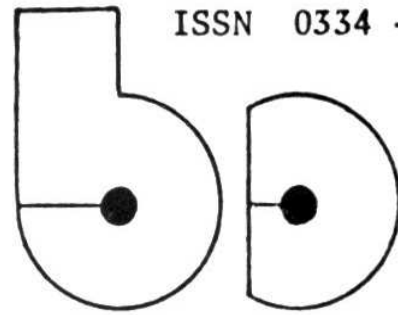
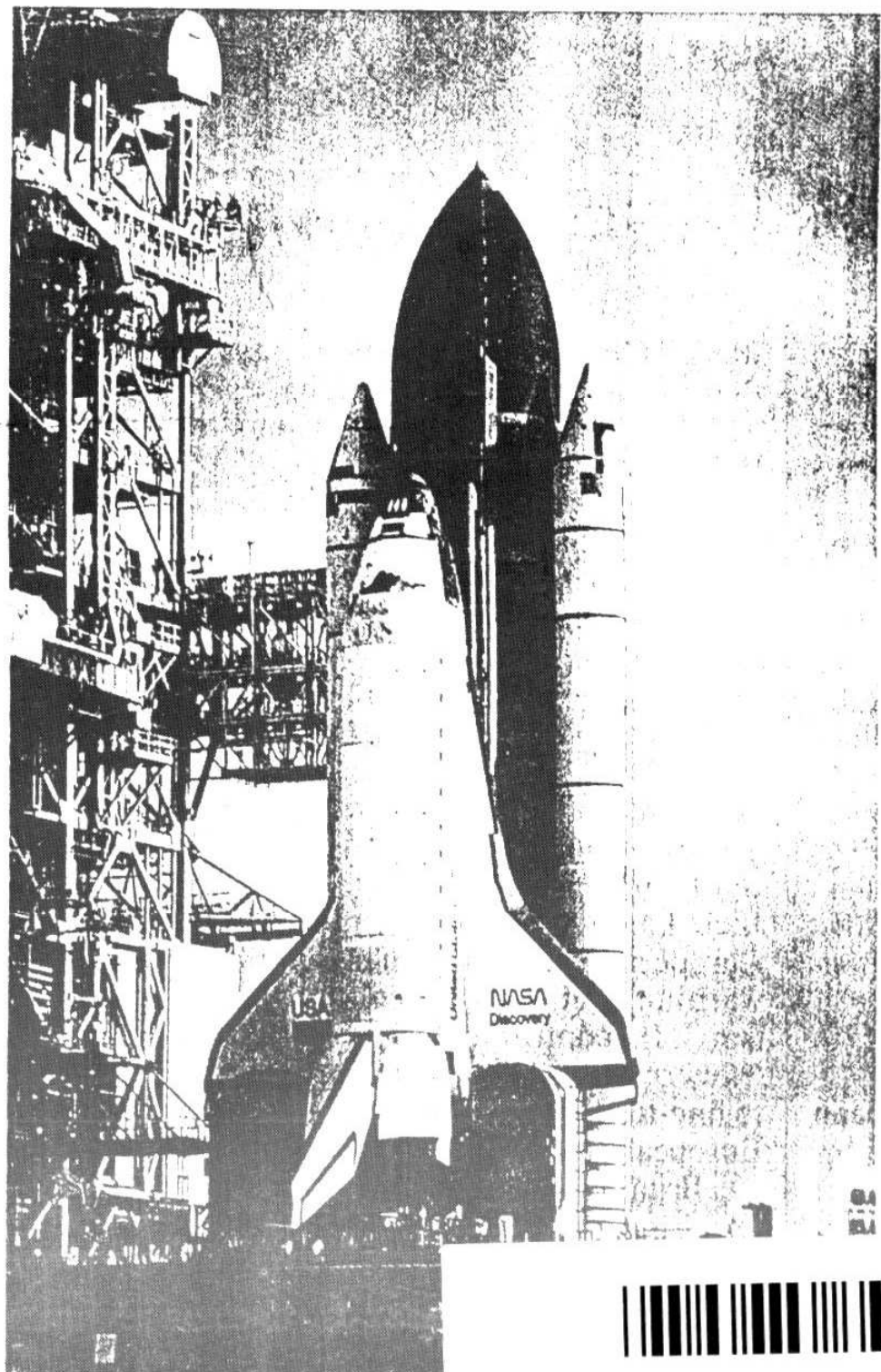


אסטרונומיה
אסטרופיסיקה
חקר החלל



פוסמי אור



ALAN OXLEY-COMF /

3/1988



23

מוציא לאור: האגודה הישראלית לאסטרונומיה, עמותה מס. 58-004-867-6
מצפה הכוכבים, גן העליה השניה, גבעתיים

מערכת/עורך: מרצל קיי, ת.ד. 149, גבעתיים 53 101 טל. 03-344 686

STARLIGHT MAY - JULY 1988 VOL.15, NO.3

PUBLISHERS: ISRAEL ASTRONOMICAL ASSOCIATION, THE OBSERVATORY,
SECOND ALIYA PARK, GIVATAYIM 53101, POB 149.

EDITOR: MARZELL KAY, MSC, BSC, CE, MISTRUCTE, TEL.03-344686

אסטרופיזיקה	72	אור ממעמקי הזמן	(דב לובלסקי)
	78	- נספח	דב לובלסקי
	80	מה קרה בסופרנובה SN1987-A?	(שמואל פרלמוטר)
אסטרונומיה	81	איו ו-"ערפילית צדק"	(חנוך גרשט)
	83	מעבר הירח על הפלאידות (M45)	ערן אופק
	92	אבק בין-גלקטי	(חנוך גרשט)
	98	האם כדור הארץ מחמם?	"מערב"
	100	טלסקופ רדיו ב-מאונה קי, הוואי	
	101	כוכב הלכת העשירי	"הארץ"
	103	מערכת תצפית בקרני-X בחלל החיצון (שמואל פרלמוטר)	
בחלל	83	תכניות פלנטריות סובייטיות	חיים מזר
ממדף ספרים	79	פרסומים	חיים מזר
באגודה	70	לוח הרצאות במצפה גבעתיים	
	71	מהמערכת, תיקונים	
	71	שבוע הספר	ערן אופק
	84	כנס שנתי 1988	ערן אופק
	92	יצחק תפוחי ז"ל	מרדכי גנוט
לחובב	85	פינת החובב - נבל	יגאל פת-אל
	88	פתרון חידה מגליון 1/88	יוסף יהלם
	89	חידה 3 - מפגשים מהסוג השלישי	יוסף יהלם
	96	משקפת + "MEAD 8"	שרון דוד

הרצאות במצפה גבעתיים

8. 9 חיהם ומותם של הכוכבים
8. 30 ראשית החיים
9. 27 חורים שחורים - פחי הזבל של היקום
10. 18 כוכבים משתנים - מגדלורים בחלל
11. 15 גלאקסיות - איים ביקום
12. 6 טבעות במערכת השמש
12. 27 כוכבים קומפקטיים
- ההרצאות מתקיימות בימי ג' בשבוע, בשעה 00 8 בערב.
- הכניסה לחברי האגודה חופשית עם הצגת כרטיס חבר בתוקף.

בשער הקדמי: המעבורת דיסקוורי על כן השילוח ב-פלורידה. בולט

הדמיון בינה לכלי הרוסי. 18 יולי 1988, [ALEX OXLEY-COMPIX] TIME

בשער האחורי: המעבורת הסובייטית על גבי טיל כבד אנרגיה שגובהו 60

מטר. למעבורת אין מנועי רקטות ראשיים, אלה הודפים/BOOSTERS בדלק

נוזלי. מנועי הסילון ליד הזנב ישמשו כמנועי נחיתה.

28 מרץ 1988, [CHARLES P. VICK] AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY

אנו מתנצלים בפני כל אותם החברים שפנו למערכת עם הצעות לכתיבה, תרגום וכו' ל"כל כוכבי אור" ופנייתם טרם נענתה - וזה מחוסר זמן. אי לכך תשובותי לכל הפונים - נושאים:

כל נושא המעניין אותך כחובב אסטרונומיה עשוי לעניין חובבים אחרים - רמות הידע בין חברינו מגוון ביותר.

חומר מבוקש:

1. צילומי מאמרים מעניינים בשפה כלשהי;
2. תרגומי מאמרים כאלה לעברית, עדיף במכונת כתיבה אך גם בכתב יד קריא, רצוי עם צילום ברור של המקור, במיוחד כאשר יש בו ציורים או תמונות מתאימים לחוברת;
3. מאמרים מוקלטים על דיסקט ל-PC, ב-ASCII אך עדיף ב-WORDSTAR. אין צורך בדיוק בהקלדה, הגהה או עימוד. נחזיר הדיסקטים;
4. צילומים, ציורים ותמונות המתאימים להדפסה שלנו - שחור/לבן וללא גווני דפוס או צבע עדינים מדי;
5. מאמרים וציורים מקוריים בנושאי אסטרונומיה, לרבות מידע עדכני, דוחות תצפית ייחודיים, הצעות לתצפיות - מטרות, שיטות, ציוד ועזרים. אין אנו מצפים כאן לרמת כתיבה או גרפיקה של כתבים מקצועיים והתוכן ייבדק מבחינה מקצועית - לא לחשוש! אנו ניתן עדיפות לעבודה מקורית של חבר על מובאות ממקורות חוץ.

תיקונים - "כל כוכבי אור" 2/88
העיר ערן אופק
עמ. 47: בין חולשותי הרבות ואולי כתוצאה משיטות הלימוד בהן הורגלתי איני מצטיין בשינון שמות בכלל ושמות אישים מחדשים בפרט. החוק הפיזיקלי המקשר בין טמפרטורה של גוף שחור ואורך הגל בשיא הקרינה המופקת נקרא על שם ווין ולא כפי שכתבנו (וזה לפי כתב היד שהגיע).
עמ. 65: ברור שמנוע מייצב לוויין לא יפיק דחף של 5 מיליון ניוטון (מתאים יותר למנוע ראשי) כפי שכתבנו, אך גם 5 ניוטון (= כחצי קילו כדברי המודעה שקבלנו) אינו נראה סביר כראוי לאיזכור מיוחד. נודיע על הערך הנכון לכשיתקבל. [מ.ק.]

שבוע הספר 1988
מדווח ערן אופק
בשבוע הספר העברי 15.6-8 השנה הציבה האגודה דוכן בככר מלכי ישראל. את השטח נתנה עיריית ת"א תמורת שטח פרסום כולל של שני עמודים ב"כל כוכבי אור". במקום הוצב טלסקופ דובסוני "8 ונערכה תצפית על שבתאי.

תודתנו על השתתפותם נתונה לחברים מגוש דן: חיים קורח, תומר בן-סירה, קובי קשת, צילה ענבר, מנחם בן-עזרא, שפילקה אמיר, רוני מועלם, מיקי וכטל, טל ריכרט, מורן פורמן, אילן שמעוני; שמואל פרלמוטר בא אלינו במיוחד מאשדוד. תודה מיוחדת לחברים יגאל פת-אל, עמנואל קאופמן, עמוס בדש, יובל קרימילובסקי.

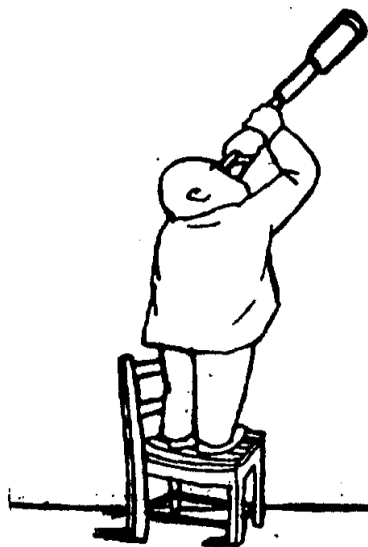
(תודה בעיקר גם לערן אופק עצמו שיזם, אירגן והפעיל מבצע יפה ומועיל זה - לרבות מו"מ מוצלח עם עת"א. במהלכו צורפו 46 חברים חדשים - ללא תקדים בשנות הפעולה האחרונות באגודה. - מ.ק.)

קשה לדעת מי היה הראשון שהעלה את הרעיון, שרקיע הלילה החשוך עשוי ללמדנו על טבעו של היקום. וילהלם אולברס (2), רופא ואסטרונום מ-ברמן, פרסם ב-1813 מאמר קצר בנושא זה בבטאון גרמני... ומאז ידוע הרעיון שהעלה כ"פרדוקס אולברס", אולם שאלות בדבר הסיבה לחושך השורר בלילה נשאלו אף קודם לו, ב-1576 ע"י תומס דיגס (3).

וזוהו הפרדוקס: אם היקום הוא סטטי, אינסופי והכוכבים מפוזרים עליו באופן אחיד, היינו צריכים לראות ביליוני דסקיות כוכבים, בחלקם מכסים האחד את השני, והרקיע צריך היה להיות בהיר בדיוק כמו פני השמש; ואולם בפועל הרקיע חשוך בלילה. מדוע?

ההסבר שניתן תחילה טען שפיזור הכוכבים אינו אחיד וכי ליקום יש מבנה היררכי: הכוכבים מקובצים בצבירים, אלו מקובצים במערכות גדולות יותר וכן הלאה, כאשר ביניהן תמיד מרווחים בשמים. תגליתו של אדוין הבל (4) ב-1929 אודות התפשטות היקום תרמה הסבר נוסף, מוצלח יותר ולפיו הכוכבים מאורגנים בגלקסיות הנעות מאיתנו במהירויות הולכות וגדלות ככל שהן מרוחקות יותר.

מסיבה זו האור המגיע מהן אלינו מוסח לאדום, לאורכי גל ארוכים יותר. כיוון שהאנרגיה הגלומה בפוטון אור מתכונתית במהופך לאורך הגל שלו, הרי שהאנרגיה של פוטונים המגיעים אלינו מגלקסיות אלו נמוכה יותר והם נראים לעינינו כבעלי עוצמה נמוכה יותר. תופעה זו קרויה ההסחה לאדום.



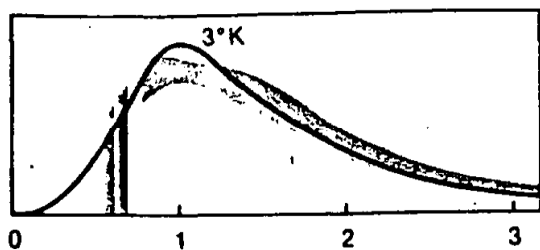
בנוסף, כאשר מקור אור נייד פולט מיליון פוטונים לעברנו מדי שניה, אנו קולטים את כל הכמות הזו, אולם אם המקור מתרחק מאיתנו חייב כל פוטון לעבור מרחק גדול יותר מקודמו. כתוצאה מזו, אנו קולטים פחות מאותו מיליון פוטונים כל שניה. תופעה זו קרויה תופעת "דילול". שתי התופעות הנזכרות גורמות לניחות ניכר של האור המגיע מגלקסיות רחוקות.

לעומת זה הוכיח אדוורד ר. הריסון (5) שניחות זה של אור מגלקסיות מרוחקות אמור להפחית רק במעט את בהירות שמי הלילה מבהירות פני השמש. האם ישנו הסבר נוסף המתאים יותר לקוסמולוגיה המודרנית?

כאשר אנו מסתכלים למרחקים גדלים והולכים, אנו מסתכלים יותר ויותר אל העבר, לתקופה בה לא היו אולי כוכבים וגלקסיות ואנו רואים חומר במצבו הראשוני. אם במצב זה החומר היה אפל, הרי שאנו מביטים מעבר לכוכבים וגלקסיות, בחומר חסר צורה ואפל שהיה קיים בשלביו הראשוניים

של היקום. צורת חשיבה זו עשויה להסביר מדוע הרקיע אכן אפל בלילה.

אולם קימת עדות חזקה לכך שהחומר המקורי כלל לא היה אפל. ארנו פנציאס ו-רוברט וילסון (6) גילו ב-1965 כי קרינת מיקרוגל ממקור חומני מגיעה אלינו מכל הכיוונים בחלל. קרינה זו זהה לקרינת גוף שחור בטמפרטורה הנמוכה מאוד של 3 מעלות קלוין (270- צלזיוס). קרינה זו כה חלשה שגביע של גלידה בפני האנטנה יקרין בעוצמה גדולה פי 22 מיליון מקרינת רקע קוסמית זו.



