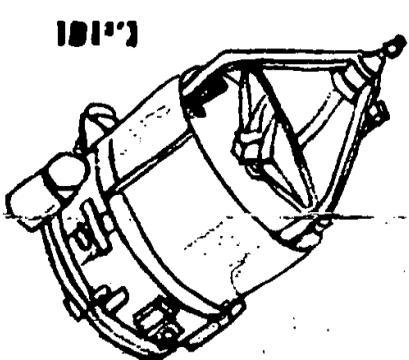
בגובה של 54 ק"מ נשבו רוחות במהירות של 248 ק"מ לשעה. הפמעה מסוימת היווה גילוי של הרוח האנכית שנשנה כלפי מטה במהירות של 12 ק"מ לשניה.

בין שני הבלוניים היו הפרשים של 6.5 מעלות במידות הטמפרטורה ואלה מיוחסים לזרימת החום מהאזורים המשובנים של נוגה לעבר הקטבים



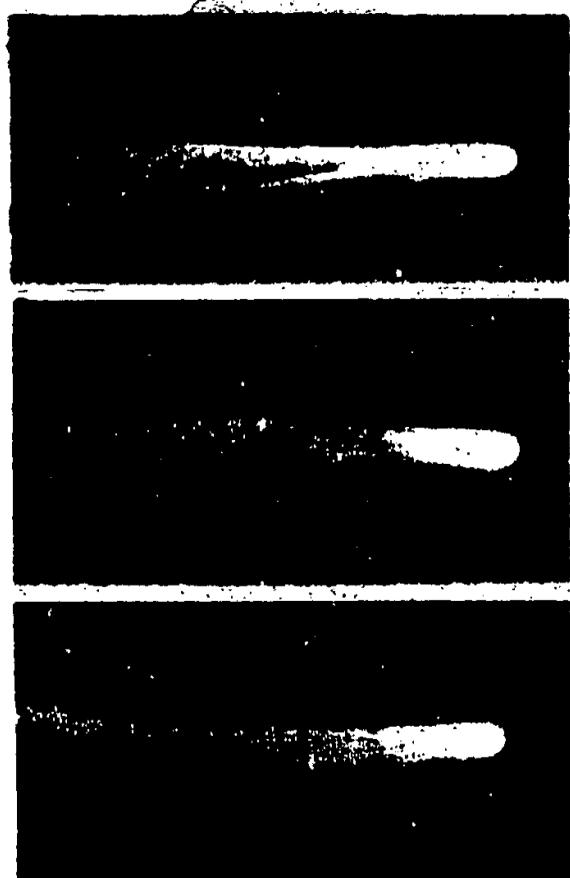
תצלויות ראשונות מג'יווטו

בעת שהחלית ג'יווטו והשביט של האליי דהרו זה לקרה זה במהירות של 155 אלף מטרים בשניתה לקרה מפגש החד-פעמי, הגיע המתח במרכז בקרה של סוכנות החלל האירופאית בדרמשטאדט, מערב-גרמניה, לשיאו. תמונות של השביט אשר שודרו למרcz במרוחקים של 4 שניות נראו גדולות מרגען לע מסכי הטלוויזיה תוך שהן מעניקות את המבט הטוב ביותר עד היום על ליבו של השביט, הנרuin שנראה כדמות מטופשת ומאורכת.



אחד מראשי החוקרים, רולפונג שמידט, תיאר בשידור חי, תמונה אחר תמונה, את המראות שראו המצלמות של ג'יווטו ולבסוף לא יכול להסתיר את התרגשותו והכריז "ברור לחוטין שקיים איזושהי סטרכטורה על הנרuin - גבעות, מכתשים, פרטימס מדחמי". עוד זמן קצר עבר ולפתע קפהה תמונה של המסכים: שתי שניות בלבד לפני השתרעה אפילה.

הימה זו ה证实ה של אחד מהחששות הגרועים של הצוות הבינלאומי "ג'יווטו". מתוך מודעות לסכנות המפגש עם חלקי אבק ב מהירות העצומה בעמ המפגש, אך מתוך שאיפה להציג "קלוז-אפ" מקסימלי, כיווננו המدعנים את החלטת כך שתחולף במרקם של 625 ק"מ בלבד אגדעינו עשו האבק של האליי. מהלך זה כונה על ידי אחד המدعנים "זרולטה רוסית" - אפשר לעבור בשלום, אך פגיעה אחת מחסלת אותה... ואכן זאת הייתה הימור.



