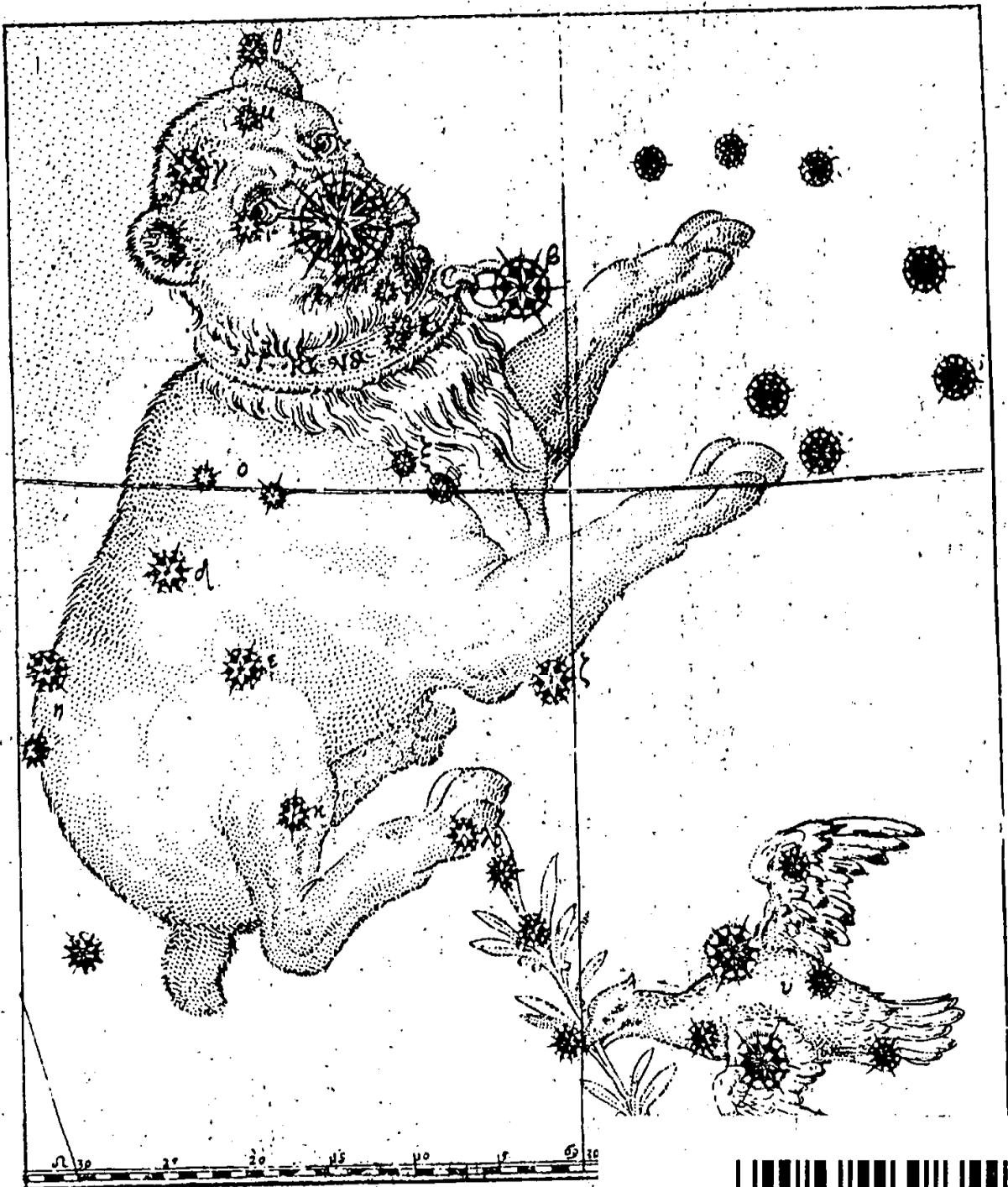


אסטרונומיה
אסטרופיסיקה
חקר החלל

סל

פופמי אויפ



סל סוכבי אור

תשמ"ח טבת-שבט
STARLIGHT

ינואר-פברואר 1988
JANUARY-FEBRUARY 1988

כרך 15, גליון 1
VOL. 15, NO. 1

=====
מוציא לאור: האגודה הישראלית לאסטרונומיה, עמותה מס. 58-004-867-6
מצפה הכוכבים, גן העליה השניה, גבעתיים
העורכים: ענבל חמו, חנוך גרשט, 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
ADDRESS: POB 149, GIVATAYIM 53101
=====

3	משולחן המערכת
4	ברבור X-3 : תחנת כח לקרינה קוסמית?
10	פינת החידה
11	אשור מס הכנסה
12	פינת החובב
20	חורים שחורים
24	הצבע האדום של סיריוס
26	באגודה
27	ערפיליות פלנטריות

בשער הקדמי - קבוצת הכלב הגדול (איור מתוך אטלס באיר 1603).

בשער האחורי - צילום של הצביר הפתוח M46 כפי שצולם במצפה רמון על ידי החבר רוני מועלם ממצפה גבעתיים. (ראה פינת החובב).

משולחן המערכות

קוראים יקרים!

בעקבות קריאתם של העורכים הקבועים, נעניתי גם אני ונטלתי על עצמי את עריכת החוברת הנוכחית. בחוברת זו שבצתי מאמרים בתחום האסטרופיזיקה שהמכנה המשותף שלהם הינו - כוכבים קומפקטיים.

במרכז המאמרים, שבצתי מאמר מקיף בנושא החורים השחורים, נושא שללא ספק היווה מתמיד מקור התעניינות אצל חובבים רבים. אני מקווה שקוראים רבים ימצאו במאמר זה עניין רב.

המאמר על מקור קרינת ה-X בקבוצת ברבור מהווה מעין המשך לנושא הגופים הקומפקטיים, ננסים לבנים, כוכבי ניוטרונים וחורים שחורים, ומציג את הבעייתיות בניתוח תצפיות על מקורות של קרינה אנרגטית בשמיים. גם בפינת החובב, ימצאו הקוראים, במסגרת הסקירה של קבוצת כלב-גדול, סקירה ממצה בנושא הננסים הלבנים המהווים, כמו כוכבי ניוטרונים וחורים שחורים, שלב סופי בחיי כוכבים. מאמר נוסף הינו סקירה על מספר ערפיליות פלנטריות בשמיים. לצד פינת החובב, ימצא הקורא את מאמרו של ד"ר נח ברוש על תעלומת הצבע האדום של סיריוס.

בנוסף למאמרים, הוכנסה פינה חדשה לחוברת, פרי עטו והגותו של חברנו יוסף יהלם, ושמה - פינת החידה. בפינה זו תוצג לקוראים בכל חוברת חידה. נקווה שקוראים רבים ייענו לאתגר וישלחו פתרונות רבים למערכת.

בחוברת זו מתפרסם אישור מטעם שלטונות מס הכנסה המכירים בתרומות לאגודה כהוצאה מוכרת. בקשתנו היא, שכל חבר המכיר גוף או מוסד המעוניין לתרום לאגודה יקשר בין אותו גוף למוסדות האגודה.

כמו כן, מתפרסמות תוצאות הסקר שנערך בין חברי האגודה בקשר לשינויים בתקנון. בצד התוצאות של הסקר, מובאים הפרטים בשינויי התקנון לידיעת החברים.

אחרון אחרון חביב. ביום שני, ה-4 לאפריל, ב' דחיה"מ פסח בשעה 9 בבוקר, יתקיים במצפה הכוכבים בגבעתיים הכנס השנתי של האגודה הישראלית לאסטרונומיה. במרכז הכנס יהיה דיווח על פעילות האגודה בשנה החולפת ובחירת מוסדות האגודה. כמו כן תתקיימה 3 הרצאות להנאת הקהל. פירוט סדר יום של הכנס כולל ההרצאות ושמות המרצים יוכלו הקוראים למצוא בחוזר המצורף לחוברת.

קריאה נעימה ולהתראות בכנס,
יגאל פת - אל.

ברבור X-3 : תחנת כוח לקרינה קוסמית?

DAVID H. SMITH

"מאיפה הם באים?" היא השאלה הנשאלת ע"י הפיזיקאים עוד מתחילת המאה. כיום צצות ועולות מספר תשובות. למעשה, מאז מסעותיו המסוכנים של ויקטור פ. הס בכדור הארץ פורח שקבע בשנים 12-1911 כי מקורם של "קרניים" מסתוריות אלא מחוץ לכדור הארץ, לא הצליחו המדענים להתקדם רבות בהבנת מקורם של חלקיקים אנרגטיים אלה. המהפכה בהבנה החלה לא עם גילוי כלשהוא בשטח פיזיקת הקרינה הקוסמית אלא עם גלויה של קרינת גמא בעלת מחזוריות של 4.8 שעות מכיוון מקור הקרינה ה-X-3 ברבור X-3 לפני שנים מספר. התגלית נעשתה ע"י צופים מברה"מ, ארה"ב, גרמניה המערבית ובריטניה. בשנים שחלפו מאז עלה העניין בעצם זה עקב דיווחים מסעירים, אך ללא אישור, על גילויים של חלקיקי ניוטרינו אנרגטיים אחרים מאיזור ברבור בשמים.

המקור המדויק של קרינת הגמא הזו, בעלת האנרגיה המגיעה ל- 10^{16} א"ו (אלקטרון-וולט), אינו ידוע לנו עקב ההפרדה הזוויתית הנמוכה של הגלאים. למרות זאת, המחזור בין 4.8 השעות זהה למחזור פליטת קרינת ה-X מברבור X-3. למעשה, השוואה בין מחזור פליטת קרינת הגמא למחזור באורך גל אחד ממקור ידוע היא אחד האמצאים הבודדים הידועים לנו לאיתור מקומם של מקורם של מקורות קרינת גמא.