* אורך גל (מילימטר)

תמונה 1. העקומה המלאה מסמלת ספקטרום גוף שחור ב-3 מעלות קלוין - בערך הטמפרטורה של קרינת הרקע הקוסמית הנמצאת בתחום הפס הצבוע. אין מדידות מדויקות יותר של הקרינה.

התערובת הקוסמית : חומר וקרינה

הבה נתאר לעצמנו שכל הכוכבים והגלקסיות מפורקים לגורמיהם וכי אותם המרכיבים מפורזים באופן אחיד במרחב. הצפיפות הממוצעת בתבל בתנאים אלו תהיה נמוכה מאוד ואם נתחשב רק בחומר נראה, זאת תהיה 1 אטום מימן ל-8 מ"ק. נתאר לעצמנו נפח כדורי בקוטר השמש, "ממולא" באותה צפיפות; מסתבר שהוא יכיל לא יותר מ-280 גרם מסה!

אולם החומר אינו הכל. אל לנו לשכוח את קרינת הרקע הקוסמית. באותו נפח של 8 מ"ק יהיו בערך 4 מיליארד פוטונים של הקרינה ב-3 מעלות קלווין. מהעיקרון של חומר שווה ערך לאנרגיה ניתן לחשב שהמסה השקולה לאותה קרינה בנפח השמש תהיה 1 גרם.

ראוי לציין שהתערובת שבכדור השמש שלנו אינה אקזוטית במיוחד. האטומים, בעיקר אטומי המימן דומים לאלו הנמצאים בכדור הארץ. גם הקרינה מוכרת ואינה שונה בהרבה מאות רדיו בגלים קצרים מאד (בערך 1 מ"מ). ראוי לזכור שהכדור שלנו שותף להתפשטות היקום ובעוד שנה הוא יהיה גדול במקצת מן השמש - ובשנה שעברה היה קטן ממנה במעט. מאחר שאנו מכירים את רכיבי התערובת הקוסמית שלנו ואת תכונותיה, אנו מסוגלים לבצע עתה ניסוי משחשבתי במימדי ענק (טבלה 1).

טבלה 1: דחיסת התערובת הקוסמית

קוטר כדור	מסה-חומר	מסה-פוטון	טמפרטורה	זמן מהמפץ הגדול
ק"מ	גרם	גרם	מע'קלוין	שנים
1 400 000	280	1	3	20 מיליארד
1 400	280	1000	3000	300 000

חומר קוסמי במעבדה

הבה נתאר לעצמנו שבידנו מיכל ענק שנפחו כנפח השמש ובו תערובת הקוסמית שתארנו קודם לכן. (ראה שורה ראשונה בטבלה 1). דחיסת התערובת שקולה כנגד יצירת תנאים המתאימים לתקופה קדומה, הקרובה יותר למפץ הגדול, אותה התפוצצות אשר יצרה את היקום.

עם הדחיסה גדלה הצפיפות של החומר ושל הקרינה. בשעת הדחיסה אנו משקיעים עבודה וכמות העבודה המושקעת בדחיסת הקרינה גדולה בהרבה מזו המושקעת בדחיסת החומר. מקור חוסר איזון זה בין קרינה וחומר הוא בלחץ הקרינה על דפנות הכדור הגדול בהרבה מלחץ החומר; ניתן לומר שצפיפות האנרגיה שבקרינה גדלה מהר יותר מזו שבחומר.

כאשר קוטר הכדור הדימיוני שלנו יורד למחצית מקוטר השמש, צפיפות החומר עדיין גדולה פי 150 מצפיפות הקרינה והטמפרטורה עולה ל-6 מעלות קלווין. זו היתה גם הטמפרטורה של הקרינה הקוסמית כאשר הגלקסיות היו במחצית ממרחקיהן זו מזו היום.

הבה נרחיק עוד יותר לאחור בזמן ונדחוס את הכדור לקוטר קטן פי אלף מקוטרו המקורי (ראה שורה שניה בטבלה 1). קוטר כעת 1400 ק"מ וצפיפות התערובת גדולה פי מיליארד. אולם, צפיפות הקרינה עולה עתה ב-3 סדרי גודל על צפיפות החומר - הגז הוא עתה השותף הזוטר. כמו כן עלתה הטמפרטורה של הקרינה ל-3000 מעלות קלווין, הפי שהייה ערכה 300 000 שנה לאחר המפץ הגדול.

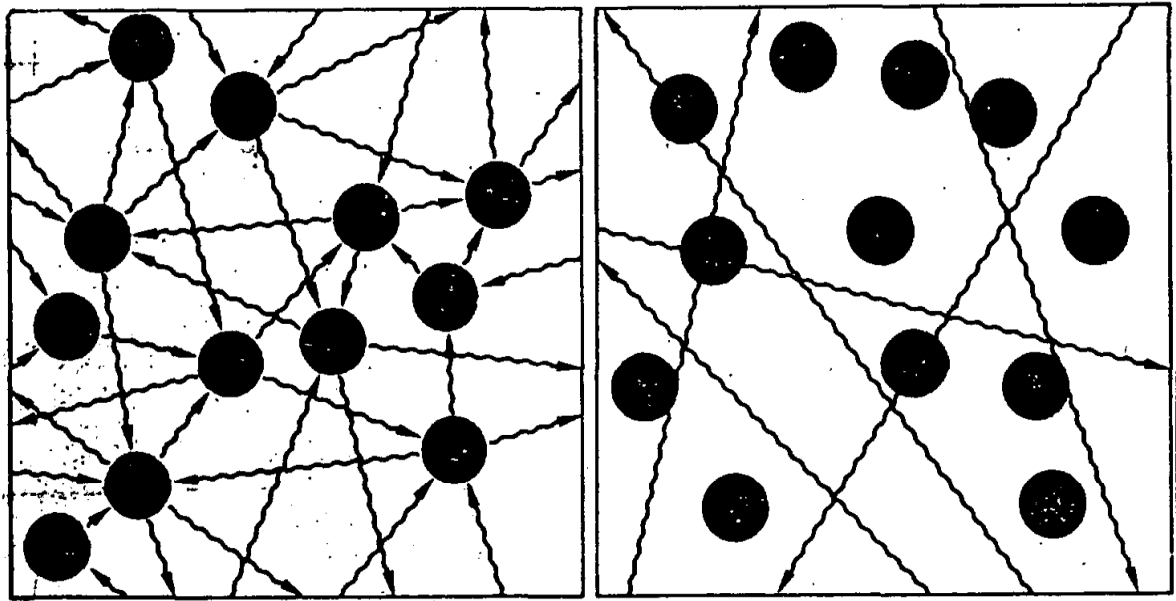
כאשר נפרדה הקרינה מהחומר בשלבי הדחיסה הראשונים היו הפוטונים במצב חופשי, כלומר כאשר התנגש פוטון מזמן לזמן באטום מימן, האנרגיה הנמוכה שבו לא גרמה לעירור האלקטרון ב'מסלולו' מסביב לגרעין האטום. בטמפרטורה של 3000 קלווין לעומת זה מתחילים הפוטונים המתנגשים באטומים לקרוע את האלקטרונים מהגרעינים וליצור גז מיונן, שבו האלקטרונים מתרוצצים בנפרד מגרעיני המימן.

אלקטרונים חפשיים גורמים לחסימה ניכרת של הקרינה בכך שהם מסיטים פוטונים המתנגשים בהם מכוונם המקורי. המצב דומה למתרחש בתמיסה דלוחה אשר גורמת לפיזור האור העובר דרכה, כיוון שהפוטונים נתקלים מדי פעם בחלקיקי התמיסה ומוטים מכוון תנועתם המקורי. בניסוי שלנו, בטמפרטורה של 3000 קלווין, הופכת עיסת החומר וקרינה פתאום להיות אטומה לאור.

ההתרחשות במציאות היתה הפוכה: כאשר היקום התפשט והתקרר, לאחר שהטמפרטורה ירדה מתחת ל-3000 קלווין, הפכה התערובת האטומה לאור פתאום לשקופה ובכך איפשרה לאלקטרונים החופשיים להיצמד לגרעיני המימן (ראה תמונה 2).

לאחר שהיקום הפך להיות שקוף, נוצרו בדרך כלשהיא גלקסיות, צבירי גלקסיות וצבירי על. כאשר אנו צופים בקרינת הרקע הקוסמית אנו רואים

את החומר שממנו נוצרו מבני על אלו במצבו המקורי.



לפני שהיקום הגיע לגיל 300 000 שנה נתקלו פוטונים (חצים גליים) לעתים קרובות באלקטרונים (עיגולים) והוסטו, ולכן היה היקום אטום לקרינה. לאחר התקררות לפחות מ-3000 מעלות היו הפוטונים חופשיים לנוע והמרחב נעשה שקוף.

הגבול המאיר של היקום

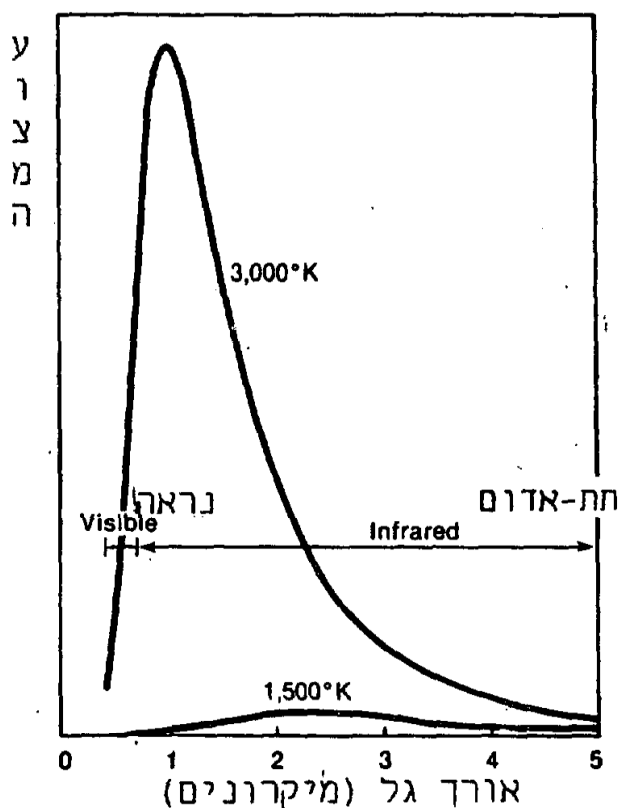
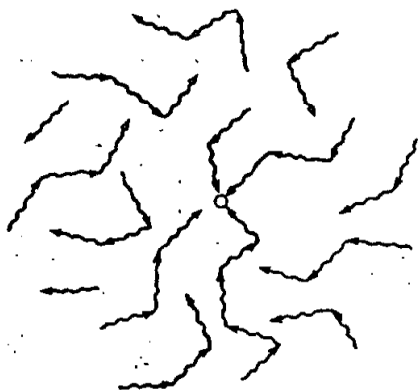
מהו אם כן מקורה של קרינת הרקע הקוסמית? היכן האטומים אשר הקרינו אותה? ומעל לכל, מתי החלו הפוטונים במסעם? הבה נמשיך את הניסוי המחשבתי שלנו לזמן בו הטמפרטורה היתה 4000 קלווין והיקום היה בן כמה מאות אלפי שנים בלבד. כלל לא היו אז אטומי מימן וכל פוטון התנגש באלקטרון חפשי כל 260 שנה בערך, ובכך הוסט למסלול עקלתון.

לו נכחנו באותו יקום בלתי נעים ביותר הינו מבחינים בפוטונים בטמפרטורה 4000 מעלות קלווין המגיעים אלינו מכל כיוון, מן הנקודה האחרונה בה הוסטו ממסלולם (ראה תמונה 3). לאחר כמאה אלף שנים הטמפרטורה יורדת לערך הקריטי של 3000 מעלות, היקום הופך להיות שקוף והפוטונים נעים באורך חופשי (ראה תמונה 4). האור יכול להגיע אלינו ממרחקים גדלים והולכים (תמונה 5). לדוגמא, לאחר 1000 שנה נראה פוטונים שנעים כבר 1000 שנים, בדיוק מאז שהגיע החומר המתקרר ל-3000 מעלות קלווין (תמונות 3, 4, 5). ניתן לתאר זאת בקרינה שנובעת מפניו הפנימיים של כדור ברזל 1000 שנות אור ושמרכזו בכדור הארץ.

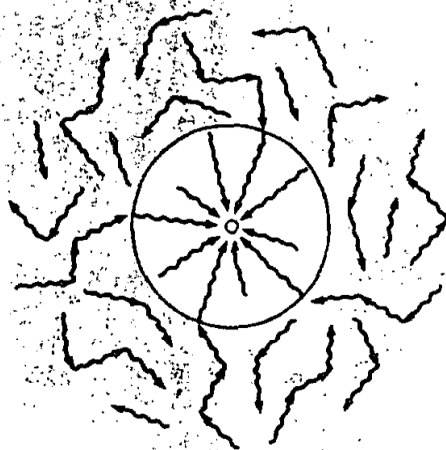
ביקום אטום נעו פוטונים במסלולי עקלתון. צופה רואה פוטון מגיע מנקודה בה הוסט לאחרונה, מרוחקת רק כ-260 שנות אור (תמונה 3 - למעלה). לאחר קירור היקום אל מתחת ל-3000 מעלות קלווין מתחברים אלקטרונים עם פוטונים ליוצר אטומי מימן והיקום נעשה שקוף (תמונה

4 - אמצע). מאחר שקרינה מתקדמת במהירות סופית מגיעים הפוטונים ממרחקים גדלים והולכים עם התפשטות והזדקנות היקום (תמונה 5 - למטה).

אולם כיוון שהיקום מתפשט, מתרחקים מאיתנו אותם האטומים שפלטו אותם הפוטונים והאור שאנו רואים מוסח לאדום ומדולל. ככל שאור מגיע אלינו ממרחק גדול יותר הוא מעיד שמקורו בחומר המתרחק מאיתנו במהירות הולכת וגדלה ושוב שייך אור זה לחומר בטמפרטורה של 3000 מעלות קלווין.