בשניות האחרונות לפני המפגש חדרה "ג'יווטו" לתוך מה שהםudyנים כינו "קיר של חלקי אבק בגודל של גרגירי חול. מגני האבק המיוחדים של החלטת נחדרו בקצב של 100 פגיעות בשניתה, הפיצה אשר הסיטה את האנטנה שלה מכירונה המקורי - אל תחנת הקרקע באוגוסטבילה. דבר זה חיסל את התקורת, אך לפני ההשכה הספיקה "ג'יווטו" להעביר יותר מ-2000 תמונות של האליי-ზירה לכדור הארץ בנוסף לשטף העזום של המידע מעשרת המכשירים האחרים שנמצאו בה.

כחצי שעה לאחר התקלה והאפלת המסכים המחדש הקשר עם "ג'יווטו" וכל המכשירים, כולל המצלמה, פעלו כשורה.

למרות שלם ממענים ישנים נתונים מסויקים לעובדה הרבה במשך החודשים הקרובים, נתקבלו כבר כמה ממצאים ראשוניים. הנרuin של האליי, כפי שנמדד ע"י ראש

צורת הצילום הוא באורך 17.5 ק"מ וברוחב 4.6 ק"מ. משטח הפנים הוא בצבע שחור קטיפתי, מאד לא רצוף ובעל גומה במרקדו - כמו תפוח-אדמה או בוטן. בצדו האחד של הגרעין המתגלו מעין נחרירי פליטה מהם נפלטו סילוני נז ואבק, שנירים גדולים ואחד קטן יותר.

צבע הגרעין מהויה הפמעה ומרמז שקיים מעט מאד קרח, אם בכלל, על פניו. האסטרונומים פרד וויפל, אבי התפיסה שרואה בשבייט "כדור-שלג מלוכך" (DIRTY SNOWBALL ZY), אשר אורשה עוד במקומות מוקדים של חלליות "ווגה" הרוסיות, הצע הסביר אפשרי: פני השביט מכוסים בחלקיים קטנים ביותר הארוזים בצפיפות רבה בתחום מעטפת קרח.



למפגש של "ג'ירוטו" קדמו שלשה מעברים - החללית הרוסית "ווגה" ושתאי חלליות יפניות. "ווגה 2" חlapה במרחק 9500 ק"מ מגרעין השביט ושלחה ארצת כ-700 תמונות ובהן אישור למועדתו של הגרעין. ענבי האבק בהם נמקלה החללית ניטרו נטול כמעט תאוי השמש שלא ושניים מהניסיונות שעמדו לבצע.

יום לפני מעברת של "ווגה 2" חlapה "סוויסאי" הרוסית במרחק 175,100 ק"מ מהאלוי. תמננות מצלמות העל-סגול של החללית אשר שודרו למרחוק החל היפני בטוקיו הראו שלשביט יש הילמת מימן ענקית ברדיוס של 10.8 מיליון ק"מ צבעה משתנה מבhair לכאה במחזריות של 53 שניות. נתון זה אישר תוצאות קודמות על הסיבוב העצמי של הגרעין במחזריות של יומיים.

היפנים הופטו לגלוות ש"סוויסאי" רשם 2 פגימות של חלקיים אבק שבירות שקטרם עולה על 1 מ"מ. מנהל הפרויקט היפני הצהיר שזו הפמעה גדולה לגלוות שלקטי אבק בקוטר כזה נמצאים למרחק כה רב מהגרעין.

החללית היפנית השנייה - "סאקיגאקה" חlapה במרחק של 15.8 מיליון ק"מ מן השביט וגילתה גלי פלסה מפוזרים שמקורם כל הנראה באיזור המרוחק בין 463,500 ק"מ ל-1.15 מיליון ק"מ מן הגרעין. גלים אלה הם תוצאת התגובה בין רוח המשמש וקאה הילמת השביט (המשתנה כפונקציה של הזמן).