חשיבותן של תצפיות אלה לפיזיקת הקרינה הקוסמית הוסברה ע"י מיכאל הילאס מאונברסיטת לידס, בריטניה, בפגישה של האגוד האסטרונומי האמריקאי (115 - בינואר). חלקיקי קרינה קוסמית בעלי אנרגיות של 10^{20} א"ו ידועים לנו זה זמן רב. אנרגיות אלו גדולות פי מילארד ויותר מאלה שניתן להשיג במאיצי החלקיקים הגדולים ביותר על פני כדור הארץ. למעשה, אנרגיה בסדר גודל זה היא האנרגיה הקינטית ששהיה לכדור טניס לאחר שיופל מגובה ל- 30 רגל לערך. למזלינו, חלקיקים אלה נדירים למדי - לא יותר מתריסר מהם נופלים בשטח שגודלו כמגרש כדורגל במשך שנה אחת!

זמן מה לאחר מכן דיווח טרוור ויקס ממצפה וויפל לקהל הרוורד-סמיתסוניאן לאסטרופיזיקה כי קיימת עדות טובה לכך שעוצמת הקרינה הקוסמית הכוללת נשארה פחות או יותר קבועה במשך 10 מיליוני השנים האחרונות. במילים אחרות "הם לא נוצרו אתמול או בזמן המפץ הגדול", כדברי ויקס. כיוון שמרבית שמרבית הקרניים הקוסמיות הן בעלות מטען חשמלי, הן נתונות להשפעת השדה המגנטי של הגלקסיה שלנו. מכאן, שכיווני ההגעה של הקרניים הקוסמיות מלמדים אותנו מעט מאוד על מקום הווצרם האמיתי.

קרינת גמא וקרניים קוסמיות קשורים קשר הדוק זה בזה. לדברי ויקס "אין כל דרך שבה יוצרו קרני גמא מבלי שיווצרו גם קרניים קוסמיות כלשהן". אם פרוטונים בעלי אנרגיה של 10^{16} א"ו נוצרו מהתנגשויות חלקיקים בסביבות ברבור X-3, כפי שכל הנראה קורה, אזי החלקיקים עצמם חייבים להיות יותר אנרגטיים, אולי בגורם של 10. לכן חייב

להיות מרכיב של קרינה קוסמית בעצמה של 10^{17} א"ו במערכת זו.

חישוביו של הילאס, המבוססים על העצמה של קרינת הגמא שנצפתה, מגלים כי מקור כדוגמת ברבור X-3 הוא כה פורה עד כי "רק עצם אחד כזה נדרש כדי לספק את כל הקרניים הקוסמיות בעלי אנרגיה של 10^{17} א"ו בגלקסיה". כדי להראות את קנה המידה של קרינה זו, נציין רק כי שמי הלילה בהירים בקרניים קוסמיות באותה מידה כמו באור כוכבים.

קרינת ה-X מברבור X-3 נחגלה במהלך שיגור טיל בשנת 1966. מחקרים נוספים גילו עקומת אור אסימטרית בעלת מחזור של 4.8 שעות. למרות שמקור הקרינה נראה גם באורכי הגל של התת-אדום, לא נעשה זיהוי אופטי שלו כיוון שהוא מצוי באיזור מאובק במיוחד של שביל החלב. למעשה, היותו של המקור עצם כפול לא הוכח מעולם בצורה ישירה אלא רק הוסק מעקומת האור הדומה לזו של מקורות - X כפולים אחרים.

מערכת זו הפתיעה את המדענים לראשונה כאשר בספטמבר 1972 נרשמה התפרצות הרדיו למשך ימים אחדים. חודש לאחר מכן נרשמה התפרצות שניה. מאז נרשמו מספר התפרצויות נוספות. למרבה הפלא, ההתפרצויות אלו קרו תמיד בספטמבר או באוקטובר. מרחקו המדויק של ברבור X-3 אינו ידוע אך תצפיות רדיו קבעו כי מרחקו עולה על 40000 שנות אור מאיתנו, באזורים החיצוניים של הגלקסיה.

העדות הראשונה לפעילות רבת האנרגיה באה יחד עם התפרצות הרדיו הראשונה. מרבית קרני הגמא אינם חודרים את אטמוספירת הארץ. תגובתם עם האטמוספירה גורמת למטר של חלקיקים אלה בעזרת גליהם הגדולים על פני כדור הארץ עקב קרינת "סרנקוב" שהם יוצרים. סוג של קרינה נוצר כאשר חלקיקים נעים בתווך במהירות הגדולות ממהירות האור באותו תווך. הבזקים קצרים, אך חזקים, של קרינה זו נקלטו ע"י צופים רוסיים בקרים.

"יחסם של המדענים האחרים היה ספקני ביותר באותה תקופה", לדברי ויקס. אך במשך שש השנים הבאות אספו הרוסים מספיק מידע כדי לזהות את המחזור בן 4.8 השעות ולהוכיח כי קרינת הגמא בת א"ו אכן מגיעה מברבור X-3 עצמו, אך לא כתגלית נוספת.

במידע שנתקבל בקייל ניתן למצוא לא רק נתונים על הכיוון והתיזמון של הקרינה, אלא גם כמה ממאפייניה הפיזיקליים. בפרט, המדענים הגרמניים מדדו את כמות המיאונים. אפשרות אחרת היא כי איננו מבינים כהלכה את מנגנון יצירת החלקיקים השינוניים באטמוספירה העליונה. ייתכן אף כי הפליטה אדירת האנרגיה מהעצם אינה של קרינת גמא אלא דל סוג אחר של חלקיקים חסרי מטען.

כיצד מייצר ברבור X-3 את החלקיקים בעלי האנרגיות הגבוהות? בהנחה שמערכת זו מצויה במרחק המינימלי התואם את תצפיות הרדיו, אזי עצמת קרינת הגמא עולה אלפי מונים על פליטת האנרגיה הכוללת מהשמש. עצמת הקרינה ה-X הנפלטת מהעצם אף יותר. הערכות על זוהרו הכולל של ברבור X-3 מרמזות משהו על מקור האנרגיה היחיד הקיים בקנה מידה שכזה.

זוהר זה קרוב מאוד ל"גבול אדינגטון"-הפליטה המקסימלית האפשרית של אנרגיה כתוצאה מנפילת חומר על-כוכב ניוטרונים ממוצע. אם המערכת היתה בהירה יותר, לחץ הקרינה היה גובר על כוח הכבידה וגורם לחומר להתרחק מפני הכוכב במקום ליפול עליו.

בהסתמכו על רעיון זה הציע גו'נתן גרי נדל כי ברבור X-3 דומה לעצם הידוע SS 433 בו שני סילוני חומר נפלטים מגוף דחוס ודיסקת הספיחה הצמודה לו. כדי לתמוך בהצעה זו ציין גרינדלי כי קיימת עדות רדיו לקיומם של סילונים כאלה סביב ברבור X-3.

מודל שונה לגמרי, המבוסס על ספיחה, הוצע ע"י גנש צ'נוגן מאונברסיטת לואיזיאנה וקנת ברכר מאונברסיטת בוסטון. הם מאמינים כי ברבור X-3 הוא דינמו ענק המפיק כ- 10^{17} וולט. אנרגיה פוטנציאלית זו מושרה ברחבי דיסקת הספיחה בעת סיבובה בשדה המגנטי של כוכב ניוטרונים. הכוחות החשמליים והמגנטיים מספיקים להאצת חלקיקים לאנרגיות המסוגלות להסביר את פעולת קרינת הגמא.

תסריט אחר פותח ע"י דויד אייכלר מאונברסיטת מרילנד ותומס ווסטרנרד מאונברסיטת ניו-המפשייר. הם חוזרים כי קרינת הגמא נובעת מהאטמוספירה החיצונית של כוכב שכן המופגז ע"י חלקיקים המואצים בסביבתו של פולסר. למרות שלא נקלטו כל פעימות רדיו, מראים החישובים כי על מנת לשמור על שטף קרינת הגמא בעוצמה שנצפתה, על הפולסר התיאורטי לפלוט אנרגיה הגדולה פי מיליון ויותר מזו של השמש. על מנת לעשות זאת, עליו להסתובב סביב צירו 100 עד 1000 פעמים בכל שניה.

צ'נוגן וברכר מציינים כי קיימות עדויות לפליטת קרינת גמא ממערכות כפולות נוספות כדוגמת הרקולס X-1, מפרש X-1 ומקור X-4 בענן הגדול



של מגלן. המודל של אייכלר ווסרנד מחייב את קיומו של פולסר מהיר במערכות אלה, אך אין הדבר כך. הרקולס X-1, לדוגמא, פועם אחת ל-1.24 שניות. פרק זמן איטי בהרבה מכדי שיוכל להסביר את שטף קרינת הגמא שלו.

למודל הדינמו יש את המכשלות שלו. פעולתו הטובה ביותר תזתכן כאשר לכוךב הניטרונים יהיה שדה מגנטי חלש יחסית. הסיבה היא ששדה חזק הורס את קצותיה הפנימיים של דיסקת הספיחה ובכך מקטין את האיזור עליו יפעל השדה החשמלי. כתוצאה מכך קטן המתח הנוצר ועמו קטנה היכולת להאיץ חלקיקים.

בפגישה של AAS דיווח ג'יימס ס.לינג על העבודה שביצע עם עמיתיו במעבדות ההינע הסילוני - נתוח הנתונים שנתקבלו מלווין האנרגיות הגבוהות השלישי. ניתוח המידע גילה את קיומו של קו ספקטרלי באורך גל של 0.15 אנגסטרם, (המתאים ל-85 000 א"ו), אותו זיהה כ"קרינת ציקלוטרון" בספקטרום של ברבור X-3. סוג זה של קרינה נפלט כאשר אלקטרונים לא יחסותיים נעים סביב קו כח מגנטיים. ממידע זה הם חישבו את עצמת השדה, וראו שגודלה כמיליארד טסלה (פי 10^{13} יותר מזה של כדור הארץ), וזאת, פי 100,000 מזו שהוצעה במודל הדינמו. ההפרדה הזוויתית של מכשירי הלווין היתה גרועה ביותר - כ-30 מעלות - כך שהחוקרים מיהרו לציין כי "הזיהוי של ברבור X-3 כמקור הקרינה הוא ניסיוני בלבד".