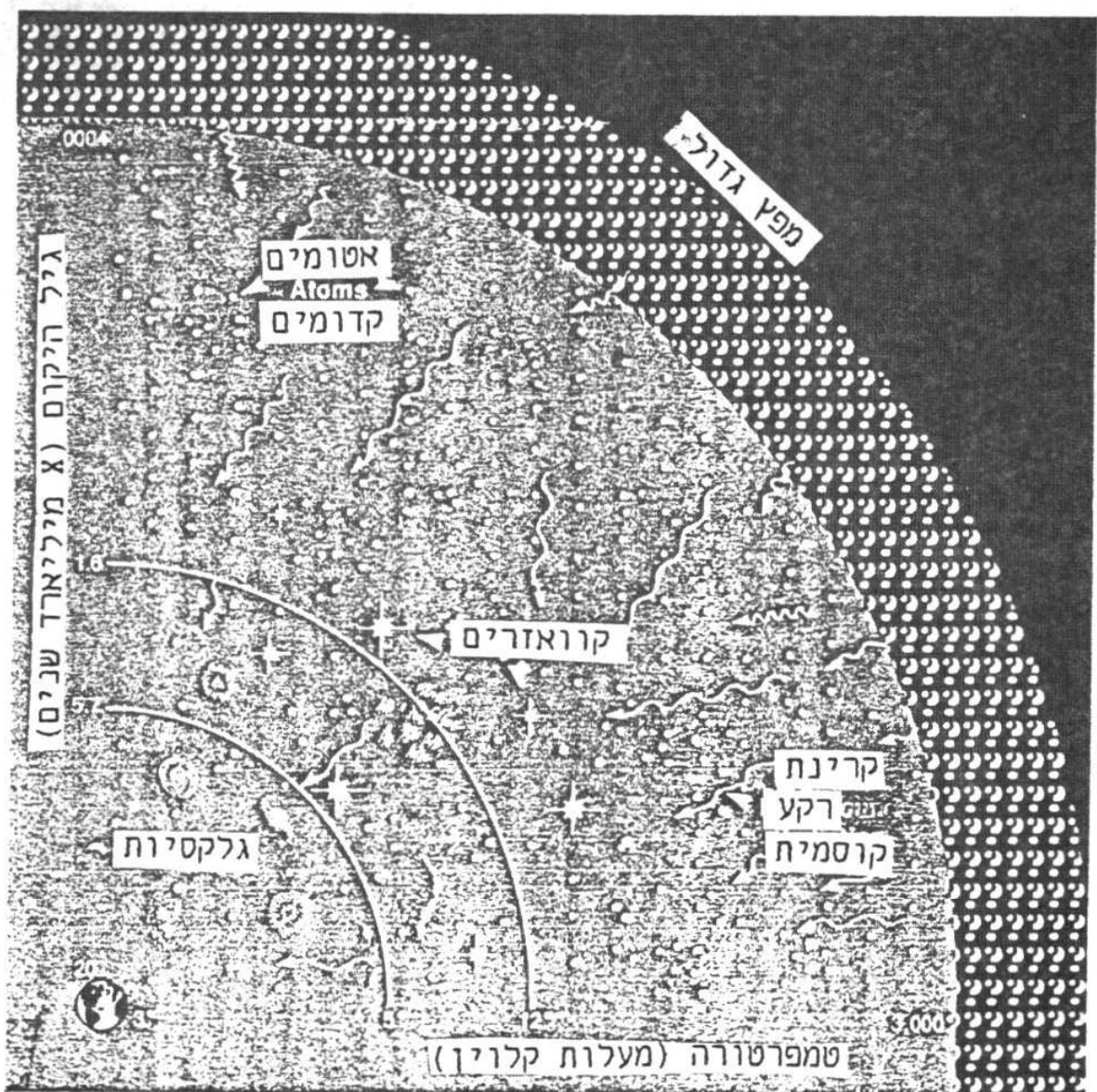
תמונה 6. לגופים שחורים מקרינים בשתי טמפרטורות אלה יש פריסות אנרגיה שונות מאוד בתחום זה שבספקטרום. שיא הקרינה מאדם הוא סביב 10 מיקרון (0.01 מ).



לקרינה תרמית כזאת תכונה מוזרה. לגוף בטמפרטורה של 3000 קלווין יש ספקטרום כמו בתמונה 6 (קו עליון). אולם אם הגוף מתרחק במהירות גבוהה, תופעת

ההסחה לאדום והדילול גורמת לו להיראות קר יותר מאשר במציאות. לדוגמא, במהירות של 126,000 ק"מ לשניה ידמה הספקטרום לזה של גוף בטמפרטורת 1500 מעלות קלווין (הקו התחתון בתמונה 6). תופעה זו תקפה גם לגבי קרינת הרקע הקוסמי, כפי שאנו מבחינים בה כיום.

משך כל חייו של היקום הולך האופק שלנו ומתפשט לחלל במהירות האור. אופק זה כה רחוק היום עד שאנו יכולים להבחין בחלקי יקום המתפשטים במהירות הקרובה למהירות האור; הקרינה מהם שהופקה בטמפרטורה של 3000 מעלות קלווין ובהסחת דופלר הומרה לקרינה של 3 מעלות קלווין. אופק זה הוא הרקע הקוסמי שאנו רואים היום ובו מידע על החומר שהיה ביקום ברגע בו הקרינה והחומר הפכו לראשונה לישויות נפרדות.



תמונה 7. הציור מביע תפיסתנו של היקום. הארץ למטה משמאל ומשמם אנו מתבוננים לחלל ואחורנית בזמן מעבר לזמן בו נוצרו גלקסיות וקוואזרים, אחורה למחסום האטום של קרינת המיקרוגל הקוסמית.

זה כאילו היינו במרכזו של כדור עם רדיוס בשנות אור שווה למספר השנים שעברו מאז הפך היקום להיות שקוף. איננו יכולים לראות מאומה מעבר לכך כי שהיקום מעבר לרדיוס זה עדיין אטום לאור (ראה תמונה 7). כמובן שאין הכוונה שאנו במרכז היקום, אלא במרכז האופק שלנו.

מה היה קורה אילמלא היו קימות תופעות ההסחה לאדום והדילול? היינו אז יכולים לראות גלקסיות רחוקות ביותר ומעברם אף את הקואזרים הרחוקים ביותר, אולם למרות מספרם הגדול מאוד של עצמים אלה אין מספרם מספיק בכדי לחסום ראיתנו לחלל שמעבר להם והיינו אמורים לחדור למרחקים כה גדולים ולזמנים כה רחוקים, עד לתקופה בה לא נוצרו עדיין הגלקסיות והקואזרים שאז טרם התגבשו מהמפץ הגדול. מעבר לכך היינו רואים משטח אטום ולוהט בטמפרטורה של 3000 מעלות קלווין.

אולם ידוע כי ההסחה לאדום והדילול הם תופעות אמיתיות ולכן אותו משטח האופק הלוהט מופיע לעיננו אפל כליל. כיום, לאחר 10 עד 20 מיליארד שנים לא נשאר כמעט מאומה מאותו חום של המפץ הגדול והנה, עובדה זו היא הדמות של ייקום מתפשט.

תרגום דב לובלסקי מתוך גליון פברואר 1987 SKY AND TELESCOPE

- (1) RUDOLF KIPPENHAHN (2) HEINRICH OLBERS (3) THOMAS DIGGES
(4) EDWIN HUBBLE (5) EDWARD R. HARRISON
(6) ARNO PENZIAS, ROBERT WILSON

נספח

א. האנרגיה הגלומה בקרינה אלקטרומגנטית

האנרגיה הגלומה בפוטון של קרינה, $HF = E$
כאשר E = אנרגיה בג'אולים,
 H = קבוע פלנק שערכו $6.626E-34$ ג'אול שנייה,
 F = תדר הקרינה בהרץ.

ב. שקילות מסה אנרגיה

על פי העיקרון המפורסם של תורת היחסות הפרטית $E=MC^2$
כאשר E = אנרגיה בג'אולים,
 M = מסה בק"ג,
 C = מהירות האור $= 3 \times 10^8$ מ' לשנייה.

ג. תופע דופלר קרינה המגיעה אלינו ממקור המתרחק מאיתנו היא בעלת אורך גל ארוך יותר מאורך הגל המקורי (הסחה לאדום) ולהיפך, אם המקור מתקרב אלינו, הקרינה המגיעה אלינו היא בעלת אורך גל קצר יותר (הסחה לכחול).

ד. תופעת הדילול - מרחק (פיזור גיאומטרי)

אנרגיית גל אלקטרומגנטי בנקודה נתונה מתכונתית במהופך לריבוע המרחק מנקודה זו למקור הקרינה. ככל שהמקור רחוק מאיתנו הולכת ונחלשת הקרינה המגיעה אלינו ממנו, כאמור, ביחס הפוך לריבוע מרחקו. דב לובלסקי

ה. תופעת הדילול - התרחקות

אנרגיה אלקטרומגנטית גם מדוללת עקב תנועת התרחקות המקור ומתכונתית ליחס של

מהירות האור פחות (מהירות הבריחה : מהירות האור). מ.ק.

* * * * *

ליקט חיים מזר

פרסומים

* BLACK HOLES: THE MEMBRANE PARADIGM, (£ 9.95 (כריכה חכה),
YALE UNIV. PRESS, 13 BEDFORD SQ., LONDON WC1B 3JF, GT.BRITAIN

* LUNAR BASES AND SPACE ACTIVITIES IN THE 21ST CENTURY, \$20
- תקצירי דיונים בסימפוזיון מאוקטובר 1984 בארה"ב.
כנס נוסף תוכנן עבור אפריל ש"ז ב-יוסטון, טקסס.
LUNAR & PLANETARY LAB., UNIV. OF ARIZONA, TUCSON AZ 85721 USA

* TO URANUS AND BEYOND, NASA EP 260, 25PP.,
SUPT.OF DOCUMENTS, GOVT.PRINTING OFF., WASHINGTON DC 20402, USA
\$2.50 כולל משלוח. סיכומי וויג'ר מ-1987, הרבה צילומים, שרטוטים

* VIDEO FILM CASS. - ASTRONOMY - כולל משלוח \$39 כ"א
AVD SERVICES., 767 ST.MICHAELS DR., MITCHELLVILLE MD 20176 USA

* WORLD DATA CENTER A (ROCKETS & SATELLITES)
GODDARD SPACE FLT. CTR. (CODE 630.2), GREENBELT, MD 20771 USA
(מרכז מידע עולמי לאסטרונומיה) JAMES I.VETTE, DIRECTOR

* מסתורי החלל; מאיר כהן, ספרית מעריב. 37 ש"ח.
(מסוג TIME-LIFE) היסטוריה, תמונות למתחיל.

* לוח "דבר בעתו" תשמ"ח (87-88): 800 עמודים; מאת מרדכי גנוט,
(חבר האגודה). מלבד הלכות ומנהגי דת המסודרים דבר יום ביומו,
הוא מכיל "אלמך מראות צבא השמים מיום ליום ומחודש לחודש", כלשון
המחבר. הוא מביא כליהתקבצויות הירח לאורך המלקה/אקליפטקה עם
כוכבי השבת היחוסיים או כוכבי הלכת, פירוט נרחב אודות ליקויי
שמש וירח בשנה, ועוד נספח אסטרונומי נרחב בסוף הכרך.
נותרו מספר עותקים מצומצם אצל המפיץ, חנות ספרים צ.שטיינמץ,
ככר בטנורה 3, בני ברק (פתוח גם בערב) או בדואר מהמו"ל,
גמ"ח "אחיעזר", ת.ד. 1119 בני ברק 51111, טל. 03 761254.

* MONUMENTS OF MARS - CITIES ON THE EDGE OF FOREVER;
MATTHEW ROTENBERG; 500 PP. \$14.95+2.50(SURFACE)/11.96(AIR)
N. ATLANTIC BOOKS, 2800 WOLSEY ST. BERKLEY CA 94705, USA

* * * * *
למכירה: 8 דובסוני כחדש - במחיר מוזל. פרטים: עמוס, 03 751 3970
* * * * *

כוכב ניוטרון או חור שחור - מה באמת קרה בסופרנובה SN1987-A?

הסופרנובה SN1987-A שהתפוצצה ב-24 בפברואר 1987 בענן המגלני הגדול כ-180,000 שנות אור מאיתנו היתה הנושא העיקרי בועידה של המצפה הארופי הדרומי שנערכה בגארן שליד מינכן.

היה זה מעל לכל אופיו המיוחד של הכוכב - ענק כחול - שהפך לסופרנובה אשר הפתיע את החוקרים, שכן לפי התיאוריות רק ענקים אדומים נחשבו כמקור עיקרי לסופרנובות.

הועלו שני הסברים לתופעה יוצאת דופן זו: אפשרות ראשונה היא שהרכבם הכימי של הכוכבים בגלקסיה השכנה השפיע על חיי הכוכבים בענן המגלני הגדול והשניה, שהכוכב עבר בשלום את שלב הענק האדום ואיבד כל-כך הרבה חומר עד שבטעות נחשב לענק כחול.

על פי ההסבר הראשון יתרחשו התפוצצויות של ענקים כחולים שנחשבו כבלתי אפשריות רק באזורים מסויימים בשמיים, בגלקסיות שבהן התנאים דומים לאלו של הענן המגלני הגדול. התפוצצויות על פי ההסבר השני יוכלו להתרחש בכל גלקסיה.

נקודה נוספת שעליה נחלקו הדעות היא גורל שרידי הסופרנובה - אם הפכו לכוכב נייטרונים או שמא לחור שחור. אם נוצר כוכב נייטרונים הוא יגלה את מקומו בעוד מספר חודשים בתצפיות בגלי רדיו. חור שחור לעומת זה מהווה בעיה לחוקרים, כי כל קרינה אלקטרו-מגנטית אינה יכולה לברוח מבור הכבידה של החור.

יתכן מאוד שאת התשובה יתן פיסיקאי חלקיקים: זמן קצר לפני הופעת הסופרנובה נרשמו מספר אירועים המקושרים לסופרנובה בגללי נייטרונים סביב העולם. קיים ויכוח האם נרשמו שתי קריאות של חלקיקי נייטרונים או שמא רק אחת. בעוד שהקריאה הראשונה נרשמה רק במצפה הניוטרונים האירופי שבתוך הר מונבלאן, אין ויכוח לגבי העובדה שכעבור מספר שעות נרשמו קריאות הן ביפן והן בארה"ב.

לדעת פרופ' וולפגנג הילברנדט (WOLFGANG HILLBRANDT) ממכון מקס פלאנק שב-גארן מרמזות שתי קריאות על כך שליבת הכוכב קרסה לחור שחור, ואילו קריאה אחת מראה שהכוכב הפך לכוכב נייטרונים. ****

תרגום שמואל פרלמוטר מתוך GERMAN RESEARCH SERVICE
SPECIAL PRESS REPORTS, VOL. III, 9/87

אסטרונומיה

ג'פרי ס. מורגן (2)

איו ו-"ערפילית צדק" (1)

המכון לאסטרונומיה, אונ' הוואי

צדק ומשפחת לוויניו הציגו בפנינו בשנים האחרונות שורה ארוכה של הפתעות מלהיבות. רק מעטות מהן הטרידו אותנו כמו ענן החומר הטבעתי הקלוש, דמוי הסופגניה, אותו יוצר הירח איו ושפועל פעולות גומלין עם המגנטוספירה של צדק. טבעת זו מזכירה במקצת את ענני הגז המקיפים מספר כוכבים וכדברי החוקר ג'והן טראוגר (3) ניתן להתייחס אליה כאל "הערפילית (הפלאנטרית) של צדק".

הטבעת נתגלתה בשנת 1976 וכדוגמת הרי הגעש של איו, באה התגלית כהפתעה גמורה. עקב חיוורונה הרב (היא חיוורת פי 10,000 לערך מצדק) והופעתה המשתנה תמידית עברו שלש שנים לפני ש-קרל פילצ'ר (4) מאוניברסיטת הוואי הצליח לצלמה. יחד עם זאת, ההתפתחויות האחרונות של מצלמות אלקטרוניות ומסננים מתוחכמים אפשרו חקירת מבנה, הרכבה והתפתחותה של תופעה זו גם מפני כדור הארץ ברגישות גבוהה ביותר.

טבעת זו, השקועה עמוק בתוך מעטפת החלקיקים הטעונים של צדק, מורכבת בחלקה הגדול מחמצן וגפרית שמקורם ב-איו. להרי הגעש עצמם אין מספיק כח כדי להאיץ חומר למהירות הבריחה אך הם מספקים כמויות גדולות של גפרית דו-חמצנית אל פני שטחו של הלוויין.

בריחקו של איו נע השדה המגנטי של צדק במהירות הקרובה למהירותו של כוכב הלכת. הוא נע מהר גם מ-איו עצמו וחולף על פניו במהירות של 57 ק"מ לשניה. חלקיקים טעונים הנעים לאורך קווי השדה פוגעים בעוצמה בפניו של איו ולעיתים קרובות אף מתיזים לחלל קרוב לטונה של גפרית דו-חמצנית בשניה. חומר זה מתפרק עד מהרה לאטומים בודדים ולבסוף גם מתיינן. היונים המואצים הופכים לחלק מאותה חגורת קרינה שעזרה ליצור אותם, כך שבמובן מסוים הטבעת היא תופעה המחדשת את עצמה.

לאחר שהתרוממו מעל פניו של איו נשארים האטומים במצבם במשך זמן קצר, עד שהם מתנגשים באחד החלקיקים הטעונים והופכים מיוננים. נחרן חופשי סביב איו נתגלה לראשונה בשנת 1973, אשלגן ב-1975, גפרית ב-1981 וחמצן ב-1982. עננים נייטרלים אלה שוכנים קרוב ללוויין ומספקים את חומר הגלם לטבעת. גילויה של הגפרית המיוננת בשנת 1976 ע"י החוקרים הישראליים אירנה קופו, יורי מקלר ואהרן אביתר הוא שקבע את עובדת קיומה של טבעת פלסמה המקיפה את צדק. פילצ'ר ומחבר המאמר הבחינו בתרומת החמצן המיונן שלש שנים מאוחר יותר.