шибיט האליי חlap כבר את כדור הארץ בדרכו חזקה אל מערכת המשמש החיצונית, ממנה יישוב אלינו רק בשנת 2061. שיטת החלליות הבינלאומית שקרה אותו הציגו אותנו בתוכנים והסירה מעט מן המסתוריין שלו, עובדה שאינה מתקינה במאה את ההתרגשות והציפייה לפגישה באמצעות המאה הבאה



כוכב קורס ערבו

גילויים חדשים למיואריה הומיקה של הוכנות כוכבים

במשך עשרות שנים חיזיגו האסטרונומים הסבר משכנע, כיitz נולד כוכב: אחד מענני הגז הענקים הפזריים בגלקסיה ממוטט תחת משקלו העצמי, מתחמס באופן דרמטי עד שברגע מסוים הוא ניצת ומחליל תהליך בעירה גרעינית. עד עתה היה זה מודל תיאורטי בלבד. לאחרונה דיווחה (1) קבוצת אסטרונומים שבידה גילויים המומכימים במיואריה. לדברי צ'ארלס לאדה (CHARLES LADA), פרופ' לאסטרונומיה באונ' אריזונה - "גילינו מה שנראה כקרישה של ענן גז לקראת הוכנות כוכב כמו המשם שלנו".

החיפוש אחר כוכב חזק הווא קשה, משום שהקליפה החיצונית של הענן הקורס מסתירה את הכוכב הנמצא במרכזו הענן. אור רגיל איינו מסוגל לחדר דרך הערפל. רק קרני אינפרא-אדום ארכוי הגל וגלי הרדיו הנוצרים ע"י הכוכב העורבי מסוגלים לחדר דרך הערפל, כמו שאותות מכ"ם מסוגלים לחדר את הערפל הסמייך ביותר.

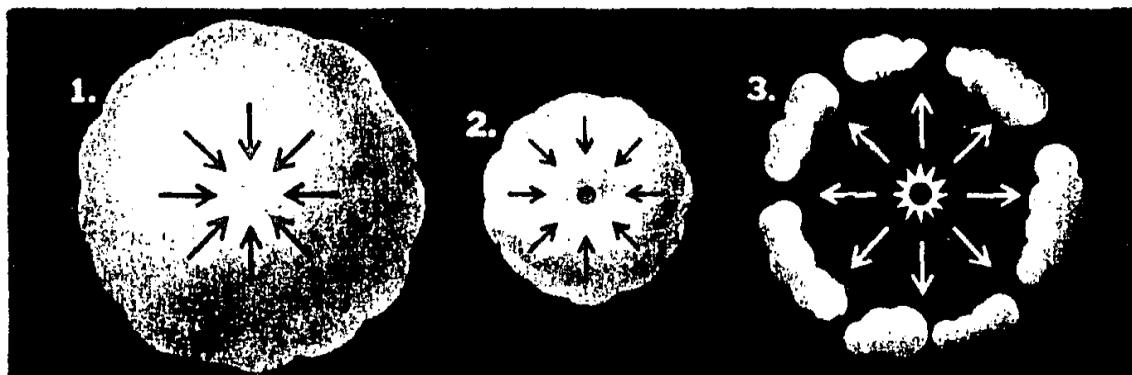
INFRARED ASTRONOMICAL SATELLITE - לוויין התצפית בקרינה אינפרא-אדומה, מוקם טוב להחיה בו את החיפוש. למרות שהלוויין פועל במשך 10 חודשים בלבד בשנת 1983, הווא העביר מידע על מעלה מרבע מיליון מקורות קוסמיים של קרינת אינפרא-אדום. אחד מקורות הקרינה נבע מקבוצה "בושא-נחש" (OPHIUCHUS), במרקם כ-520 שנות אור.

"הנתונים שהתקבלו מהלוויין הראו שחוומו של מקור קדינה זה הווא 40 מעלות מלל לאפס המוחלט (233- מעלות צלסיוס)", ואומר אחד מחברי הקבוצה, ברוס וילקיןג (BRUCE WILKING) מאון' מיסורי, "קד מעד במנחים שלנו, אך חמ מספיק בתחום ה纯洁 הבינוכובי, כדי לנדרום לנו להקים תשומת לב למקור הקרינה". בנווסף לכך, העצם קיבל את הכינוי IRAS 162932422, היה קרוב למדוי, כך שניתן לבחון אותו לפרטיו.

האסטרונומים עברו מצפה באינפרא-אדום לגלי רדיו, כשם משתמש ברדיו-טלסקופ בקוטר 12 מטר המצוי בקייט פיק (KITT PEAK) שבאריזונה. הסיבה: קרינת אינפרא-אדום נוחנת מידע על הטפרטורה הכללית של הענן, ואילו גלי רדיו נושאים מידע יוטר על התנוועה בתוך הענן. עננים ביןוכובים מורכבים מעשרות סוגים של מולקולות, ככל סוג מופיע גלי רדיו במדיריות מסוימות כשהוא מתחمم או מעורר. על-ידי כיוון הטלסקופ למדר המתאים, עוקבים האסטרונומים אחר התנהבות מולקולות מסווגים שונים, וכמוצאה מכך לומדים על התנאים בתוך הענן.