זו היתה התמונה המעורפלת של ברבור X-3 שראו האסטרונומים עד סוף פברואר שנה זו, כאשר מוקד המחקר הוסט מזה של האסטרונומים וחוקרי הקרינה הקוסמית אל עולמם הנסתר של פיזיקאי החלקיקים האלמנטריים. ההתחלה היתה עם הגילוי ומאוחר יותר הפירסום בניו-יורק טיימס כי נתגלו חלקיקי ניוטרינו מברבור X-3 ע"י מדענים העובדים במכרה מלח המצוי בעומק של יותר מ-1500 רגל מתחת לאגם אירי. עד לזמן פרסום המאמר לא פרסמו החוקרים כל תוצאה רשמית ממחקרם, כך שקשה למדי לנתח נתונים גלמיים.

גלאי הקרינה IMB, שהוקם במשותף ע"י אוניברסיטת קליפורניה והמעבדות הלאומיות בברוקהייבן, נבנה כדי למצוא עקבות לדעיכת פרוטונים שנחותה ע"י מדעני החלקיקים. הוא בנוי ממערך בן 2048 שופרות אור השקועות במיכל בן 10000 טון מים. דעיכת פרוטון (או מעבר חלקיקים אנרגטיים במיכל) גורמת לפעימה של קרינת סרנקוב.

חלקיקי ניוטרינו, הנוצרים ככל הנראה בעת התנגשויות החלקיקים היוצרות את קרינת הגמא, מגיבים רק חלקית עם חומר ואין אפשרות לגלותם בדרך הישירה. עם זאת, לעיתים עשוי חלקיק ניוטרינו לפגוע באחד מאטומי המים ולפלוט מיאון שייקלט ע"י הגלאי.

המידע המועט שנתקבל מראה כי החוקרים הגבילו את תשומת הלב שלהם למידע המתקבל רק כאשר ברבור X-3 היה מתחת לאופק או פחות מ-10 מעלות מעל האופק. מגבלה זו הושמה כדי לוודא שהחלקיקים ייאלצו לעבור שכבות עבות במיוחד של סלע לפני שיגיעו לגלאי. בדרך זו, לא

יגיעו לגלאי חלקיקים נוספים, פרט לחלקיקי הניוטרינו. המידע שלהם מראה בבירור על מחזור בין 4.8 שעות. כלומר, חלקיקי הניוטרינו אכן הגיעו מברבור X-3. עם זאת, לא נתקבל כל אישור למידע זה ממחקריהם של קבוצות אחרות.

שבועות מספר לאחר שדווח על תוצאות אלה החלו להתפשט שמועות על זיהוי פליטה מכיוון ברבור X-3 במחקר נוסף על דעיכת פרוטונים. ב-14 במרץ דיווח חתן פרס נובל שלדון כי זהה את מקור השמועות בניסוי סודן-1 המבוצע ע"י מרוין מרשק ועמיתיו מאוניברסיטת מינסוטה.

מרשק אישר כי גלאי הבטון והברזל שלו המוקם ב-1950 רגל מתחת לסודן שבמינסוטה רשם 80, עם סטיה אפשרית של 20, מיאונים מברבור X-3 בפרקי זמן התואמים את המחזור בין 4.8 השעות. קצב זה מתאים לשטף קרינת הגמא בת 10^{12} א"ו. גם חלקיקי ניוטרינו וגם מיאונים יכולים להגיע אל הגלאי אך רק האחרונים יכולים להירשם בו במחזוריות כלשהיא.

המדענים ממינסוטה אינם טוענים כי ברבור X-3 הוא מקור מיאונים כיוון שחלקיקים אלו אינם יציבים ומתקיימים שביר שניות בלבד. "אלקטרונים כבדים" אלו נוצרו עקב פגיעתם של חלקיקים בלתי ידועים באטמוספירה או בשכבות הסלע מעל המכשירים.

לדברי מרשק, הבעיה היחידה כעת היא, לזהות את החלקיקים המקוריים. הוא הסביר כי לגלאי סודן-1 יש הפרדה זוויתית של כמעלת קשת אחת המאפשרת עקיבה אחר ברבור X-3 בתנועתו על פני השמיים. תצפיות מסוג זה הראו שכמות המיאונים השתנו במשך היממה והגיעה למקסימום כאשר ברבור X-3 היה במרחקו הגדול ביותר מהאופק וירדה בהתמדה עם קיטון המרחק.

שינויים אופייניים אלו מעלים מיידית את ההנחה כי המיאונים לא נוצרו על ידי ניוטרינו בסלעים המקיפים את הגלאי. אם חלקיקי ניוטרינו היו המקור, אזי שטף הניוטרינו היה רציף עקב כושר החזירה האדיר של הניוטרינו. מרשק מאמין שגם החוקרים האחרים לא גילו חלקיקי ניוטרינו אך "כיוון שהם זרקו 90 אחוז מהמידע שלהם" בהתייחסותם רק למקרים בהם ברבור X-3 היה מתחת לאופק, הם לא יכלו לזהות את השפעת זווית הגובה.

ניוטרונים אינם יכולים להיות החלקיקים המקוריים, כיוון שטווח חייהם קצר מכדי שיוכלו לעבור מרחקים בין כוכביים. ניתן לפסול גם את כל סוגי החלקיקים הטעונים כיוון שמסלולם יוסט במידה ניכרת על ידי השדה המגנטי הגלאקטי. גם קרינת גמא אינה מקור הגיוני, כיוון שאינה יוצרת מיאונים במידה מספקת.

מכאן, שאנו נותרים עם מסקנות דומות לאלו שנתקבלו בקייל - או שהניסוי אינו מוצלח, או שאיננו מבינים כהלכה את תגובותיהם של קרני הגמא בעלי 10^{12} א"ו, או שאנו צופים במשהו חדש. כדי לבחור בין אפשרויות אלה, מתכננת קבוצת מינסוטה גלאי קרינה

קוסמית רגיל שיוצב על פני הקרקע, מעל הגלאי הקיים. בדרך זו הם מקווים להוכיח כי הארועים החריגים שנרשמו מתחת לפני הקרקע קרו עקב קרינה קוסמית כדוגמת זו שזוהתה על ידי הקבוצות מגרמניה ובריטניה. המידע המתקבל מגלאי חלקיקים תת-קרקעיים נוספים ברחבי העולם נסרק כדי למצוא עדויות נוספות לפליטה מברבור X-3.

ומה דעתם של האסטרונומים ופיזיקאי הגרעין בנושא? ברכר: "התוצאות שנתקבלו ב-IMB עולות בקנה מידה אחד עם מודל הדינמו, אך אין אנו יודעים מספיק על התוצאות כדי להגיב עליהן". הוא פרט כי המודל שלו יכול להסביר פליטת 100 חלקיקי נייטרינו בעת יצירת 10-12 א"ו של קרינת גמא.

בתחילת המאה ובאמצעיתה היוו התצפיות על הקרניים הקוסמיות מקור ראשון לחקר התנגשויות חלקיקים רבי אנרגיה. למעשה, מיואונים וחלקיקים רבים אחרים נתגלו לראשונה בקרניים הקוסמיות. למרות זאת, התפתחות המאיצים גרמה לירידת מעמדה של פיזיקת הקרינה הקוסמית, ייתכן שתוצאות אלו יהפכו שוב את היוצרות אך ייתכן גם כי הן מהוות רק סערה בכוס תה.

מתוך: SKY AND TELESCOPE, JUNE 1985

למכירה

לראשונה בארץ לוח שנה אסטרונומי (לוח קיר במתכונת של דף לחודש ובו משבצת ליום), ובו מובאים מועדי הזריחה והשקיעה של השמש והירח, אזימוט הזריחה והשקיעה של השמש, והאחוז המואר של פני הירח בעת הזריחה והשקיעה.

הלוח מחושב ומודפס אישית עבור כל צופה לנקודת התצפית האישית שלו. ראה דוגמה מחושבת ל- 7/2/88 עבור כפר-סבא.

הלוח מדויק מאוד וקרוב בדיוקו ל- ASTRONOMICAL ALMANACH. נא לשלוח שם הישוב או קואורדינטות גיאוגרפיות מדויקות, בלוויית 1.75 ש"ח לחודש או 14 ש"ח עבור שנה קלנדרית שלמה ל-

אילן מנוליס
ת.ד. 590
כפר-סבא 44104

Sunrise: 6:32 109

Sunset: 17:17 252

Moonset: 7:55 95%

Moonrise: 19:40 93%

פינת החידה

חברים יקרים!

לפני מספר שנים ארע דבר נדיר: מצפה הכוכבים אשר במצפה רמון, הזמין את חברי האגודה לליל תצפית; כמובן שהיה זה ליל ירח מלא אך מי שם לב לקטנות כאלו, כאשר החוויה היא הצצה בטלסקופ בן 40 אינש?

לאחר נסיעה ארוכה ומייגעת באוטובוס הגענו לפנות ערב למצפה כדי לגלות, שעננות כבדה מכסה את האיזור, אין רואים כוכבים ואף לא את הירח המלא.

כל הלילה המתנו ערים וזאת משלוש סיבות טובות: ראשית, באנו לצפות ולא לישון, שנית, המתנו בדריכות לאפשרות שהעננות תתפזר ושלישית - כל מי שהיה במצפה יודע שמקום לישון אין בו, במקרה הטוב תוכל לתפוס פיסת רצפה קרה וקשה, שעליה תוכל להניח את... ישבנך (סליחה) ולהסתפק בישיבה בלבד.