חשוב לציין כי בעוד שהאטומים החופשיים מרוכזים לאורך מסלולו של איו, החופף למעשה את מישור המשווה של צדק, נעים היונים שלהם במישור אחר. צירו המגנטי של כוכב הלכת מוטה ב-10.8 מעלות מציר הסיבוב - מנקודת המבט של כדור הארץ רוטט המשווה המגנטי באופן משמעותי בעת שצדק מסתובב. עקב השפעתם של כוחות מגנטיים ואחרים מתרכזת הפלסמה שבמגנטוספירה לאורך משטח שנטייתו קטנה במקצת מזו של המשווה המגנטי, כ-7 מעלות.

בשל גודלה, אופיה הדינמי וקרינתה הקטלנית קשה לחקור את הטבעת מרכבי חלל החולפים בסביבתה. פיוניר 10(5) וויאג'ר 1(6) חצו את הטבעת ב-1973 וב-1979 בהתאמה. למרות היותן רק "צילומי מצב של נקודות קבועות בזמן", היו מדידותיהן המקיפות מכשיר חשוב לגיבוש הבנתנו את התופעה הזאת. בניגוד לכך, תצפיות מעל פני כדור הארץ מאפשרות לחוקרים בו-זמנית לסרוק אזורים גדולים של הטבעת ולהבחין בשינויים המתרחשים לאורך זמן.

לו ניתן היה לצפות בטבעת זו בעין חשופה, היא היתה מתגלה כדומה כהה עם שמץ של סגול. אין זו קרינת שמש מוחזרת אלא הזוהר הכולל של התנגשויות אנרגטיות בין היונים והאלקטרונים שבטבעת. לדוגמא, גפרית המיוננת פעם אחת פולטת קרינה בשני אורכי גל - 6716 ו-6731 אנגסטרם. היחס בין כמויות הקרינה בכל אחד מאורכי הגל רגיש לצפיפות היונים בענן. בקרבת איו לעומת זאת פולטים אטומי הנתרן החופשי קרינה מוחזרת של השמש באורכי גל של 5890 ו-5896 אנגסטרם - כאן ייראה הענן בהיר וצהוב בהרבה.

למרות איכלוסה הדליל ושקיפותה מפגינה הטבעת מבנה מורכב העשוי להשתנות במהירות. בתצפיות אחדות מהקרע נתגלה שוני ניכר בין קווי האורך אך הדבר טרם הוסבר כהלכה. גם ענני האטומים החופשיים מגלים מבנה מורכב, כמו סילוני נתרן חופשי שנתגלו זורמים מעל פני הלוויין.

במשך חודשיים שלפני ואחרי מפגשיהן בשנת 1979 לא הצליחו חלליות ה-וויאג'ר לגלות מבנה אורכי כלשהו דרך הקרינה העל-סגולה הנפלטת מהעננים. הקרינה בתוככי הטבעת היא מספיק חמה (כ-50,000 מעלות קלוין) כדי לקלף לא פחות משלשה אלקטרונים מאטומי הגפרית והחמצן, בהנחה שהם יימצאו מספיק זמן בסביבה עוינת זו.

בעבר היתה השערה של הפרדה ברורה בחלל בין גז מיונן מאד וגז המיונן פעם אחת שממנו הוא נוצר וגם שההבדלים מטשטשים במעבר הגז ממצב מיונן אחד למשנהו. תצפיות מכדור הארץ מתחילות היום לשנות את השקפתנו זו. במיוחד מנסים היום כמה חוקרים להוכיח את ההשערה שהמגנטוספירה של צדק היא אנרגטית יותר ושבאזור הפעיל בין קווי אורך מגנטי של 170 ו-270 מעלות היא מייננת את הפלסמה בקצב גדול יותר.

שדות מגנטיים זוהו בכוכבים, בכוכבי לכת ואף בחלל הבין-כוכבי. למרות שכיחותם קשה ללמוד אוזותיהם ואנו יודעים רק מעט מדרך השפעתם על סביבותיהם. עקב כך, טבעתו של איו הינה יותר מסתם תופעה מפתיעה ואולי גם ייחודית - היא מהווה עבורנו מעבדה קרובה ומרשימה בה ניתן ללמוד על פעולותיהם של שדות מגנטיים בקנה מידה גדול. ***

תרגום חנוך גרשט מתוך גליון מרץ 1985 של SKY & TELESCOPE

- | | | |
|------------------|----------------------|-----------------|
| 1) JOVIAN NEBULA | 2) JEFFREY S. MORGAN | 3) JOHN TRAUGER |
| 4) CARL PILCHER | 5) PIONEER 10 | 6) VOYAGER 1 |

התכניות הפלנטריות של הסובייטים לשנות ה-90 מאת חיים מזר

1. הירח - בשנת 1993 תשוגר מקפת קוטבית אל הירח. בשנת 1996 תונחת נחתת בצד הנסתר, תאסוף דוגמאות קרקע ותחזירם לארץ. עד שנת 2000 תופעל מעבדה בלתי מאויישת על פני הירח וכלי רכב ארוכי טווח יפעלו על פניו.
 2. מאדים - בשנת 1992 תופעל תכנית קולומבוס שתכלול שיגור מקפת קוטבית למאדים. יתכן שטיסה זו תכלול גם כדור פורח וכלי רכב מצוייד במקדח שיאסוף מדגמי קרקע לבדיקה ברכב. ב-1996 ו-1998 ישוגרו חלליות שינחתו על המאדים וישובו ארצה. החלליות תכנסנה למסלול סביב כדה"א ותאספנה ע"י תחנת החלל מיר-2. ב-2002 יונחת על המאדים כלי רכב בעל טווח נסיעה של 1000 ק"מ, לבדיקת אתרי נחיתה אפשריים לחללית מאויישת.
 3. ווסטה - ב-1994 תשוגר חללית שתחלוף ליד נוגה או מאדים, תשחרר כדור פורח צרפתי, ותמשיך לעבר האסטרואיד ווסטה. יתכן שיוחזרו מדגמי קרקע מהאסטרואיד.
 4. שמש-צדק - ב-1995 תשוגר החללית קורונה. החללית תבצע טיסת מעבר במרחק 7 - 5 רדיוסי שמש ממנה, ותמשיך לעבר צדק.
 5. צדק-שבטאי - ב-1999 תשוגר חללית לעבר צדק ושבטאי. חללית זו תכלול נחתת לטיטאן שתחקור את האטמוספירה והקרקע של ירח זה.
- הנתונים לקוחים מתוך FLIGHT 24.10.87 - נעשה צפוף במערכת השמש.***

התכסויות כוכבים בירח - מעבר הירח על הפלאידות (M45) מאת ערן אופק

השנה ובשנים הקרובות יחלוף הירח בתדירות גבוהה יחסית על צביר הכוכבים הפתוח M45 - הפלאידות או כימה. זמני ההתכסויות של הכוכבים הבהירים מופיעים במגיד הרקיע, חלק ג'.

חובב המעונין להכין דיווח מדעי על התכסויות כוכבים (כמו של הפלאידות) בירח חייב לשמור על הכללים הבאים. (הערה: התכסויות הפלאידות בירח שתרחשנה השנה הן קשות יחסית לתצפית וזה מסיבות שונות):

- א. יש לקבוע זמן ההתכסות (או היציאה) בדיוק של ± 0.2 שניות;
- ב. כיוון שעון העצר צריך להתבצע לפי אות הזמן (צפוף אחרון) של שעון ה-BBC באפנון משרעת/AM בתדר 1350 קה"ץ (GMT);
- ג. יש לציין קו האורך והרוחב וגובה נקודת התצפית מעל פני הים, בדיוק גבוה ככל האפשר.

דוחות תצפית אפשר לשלוח לאגודה או אלי,
ערן אופק, ז'בוטינסקי 115 תל אביב 62108.

פרטים נוספים כגון פירוט כל ההתכסויות של כוכבי הפלאידות בירח
ומפת הקבוצה אפשר לקבל בפניה לאחת הכתובות הנ"ל.

באגודה

כנס שנתי 1988

בכנס השנה השתתפו למעלה מ-100 חברים. הכנס התחיל באולם ההרצאות אך
מחוסר מקום שם נאלצו החברים לרדת לאולם למטה להמשך ההרצאות.

נושאי ההרצאות ומגישן היו:

1. גלכסיות עם גרעינים פעילים - דני מעוז (אוניב' ת"א, מעבודת הדוקטורט שלו);
2. ציווצרות המבנים הגדולים ביקום - אייל מעוז (אוניב' ב"ש, מעבודת הדוקטורט שלו);
3. צוראת האסטרונומיה בישראל - ד"ר מאיר מודב (אוניב' ת"א).

לאחר מכן החלה האסיפה השנתית ואז, באורח פלא, התרוקן האולם ונשארו
בקושי 30 חברי האגודה. לועד האגודה נבחרו החברים: ד"ר נח ברוש,
יגאל פת-אל, יוסף יהלם, אנדרי ראדו שרבן, יצחק ושלמה מזרחי, יובל
קרימולובסקי, חנוך גרשט, שמואל פרלמוטר, ענבל חמו, גדעון בירן ו-
מרצל קיי. יהודה גפנן שכיהן זה 7 שנים כמזכיר האגודה נבחר ליו"ר
ועדת הבקורת. נשמעו דיווחי הועד היוצא, לרבות דו"ח על מצבה הכספי
של האגודה שכרגע בכי... טוב.

בהמשך הוגשו הרצאות נוספות:

4. רשמי ביקור בארה"ב - אילן מנוליס;
5. זוכבים סימביוטיים - פרופ' איליה ליבוביץ, אוניב' ת"א; מטרת
הרצאה זו הייתה לקרב חברי האגודה לנושא הכוכבים הסימביוטיים
והמשתנים בכלל ולצפיה בהם אך ככל הנראה במקום לא הצליח במיוחד.

בהמשך הוגש כיבוד קל ולחברי האגודה הוצע בהנחה גדולה (35 במקום
47 ש"ח) ספרם החדש של ד"ר מאיר מידב, ד"ר נח ברוש ופרופ' חגי נצר
"היקום - יסודות האסטרופיסיקה" (ראה מודעה).

בישיבה הראשונה של הועד החדש נבחרו: יגאל פת-אל - יו"ר האגודה
ד"ר נח ברוש - מ"מ יו"ר
יוסף יהלם - מזכיר

נאחל לועד החדש הצלחה בתפקידו. ***

בברכת שמים צלולים,

ערן אופק

פינת החובב

מאת יגאל פת-אל

קבוצת החודש: נבל - LYRA

בגליון זה בחרתי כקבוצת החודש בקבוצה קטנה אך מפוצצת זו. קבוצה קומפקטית זו ממוקמת בין הקבוצות ברבור ו-הרקולס. קל מאוד לזהות את הקבוצה וזה משתי סיבות עקריות:

א. הכוכב הבהיר בקבוצה - ווגה - הינו הכוכב הבהיר ביותר בשמים הצפוניים. אחר הכוכב ארקטורוס בקבוצת רועה הדובים (ראה גליון 1988 מספר 2), אך קל להבחין ביניהם בשל הבדלי הגוונים - ארקטורוס הבהיר בצבע כתום עז ו-ווגה הזוהר בכחול.

ב. המבנה המיוחד של הקבוצה אינו מותיר מקום לטעות, וכשמה - נבל, כך גם צורתה. הכוכב ווגה יוצר קודקוד של משולש שווה שוקיים יחד עם עוד שני כוכבים בהירים יחסית. הקודקוד הדרומי של אותו משולש שווה שוקיים יוצר, יחד עם עוד 3 כוכבים מקבילית קטנה.

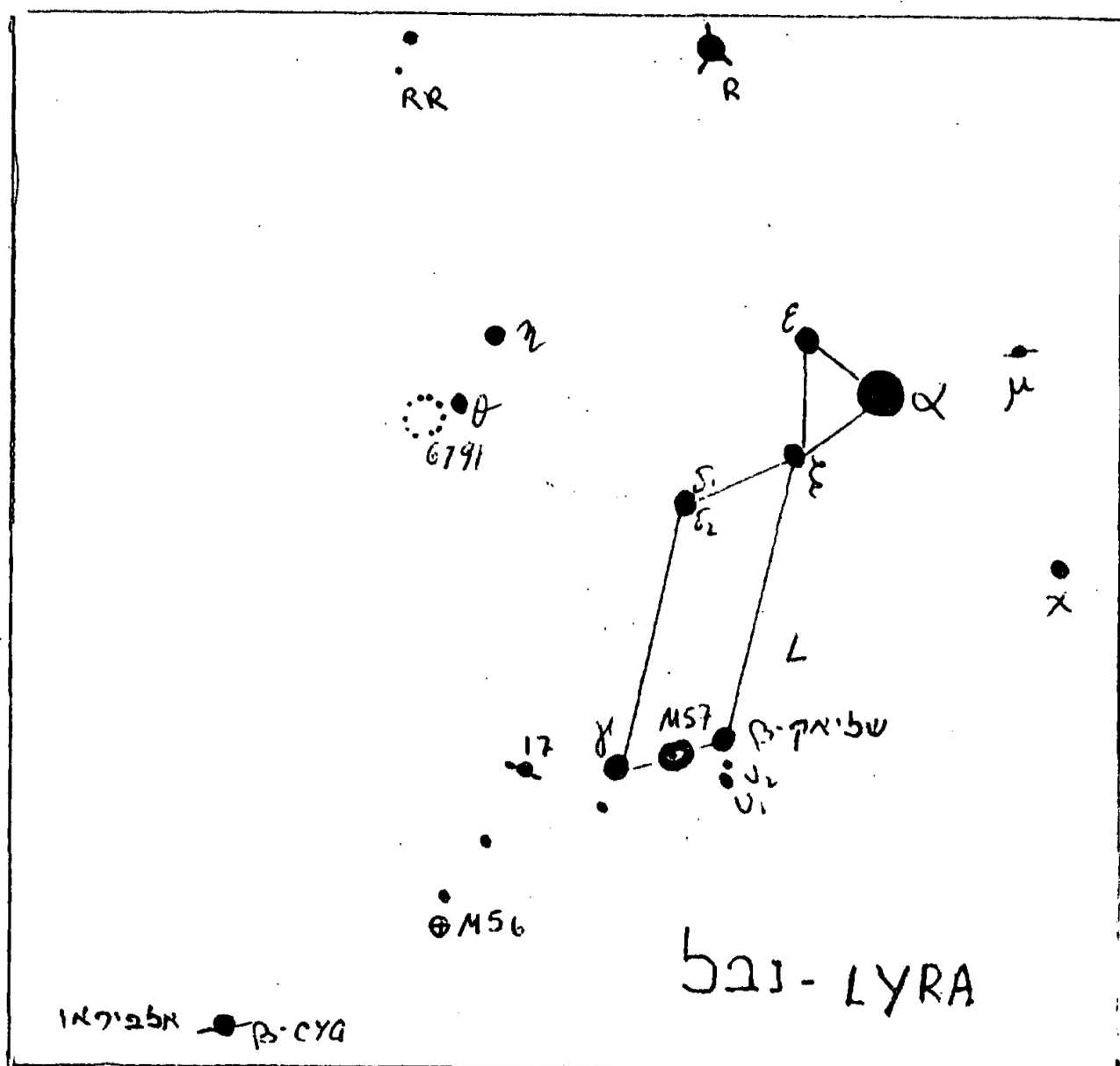
כמעט במחצית הדרך בין קבוצת נבל לקבוצת הרקולס מצויה נקודת ה-אפקס. נקודה דמיונית זו בחלל היא כיוון התקדמותה של מערכת השמש בתוך הגלאקסיה שלנו, שביל החלב. יש לזכור שלשמש, כשאר כוכבי הגלאקסיה, יש תנועה עצמית בשביל החלב. תנועה זו של השמש נמדדה בדיוק רב יחסית בעזרת השוואת תנועותיהם היחסיות של כוכבים בסביבת השמש, אלא שלמרות החישובים הרבים שנעשו נותר המיקום המדויק של נקודת ה-אפקס עדיין לא ודאי וחלוקות עליו הדעות. הכיוון הכללי של התנועה הוא כאמור בכיוון נקודה שבין קבוצת נבל לקבוצת הרקולס.