לדברי האסטרונום אריך יאנג (ERICK YOUNG), "בחרנו בפחמן גופריתי (CARBON MONOSULFIDE), לאחר שהוא אחד המרכיבים הדחוסים ביותר בעננים אלו". המולקולות מעוררות ביותר כאשר הן דחוסות ביותר. במרכז הענן, אומר לאדה, "גילינו שאנו צופים בפחמן גופריתי במצב מעורר ביותר". בחלקם חיצוניים, לעומת זאת, היו המולקולות במצב

רבוע הרבה יותר. במרכז הענן היה גרעין דחוס. כמו כן, היה ברור שקיומת תנוצה שיטיתית בתוכו.



ציור מס' 1 - לידתו של כוכב

1. ענן גז ואבק בין-כוכבי מתחלף לקרוס מחוץ משקלו הרוא.
2. הנז הקורס יוצר ליבת המתחממת עקב הדחיסה הנמשכת
3. רוחות כוכביות עצות מרחיקות את שאריות הענן. הטמפרטורה והלחץ הגבויים גורמים לבסוף להצלה הליבה.

בדירוק כמו ששריקת קטר היא בעלת טון גבוהה יותר כשהוא מתקרב מאשר כשהוא מתרחק, כך גם גלי הרדיו משתנים תדירות לפי כיוון התנועה של הנוף המפיץ אותם. תוך שימוש ברדיו-טלסקופ כמו במכ"ם מטרתי, מדדו האסטרונומים את התנועה מתוך הענן. "לא גילינו כל תנועה באזרורים הקריטיים החיצוניים", מدوוח ווילקיןג. "כאמור הבטנו עמוק יותר וייתר, התחלנו להבחין בתנועת הגז הנופל-קורס פנימה".

מתוך המידע שהצליחו לאסוף עד עתה, מעריכים האסטרונומים שקווטר המרכז הקורס של הענן הוא כ-600 מיליארד ק"מ, פי 50 מוקוטר מערכת השמש שלנו. הגרעין הפנימי גדול פי 3 מהמשש אך מסתו קטנה פי 4. מעריכים שהבככבר יתפרק ויראה לעין בעוד כ-100,000 שנה, כאשר החלקים החיצוניים של הענן יתפזרו בחלל.



(1) ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 1/10

תרגום: בועז מאיר מTHON TIME MAGAZINE, SEPTEMBER 1, 1986

*
* בתריכים 22-18 ביולי יתקיימים בארה"ב כנס בנושא - מדים
* CASE FOR MARS III
* המאונרינאים יפנו לכתובת -
* POB 4877
* BOULDER, COLORADO 80306
* TEL - (303) 494-8144
*



תרומת חובבים למחקר אסטרונומי

מאת נח ברוש
מצפה הכוכבים ע"ש זיוויז, אוניברסיטת תל אביב

משק הרבה שנים, למעשה מאז שגעתי למתרנס מאסטרונומיה בעקבות סיור לימודי הרשמי, טענתי במפגשים של חברים וroud אגודתנו ש策יך לשלב את האסטרונומים החובבים במחקרים המדעיים המתבצעים בארץ. משום מה הדבר לא נעשה, פרט אולי למספר מצומצם של חברים שהיינו סטודנטים לפיסיקה באוניברסיטת תל אביב, ובמסגרת הלימודים הצליחו להשתלב במחקריהם של החוקרים שבאוניברסיטה.

מטרתי בראשימה זו להציג בפני החברים את המחקרים המתבצעים ביום מצפה הכוכבים שבמצפה רמון, ולהציג דרכיהם בהם החובבים הרצינאים יכולים לתרום משמעותית לכמה מחקרים אלה.

המחקר האסטרונומי במדינת ישראל מחלק באופן טבעי לשישה חלקים. זו לא בדיחה צה"לית, אלא האמת לאמת. ניתן לסווג את המחקרים לשישה תחומיים: חקר מערכת השמש, חקר עצמים בגלקסיה שלנו, ומחקר חוץ-גלקטרי, של גرمים שאינם חלק של שביל החלב. בנוסף המצב הנוכחי של מיעוט השירות האקדמי, יש למעשה רק חמישה חוקרים, כולם באוניברסיטת תל אביב, ה奏音ם במצפה הכוכבים שבמצפה רמון. אין בכוונתי להניא כאן שמות של חוקרים וכל המעוניינים מתבקשים לפנות אליו. בראשימה זו מצאו אך ורק את הנושאים אורכם חוקרים המדענים.