בין המבקרים באותו לילה היתה חבורת נערים שסיימו זה עתה את לימודיהם התיכוניים. בלית ברירה כמעט, העברנו - הם ואני את אותו הלילה במרתון של חידות. אחד מאותה חבורה היה העורך הנוכחי של "כל כוכבי אור" - חנוך גרשט, שהציע לי לערוך מדור של חידת החודש בבטאוננו (אולי בהמשך לאותו מרתון).

נעניתי להזמנה ברצון, ואני מתכבד בזאת לפתוח את המדור שיציג חידות - לאו דוקא אסטרונומיות, אלא בעיקר פיזיקליות, מתמטיות ולוגיות, שהרי פיזיקה, מתמטיקה ולוגיקה הינם נושאים שכדאי לו לאסטרונום החובב שיפתחם ככל האפשר.

בין הפותרים יוגרל פרס ואולי פרסים, שיהיו בדרך כלל ספרים והפתרון עם שם או שמות הזוכים יפורסמו בחוברת 3/1988.

חידת הפרסומת המעופפת

נוכח המאזנים החיוביים בשנים האחרונות, צברה קופת האגודה הישראלית לאסטרונומיה הון עתק והועד החליט בישיבתו שלפני האחרונה לצאת אל הציבור הרחב בארץ ובעולם במבצע פרסומת אדיר לפי התוכנית הבאה: האגודה תשכור צי של מטוסי ג'מבו, ששם האגודה וסמלה (נח! מה עם הסמל?) יצוירו על גחונם, וצי זה יקיף במסע ראווה את כדור הארץ - מנמל התעופה בן גוריון לנמל התעופה בן גוריון.

בשצף קצף נרתמו החברים לנושא, רצו אצו לבדוק את האפשרויות ולתאם תיאומים כדי שהמבצע הענק יצא לפועל מוקדם ככל האפשר. לא עבר זמן רב, והתברר שעתיד המבצע מוטל על כף המאזניים. התברר שאגודות האסטרונומים בכל העולם לא ראו את המבצע בעין יפה, גייסו את אנשיהם והצליחו לשכנע את נמלי התעופה בעולם לא לאפשר לאף אחד ממטוסי הצי

המושכר לנחות בהם. (גם לא לצורך תדלוק בלבד) למעט, כמובן, נמל התעופה בן גוריון.

ועד האגודה התכנס בבהילות, ישב על המדוכה שבעה ימים ושבעה לילות, והחליט בישיבתו האחרונה כדלקמן: רק מטוס ג'מבו אחד יקיף את כדור הארץ ללא נחיתות ביניים, אולם כיוון שמיכלי הדלק של מספיקים בדיוק לחצי הקפה, ישכרו עוד מספר מטוסי ג'מבו שיעזרו למטוס המקיף באמצעות תדלוקו באויר לבצע את ההקפה.

עתה נכנס לתמונה גזבר האגודה, ותבע לשכור את המספר המינימלי של מטוסי ג'מבו הדרושים לצורך המבצע.

אי לכך, אני פונה בזאת לחברים, בשם הוועד, לחשב מהו המספר המינימלי של מטוסים הדרוש למבצע, ואיך לבצע את טיסת הפרסומת בעזרת צי זה של מטוסים.

תשובות יש לשלוח לכתובת האגודה - ת.ד. 149 גבעתיים בציון - חידת החודש.

בהצלחה

יוסף יהלום.

מדינת ישראל



נציבות מס הכנסה וחס רכוש
ת.ד. 1170 ירושלים 91 010

תאריך: 17 דצמבר 1987
מס' חדש: 55004867
מספר: 4509220
מלכ: 87123293

בשקלים חדשים

לכבוד:
האגודה הישראלית לאסטרונומיה
ת.ד. 149
גבעתיים

הנדון: אשר מוסד צבורי לענין תרומות האגודה הישראלית לאסטרונומיה.

הריני להודיע כי שר האוצר ביאשר ועדת הכספים של הכנסת, אישר את המוסד לענין תרומות לפי סעיף 46 למקורות מס הכנסה (הסעיף החדש כפי שתוקן בשנת 1984 בחוק מס' 65).

בהתאם לכך, התרומות למוסד יוכרו לחורם לפי האמור בסעיף זה.

אשר זה כפוף לתנאים הבאים:

1. על המוסד להודיע לי ולקבל הסכמתי על כל שינוי שיחול במסגרתו ו/או בתקנותיו.
2. על המוסד להמציא לי מדי שנה בשנה דו"ח כספי הכולל מאזן וחשבון הכנסות והוצאות מבוקרים ומאושרים ע"י רואה חשבון ורשימה שנחית של כל ניירות הערך חרשומים בשמו ו/או תוצויים כחזקתו (הכוללת את סוגי חנייה, מספרו הטידורי, שיעור הריבית ו/או הריבית דנדר).
3. אשר זה בחוקי משנת המס 1987... ועד לבטלו.

לתשומת לב

- א. אשר זה מהווה הכרה לצורך מס הכנסה לענין תרומות בלבד.
- ב. באשר רשאי להשתמש רק המוסד המצויין לעיל ואשר הקבלה נושאת את שמו.
- ג. יש לציין בקבלה את מספר האשר.

יוסף יהלום

בשם סגן נציב מס הכנסה

ראה המשך, סעיף 46 לאישור הנ"ל, צעמוד 30.

פינת החובב

יגאל פת-אל

כהקדמה לקבוצת החודש, ברצוני לספר ספור קצר. בסביבות חודש אוקטובר שנה שעברה, 1987, התפרסמו בעיתונים דיווחים רבים במיוחד על ביקורי עב"מים בישראל, גל דיווחים שהחל בעב"ם ש"נראה" בחיפה ועב"מים שנצפו בבני ברק. מאחר והעב"ם החיפאי זוהה כעצם שהגיע מכוכל הלכת נוגה על ידי היועצת למשטרת חיפה לעניני עבמ"ים (כך בפירוש כתוב בעיתון!), לא נערער אנו, ההדיוטות, על קביעה מקצועית זו, ולכן נשארה פתוחה ועומדת השאלה, מה מקורו של העב"ם מבני ברק? האם נוסעיו הם קרובי העב"ם החיפאי או שמא אנו חוזים בדרמה נוסח מלחמת הכוכבים ממש בשמי ארצנו?

ערב אחד מצלצל הטלפון בביתי, ומעברו השני של הקו נשמע קולו הנרגש של בחור שזיהה את עצמו כ"זה שראה את העב"ם מבני ברק". לאחר שתיארתי לפניו את כל תופעות הטבע הגורמות לאנשים לחשוב שראו עב"ם, לא הצלחתי לשכנעו ולפיכך קבעתי עמו פגישה במצפה גבעתיים. גם במצפה, לא הועילו הסברינו שיכול להיות זה כוכב צדק (המקום בשמיים לא התאים) ואף לא סיריוס, שאותה תקופה זרח מאוחר בלילה. הבחור, א. התעקש שהוא "יודע איך נראה כוכב". ב. טען שלעב"ם היה אור שזרח בצבעים על טבעיים שקשה לתארם. ג. שוטרים שנכחו במקום הסכימו שזה עב"ם. מיותר לציין שהטיעון האחרון הכריע את הכף, והבחור חזר לביתו בלי שנידע מהו אותו עב"ם.

למחרת, בשעת ערב מאוחרת, מצלצל הטלפון שוב. אם לא נחשתם, על הקו היה צופה העבמ"ים הנלהב, שהפציר בי לצאת ולראות את העב"ם המפזז באופק הדרום מערבי. מאחר ויציאה מהמטה החמה למרפסת עלולה, חלילה, לגרום להתקררות ושאר דברים שנואים, שאלתי, אם מעל העב"ם מצויה שורה של שלושה עבמ"ים. לאחר המתנה קצרה הודיע לי הצופה הנלהב שאכן כך הדבר. אחס יכולים לתאר את מפח הנפש של אותו בחור כשנודע לו שאותה ארמדה של 4 עבמ"ים אינה, בסך הכל, סיריוס, הזכור לטוב ושלוש כוכבי החגורה של אוריון...

הקדמה קצרה זו מביאה אותנו אל קבוצת החודש, קבוצת הכלב הגדול, המפורסמת בעיקר לכוכב הראשי בקבוצה - סיריוס, או בשמו העברי - אברק. כוכב זה הוא הכוכב הבהיר ביותר בין כוכבי השבת ובהירותו יוצאת דופן בין כל הכוכבים בשמים. הוא בהיר כמעט פי 2 מהכוכב השני בבהירותו בשמיים - קאנופוס שבקבוצת קארינה ונופל בבהירותו רק מכוכבי הלכת נוגה וצדק ולעיתים גם מאדים וכוכב חמה. בגלל היותו של סיריוס עצם נקודתי בשמיים, שלא ככוכבי הלכת המהווים דיסקה קטנה, מושפע אורו של סיריוס מהאטמוספירה. הוסיפו לזה את נטייתו השלילית

של סיריוס, וכתוצאה מכך את גובהו הנמוך מעל האופק. אורו של סיריוס נשבר באטמוספירה ומתקבל אפקט של כוכב המנצנץ בשלל צבעי הקשת. מחזה זה של הכוכב המנצנץ בשלל צבעים מרהיב ביופיו.

מקור השם סיריוס אינו ברור. ביוונית מציינת המילה - זוהר או נוצץ. בשפות קדומות באגן הים התיכון, השם 'סיריה' משמש כמכנה משותף לכינויו של אל השמש, כינוי שמקורו, כנראה, בשפת הסנסקריט. מוזר הדבר, שבכל המיתולוגיות, יש קשר בין סיריוס לכלב כלשהוא. הבלים והאשורים תארוהו ככוכב הכלב וכן גם הסינים קראו לו הזאב. העברים כינו אותו בשמו המצרי - סיהור והפיניקים קראו לו - הנובח (ממש כך, הפיניקים השתמשו במילה "נובח" שגם אנו משתמשים בה, מאחר ופיניקית ועברית גזורות מאותו מקור).