הכוכב ווגה הינו בעל חשיבות רבה לאסטרונומים: בהירותו היא 0.00 ובהירותו המוחלטת היא 0.5. מרחקו של ווגה ממערכת השמש הוא 24 שנות אור בלבד. הטיפוס הספקטרלי של ווגה הוא A1 ומקנה לו את צבעו התכול. למעשה משמש ווגה ככיל לבהירות כוכבים נראית ובהירותו הנראית היא מעין נר סטנדרטי המשמש לייחוס בהירויות אחרות של כוכבים ביחס אליו. למעשה, יש הטוענים ש-ווגה משנה את בהירותו כדי מאית הדרגה, אלא שעדיין לא אוששה טענה זו במאת האחוזים. בנוסף לכך, אחת ל-26,000 שנים, משמש ווגה ככוכב הצפון עקב סיבוב ציר כדור הארץ בחלל - תופעה הנקראת הפרסציה. המועד הבא בו יהיה ווגה כוכב הצפון הוא כ-12,000 שנים מעכשיו.

מיקומו של ווגה ביחס לכוכבים דנב ב-ברבור ו-אלטאיר ב-נשר, יוצר מעין משולש גדול בשמי הקיץ. משולש זה הבולט מאוד בשל גודלו העצום נקרא המשולש הגדול של הקיץ, כאשר ווגה הוא קודקודו המערבי, דנב קודקודו הצפוני ואלטאיר קודקודו הדרומי.

ל-ווגה כמה מלווים. הראשון, בהירותו 9.5 במרחק של 60" שני, בהירותו 11.0 במרחק 50" ומלווה נוסף בבהירות 9.5 במרחק 120".

המלוים הם כנראה אופטיים.



הצלע הדרומית של המקבילית מורכבת משני כוכבים - ביטא ו-גמא. כוכב ביטא, הקרוי שליאק (SHELIAK), הינו בעל ענין רב: הוא כוכב משתנה לוקה, מהמפורסמים בשמים; בהירותו משתנה בין בהירויות 3.34 ו- 4.34 במחזוריות של 12 ימים 22 שעות 27.5232 דקות שניות. הצמד מורכב משני כוכבים המסתירים זה את זה לחילופין. האחד ענק כחול מוקף הילה של גז מטיפוס B7VE והשני כוכב לבן מטיפוס A8.

הכוכב השני - גמא, הינו למעשה כוכב השוואה מצויין למקסימום של שכנו הלוקה. זהו כוכב כפול שבהירותו 3.2 ובעל סוג ספקטרלי זהה כמעט - A0. הכוכב המשני, בהירותו 12.0 והוא מרוחק 13.8 שניות מהכוכב הראשי. לשעצמו מהווה זוג זה אתגר למפתחים של 6" ומעלה.

כוכב כפול נוסף בקבוצת נבל, הוא הכוכב איטא. כפול זה מפורסם

בכינויו "הכפול הכפול", עקב היותו מורכב משני צמדים של כוכבים. למעשה, בהגדלה נמוכה, יתגלה כוכב כפול "משעמם" למדי, המורכב משני כוכבים בבהירויות 4.66 ו- 4.59 במרחק של 207.7 שניות קשת.

בהגדלות גדולות יותר, החל מ-100X ניתן להבחין שכל אחד מהכוכבים הינו בעצמו כוכב כפול:

הזוג הראשון מורכב משני כוכבים בבהירויות 5.0 ו- 6.1 כאשר שני הכוכבים הינם כוכבי סדרה ראשית מטיפוסים A4V ו- F1V בהתאמה, כאשר המרחק ביניהם הוא 2.78" בלבד.

הזוג השני מורכב משני כוכבים בבהירויות 5.23 ו- 5.47, אף הם כוכבי הסדרה הראשית, כמעט זהים לזוג הראשון, כאשר הסווג הספקטרלי הוא A8V ו- F0V בהתאמה. בני הזוג מרוחקים רק 2.95".

כוכב זה מהווה אטרקציה ככוכב כפול, כאשר רק בהגדלות גדולות ניתן להפריד בין שני הזוגות והוא מהווה מבחן נאה לכל טלסקופ.

מערכת יפה נוספת של כוכב מרובה הינה הכוכב 17 בנבל. במערכת זו יש לא פחות מ-8 רכיבים בבהירויות 5.2 עד 12.5 ובמרחקים החל מ-3.4" עד לכמעט 3 דקות קשת. למרות שרכיבים אלו הם אופטיים, אין ספק שסביבה זו מעניינת מאוד.

אובייקטים בקבוצת נבל

בקבוצת נבל מצויה הערפילית הפלנטרית המפורסמת ביותר - NGC 6720 היא M57. ערפילית זו בהירה מאוד וכה מושלמת בצורתה, כפי שהיא מתגלה בטלסקופים קטנים, עד ששמה - "ערפילית הטבעת" הפך לשם נרדף לערפילית פלנטרית.

בהירותה של ערפילית הטבעת - 9.7 וגודלה הזוויתי הקטן - $90''/70''$ הופך אותה לאובייקט בעל בהירות שטח גבוהה במיוחד ומכאן לאובייקט פופולארי גם לבעלי טלסקופים של 2" בלבד! בהגדלה קטנה של כ-50X תתגלה צורתה כהטבעת, ומזכירה טבעת עשן. הגדלה קטנה אך במעט תגלה שמרכז הדיסקה הוא שחור וצורת הטבעת של הערפילית תהיה ברורה יותר. בטלסקופים עם מפתח גדול המאפשר הגדלות של 250X ומעלה ניתן להבחין יפה מאוד בצורתה האליפטית של הערפילית. בטלסקופ 8" בגבעתיים צפיתי בה בהגדלה של 480X - ועדיין ניתן היה להבחין בפרטים, אם כי הכוכב המרכזי שבהירותו 14 ניתן לצפייה רק במפתחים של 13" ומעלה.

בהירותה הגבוהה של הערפילית מאפשרת שימוש בהגדלות גבוהות ללא איבוד רב של פרטים. גם המבנה המיוחד של ערפיליות הטבעת, המורכב מקווי פליטה אופייניים של חמצן ומימן, מאפשר שימוש במסננים מיוחדים, בעלי רוחב פס תדרים צר מאוד, המאפשרים צפייה בערפיליות פלנטריות בכלל ובערפילית הטבעת בפרט, גם מתוככי גוש דן.

בקבוצת נבל ישנו אובייקט נוסף הראוי לציון. אובייקט זה הינו הצביר הכדורי הקטן M56 או NGC6779. צביר כדורי זה הינו חיוור למדי ובהירותו של 8.25V היא נמוכה במיוחד, גם כאשר מדובר בגודל זוויתי של 7.1 ד"ק בלבד. סיבה נוספת לחולשתו של הצביר היא המבנה הפזור של הכוכבים וחוסר ריכוז כוכבים במרכז הצביר. לכן מתחלקת בהירותו של הצביר באופן כמעט שווה בכל שטח הצביר.

קשה להפריד את הכוכבים בשולי הצביר בטלסקופים מתחת ל-4". צביר זה מאכזב במיוחד כאשר נמצאים בסביבה שני צבירים כדוריים פנטסטיים שהם M13 ו-M92, שניהם בקבוצת הרקולס.

קבוצת נבל מועטה באובייקטים לצפייה ועיקר "כוחה" בערפילית הטבעת והכוכב הכפול הכפול, אך הסביבה המיידית של קבוצת נבל עשירה באובייקטים, כיוון ששביל החלב מצוי מספר מעלות דרומית מזרחית לקבוצה, עם שפע האובייקטים שמציעות הקבוצות ברבור ונשר. במפה המצורפת מצוי גם הכוכב ביטא ב-ברבור הוא אלביראו, הכוכב הכפול היפה בשמיים. שווה צפיה בכל כלי שהוא. ****

חידת הפרסומת המתעופפת (גליון 1/88) - פתרון

לצורך מבצע ההקפה דרושים 3 מטוסים בלבד. אחד - המטוס המקיף ושני מטוסים שיחדלקו באויר. אופן ביצוע ההקפה:

- א. שלש המטוסים יוצאים לדרך יחדיו, מטוס 1 המקיף ושני המתדלקים, 2 ו-3.
- ב. לאחר 1/8 הקפה (45 מעלות) ימלא מטוס 3 את מיכלי 1 ו-2 לגמרי ויחזור לנתב"ג. (מטוס 3 צורך 1/4 מיכל לכיוון הלך, 1/4 מיכל למילוי כל מטוס - ביחד 1/2 מיכל למילוי ועוד 1/4 מיכל לכיוון חזרה; ס"ה 1 מיכל).
- ג. לאחר 1/4 הקפה (90 מעלות) ימלא מטוס 2 את מיכל מטוס 1 לגמרי ויחזור לנתב"ג. (מטוס 2 צרך 1/2 מיכל לכיוון הלך, 1/4 מיכל למילוי מטוס 1 ו-1/2 מיכל לכיוון חזרה; ס"ה 1 1/4 מיכל - נזכור שבדרך קיבל 1/4 מיכל כהשלמה ממטוס 3).
- ד. מטוס 1 ממשיך עוד 1/2 הקפה, כלומר 3/4 הקפה (270 מעלות) עד עתה, באמצעות מיכלו הוא.
- ה. כאשר מטוס 1 נמצא ב-1/2 הקפה (180 מעלות), יוצאים לקראתו מטוסים 2 ו-3 מנתב"ג בכיוון השני סביב כדור הארץ.
- ו. לאחר 1/8 הקפה (45 מעלות) ממלא מטוס 3 את מיכל מטוס 2 לגמרי וחוזר (מטוס 3 צרך 1/4 מיכל לכיוון הלך, 1/4 מיכל למילוי מיכל מטוס 2 ו-1/4 מיכל לכיוון חזרה; ס"ה 3/4 מיכל).
- ז. מטוס 2 המלא ממשיך לטוס עוד 1/8 הקפה (עד 270 מעלות) שם הוא פוגש מטוס 1 וממלא אותו ב-1/2 מיכל לשם השלמת ההקפה (למטוס 1 נותרה עוד 1/4 הקפה).
- ח. במקביל שוב יוצא מטוס 3 לקראת מטוס 2.

ט. מטוס 2 חוזר $1/8$ הקפה (ל-315 מעלות) באמצעות $1/4$ המיכל שעוד נותר לו.

י. בנקודה $7/8$ מהמסלול (315 מעלות) מתדלק מטוס 3 את מטוס 2 ב- $1/4$ מיכל ושניהם חוזרים לנתב"ג, כאשר מטוס 1 טס יחד איתם ללא צורך בתדלוק נוסף, כאמור בסעיף ו למעלה.

הערות: בתשובות שקיבלתי רווחו שתי שגיאות אופייניות -

א. רבים לא שמו ליבם לכך שמטוס התידלוק הינו גם כן מטוס ג'מבו רגיל ולכן מיכלי הדלק שלו זהים לאלה של המטוס שמקיף. כאשר מטוס התידלוק מילא את מיכלי המטוס שמקיף, בו-זמנית וכפועל יוצא מכך מיכליו שלו התרוקנו, דבר שקיצר את שהותו באויר.

ב. רבים אחרים ענו נכונה, אולם לא שמו ליבם לכך שמטוסי התדלוק היוצאים לקראת המטוס המקיף מצידו השני של כדה"א יכולים להיות מטוסי התדלוק הראשונים שיצאו עם המטוס המקיף ולכן אין צורך לשכור מטוסים רבים כל כך. הדבר אפשרי לפי לוח הזמנים של הטיסה.

בהצלחה בעתיד, שלכם, יוסף יהלם

בהגרלה שנערכה בין הפותרים נכונה זכה עמירם גוטרמן באטלס שמים.

לוח הטיסות: (1 מיכל מטיס 180 מעלות; נתב"ג/ג=BG/360 מעלות)								
מטוס 1: מקום (א) BG	45 (ב)	90 (ג)	180	225 (ד)	270	315	BG	
צרך	0	$1/4$	$1/4$	$1/2$	$1/4$	$1/4$	$1/4$	$1/4$
קיבל	1	$+1/4$	0	0	$+1/2$	0	0	0
מלאי	1	1	1	$1/2$	$1/4$	$1/2$	$1/4$	0
=====								
מטוס 2: מקום	BG	45	90 (א) BG	180 (ב)	270	315 (ג)	BG	
צרך	0	$1/4$	$1/4$	$1/2$	$1/4$	$1/4$	$1/4$	$1/4$
קיבל	1	$+1/4$	$-1/4$	1 (ה)	$+1/4$	$-1/2$	$+1/4$	0
מלאי	1	1	$1/2$	0	1	1	$1/4$	0
=====								
מטוס 3: מקום	BG	45 (א) BG	90 (ב) BG	180 (ג) BG	270	315 (ד) BG	BG	
צרך	0	$1/4$	$1/4$	0	$1/4$	$1/4$	$1/4$	$1/4$
קיבל	1	$-1/2$	0	1 (ה)	$-1/4$	1 (ו)	$-1/4$	0
מלאי	1	$1/4$	0	0	$1/2$	1	$1/4$	$1/4$



חידה מס. 3 - מפגשים מהסוג השלישי

עורך "כל כוכבי אור" ראיין את חבר האגודה יזהר כוכבי, שקנה את עולמו וקנה לו שם עולמי כאסטרונם בין לילה אחד. יזהר כוכבי הינו האדם הראשון על פני כדור הארץ שהבחין באיתנות הבא מן החלל החיצון וזיהה בבירור שמדובר באיתותה המלאכותי של אינטליגנציה כלשהי.

יזהר סיפר לעורך העיתון בהתרגשות את אירועי אותו לילה קסום ודבריו

מובאים כאן מצוטטים במדויק:

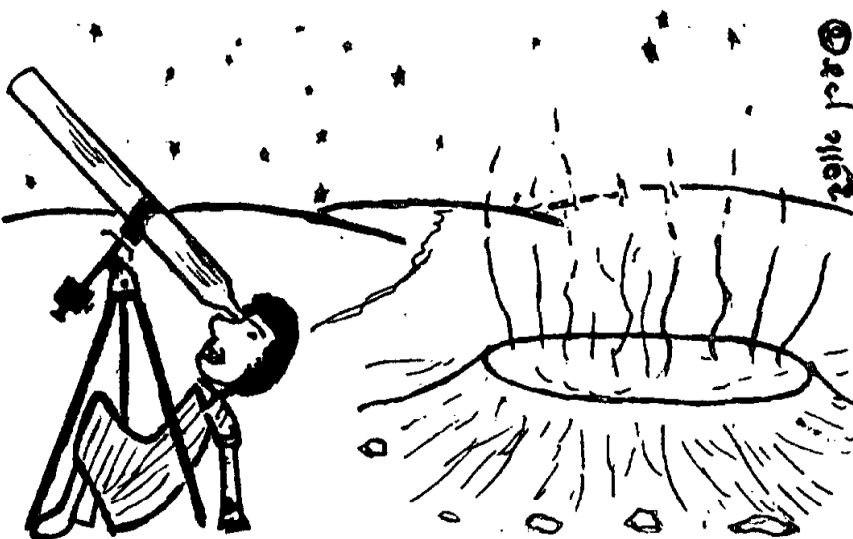
"בלילה שבין ה-12 וה-13 בחודש אוגוסט 1988 יצאתי בגפי לאתר מודיעין, מצוייד בטלסקופ האישי שלי (בן ששת האינצ'ים), מצלמה וצידה טעימה שתעזור לי להעביר את הלילה האסטרונומי גם באופן גסטרונומי. את אומנות הצילום האסטרונומי התחלתי ליישם רק לאחרונה, וזאת בעקבות הסבריו המאלפים של יגאל פת-אל במדורו "פינת החובב" המתפרסם באופן קבוע ב-"כל כוכבי אור".

"כשהגעתי לאתר השמים כבר היו חשוכים (השמש שקעה כשעתיים קודם לכן) ומיד כיוונתי את הטלסקופ לכוכב הצפון/פולאריס שבקבוצת הדובה הקטנה כדי לאפסו והנה, בעודי עוסק בכיוון הטלסקופ ותוך כדי צפיה די ארוכה בעינית קלטה עיני לפתע נקודת אור חדשה שלא הייתה שם לפני כן. מקום הנקודה היה כ-10 דקות קשת דרום-מערבית לכוכב הצפון ובהירותה הייתה כ-5.