ובכן, החלק הראשון של החוקרים, זה הדן בחברים של מערכת השמש, מירוגג באוניברסיטת תל אביב בשני תחומיים. הראשון הוא חקר השבירותים מנורדות מבט פוטומטרית. אנו מנסים לקבוע את צבע ההתרחשות של התופעות המחזוריות הקשורות בסמיוכות לגרעין השביט, בתקופה שקיים קשר בין המחזור המתגלה בזרה זו למחזור הסיבוב של הגרעין. בתחום זה נעשו מספר עבודות על שביט ג'יאקוביני-צינר (GIACOBINI-ZINNER) ועל שביט האלי (HALLEY).

נושא נוסף למחקר באוניברסיטת תל אביב הוא התכונות של פלסמה סמוך לכוכבי הלכת צדק ושבתאי. החוקרים אלו מנוהלים ע"י החוג לגאופיזיקה ומדעים פלנטריים. החלק האחרון של החוקרים של מערכת השמש הוא הצפיה בכוכב הלכת פלוטו בעקבות התוצאות של אירו הזרוי עם ירחו קרון (ראה רשימה בגלוון זה). מצפה זו, יחד עם תוכאות של ציפויות דומות מקומות אחרים, מנסים ל"مفות" את פניו של פלוטו ואולי אף של קרון.

בקבוצת החוקרים הנעשים על גרים. גלקטיים נזכיר את התכיפות בכוכבי כוכבה סמוך למפרצומס, הנעשים לעמיהם בשיחוף פעולה עם מצפים אחרים בעולם ואמ' עם הצופים בתחום העל-סגול עם לוין ה-EU. עבודות אחרות הקשורות בתופעת הכוכבים הפלטטים קריינת X, החברים כנראה במערכות כפולות אחד המרכיבים הינו כוכב נויטרוני או חור שחור. במסגרת זו ניתן לכלול גם את העבודה רבת השנים של מדידות פוטומטריות של העצם

המודר 33433, עליו כבר נקבע ב"כל כוכבי אור" (1/1982). הסוג האחרון של מחקרים הנעשים במצבה רמן על גורמים גלקטוניים הוא מחקר ספקטרוסקופי של כוכבים סימביווטיים - כוכבים בזוגות, אחד המרכיבים הוא כוכב סדרה ראשית כחול והשני הורא ענק או על-ענק אדום.

רק מעט מחקרים של עצמים מחוץ לשבייל החלב נעשים במצבה רמן. הסיבה היא שהטלסקופ קטן קטן (מבחןת קוטרו) והشمיים מוארים מדי. נציגוCAN-שבנים האחרוניות הצעירides במצבה בצלמה דיגיטלית מסוג CCD, הרובינה הרבה יותר מלהיות הצללים הרגילים ומאפשר צילום גלקסיות בזמן חשיפה סביר. המחקרים הנעשים עם צלמה זו קשורים בטבע הגלקסיות האליפטיות שמכילות אבק ביןכוכבי, כנראה מ-"בלעה" של גלקסיה ספרילית קטנה בעבר. לבסוף, נעשה מחקר של השינויים הבירוריות של קרוואזרים עם הזמן, בעזרתו אפשר יהיה אולי ללמוד על הגודל של האзор המפיק את האנרגיה של הקרוואזרים.

מה הוא המקום של החובבים בכל המונח הזה? הרי לא נוכל לצפות כי חרובב, וייה הוא המתקדם ביותר, יוכל למשלצלם את הגלקסיות עליו כתחתי קודם. אבל יש מספר שטחים בהם תרומות החובבים יכולת להיות משמעותית, אם רק יתמידו בתציפות. כללית, לחובבי האסטרונומיה יש יתרון אחד על פני האסטרונומים המקצועיים - העובדה שהם יכולים להקים לנושא מסוים הרבה יותר לילות צפיפות מאשר אסטרונומים מקצועיים, החביב להתרומות על זמן טלסקופ עם פרוייקטים מצפיטיים לא פחות טובים משלו. لكن הנושאים בהם על החובבים להתרցז יהיו ככל הדורשים זמן צפיפות רב ושאים מחייבים שימוש טלסקופ גדול במיוחד.