לסיריוס היתה השפעה רבה על המצרים הקדמונים, ומנין ימות השנה החל בסביבות הראשון ביולי, כאשר סיריוס נראה זורח ממש לפני זריחת השמש, ומבשר, על ידי כך, על גאות הנילוס, עורק החיים של מצרים.

ישנו מסתורין מסוים הקשור בצבעו של סיריוס. סיריוס הינו כוכב לבן מטיפוס A1 V הנמצא 8.7 שנות אור בלבד ממערכת השמש, הווה אומר, הכוכב החמישי נקרוב לשמש. ישנן מספר עדויות מוזרות, המצביעות על כך שצבעו של סיריוס בעבר היה אדום. בין העדויות יש כאלו המתארות את סיריוס כבעל גוון של אש, נחושת וסתם גוון אדום. (ראה גם מאמר מאת נח ברוש בחוברת זו).

כיום, אין שום הסבר לתופעת שינוי הצבע של סיריוס, משום שאין שום דרך באבולוציה של כוכב סדרה ראשית כסיריוס, שתשנה את צבעו מאדום ללבן בפרק של אלפי שנים ספורות בלבד. בהירותו של סיריוס 1.46- היא, כאמור, הבהירות הגבוהה ביותר לכוכב שבת. מסתו של סיריוס הינה 2.4 מסות שמש וקוטרו כשני קוטרי שמש בלבד.

סיריוס הינו כוכב כפול, אחד המעניינים בהשמיים. כבר באמצע המאה הקודמת, בשנת 1844 נמצא, שתנועתו של סיריוס בחלל מופרעת מנוכחות גוף המקיף איתו כל 50 שנה. בשנת 1862, ע"י בדיקה שגרתית של עדשה בת 18.5" במצפה דורבון באילינויס, ארה"ב, נתגלה הכוכב המלווה של סיריוס, המכונה סיריוס ב. בהירותו 8.49 וחושב זמן מחזור של 50.09 שנים כשהמרחק הזוויתי משתנה בין 3 ל- 11.5 שניות קשת. בשנת 1975, בהיותי עדיין טרי במצפה גבעתיים, צפינו, אנריקו ברנשטיין, דודו עמיר ואנוכי בסיריוס ומלווהו, בעזרת הטלסקופ השובר F/15 "6. אני ראיתי את סיריוס ב. בוודאות, וכן גם שני החברים הנוספים. יש לציין, שהמרחק הזוויתי בין שני בני הזוג היה באותה שנה מקסימלי. מאז לא הצלחתי לראותו. כיום עומד המרחק בין בני הזוג על 6 שניות קשת בלבד, ואורו העצום של סיריוס אינו מאפשר להחין בבשכנו החיוור.

לאחר שחושבו נתוני המסלול, וחושבה בהירותו האמיתית של סיריוס ב, נמצא שאורו חיוור 400 מונים מהשמש! מאחר ומרחקו ידוע, חשבו שהסיבה היא טמפרטורה אפקטיבית נמוכה של הכוכב. (טמפרטורה אפקטיבית היא הטמפרטורה הנמדדת על פני הכוכב ומחושבת מניתוח הספקטרום של

(הכוכב). מאחר שאורו הרב של סיריוס הפריע לביצוע מדידה ספקטרלית של סיריוס ב, לא ניתן היה לחשב את טמפרטורת השטח של סיריוס ב. רק בשנת 1915 בעזרת הטלסקופ החדש אז, במצפה ווילסון בארה"ב, נמצא שהכוכב הוא מטיפוס ספקטרלי הקרוב ל-A, הווה אומר, טמפרטורה של 8500 מעלות קלווין לפחות.

משנודעה הטמפרטורה האפקטיבית של סיריוס ב, עמדה בעייה רצינית בפני החוקרים: הבהירות הנמוכה של סיריוס ב, עמדה בסתירה לטמפרטורה הגבוהה של פניו (כאן המקום להסביר, שעל פי חוקי הקרינה של "גוף שחור", ככל שטמפרטורת הגוף גבוהה יותר, סך הקרינה המתקבלת מפני הגוף גבוהה יותר. מאחר ומעטפות כוכבים מתנהגות בקירוב לגופים שחורים, חל חוק זה גם עליהם). הפתרון היחיד היה, ששטחו של סיריוס ב, קטן משטחו של סיריוס בדיוק ביחס בהפרשי הבהירות, מאחר ושניהם בעלי אותו דרג ספקטרלי, דהיינו, אותה טמפרטורה אפקטיבית. חישוב קל מראה, שקוטרו של סיריוס ב. הוא מעט יותר מ-25,000 ק"מ בלבד, ומאחר ומסתו, כפי שחושבה מנתוני המסלול סביב סיריוס, היא כמסת שמש אחת, מתקבלת צפיפות של מחצית הטון לסנטימטר מעוקב!

נשאלת השאלה, מהי מהות החומר הנמצא בצפיפות איומה כזו? בשנות ה-30 כתב המתמטיקאי ההודי המבריק - צ'נדרסקאר, ספר על מבנה כוכבים. צ'נדרסקאר מצא שכוכבים בסוף חייהם, דהיינו, כשחומר הדלק - המימן - במרכזם אוזל, ולפיכך אין בידם להפיק אנרגיה שתתנגד לכח הכובד העצמי של הכוכב, קורסים ומתמוטטים. הקריסה של הכוכב נעצרת רק כאשר האלקטרונים מגיעים למצב בו הם צפופים במידה כזו, שלא ניתן לדחוס יותר מאחר וכל המצבים בהם האלקטרונים מסוגלים להימצא "תפוסים" (הכוונה במונח "מצבים" היא למצב הקוונטי של האלקטרון כגון - ספין. שני אלקטרונים סביב גרעין האטום אינם יכולים להיות באותו מצב קוונטי. מסיבה זו קיימות הקליפות של האלקטרונים סביב הגרעין של האטום וסידור היסודות הכימיים על פי הטבלה המחזורית). כאשר האלקטרונים הם במצב שכל המצבים הקוונטיים תפוסים, נוהגים לאמר שהם במצב "מנוון", והכוחות בין האלקטרונים המונעים דחיסה נוספת נקראים - "לחץ ניוון".

צ'נדרסקאר מצא, שהמסה המקסימלית אותה מצליח לחץ הניוון של האלקטרונים לשמור בשיווי משקל ללא התמוטטות נוספת של הכוכב הוא כ-1.4 מסות שמש. מסה גבולית זו נקראית - "גבול צ'נדרסקאר". ליבת כוכב מעבר למסה זו מתמוטטת עד שלחץ ניוון של הניוטרונים נכנס לפעולה. במצב זה הניוטרונים מנוונים וצפיפות הכוכב מגיעה למיליארד טונות לסנטימטר מעוקב! במצב זה הכוכב הוא כוכב ניוטרונים וקוטרו יהיה כ-15 ק"מ בלבד. אך גם לחץ הניוטרונים אינו מסוגל לעצור בכל מסה מלקרוס. מעבר ל-3 מסות שמש דבר לא עוצר מגרעין הכוכב לקרוס והוא הופך להיות חור שחור. (ראה מאמר על חורים שחורים בחוברת זו).

כעת, אנו יודעים את סודו הגדול של סיריוס ב. הכוכב הננס והצפוף הזה הוא שלב אחרון בחייו של כוכב קל. זהו שלב הננס הלבן. ננס - על שום קוטרו הקטן, כ-20,000 ק"מ. אך אנו נראה בהמשך שננסים לבנים אינם בהכרח בעלי צבע לבן. השלב הקודם לננס הלבן הוא שלב הענק

האדום. הגרעין בתוך הענק האדום הוא למעשה גרעין במצב מנוון למחצה. כשכלים חומרי הדלק בגרעין זה, בדרך כלל ההליום, קופאת המעטפת של הענק האדום ומתרחקת ממנו, כאשר היא מוארת על ידי הקרניים האולטרה סגוליות הבאות מפני הכוכב הלוהטים, שטמפרטורתם האפקטיבית עשויה להגיע ל-150,000 מעלות. שלב זה הוא שלב הערפילית הפלנטרית והוא נמשך כמה עשרות אלפי שנים בלבד, פרק קצר בחיי כוכב. משנמוגה מעטפת הכוכב בחלל, נותר הגרעין החשוף לבדו, זהו הננס הלבן. למעשה, זהו סוף הדרך של הכוכב. הכוכב מתקרר לאיטו, כאשר החום עוזב את הכוכב בתהליך ההולכה החשמלית, בו ממלאים האלקטרונים המנוונים תפקיד נכבד. התקררות בצורה זו עשויה להימשך מיליארדי שנים, ממש כמשך חיי הכוכב. בהתקררותו עובר הכוכב מננס לבן למצב שבו צבעו הופך צהוב, כתום, אדום ולבסוף כבה ונעלם מבימת האסטרונומיה.

אין ספק, ששלב זה בחיי הכוכב היא שלב מעניין ביותר. ננסים לבנים אחראים לתופעות מעניינות כגון, נובות, כוכבים מתפרצים כוכבים סימביוטיים ועוד, תופעות אשר אקדיש להם מקום בחוברות הבאות.