"תחילה חשבתי שמדובר במטוס או בלוין ולכן בחנתי את נקודת האור במשך מספר שניות כדי לראות באם מורגש שהנקודה זזה. מה רבתה הפתעתי כשלפתע כבה האור לזמן קצר ושוב נדלק. המחשבה שמדובר במטוס הייתה אז כמעט ודאית אך עדין לא הבחנתי בתזוזת הנקודה. המשכתי לצפות כדי לגלות תזוזה ואז שוב כבה האור ונדלק כעבור כשניה. המשכתי לצפות עוד מספר שניות ואז כבה האור ולא נדלק שוב כעבור זמן קצר.

"המתנתי כשעיני צמודה לעינית הטלסקופ בציפיה ובהמתנה לסימן נוסף, אך לשווא. לאחר למעלה מדקה, כאשר כבר השתכנעתי שהיה זה אירוע מוטס כלשהו ולכן לא יהיה לו המשך ושחבל על הזמן, נדלק לפתע האור מחדש, באותו מקום ובאותה בהירות. האור דלק משך מספר שניות, כבה לשניה, נדלק שוב וחוזר חלילה עד שלאחר חמש הדלקות כבה למשך זמן רב.

"עתה כבר יכולתי לומר בודאות שנקודת האור לא זזה ברקיע. יש אם כן אפשרות שמדובר במטוס הנע הישר אלי או ממני והלאה. היה ברור לי שאת העובדה הזאת אוכל לאמת רק לאחר תצפית די ארוכה שבמהלכה אבחין באם בהירות האור הולכת ומשתנה. בינתיים לא נותר לי אלא להמשיך ולבחון בסקרנות את מספר ההדלקות ואת קצבן. לאחר סדרה נוספת של הדלקות שמספרן היה שמונה והסדרה שאחריה, בה היו 12 הדלקות, כבר יכולתי לסכם את הדברים הבאים: משכה של הדלקה הוא



תירגע, לא צריך לצרוח על כל מטיאור!

כ-10 שניות (זאת על פי שיטת ספירה... 21, 22, מהטלויזיה) מרווח הזמן בין כל זוג הדלקות עוקבות (באותה סדרה) הוא כשניה; משך הזמן בין סוף סדרת הדלקות והתחלת הסדרה הבאה הוא כ-100 שניות (זאת על פי השעון שעל ידי).

"ברור היה לי שמדובר בתופעה מחזורית, אך עדיין לא הייתי בטוח אם היא טבעית או מלאכותית, שייכת לתחום כדה"א או לחלל החיצון. המשכתי לעקוב ולמנות, לבדוק בהירות ולרשום. לאחר זמן התחלתי להרגיש שמדובר פה באיתות כלשהו שיוצר סדרה של מספרים כשכל אבר בסדרה הוא מספר ההדלקות בין כיבוי אחד ארוך למשנהו. הבטתי ברישומים וראיתי שלפני הסדרה הבאה: 36, 30, 24, 18, 12, 8, 5, 3. הבנתי שאם האיתות מלאכותי, חייב להיות הגיון מסוים בסדרת המספרים. הוגעתי את מוחי ולא הצלחתי למצוא את חוקיות הסדרה. בינתיים נוספו לסדרה המספרים: 68, 60, 52, 42. עתה כבר היה ברור לי שמדובר באיתות מהחלל החיצון לאור העובדה שלאחר כשעתיים של תצפית (מתחילת האירוע) לא ניכר הבדל כלשהו בבהירות האור וגם לא ניכרה כל תזוזה במיקומו.

"הסדרה המשיכה והוסיפה איברים: 90, 84, 78. כאן הבזיק לפתע במוחי החוק שעד עתה נשמעו לו כל איברי הסדרה. החלטתי שאם האיבר הבא יהיה ---- הרי ברור לי שמדובר באינטליגנציה מלאכותית(?) המנסה ליצור עימנו קשר. לא עבר זמן רב ונוכחתי שאכן התקבל המספר שניחשתי.

"חזרתי מיד נסער ונרגש לביתי, טילפנתי והודעתי על תגליתי ליו"ר האגודה, הידיעה הגיעה חיש מהר ל-נאס"א שבדקה ומצאה שאין מדובר בלוין גיאוסטציוני/גיאוסטציוני (ממילא אפשרי רק בקו המשווה ולא באיזור הקוטב - מ.ק.) ומאז עוסקים האסטרונומים בכל רחבי כדור הארץ בפיענוח זהות העצם המתקשר, מקומו וכן בנסיון ליצור איתו קשר."

עד כאן סיפורו של יזהר, והשאלה אליך הקורא: מהו האיבר הבא בסדרה ומהי חוקיותה של הסדרה. ****

על התשובות להגיע למערכת עד 31 באוגוסט. בהצלחה, יוסף יהלם

* - * - * - *

מאת שרון דוד

משקפת + MEAD 8"

באחד הימים האחרונים, תוך כדי משחק עם עדשות שונות, הגעתי לתוצאה מקרית וחשובה, שאני מעוניין להביאה לידיעת חברי האגודה, על מנת שישתמשו בה בתצפיותיהם.

הבאתי את דבר התגלית לידיעת החברים יהודה גפנן ואילן מנוליס והם מאשרים שהדברים ייתכנו.

הגעתי לתוצאה תוך כדי שימוש בטלסקופ MEADE 8" עם עינית 40 מ.מ. MA

הנחתי עדשה קדמית (אוביקטיב - עצמית) של משקפת כשצידה הקמור מונח

על העינית, ויש לציין שתכל שהעינית היתה קרובה יותר למרכז העדשה (!), כן היתה איכות התמונה טובה יותר. לאחר שהנחתי את העדשה מיקדתי את הטלסקופ והתוצאה היתה מדהימה. העצם הוגדל פי 5 לערך, ודבר זה לא הקטין את הזווית, כלומר לא צמצם את שדה הראייה ולא פגם באיכות התמונה.

אני ממליץ לחברים לנסות זאת, ולהשתמש בשיטה זו. בדבר פרטים נוספים נא לפנות אל שרון דוד טל. 04-729318, קרית-ביאליק. ***

הערת מערכת: נראה שאפשר לנצל את ה"פטנט", לצורך צפייה רבת משתתפים, כך שהצופים לא יצטרכו לעמוד בתור לעינית הטלסקופ, אלא יעמדו סביב העינית ויצפו מרחוק בעדשה המגדילה. [*? על מסך? מ.ק.]
* - * - * - *

מצפה האוניברסיטה
קרוב, פולין

אבק בין-גלקטי
מאת קונרד רודינצקי (1)

דעה רווחת היא כי את המרכיבים האופייניים של הגלקסיות - כוכבים, גז ואבק - ניתן למצוא גם בתווך הבין-גלקטי. ההסבר הוא כי תנודות כבידתיות ותהליכים אחרים עשויים מדי פעם לעקור עצמים ממקומם. כיוון שכך, אנו מצפים כי החלל הבין-גלקטי יהיה מזוהם בפסולת, החל מחלקיקים אלמנטריים וכלה בצבירי כוכבים שלמים. מסיבה זו אין אנו מטילים ספק בקיומו של אבק בחלל.

הבעיה שלנו אינה בדבר קיומו של האבק אלא עד כמה משכנעת העדות התצפיתית לקיומו. כיצד נוכל במקרה זה לזהות את המאפיינים הפיזיקליים של החומר מהתצפיות? היה גם רצוי שנדע עם כל האבק הבין-גלקטי נובע ממקורות גלקטיים או שמא הוא שריד של חומר בראשיתו.

השאלה של האבק בין הגלקסיות קשורה בשאלה דומה אודות האבק הבין-כוכבי. מבט על היסטוריית הגלוי של שניהם מראה כי הקשר ביניהם הוא עמוק. ניתן לומר כי קיומו של אבק ביו-כוכבי עיכב את התפתחות האסטרונומיה של האבק הבין-גלקטי בכמאה שנים. הרעיון כי הגלקסיות הספריליות והאליפטיות הן למעשה מערכות כוכבים דומות לזו שלנו או "עולמות איים" צצו משיקוליו הפילוסופיים של עמנואל קאנט (2) והתקבלו בציבור לקראת סוף המאה ה-18.

עקב מחקריהם של בני משפחת הרשל (3) ועריכת הקטלוג הראשון של ערפיליות נתברר כי עצמים אלה כמעט לא הופיעו לאורך הרצועה של שביל החלב על פני השמים ועצמים אלה לכן כונו תחילה חוץ-גלקטיים - בניגוד לעצמים גלקטיים השייכים לשביל החלב.

באותו זמן, שוב תודות לבני הרשל, היתה מקובלת הדעה כי צורת מערכת השמש שלנו כדיסקה שטוחה, כאשר השמש מצויה קרוב למרכז. אם ברצוננו לפרש את התצפיות בדרך הפשוטה ביותר, נוכל לומר שהצבירים החוץ-

גלקטיים הם עצמים רחוקים שסודרו כך בשמיים מסיבה כלשהי. פירוש אחר - אלה עצמים קרובים שהשפעת מערכת הכוכבים שלנו עליהם היא כה רבה עד כי נמנעת הופעתם בקרבת שביל החלב. הסבר אפשרי אחר חייב להניח את קיומו של תווך מסתיר כלשהו.

ברגע שתאוריה מסוימת מתקבלת על דעת רוב המדענים, מסתבר שקל ביותר למצוא עדויות נוספות התומכות בה והמחקר שלנו לא היה שונה מזה. ברגע שרעיון "אזור ההימנעות" (4) הוסבר כתוצאה אופייית המקומי של הערפיליות החוץ-גלקטיות, נמצאו טיעונים נוספים שתמכו בתאוריה זו. משקל ה"עדויות" היה כה משמעותי עד כי בסוף המאה ה-19 ובתחילת המאה ה-20 נמצאו אסטרונומים בודדים בלבד שהעזו לטעון כי הערפיליות החוץ-גלקטיות הן למעשה גלקטיות הדומות לשלנו.

בין-כוכבי או בין-גלקטי?

המצב השתנה לחלוטין כתוצאה ממחקריו של א.פ.הבל (5). בשנים 1926-1924 הוא קבע מעל לכל ספק את המרחקים הגדולים לערפיליות החוץ-גלקטיות וגילה שהן באמת שוכנות מחוץ לתחומי הגלקסיה. עקב כך נותר החומר האפל כסיבה היחידה למספרן הקטן של הגלקטיות המפיעות ברצועת שביל החלב.

ככל שכוכב מוסתר יותר ייראה אורו אדום יותר לעינינו. שקולים פזיקליים פשוטים מביאים למסקנה שגז (אשר גורם לתופעת קוי הבליעה מתאימים בספקטרום הכוכב) אינו הגורם להאדמה, או כיבוי (6) כפי שנהוג לקרא לתופעה: הכיבוי חייב לנבוע מקיומו של אבק המורכב מחלקיקים זעירים (גודלם האופייני הוא 10^{-8} מטר, כלומר קטנים בהרבה מאורכי הגל של האור).

החל משנת 1926 הופיע שטף של מאמרים שעסקו בתכונות הפיזיקליות והפזור של חומר אפל זה. ברגע שהתקבל קיומה של ההאפלה ברחבי הגלקסיה שלנו על דעת הכל, היה זה רק טבעי לבדוק עם חומר כזה מצוי גם בין הגלקטיות.

ב-1917 קיבלו ק.לונדמרק ו-ב.לינדבלד (7) לראשונה תוצאות משמעותיות אך עדיין לא מספיקות בנושא. מחקרים אחרים על האבק הבין-גלקטי התפרסמו בשנים 1926-48. אחדים מהם טענו כי לא מצאו כל עדות לקיומו של חומר אפל בין הגלקטיות, בעוד שחלק מאלה שכן מצאו זאת התבססו על הנחות שגויות או פרושים מופשטים מדי. כך ולאט התבססה הדעה כי האבק הבין-גלקטי אינו מצוי בכמויות המאפשרות זהוי וודאי. גם בשנת 1946 כאשר התפרסמו התוצאות המהימנות הראשונות של מ.ס.איגנסון (8) הרעיון של כיבוי אור בין-גלקטי מצא תומכים ספורים בלבד.

אבק קדום?

למרבה הפלא החלה התעניינות מחודשת בנושא לא עקב תצפיות חדשות ומפתיעות אלא כתוצאה מהעבודה התאורטית שנעשתה בספקטרום קרינת הרקע

הקוסמית ב-3 מעלות קלוין. מחקרי ג.ר. בורק, ג:סילק ו-ל.א. פוסטוליניק(9) שפורסמו 4-1975 יצרו בשנים הבאות מבול של עבודות נוספות ושם הודגש הצורך (או לפחות הנוחות) בהנחת קיומו של אבק מסוג זה בשלבי התפתחותו הקדומים של היקום. עם זאת, אם האבק היה קיים כאשר היקום היה צעיר, אפשר שחלק ממנו שרד במקומו עד היום.

עקב התעוררות מחודשת של ענין בנושא, הוערכו מחדש התוצאות הישנות והוחל בביצוע מחקרים חדשים. היה צורך לענות על מספר שאלות יסוד בנושא כמו: מה מקורו ופיזורו של האבק בחלל? כיצד משנה האבק הבין-גלקטי את האור העובר דרכו? מה היקף השפעתו בקוסמולוגיה? כיום אנו מסוגלים לענות תשובה מלאה רק על השאלה הראשונה.

חקר התווך הבין-גלקטי ניתן לעשות בשמונה דרכים שונות. כל הדרכים, פרט למספר 3 ו-7, תלויות בידיעתנו אודות אופן השתנות הערכים המתאימים עם הגדלת המרחק ואלה הן:

0. מספר העצמים החוץ-גלקטיים הניתנים לצפיה
1. הזוהר הממוצע או בהירות פני השטח של הגלקסיה
2. הצבעים של העצמים החוץ-גלקטיים
3. הפזור הנראה של הגלקסיות בשמיים (כלומר נתונים סטטיסטיים העשויים לנבוע ממבנהו של תווך כלשהו)
4. פזור (מידת השוני מהממוצע) של זוהר או בהירות הגלקסיות
5. סטיות מהממוצע של הבהירות הנראית של גלקסיות בתחומים ספקטרליים שונים
6. שינויים בצבירי גלקסיות
7. גלויים של עננים בודדים בחלל הבין-גלקטי

מלכודת

בחרתי להתחיל את מספור סוגי המחקר ב-0 כיוון שהשיטה הראשונה, הנראית הפשוטה ביותר והישירה ביותר, אינה ניתנת לביצוע מעשי. אין כל ספק כי החומר המסתיר גורם לירידה של מספר כל העצמים החוץ-גלקטיים הנצפים ככל שהמרחק עולה. אך ספירת גלקסיות היא תמיד קשה יותר מספירת כוכבים נקודתיים כיוון שיכולתנו לזהות גלקסיות אף קוואזרים - תלויה בצבעיהם. למרבה הצער משתנה תכולתו זו עם המרחק כיוון שאנו צופים גם אחורה בזמן ועדים לתופעות התפתחות בנוסף לתופעות קוסמולוגיות שונות. קיימים גם סוגי טעויות אחרים המבטיחים לנו כי שיטה זו אינה יכולה להביא תוצאות ממשיות כלשהן - היום ואולי גם בעתיד.

מחקרים בשיטה 1 טובים במקצת, אם כי גם הם מושפעים מתופעות ההתפתחות שהוזכרו. אם מבצעים את המחקר בזהירות מספקת, ניתן לצפות לקבלתן של תוצאות המניחות את הדעת. מחקרים קלאסיים רבים השתמשו בשיטה זו, אך כיום אין היא מקובלת עוד.

שיטה 2 המבוססת על תופע ההאדמה של גופים הגוברים עם המרחק, אינה

קלה יותר ליישום ומלאה מלכודות ומכשולים. נקודה קריטית אופיינית במחקרים על התווך הבין-כוכבי או הבין-גלקטי היא מבנהו המטולא של החומר האפל. אם אנו מעריכים מרחקים בצורה שאינה תלויה במדידת צבע או טמפרטורה (לדוגמא בשימוש בפרלקסה טריגונומטרית עבור כוכבים או מהירות ההתרחקות עבור גלקסיות) אזי העצמים הרחוקים ביותר מציגים מידה מועטה בלבד של האדמה. הסיבה כמובן היא שאנו זואים את העצמים הרחוקים ביותר כיוון שהם ממוקמים אחורי חורים בתווך המאובק.