ככלל, הנושאים בהם מודמים אסטרונומים חובבים ברחבי העולם הם מעקבים ארוכי טווח בהתרומות בהירות של כוכבים, סריקת שמיים במטרה לגלות כוכבי נובה ושביטים או צפיה במופעות המתרחשות בזמנים מסוימים, כמו למשל התכשיות כוכבים ע"י הירח וכדומה.

אחזור ואגניות שוב כי הצופה יוכל לתרום תרומה משמעותית רק אם יתמיד בתציפות. אין כמעט ערך לתציפותבודדת או לתוכנית ציפוי הנמשכת עונה אחת בלבד. פעילות "אקראיית" צזו אך תרחק ותרתיע אחרים מהцентр לעובודה צפיתית. אני יודע כי קשה הדבר ושלכל אחד יש אילוצים שאינם אפשריים תחילת פרוייקט צפיתי ארוך זמן. لكن אין אני ממליץ לאף אחד להתחיל בכך מבלי לחשב טוב תחילת אם יהיה הזמן בידי למשך מספר שנים.

לאגודה יש תפקיד נכבד בארגון קבוצות צפית כאלה. בעבר נעשו נסיונות לארגן קבוצות צפית בכוכבים מותנים. מסיבות של חוסר קומוניקציה סבירה בין מארגן הקבוצה לבין המשתפים לא יצא הדבר אל הפועל. היה גם נסיון מוצלח יותר לארגן קבוצות צפית במתארים. מגבלות זמן של המארגן גרמו שוב להתרកות הגערין הפועל. קבוצת חובבים ערבotta להנאת משתפה בצללים אסטרונומי. אבל שאין יותר חברים שיכולים לקחת חלק בפעילות זו, שדרך אגב המארגנה עצמאית לחלווטין, וחבל גם שפרט להנאה בצלומים אין החברים מנסים ליזום תוכנית עבודה מדעית



באגודה

האסיפה השנתית של האגודה הישראלית לאסטרונומיה

ב-16/4/87 (חול המועד פסח) נערכה האסיפה השנתית של האגודה בהשתתפות למעלה מ-100 חברים. במסגרת האסיפה נמסר דו"ח ועדת הביקורת, נסקרו פעולות האגודה וסניפיה בשנה האחרונות ונערכו בחירות למוסדות האגודה.

במרכז האסיפה השנתית עמד השינוי בתקנון האגודה. על הצורך בשינוי התקנון הוחלט לאחר דיונים ממושכים בישיבות הרועד בשנה שעברה, תורן התיעצותם בעורך הדין של האגודה. השינויים המוצעים הוצגו בפני באי האסיפה ואושרו על ידם. המתיקותיים החשובים הם:

- שינוי סוגיה החברות באגודה. חבר רגיל ובבעל זכות הצבעה ייחשב מי שהוא בן 18 ומעלה, אחרת ייחשב לחבר נספח.
- הרועד רשאי להעניק תואר "חבר כבוד" לתפקיד מסוימת.
- חברי הרועד יכולים להיבחר לתפקידים לתפקידים נוספים מספר בלתי מוגבל של פעמים.
- במקרה שלא יתאפשרו בחירות חדשות במועדן, ימשיך הרועד הקודם לתפקיד עד לבחירתו ועד חישובו.
- במקרה בו יש צורך בשינוי התקנון, תינתן הרductio מראש בכתב על מועד הישיבה בה יוחלט על השינוי. בישיבה זו יידרש רוב של $\frac{2}{3}$ מהנוכחים כדי לאשר כל שינוי.
- במקרים מיוחדים, רשאי הרועד להחליט על קיום הצבעה באמצעות הדואר.

תוצאות הבחירות למוסדות האגודה

לוועדת הביקורת נבחרו החברים יוסי יהלום, גדיון בירן ועזרא דרוקר. לוועד האגודה נבחרו החברים יגאל פתאל, ד"ר נח ברוש, יהודה גפן, תמר אוליצקי, מרצל קייל, ברוך מאיר, חנן גרטט, ענבל חמו, חגי אדרל וירובל קריימולובסקי.

במקרה של פרישת אחד מחברי הרועד ימלאו את מקומו החברים שמואל פרלמן ועמנואל קארופמן.

בישיבה הראשונה של הרועד החדש נבחר ד"ר נח ברוש לתפקיד יו"ר