הסיווגים הספקטרליים של ננסים לבנים שונים מעט מהסיווגים המוכרים לנו. ננס לבן מורכב בעיקר מפחמן, שהוא תוצא הבעירה העיקרי של ההליום הבוהר בליבות הענקים האדומים. כמו כן מצוי גם מעט חמצן. נקודה מעניינת היא, שהמבנה הגבישי של פחמן בלחץ העצום ובטמפרטורה הגבוהה השוררת בננס לבן יוצר כוכב הבנוי למעשה כיהלום ענק! למעשה, רוב הכוכב הוא גביש ענק המוקף שכבה דקה של חומר לא מנוון, בעובי של כ-100 ק"מ. מעל שכבה זו יש שכבה דקה של עשרות מטרים המהווה את אטמוספירת הכוכב. שתי שכבות אלו מכילות הליום ומימן, והשכבה העליונה אחראית לספקטרום של הכוכב.

ננסים לבנים רבים אינם מראים קוים ספקטרליים כלל, אלא מציגים ספקטרום רציף. הללו מסווגים כ-DC. ננסים לבנים חמים, עשויים להציג קוים של הליום. הללו מסווגים כ-DB, כאשר הטמפרטורה האפקטיבית שלהם מקבילה פחות או יותר לסוג הספקטרלי B. ננסים קרים יותר, המקבילים לסוג A בכוכבים רגילים, יכוננו DA. הקוים השולטים יהיו קוים של מימן. בסוג DF המקביל לסוג F בכוכבים רגילים מבחינים בקווי סידן והתמעטות המימן. בסוג המאוחר DG נעלם המימן ומובחן ברזל. ישנם ננסים לבנים, מועטים יותר, מהסוגים DK ו-DM. ננסים לבנים אלו צבעם אדום. יש ננסים לבנים מסוימים המציגים קוים של מולקולות פחמן ופחמן.

יש לציין, שמדידת ספקטרום של ננסים לבנים, בעיקר מטיפוסים מאוחרים כגון DK או DM וטיפוסים מוקדמים מטיפוס DO מתבצעת בשיטה פוטומטרית בעזרת פילטרים (U-B-V SYSTEM), ולפיכך, מוערך הספקטרום על ידי הטמפרטורה האפקטיבית של האובייקט המתקבלת בעזרת המדידה הפוטומטרית ולא על ידי מדידה ספקטרוסקופית. חשוב לזכור, שמדידה ספקטרוסקופית של ננסים לבנים מלווה בקשיים: חומר המנוון למחצה אינו מציג קוים ספקטרליים המוכרים. גם כשהחומר אינו מנוון, הוא מצוי בלחץ עצום. גם תופעות של הסחת קוים ספקטרליים לאדום עקב השפעות כבידה נצפתה בננסים לבנים, עקב הצפיפות הרבה השוררת בהם.

האובייקט הראשון בקבוצה יהיה הצביר הפתוח M41. למציאתו ננוע 4 מעלות דרומית לסיריוס. הצביר הוא צביר עשיר המשתרע על קוטר של 38 דק. ומונה 80 כוכבים החל מבהירות 7. הכוכבים הבהירים של הצביר, (7 כוכבים בהירים מבהירות 8), הופכים אותו לאובייקט קל לעין ולמשקפת. האובייקט נראה יפהפה בטלסקופ בעל מוקד קצר ובשמוש בהגדלה נמוכה. הצביר צעיר מאוד ומוערך בגיל של 200 מיליון שנה בלבד. למרות זאת, ישנם מספר ענקים כתומים וצהובים בצביר, 5 מבין הכוכבים הבהירים בצביר. מומלץ מאוד.

הצביר הבא הינו צביר קשה למפתחים קטנים. NGC 2204 הוא צביר פתוח קטן המשתרע על קוטר של 13 דק. הצביר מונה 80 כוכבים החל מבהירות 12 ולפיכך מומלץ למפתחים מ-8" ומעלה. למציאת הצביר יש לנוע 2 מעלות מערבה לכוכב β בכלב גדול ורבע מעלה דרומה. רצוי להשתמש בהגדלות בינוניות, 100X ומעלה. גילו של הצביר מוערך ב-3 מיליארד שנים.

כשתי מעלות דרומה מצויות מספר גלאקסיות. הראשונה, NGC 2207 היא גלאקסיה לולינית מטיפוס SC. בהירותה 10.6 וגודלה 2.9 / 4.3 דק. כמעט אין להבחין בגרעין כלשהוא. 2 מעלות מערבה מצוי כוכב בבהירות 5. כמה דקות צמוד לו מצד מזרח מצויה NGC 2179. זוהי גלאקסיה לולינית אף היא, בהירותה 12.5 וגודלה 1.0 / 1.5 דק. מאחר והיא קטנה יותר ובעלת גרעין בולט יותר מ-NGC 2207 היא קלה יותר, יחסית, למציאה. 20 דק. דרומית מאמצע הקו בין שתי הגלאקסיות נמצא את NGC 2196. זוהי גם גלאקסיה לולינית מטיפוס SB I-II, בהירותה 11.2 וגודלה 2.2 / 2.8 דק. בדיוק 4.5 מעלות ל- β כלב גדול נמצא את NGC 2223. זוהי גלאקסיה לולינית בעלת כישור מטיפוס S(B)B II. בהירותה 11.4 וגודלה 3.0 / 3.3 דק. גרעינה הקטן הינו כמעט דמוי כוכב ומקל על זיהויה. 2.5 מעלות צפונה ל- ζ כלב גדול שוכנת NGC 2217. זוהי גלאקסיה לולינית, מטיפוס SBA, הנראית ממבט על, בהירותה 10.4 וגודלה 4.0 / 4.8 דק. גרעינה מטושטש ולפיכך היא נראית ככתם ערפילי.

הגלאקסיה האחרונה באיזור זה תהיה NGC 2325. מצויה מעלה מזרחית ל- ξ כלב גדול. זוהי גלאקסיה אליפטית מטיפוס E4, גודלה 1.5 / 2.3 דק. בלבד, ובהירותה 11.2. כל הגלאקסיות שהוזכרו הן למפתחים מ-6" ומעלה. לצופים בטלסקופ קצר מוקד (דובסוני), ניתן להשתמש בהגדלה בינונית.

4 מעלות צפונות ומעלה מערבית לכוכב η כלב גדול מצוי הכוכב ζ כלב גדול. סביב כוכב זה מצוי צביר פתוח יפהפה - NGC 2362. צביר זה בהיר מאוד ונראה בנקל בעין. למרות שהוא מוגדר כצביר עני, הוא מונה 60 כוכבים בקוטר של 8 דק. בלבד, אך הכוכבים הם מבהירות 4.4 ומטה. הסוג הספקטרלי המשוקלל של הצביר הוא O8 ונראה שכוכבי הצביר הם בני מיליוני שנים ספורות בלבד, יתכן אף שחלק מכוכבי הצביר מצויים בשלב הקריסה הגרויטציונית לקראת הכניסה לסדרה הראשית. מומלץ לבעלי כל מכשור שהוא, אך רצוי להשתמש בהגדלות קטנות ובינוניות. במפתחים גדולים או במפתחים קטנים בשימוש עם הגדלה נמוכה, עשויה להתעורר

בעיה של הפרעה על ידי אורו של ϵ כלב גדול. הצביר הוא הגרעין של הענן VEL OB1.

במחצית הדרך בין NGC 2362 לבין δ כלב גדול, מצוי הצביר NGC 2354. הצביר הוא צביר עשיר יחסית ומונה 100 כוכבים בקוטר של 20 דק. בהירותו של הכוכב הבהיר ביותר היא 9.1. הצביר נראה היטב גם במשקפת, אידיאלי למוקד קצר בהגדלה בינונית.

4 מעלות צפונית ומעלה מזרחית ל- NGC 2362 מצוי צמד צבירים פתוחים: NGC 2383 ו- NGC 2384. שני הצבירים הינם קטנים ביותר ומהווים אובייקטים מעניינים. NGC 2383 מונה 40 כוכבים בקוטר של 6 דק. בלבד, כאשר הכוכב הבהיר בהירותו 9.8. הצביר צפוף מאוד וקשה להפריד את מרכזו לכוכבים. 10 דק. ממנו מצוי NGC 2384. צביר זה מונה 15 כוכבים בתוך 4 דק. בלבד אך הכוכב הבהיר הוא בבהירות 8.6. הצביר עני למדי ופזור. הצמד נראה יפה במפתחים בינוניים בהגדלות נמוכות ובינוניות.

אם ממשיכים את הקו מסיריוס ל ϵ כלב גדול פעם ומחצה, מגיעים לכוכב בבהירות 5, KQ בקבוצת PUPPIS. כוכב זה הינו כוכב משתנה בבהירויות 5.17 - 4.88. מאחר והספקטרום של הכוכב מראה קוים האופייניים לעל ענק אדום מטיפוס M2 IAB וכן לכוכב סדרה ראשית B2, מדובר בכוכב סימביוטי, שהוא מערכת של שני כוכבים, האחד על ענק אדום נפוח בעל אטמוספירה פזורה שסביבו סובב כוכב חם, בדרך כלל סדרה ראשית או תת ננס, כאשר אינטראקציות בין הכוכב החם לאטמוספירה או רוח הכוכב של שכנו הענק גורמת לשינויי בהירות במערכת.

חצי מעלה מזרחה מ- KQ PUP. נמצא הצביר הפתוח M47. הצביר הינו בהיר מאוד ונראה בנקל בעין. בהירותו של הכוכב הבהיר היא 5.7 והוא מונה 30 כוכבים בקוטר של כ- 30 דק. כ- 10 מהם בהירים יותר מבהירות 7. הצביר נראה מצוין בכל כלי, אם כי במכשירים גדולים חובה השימוש בהגדלות מינימליות. שוב, הכלי האידיאלי הוא הטלסקופ קצר המוקד. הכוכב הבהיר בצביר, הינו כוכב כפול בבהירויות 5.7 ו- 9.6 במרחק "19.6, וכוכב נוסף בבהירות 12.3 במרחק "5.4 מהכוכב הבהיר. כפול נוסף בצביר הוא - 1121 המכיל 2 כוכבים בבהירות 7.9 במרחק "7.4. גיל הצביר מוערך ב- 80 מיליון שנים בלבד.