בעשורים הראשונים של המאה הנוכחית הוביל פרדוקס זה להנחה הראשונית על אופיו המטולא של התווך הבין-כוכבי. בנוגע לעצמים חוץ-גלקטיים, הפרדוקס נוצר כיוון שהגלקסיות הרחוקות ביותר הן בדרך כלל כחולות. כיוון שאנו צופים אחורה בזמן, אנו צופים בגלקסיות צעירות. עם כוכבים חמים וציערים שהאבק המפריע לא האדים את אורם. מחקרים אחדים שהתעלמו מעובדה זו השיגו ערכים נמוכים מדי למידת ההאדמה הבין-גלקטית הנצפית.

עבודה מעניינת במיוחד על צבעיהם של עצמים חוץ-גלקטיים נעשתה בשנת 1974. י.טארארו(10) השתמשה במידע הלא מדויק אך אחיד מבחינה סטטיסטית שנאסף מ-15,000 הגלקסיות השוכנות באיזור המכונה השדה ה-יאגילוני(11). לאחר תיקון הטעויות האפשריות היא הצליחה למצוא חסם תחתון למידת הכיבוי הבין-גלקטי בכיוון נתון בשמיים. היא גם מצאה את ההוכחה הראשונה להנחה שמאפייני ההאדמה בספקטרום דומים לאלה הידועים מהחומר הבין-כוכבי.

חקירות נוספות ערכו באותה שנה ק.ה.שמידט, ק.ננדי, ד.ה.מורגן ו-ו.רדיש(12). מאז נתקבלו מספר תוצאות נוספות אך מסקנותיהם דומות למדי למרות ההבדלים.

בעיות פסיכולוגיות

שיטה 3 פיתח פ.צוויקי(13) בשנות ה-50 והיא מבוססת על העובדה שמאחורי כמה מצבירי הגלקסיות הגדולים (אך לא כולם) קטן בהרבה מספרן של הגלקסיות וצבירי גלקסיות הרחוקים יותר מאשר באזורים שכנים. מחקרים מסוג זה ביצעו ר.ברוקלסקה, י.טובורק, י.ד.קרצ'נצב, ו.א.ליפיווצקי(14) ואחרים בשנים 1964-1972.

בשנת 1978 ה.י.אבאדי ו-מ.ג.אדמונדס(15) בחנו עבודה זו מחדש ומצאו שניתן להסביר את התצפיות בשני אופנים - ממשית ופסיכולוגית. ההסבר השני קשור בקושיי הבחנה בעצמים בודדים המצויים בשדה המכיל ריכוז גדול של גלקסיות, גם עם משתמשים בטכניקות מחשב או סטטיסטיקה אובייקטיבית. אבאדי ו-אדמונדס ציינו כי אם אפקט זה הוא ממשי אזי ניתן לקבוע את גודלם הממוצע של עננים בין-גלקטיים בודדים וכן את מידת ההסתרה.

אם ייעשה בהם שימוש נכון עשויים האפקטים של המבנה המטולא, שעלולים להכשיל שיטות חקירה אחרות, לשמש מקור מידע רב ערך. בשיטות 4 ו-5

חוקרים את הפיזור סביב הממוצע ולא את הממוצע עצמו. סטיות מן הממוצע מושפעות באופן טבעי גם משגיעות תצפיתיות אך במקרים אחדים ניתן בכל זאת לתקן את המעוות.

מחקר המתבסס על שיטה 4 נערך בשנת 1982 תוך כדי שימוש בקטלוג הגלקסיות המפורסם של אופסלה שחיבר פ. נילסון (16). כאן הושגו עדויות נוספות לאופיו המטולא של התווך וגם כמה ממאפייניו. כיום מתבצע מחקר המשתמש בשיטה 5, אך עדיין לא פורסמו תוצאות כלשהן.

אם נניח שעם חלוף השנים לא חל כל שינוי משמעותי במידהים הקויים של צבירי הגלקסיות, נוכל לחקור את מידת ההסתרה הבין-גלקטית בשוואת גדליהם הזויתיים של צבירים במרחקים שונים. אם התווך הבין-גלקטי אכן מטולא אזי הגודל הזויתי המירבי של צבירים הממוקמים במרחקים שונים ייקבע על פי גודלם הזויתי של ה"חורים" שבתווך. אם אין אבק בחלל, או אם האבק מפוזר בצורה אחידה, אזי גודלם הזויתי של הצבירים ייקבע אך ורק על פי מרחקם מאיתנו (*?).

זויקי, ג. ברגר, מ. קרפוביץ (17) ואחרים פירסמו מספר מחקרים המנצלים רעיון זה בשנות ה-60 וה-70. נראה כי התוצאות המרתקות ביותר השיג א. סולטן (18) ב-1979 ממחקריו על הצבירים הנראים של קוואזרים. אפקט זה חזק במיוחד עבור עצמים אלה בשל הצורה שבה הם מתגלים. תחילה מתגלים כוכבים כחולים ואז נבדק הספקטרום שלהם כדי לקבוע אם הם קוואזרים או כוכבים כחולים רגילים. אם העננים הבין-גלקטיים גורמים להאדמה בכמה עשירות הדרגה, אזי הקוואזר לא יסגיר את אופיו בצבעו הכחול ויישכח עד מהרה (*?). מכאן שעצמים רחוקים אלה מצויים בדרך כלל באזורים החופשיים מהסתרה. בצורה זו הצליח סולטן להסביר את עצם הופעת צבירי הקוואזרים.

יצחק תפוחי ז"ל - זכרון להולכים. ביום כ"ז באדר תשמ"ח (13.3.88), בטרם עת, נפטר חברנו יצחק תפוחי מבתי ים בגיל 72.

היה ידען בשטחי מדע שונים ולמרות עבודתו היומיומים (כעובד חברת חשמל בתל אביב), לא הסתפק בהבנת הדברים באופן שטחי אלא ניסה לבחנם מחדש והתעמק להבינם על בוריים ואף להתאימם להשקפתו הדתית. בשורה הארוכה של עסקיו עניינו נודעה חיבתו לאסטרונומיה. עד ימיו האחרונים נהנה מתופעות שמימיות שהיו מוכרים לו כל כך. ר' יצחק היה חבר האגודה מיום היוסדה.

מר תפוחי נודע בארחות חיינו הישרים, בטוב ליבו ובמאור פניו לזולת. היה בעל נפש יקרה, נחבא על הכלים, צנוע, ענו ושפל ברכ. השכלתו הרב-גונית וחוכמתו השאירו רושם עמוק על אלה ששהו במחיצתו. "טוב שם טוב משמן טוב" (קהלת ז, א).

בין המספידים ליד הקבר היה חברנו כותב הטורים, מרדכי גנוט, בשם האגודה. י ה י ז כ ר ו ב ר ו ן

עננים בודדים

זיהויים של עננים אפלים בודדים בחלל הבין-גלקטי כיום הוא מקרי לגמרי ולא נעשו כל חיפושים שיטתיים למצאם. השלב הראשון במציאת ענן - מציאת איזורים בשמים שבהם מספר הגלקסיות מועט יחסית - קל יחסית לביצוע. הבדיקה, אם ההסתרה נובעת מגורמים בהגלקסיה שלנו או מחוצה לה, אינה קשה בהרבה.

השיטה המקובלת היא להשתמש במשתני RR-נבל שהם בהירים מספיק כדי לזהותם גם בשולי הגלקסיה שלנו. אם מספרם או צבעם של המשתנים הרחוקים ביותר המצויים בכיוון מסויים אינם מעידים על הסתרה כלשהי, הרי שמקורו של הענן הנבדק אינו תוך-גלקטי. ניתן להשתמש גם בגלקסיות קרובות כדי להגביל את מרחקו של הענן.

השלב האחרון בזהוי הענן הוא גם הקשה ביותר: הוא תלוי ביכולת להוכיח שהגלקסיות המצויות מאחורי הענן הן בעלי צבע וזוהר שונה מאשר גלקסיות המצויות במרחק שווה אך באזורים לא מוסתרים של השמים.

עננים בין-גלקטיים קטנים רבים נתגלו כהטלה על פני דמויותיהן של גלקסיות. למרבה הצער נתגלו רק ארבעה עננים מסתירים גדולים ואלה נחקרו לפרטיהם.

העיקרון הקופרניקאי

קיומם של עננים בין-גלקטיים בודדים הוא בעל חשיבות רבה מבחינה פילוסופית. גילויים מעמיד אותנו בפני שתי אפשרויות - האחת היא כי הגלקסיה שלנו ממוקמת במקום מיוחד מאוד שבו קיימים העננים והשניה היא כי היקום כולו מאוכלס בעצמים כאלה. למרות שאסור לפסול את האפשרות הראשונה, היא מצויה בסתירה לעיקרון הידוע כעיקרון הקופרניקאי הטוען כי מקומנו ביקום אינו מיוחד כלל וכלל.

אם נניח שהאפשרות הראשונה נכונה, אזי התוצאות שהתקבלו מהניתוחים הסטטיסטיים ומהתצפיות על העצמים הבודדים תואמות זו את זו. הערך הממוצע של הכיבוי בתוככי ענן אחד הוא כדרגה אחת באור הכחול. קוטרם של העננים הקטנים ביותר שנמדדו הוא אלפים בודדים של שנות אור, בעוד שקוטרם של האחרים לתנאי הראות הגרועים בצבירי הגלקסיות הרחוקים גדול פי 100 ויותר. בנוסף לכך יש עדות כי קיימים עננים שגודלם מגיע ל-100 מליון שנות אור.

בעננים ניכר מבנה הירארכי כולשהו, כאשר עננים גדולים מורכבים מעננים קטנים יותר. כך מתגלה פרדוקס נוסף - עננים גדולים מסתירים בממוצע פחות מעננים קטנים כיוון שהם מכילים יותר חלל ריק. מידת הכיבוי הממוצעת בחלל היא ככל הנראה 0.003 דרגות אור כחול לכל מליון שנות אור, ערך הקטן פי 100,000 לפחות מזה שנמדד במישור שביל החלב. מספר אסטרונומים טענו כי ערך בין-גלקטי זה גדול פי מאות מונים מהאמיתי ומשתנה עם שנוי קו הראיה.

למרות שנעשו נסיונות רבים לחקור את ספקטרום ההאפלה הבין-גלקטי, המסקנה היחידה שנתקבלה היא כי כיבוי האור גדול יותר באורכי גל קצרים מאשר באור נראה. בנוסף לכך אין כל עדות המראה כי חלקיקי האבק בחלל הבין-גלקטי שונים מאלו שבחלל הבין-כוכבי.

הבעיה הקשה ביותר היא איזה חלק מהאבק הבין-גלקטי נוצר עם הווצרות היקום ומה הוא החלק הנובע ממקורות גלקטיים. נהיה ברי מזל אם נדע להבחין בין המאפיינים הפיזיקליים של החומר המצוי סביב הגלקסיות לזה המצוי בחלל שבין הצבירים. תעלומה נוספת אותה יצטרכו חוקרי העתיד לפתור היא מדוע לא נתגלו כל עקבות למציאותם של גזים בשלושה מארבעת העננים הבין-גלקטיים שנחקרו.

תרגם חנוך גרשט מתוך SKY & TELESCOPE, AUGUST 1984

- | | | |
|---|-----------------------------|----------------|
| 1) KONRAD RUDINCKI; | 2) IMMANUEL KANT; | 3) HERSCHEL; |
| 4) ZONE OF AVOIDANCE; | 5) E.P.HUBBLE; | 6) EXTINCTION; |
| 7) K.LANDMARK, B.LINDBLAD; | 8) M.S.EIGENSON; | 10) I.TARARO; |
| 9) J.R.BURKE, J.SILK, L.A.PASTULNIK; | 11) JAGIELLONIAN FIELD; | |
| 12) K.H.SCHMIDT, K.NANDI, D.H.MORGAN, V.REDISH; | | |
| 13) F.ZWICKY; | 15) H.I.ABADI, M.G.EDMUNDS; | |
| 14) R.BRUKALSKA, I.TOBOREK, I.D.KARACHENTSEV, V.A.LIPOVETSKI; | | |
| 16) P.NILSON; | 17) J.BERGER, M.KARPOWICZ; | 18) A.SOLTAN. |

מאת אברהם פלג

האם כדור הארץ מחמם?

גל החום שפקד אותנו לאחרונה, ובמיוחד מספר הקורבנות שהפיל מזג האוויר ביוון, מעוררים את הפחד הקמאי: שמא נשתבש משהוא בסדרי בראשית. האם מזג האוויר החריג מבשר רעות בהתנהגות איתני הטבע.

חשש זה ניזון גם מן המדע המודרני, שאנשיו פרסמו בשנים האחרונות נבואות זעם על הסכנה האקולוגית לאטמוספירה. סכנה זו יכולה לדבריהם להוליך ל"אפקט החממה" שיחמם את כדור הארץ. כמו כן קיימת נבואת הזעם שפיצוצים גרעיניים יכולים להביא את "החורף הגרעיני" שיקרר את כדור הארץ.

שיאים בישראל

ואמנם, היה בתהפוכות מזג האוויר לאחרונה כדי לעורר תמיהות: אצלנו השיג מזג האוויר שיאים בחריגות. החזאי קבע שזה אחד המקרים המעטים, ב-35 השנים האחרונות שלחות וחות נמשכים כה הרבה זמן: ובכלל התנאים האטמוספיריים הם נדירים. אין צורך לציין שבבלקן, וביחוד ביוון ארע משהוא חריג מבחינת מזג האוויר שגרם למותם של מאות רבות. גם בשאר חלקי העולם השתולל לאחרונה מזג האוויר. שטפונות באיטליה, בנגלה-דש, הודו ועוד ועוד. ונשאלת השאלה: האם יש ממש בנבואות הזעם של המדענים?

בחודש מארס השנה פורסמה תחזית של מדענים, בה הם חוזרים וטוענים כי עקב הגרעון ההולך וגדל בשכבת האוזון באטמוספירה יקרו אסונות כבדים בעולם בעוד כ-50 שנה. בשנת 2037, לפי תחזיתם, נמצאת ניו יורק תחת תחת מים בגובה של כמטר וחצי. כל האוכלוסיה ברחה לפני הארץ. פאריס קיבלה אזהרות שטפון כמו גם ערים אחרות סמוכות לחוף. מגיפות פרצו בברזיל, הודו ואגן הים התיכון עקב תנאים אקלימיים חריגים. ועוד נבואות קשות שלא כאן המקום לפרטן.

ויש גם נחמות ישועה. עקב שינויים דרסטיים באקלים כדור הארץ הפכה סיביר לסל המזונות של כדור הארץ (במקום המערב התיכון האמריקני שהפך לשממה) ובציר הצפוני משגשגת התיירות תודות למזג אויר נוח...

כל זה בגלל כימיקלים שנוגסים בשכבת האוזון ומכלים אותה. שכבה זו מגינה עלינו מקרינת השמש הקטלנית ומסננת/מעבירה רק את הדרוש לחי ולצומח על האדמה. הכימיקלים שניפלטו ממטוסי הסילון העל-קוליים, אירוסולים (תרסיסים) ותהליכים תעשייתיים מסוימים עושים "חורים" בשכבת האוזון וכך פוגעים ב"מסנן" זה. יתר על כן: הכימיקלים הללו באטמוספירה סופגים את קרינת התת-אדום מן האדמה ולא מניחים לה להיפלט החוצה; בכך עולה החום ומצטבר הודות ל"תופע החממה".

הדאגה האקולוגית גברה כאשר לוויין מזג האוויר "נימסוס 7" ב-1985 גילה "חור" באוזון מעל הקוטב הדרומי. מדענים חישבו ומצאו שתכולת האוזון בסטרוספירה נתמעטה ב-40 אחוזים.