מעלה וחצי מזרחית ל- M47 מצוי M46. לדעתי, זהו הצביר היפה ביותר בשמיים. בקצה הצפ' מז' מצויה הערפילית הפלנטרית NGC 2438. הצביר עצמו הוא עשיר ביותר, מונה 100 כוכבים בקוטר של 27 דק. החל בבהירות 8.7. מאחר וכוכבי הצביר חיוורים, יש קושי מסויים בשימוש במכשירים קטנים, או בשימוש בהגדלות גבוהות במכשירים גדולים. בתנאים טובים בטלסקופ בינוני המראה של עשרות כוכבים חיוורים המכסים את כל שטח הראיה הוא פנטסטי. עתה, נזוז לקצה הצפ' מז' ונאתר את NGC 2438. קוטרה של הערפילית הוא כדקת קשת ובהירותה 10.1. הערפילית מזכירה בהגדלות גדולות טבעת. במכשירים גדולים בהגדלות גדולות, מראה הערפילית המוקפת עשרות כוכבים חיוורים הוא פנטסטי. מרחק הערפילית 3000 שנות אור בעוד הצביר מרוחק 5400 שנות

אור. הצילום על גב החוברת צולם על ידי רוני מועלם במצפה רמון.

3/4 מעלה צפופית ל- M47 מצוי הצביר NGC 2423. זהו צביר עשיר המונה 40 כוכבים חיוורים, החל מבהירות 9.0, בקוטר 19 דק. הצביר נראה צפוף מאוד גם במכשירים בינוניים בשימוש בהגדלות נמוכות. 2 מעלות צפונה מצוי הצביר MEL 71. צביר זה עשיר במיוחד. מונה 80 כוכבים בבהירות 12 - 10 בקוטר 9 דק. בלבד. קשה מאוד במכשירים קטנים, נראה כענן עגול במכשירים גדולים.

3 מעלות דרומית ל- M46 מצויה הערפילית הפלנטרית NGC 2440. זוהי ערפילית בבהירות 10.8, וגודלה 32 / 14 דק. המבנה הפזור של הערפילית מזכיר ערפילית גזית יותר מאשר ערפילית פלנטרית. יש המניחים שזוהי ערפילית פלנטרית בשלב ההיתהוות. מעלה דרומית ל-2440 NGC מצוי צביר יפה- NGC 2432. צביר זה הוא בעל צורה המזכירה ראש חנית בגודל 1 / 3 דק. כלל הצביר מונה 50 כוכבים בקוטר 8 דק. כוכבי הצביר חיוורים ביותר והצביר קשה להפרדה גם בטלסקופים בינוניים.

5 מעלות דרומית ל- NGC 2432 ו-2 מעלות צפ' מע' ל ξ פופיס מצוי M93. הצביר מכיל כוכבים בבהירות 12 - 8.2 בשדה של 22 דק. הצביר קומפקטי למדי אך מסווג כצביר עני. מכיל 80 כוכבים. נראה היטב בכל כלי. 3 מעלות דרומית ומעלה מזרחית נמצא הצביר NGC 2453. הצביר נראה כענן קשה להפרדה. מונה 30 כוכבים החל מבהירות 9.5 בשדה של 4 דק. בלבד. בטלסקופים קטנים יראה בקושי כענן בלתי מופרד. צמוד לקצה הדר' מע' נמצאית ערפילית פלנטרית - NGC 2452. גודלה 20" בלבד ובהירותה 12.6. המבנה שלה טבעתי, אך בהירותה אינה אחידה. מהווה אתגר לבעלי 6" ומעלה.

* תערוכת 25 שנות אדם בחלל *
* במוזיאון הלאומי למדע, תכנון וטכנולוגיה בחיפה *
*
* התערוכה נפתחה רשמית ב- 15.12.87 בטכנודע, בבנין *
* הטכניון ההיסטורי בחיפה, ותינעל ב- 31.3.88. *
*
* התערוכה מציגה הישגי האנושות בתחום חקר החלל, *
* בשיתוף המכון הסמיתסוניאני בארה"ב, ותכלול דגמי *
* לוויינים, חלליות ומוצגים רבים. *
*
* כמו כן, תכלול התערוכה מעבדת הדגמה בנושאים *
* אסטרונומיים ואסטרופיזיקליים באמצעות שני מחשבים *
* אישיים תרומת חברת I.B.M ותוכנה שפותחה במיוחד. *
*
* בנין הטכניון ההיסטורי, *
* טל 04-671372 ת.ד. 44927 חיפה 31448 *

חורים שחורים

ערן אופק

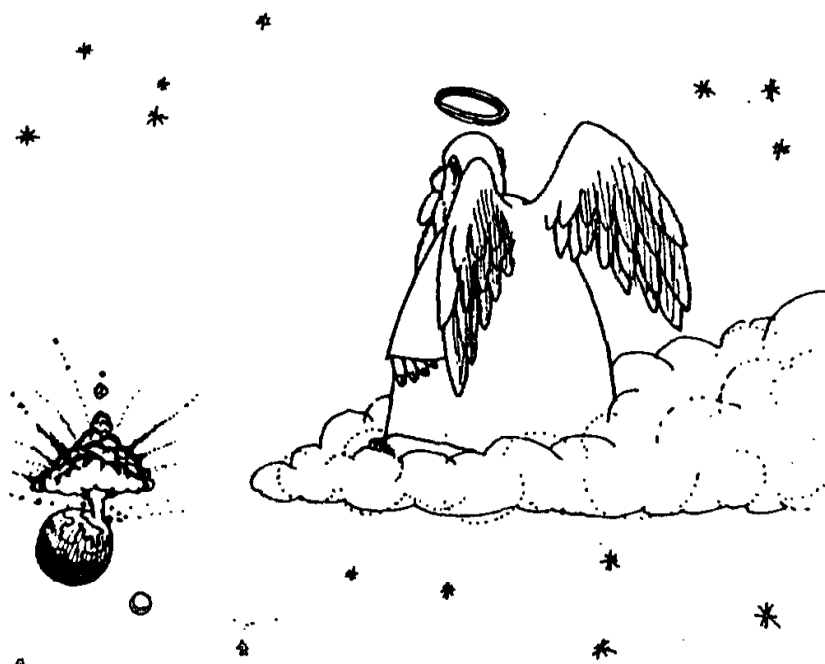
היוצרות חור שחור

כדי שיוצר חור שחור צריך כוכב מסיבי ביותר; כוכב שמסתו בסוף ימיו היא פחות מ-1.44 מסות שמש יהפוך לבסוף לננס לבן. כוכב מסיבי יותר, שבסוף ימיו יש לו גרעין עם מסה הגדולה מ-1.44 מסות שמש, הפך לכוכב ניוטרונים, ואילו כוכב שמסת הגרעין שלו (בסוף חייו הקצרים) גדולה מ-3 מסות שמש יקרוס לחור שחור. למרות זאת אנו יכולים למצוא חורים שחורים ממסה הקטנה לשלוש מסות שמש.

כידוע, היקום מתפשט ועקב כך צפיפותו קטנה ומכן, נוכל להסיק כי בימים עברו כוכבים עם מסה הקטנה משלוש מסות שמש יכלו להפוך לחורים שחורים.

החור השחור הוא "חור בחלל שכל הנכנס לתוכו אינו יכול לצאת (באותו מקום או זמן). מהירות הבריחה מהחור השחור היא כה גדולה עד כי האור בכבודו ובעצמו אינו מסוגל לברוח ממנו.

ע"פ חוגי הפיסיקה המודרנית, סביר מאוד להניח כי חורים שחורים קיימים, ויתכן כי בגלקסיה שלה לבדה יש כ-מיליון חורים שחורים. נשאלת השאלה מהוא אותו גוף שמהירות הבריחה ממנו היא מהירות האור. אנו יודעים כי מהירות הבריחה מגוף הבריחה יכולה להיקבע ע"י הנוסחה הבאה:



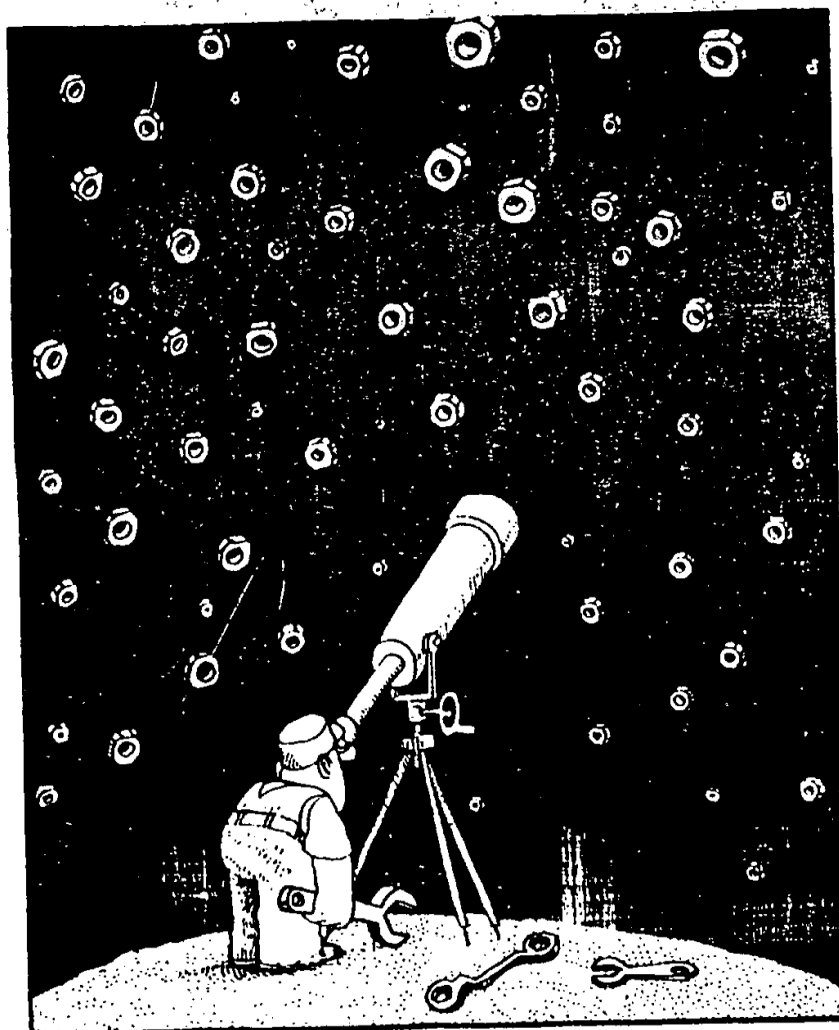
$$V = (2GM/R)^{1/2},$$

כאשר
 V = מהירות הבריחה
 G = קבוע גרביטציה העולמי
 R = רדיוסו של הגוף
 M = מסתו של הגוף