לאחרונה נתפרסמה קביעה של מדענים בריטיים כי מאז 1850 ניכרות עליות בחום בחצי הצפוני של כדור הארץ וכי בעשור האחרון היו השנים החמות ביותר מאז. מדעני האקלים מאונברסיטת נוריץ' באנגליה וכן מדענים אמריקניים טוענים כי מאז 1850 יש עליות בחום תוך קפיצות. לדעתם נמצא חלקו הצפוני של כדור הארץ בתהליך של התחממות ויש המיחסים זאת להצטברות כימיקלים באטמוספירה וביחוד פחמן דו-חמצני.

שאלנו את מנהל השירות המטאורולוגי בבית דגן, מר יהודה טוקטלי, אם יש ליחס את מספר הנספים הגדול בגל החום האחרון ביוון לשינויים אטמוספריים. תשובתו: "אומנם מזג האוויר באירופה חריג בהרבה מובנים והגיע מבחינת החום לכמה שיאים, אך אני לא מייחס את הקורבנות בנפש לשינויים האטמוספריים. אני גם לא חושב שאם יש חריגות הם חלו בגלל "אפקט החממה". במידה שהתיאוריה הזו נכונה הרי נרגיש בתוצאותיה רק כעבור עשרות שנים ולא מתקבל על הדעת שהיא כבר גורמת לתופעות כפי שאנו רואים אותן.

הסרגדיה ביוון

מר טוקטלי מייחס את הסרגדיה ביוון לא לתנאים האטמוספריים אלא לאי התאמת התנאים שהם מעשה ידי אדם בארץ זו לתנאי חום קשים.

ומצד אחר, יש מדענים הטוענים ששינויים אקולוגיים מעשה ידי אדם,

וביחוד פיצוצים גרעיניים, יביאו את "החורף הגרעיני" שפירושו קודם כל שהאטמוספירה תתמלא עם אבק גרעיני, דבר שיביא כפור, רעב ומחלות שיכלו את החי והצומח, וכן יש אסכולה מדעית הטוענת שכדור הארץ הולך ומתקרר ולא מתחמם, כל זאת בלי קשר ל"חורף הגרעיני".

ושוב, יש מדעני אקלים הטוענים שמזג האוויר נשלט בידי אקראיות ולשוא יחפשו בו חוקיות. ניסו למצוא בו מחזורים. הרשות המטרולוגית הבריטית ניתחה את מימצאיה עד 250 שנים אחורנית ומצאה איזו מחזורית. על פי מימצאים אלה ניסו לחזות את מזג האוויר. ואולם מדענים אחרים מטילים ספק אם אומנם יש חוקיות כזו במזג האוויר וקובעים כי בשגעון ינהג.

כנגד כל נבואות הזעם הללו על האקלים של כדור הארץ נביא כאן נבואת נחמה הקרויה "תיאורית גאיה". תאוריה זו נתפרסמה לראשונה בשנת 1972 על ידי פרופ' ג'יימס לאוולוק העוסק בקיברנטיקה באוניברסיטת רדינג באנגליה. הוא הביע השערה שכל כלי המשחית והכימיקלים למיניהם לא יכולים להשפיע על כדור הארץ מפני שהוא בבחינת אורגניזם חי המתגבר על הסכנות ומתאים בעצמו את תנאי החיים של היצורים שחיים עליו.

תורת גאיה

מקור השם "גאיה" הוא יווני - אלת האדמה, והוא הוצע על ידי הסופר ויליאם גולדינג. המדען טוען שכדור הארץ הוא יוצא דופן בין הכוכבים (כוכבי הלכת!). קודם כל יש עליו חיים. הארץ נשארה משך 3.5 מיליארד שנים, מאז החלו חיים עליה, מקום נוח לחיות למרות עליה של 25 אחוזים בקרינת השמש עליה. כמו כן בצילומי לווינים וחלליות הוכח שלא נגרם לה כל נזק אקלוגי רציני מעשה ידי אדם.

פרופ' לאוולוק אומר ש"זאת הוכחה שזהו הטוב בעולמות". לפי תורת גאיה מצאו האורגניזמים תמיד דרך איך לשמור על תנאי החיים. האוויר, ים ויבשה מושפעים מהיצורים שחיים בהם או על ידם. יתר על כן, המדען אומר שכדור הארץ הוא אורגניזם אחד ענק.

תיאוריה זו ניראית פנטסטית ולא עולה בקנה אחד עם החשיבה המדעית המחמירה. ואולם, ביסודה מונחת הקביעה שכדור הארץ גדול מכדי שהאדם יוכל לשנות אותו.

"מעריב" 3.8.87, מדור מדע וטכנולוגיה

טלסקופ רדיו חדש ב-מאונה קי שב-הוואי

בגובה של יותר מ-4200 מטר על הר מאונה קי שבהוואי הורכב טלסקופ הרדיו הגדול ביותר מסוג חדש. יעודו "לחדור" את ענני הגז הבינכוכבי בו נוצרים כוכבים חדשים. זאת במטרה לגלות ולדעת יותר על השלבים הראשונים בהיסטוריה של היקום. טלסקופ ג'יימס מקסוול קלארק יפעל

בארוכי גל תת-מילימטריים, בין תת-אדום לגלי רדיו. הטלסקופ יכוון למולקולות\פרודות בחלל ויהיה מסוגל לזהות כיוון ומהירות של ענני הגז. בנוסף הוא גם יסייע בפיתוח ענף חדש של כימיה אינטרסטלארית (בינכוכבית) שתגלה את הרכב העננים והיחסים הכימיים בתוכם.

ההר הוולקני בהוואי נמצא במקום אידיאלי להצבת הטלסקופ מבחינתם של אסטרונומים, אך לצוות התיכנון וההקמה הבריטי היה הדבר קשה ביותר: רוחות המגיעות למהירות של 250 קמ"ש וטמפרטורות היורדות פעמים רבות מתחת לאפס.

צלחת הטלסקופ, שקוטרה הוא 15 מטר, בנוייה מ-276 לוחות אלומיניום עם דיוק פני שטח של 50 מיקרון. הדבר חשוב כדי להבטיח צורה פרבולית מדויקת שתאפשר פעולה תקינה באורכי הגל התת-מילימטריים.

כוכב הלכת העשירי

עדיות המצביעות על קיום אפשרי של כוכב לכת עשירי במערכת השמש נבחנו על ידי אסטרונומים בארה"ב ומהן עולה כי אם אכן קיימת פלנטה עשירית, מגיעה מסתה לחמש מסות ארץ ומסלולה אליפטי ומוטה כמעט בזווית ישרה לעומת מסלוליהם של שאר כוכבי הלכת. משך ההקפה של הפלנטה עשירית סביב השמש מגיע ל-700 שנה.

ג'ון אנדרסון, מדען סוכנות החלל האמריקאית (נאס"א), אמר לאחרונה כי חלק מהעדויות שהוביל למסקנה שכוכב לכת עשירי אכן קיים בשוליה הרחוקים של מערכת השמש, מבוסס על תצפיות שנעשו מתחילת המאה ה-19 ועד 1910 והעלו שינויים במסלולי כוכבי הלכת אוראנוס ונפטון, הפלנטות השביעית והשמינית של מערכת השמש.

השפעתה של פלנטה עשירית, מרוחקת יותר, יכולה להסביר את הסטיות במסלולי אוראנוס ונפטון - אך הבעיה בקבלת פירוש זה נובעת מכך שלמרות שסטיות אלו ניצפו במשך 100 שנה, מאז 1910 לא היו שינויים בתנועתן של שתי פלנטות אלו שאינם מוסברים - גם ללא הימצאות פלנטה עשירית(?*).

לדברי אנדרסון, אין גם כל עדות להשפעה גרוויטציונית של פלנטה חיצונית על מסלוליהן של חלליות פיוניר 10 ו-11 ששוגרו לפני 15 שנה ועדיין נעות בשולי מערכת השמש. חלליות אלו - ששוגרו לחקר יופיטר - רגישות לשינויים הקלים ביותר בשדה הכובד.

עד שנת 2500

אם אכן מדויקות המדידות שהביאו במשך כמאה שנה לתוצאות עקביות באשר למסלולי אוראנוס ונפטון - מדוע אין הפלנטה ה-10 משפיעה על פלנטות אלו, ועל חלליות הפיוניר, גם עכשיו? התשובה נעוצה ככל

הנראה במסלולו של כוכב הלכת העשירי.

כפי שאפשר להסיק מניתוח נתוני התצפיות במאה ה-19 המסלול הוא מרוחק ומשך ההקפה נע בין 700 ל-1000 שנה - כך שהשפעתו לא תהיה ניכרת לפחות עד לשנת 2500.

"כדי להבין מה גרם לסטיות במסלולי אוראנוס ונפטון במשך יותר מ-100 שנה", אומר אנדרסון, "עלינו ליצור פלנטה X שהיא הגורמת להפרעות".

לדעת אסטרונומים רבים, קיומו של כוכב לכת עשירי הוא הגורם העיקרי לאזורים של התנגשויות כוכבי שביט בכדור הארץ. התאוריה הנוגעת למטחי השביטים מכנה לעיתים את הפלנטה העשירית בשם "כוכב המוות" - כוכב לכת המתקרב אחת לפרקי



זמן ארוכים (ובהשפעת כבידה של כוכבי הלכת האחרים המסיטה אותו ממסלולו) אל מעטפת אורט, מעטפת של גושי קרח המצויה הרחק בשולי השמש, ובהשפעת כוח הכובד שלו מוסטים גושים אלו ממסלולם והופכים לכוכבי שביט שבחלקם פוגעים בכדור הארץ.

השם "כוכב המוות" ניתן לפלנטה זו כיוון שמשערים כי מטחי השביטים הם שגרמו להכחדה מחזורית של בעלי חיים על פני כדור הארץ - הכחדה שעקבותיה הגיאולוגיים מעידים על מחזוריות של אחת ל-26 מיליון שנה, שהפגיעה המוכרת ביותר היא זו שהביאה להכחדת הדינוזאורים לפני 65 מיליון שנה.

המסלול המוטה ב-90 מעלות למסלוליהם של שאר כוכבי הלכת ובעל צורה אליפטית חדה אינו יוצא דופן במערכת השמש - שכן גם לפלוטו, כוכב הלכת התשיעי, מסלול מאוד אליפטי ומוטה ב-30 מעלות לעומת מסלוליהם של שאר כוכבי הלכת - וכן מציינים האסטרונומים את טריטון - הירח הענקי של נפטון, שמסלולו מוטה לעומת מישור שאר המסלולים וכיוון ההקפה שלו סביב נפטון הפוך מכיוונם של שאר הירחים במערכת השמש.

על פי חישובי המסלול האפשריים, פלנטה X - אם היא אכן קיימת - חלפה

בנקודה הקרובה ביותר לשמש במסלולה בשנת 1750 ותשוב אליה ב-2800, אך לדברי מדעני נאסה, אין פירוש הדבר שניצטרך להמתין עד שנת 2800 לפני שאפשר יהיה לאמת את הימצאותו או העדרותו של כוכב הלכת העשירי. ציוד מדידה רגיש בחלליות שישוגרו בעתיד יוכל לענות על השאלה אולי עוד לפני סוף המאה ה-20. ***

מחוך ה"ארץ" 2.8.87, מדור מדע בעריכת מיכאל גרטי

מערכת תצפית בקרני-X בחלל החיצון

בפרוייקט אירופי-רוסי משותף, הוצבה על גבי תחנת החלל הרוסית "מיר" פלטפורמה, ובה מערכות תצפית לקרינת X ולחלקיקים רבי אנרגיה. ביניהם גלאי בקרינת X הגדול מסוגו (בעל שטח פנים של 800 סמ"ר ובזווית ראייה של 1.6 מעלות), שנבנה בגרמניה ומצלמת קרני-X מברייטניה. ברית המועצות תרמה מלבד מקום בתחנת החלל גם גלאי חלקיקים.

הגלאים החלו לפעול במאי השנה, ואחת המטרות הראשונות היא הסופרנובה SN1987A בענן המגלני הגדול.

כל המערכת מומנה על ידי אגודת מאקס פלאנק (MAX PLANCK SOCIETY) והסכום המוערך של הפרוייקט הוא בסביבות 2 מיליון מארקים גרמנים. **

תרגם ותמצת: שמואל פרלמוטר.

THE GERMAN RESEARCH SERVICE

מחוך:

SPECIAL PRESS REPORTS, VOL. III 6/87.

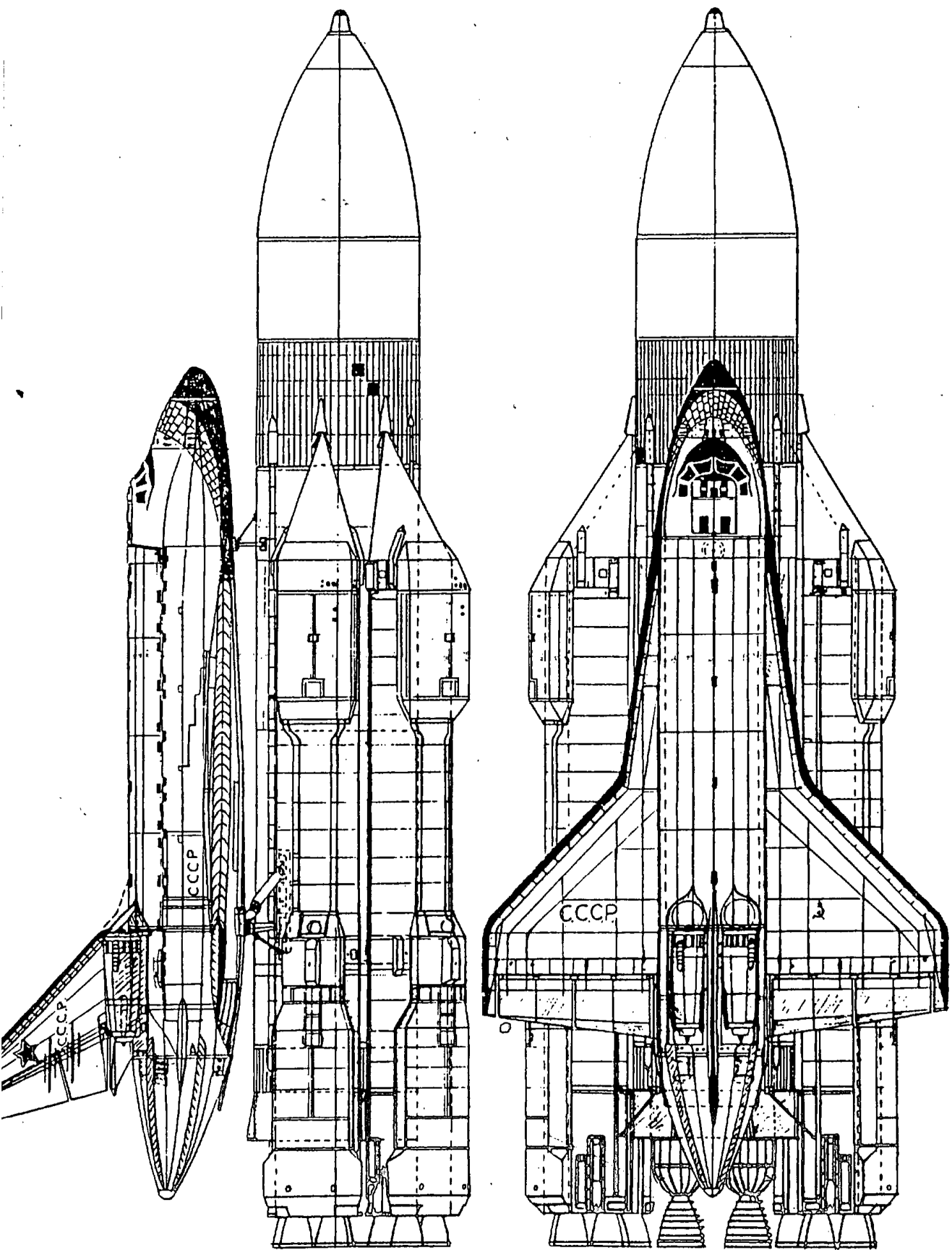
למכירה!

כל סוגי הטלסקופים

במיוחד לחברי האגודה

נמכרים מ-2" ומעלה עד 17½"!!!

טל 793581 או 731727 (בערב)



SOVIET ENERGIA WITH SHUTTLE PAYLOAD SL-X-18 CONFIGURATION