לפי הנוסחה אנו מקבלים שמהירות הבריחה מכדור הארץ, במצבו הנוכחי, היא 11.2 ק"מ לשניה בקירוב. כדי שמהירות הבריחה מכדור הארץ תהיה שווה למהירות האור (300000 ק"מ בשניה בקירוב), על כדור הארץ להתכווץ עד לגודל של 5.6 ס"מ - הווה אומר, גודל ממוצע של תפוז. אותו רדיוס של גוף בעל מסה מסוימת שממנו האור אינו יכול לצאת נקרא - רדיוס שוורצשילד.

$$RS = 2GM/C^2 \quad \text{רדיוס שוורצשילד,}$$

כאשר C = מהירות האור.



מושג שני הוא האופק. האופק זה אותו מקום שגוף הנופל לתוכו יעשה את דרכו לחור השחור ולא יוכל לצאת ממנו לעולמים. לפיכך אופק זה מכונה גם אופק המאורעות, משום שלצופה הנמצא מחוץ לחור לגבולות החור השחור אין אינפורמציה על כל ארוע המתרחש מעבר לאופק. אופק המאורעות מתלכד עם רדיוס שוורצשילד.

נקודת סינגולריות היא נקודה שמרחב הזמן כה עקום שהרדיוס באותו מקום שווה לאפס והצפיפות היא אין סוף. אין אף תאוריה פיסיקלית או מתמטית המסוגלת לנבא מה קורה בנקודת הסינגולריות.

פוטון-ספירה זהו אזור בו פוטון המגיע לחור השחור יכנס למסלול מעגלי סגור סביב החור השחור. בדרך כלל נמצאת הפוטון-ספירה עד גבול השווה לפעם וחצי רדיוס שוורצשילד. פוטון הנמצא בין הפוטון-ספירה לרדיוס שוורצשילד יפול, ברוב המקרים, לתוך החור השחור.

לכל גוף יש אין ספור של מאפיינים. לחור שחור יכולים להיות שלושה מאפיינים בלבד והם: המסה התנע ומטען. לחור שחור מסתובב יש פרמטר נוסף והוא הארגוספירה. הארגוספירה משיקה לקטבים של החור השחור ומגיעה לרדיוס מקסימלי בקו המשווה. בחור שחור לא מסתובב הארגוספירה משיקה לרדיוס שוורצשילד בכל נקודה. הארגוספירה "התגלתה" כאשר בשנת 1963 עלה בידי האסטרופיזיקאי הניו זילנדי - קר - למצוא פתרון למשוואות תורת היחסות הכללית של אלברט איינשטיין, והוברר, שעקב התנועה הסיבובית של חור שחור, מתקיים תחום נוסף, מחוץ לרדיוס שוורצשילד, הנקרא ארגוספירה. מאוחר יותר, עלה בידי מדענים נוספים, בינהם רוג'ר פיינרוז, לגלות, שבתחום בין הארגוספירה ורדיוס שוורצשילד ניתן להרוויח אנרגיה מהחור השחור.

בתחילת שנות השישים, הראה פיינרוז שגוף הנמצא בתחום הארגוספירה מתפרק לשניים, אחד הרכיבים יפול לחור השחור והרכיב השני יצא מן החור השחור עם אנרגיה הגדולה מהאנרגיה ההתחלתית של החלקיק. כדי לשמור על חוק שימור התנע, האנרגיה העודפת של החלקיק באה על חשבון אנרגיית הסיבוב של החור השחור. בסופו של התהליך, יפסיק החור השחור להסתובב והארגוספירה תתלכד עם רדיוס שוורצשילד.

לחור שחור מסתובב יש מאפיין נוסף והוא פרמטר הסיבוב. פרמטר זה מבטא את פחיסות החור השחור, לאורך ציר הסבוב, והוא נע בין 0, לחור שחור לא מסתובב ו-0.998 לחור שחור מסתובב.

אפשר לחלק את החורים השחורים לארבעה סוגים:

1. חור שחור מסוג שוורצשילד - זהו הסוג הפשוט ביותר של חור שחור לא מסתובב. יש לו מסה אך אין לו תנע ומטען.

2. חור שחור מסוג רסינ'יר-נורבסטרום - זהו חור שחור לא מסתובב. כלומר, חסר תנע אך בעל מסה ומטען. באופן נורמלי לחור שחור כזה יהיה רק אופק אחד, כאשר המטען של החור שווה אפס. אבל אם נוסיף לו מטען, יוצר אופק נוסף מתחת לאופק הרגיל, כאשר לכל אופק התכונות

של רדיוס שורצשילד. ככל שנמשיך להוסיף מסען, האופקים יתכווצו לכיוון הסינגולריות עד שבסופו של דבר תיוותר סינגולריות עירומה ללא אופק. לאסטרונומים קשה לקבל שקיים חור שחור מסוג זה.

3. חור שחור מסוג קר - זהו אותו חור שחור מסתובב בעל מסה ותנע אך חסר מסען חשמלי. לחור שחור מסוג זה יכולים להיות שתי פוטון-ספירות, שני אופקים ושתי ארגוספירות וזאת בתנאי שנוסיף לחור השחור תנע.

4. חור שחור מסוג קר-ניומן - זהו חור שחור מסתובב שבנוסף למסה ולתנע יש לו גם מסען. לחור שחור זה יש מאפינים של שחור מסוג קר.

מאפיינים של החור השחור

1. שדה הכבידה שלו מציית לחוקי של ניוטון ואינשטיין.
2. חלקיקים נופלים לעבר חור שחור מסתובב במסלולים לוליינים.
3. חור שחור מעוות את הזמן. על אופק החור השחור הזמן שווה לאפס.
4. לחור שחור יש אופק שכל גוף העובר אותו אינו מצליח לצאת חזרה.

מותם של חורים שחורים

בשנת 1974 הראה סטיבן הוקינג שחור שחור קורן חלקיקים אלמנטריים, קרינה שהמפרטורה שלה יחסית למסה שלה. ככל שהמסה של החור השחור גדולה יותר טמפרטורת החור השחור קטנה יותר. החור השחור מאבד ממסתו תוך כדי קרינה זו ולפיכך ככל שהחור השחור מאבד קרינה מסתו קטנה, הטמפרטורה על פניו עולה, שטף הקרינה עולה וחוזר חלילה. לכן ישנו זמן סופי להתאדותם של החורים השחורים. ככל שהחור השחור מסיבי פחות משך התאדותו קצר יותר. חור שחור במסת שמש אחת מתאדה תוך 10^{66} שנים.

מהות החומר בתוך חור שחור אינה ברורה, אך כנראה שבשלב הסופיים של ההתאדות החור השחור מתרחשת התפוצצות של החור השחור, כתוצאה מנוכחות של כמויות גדולות של חומר ואנטי חומר.

אפשר לגלות חורים שחורים קוסמיים בכל מיני דרכים. חור שחור עשוי ליצור עדשה כבידתית בקלות (ראה כל כוכבי אור 4/1986 עמוד 111) אך מכיוון שכל מסה, גם אם היא לא חור שחור, מסוגלת ליצור עדשה כבידתית זו אינה הדרך לגלות חורים שחורים. בשנת 1964 החל צמד מדענים רוסיים, זלדוביץ' וגווינוב, לחפש חורים שחורים. בשלב ראשון ניסו לתאר רכיבים במערכות בינאריות שאחד הרכיבים הוא חור שחור, וזאת, ע"י בדיקת השפעות על הרכיב הנראה. הם ניסו לחשב את המסות של

הצמדים הבינאריים ולחפש רכיבים בלתי נראים שמסתם עולה על שלוש מסות שמש מכיון שהטעות בחישוב מסות של רכיבים למערכות בינאריות גדולה, דרך זו אינה יעילה במיוחד.

דרך נוספת היא לאתר חורים שחורים באמצעות החומר שנופל עליהם. אנו יודעים שחומר הנופל בשדה כבידה פולט אנרגיה, ועל אחת כמה וכמה אם שדה הכבידה הזה הוא חור שחור. חומר הנופל על חור שחור מתחמם עד למיליוני מעלות ופולט קרינה באורכי הגל של קרינת X וקרינת גמא. עקב חוסר בלויני. תצפית בקרינת X באותם שנים, לא היו תוצאות מספקות. פריצת הדור הושגה בתחילת שנת 1971 כששוגר לוין אמריקאי-איטלקי בשם UHURU. עד שנת 1972 מיון הליון 125 מקורות של קרינת X שמתוכם, רק ששה מקורות שזוהו עם כוכבים כפולים. שניים מהם, הרקולס X-1 ו-קנטאורוס X-3, זוהו ככוכבי נויטרונים. לפיכך נוצרו ארבע עצמים בלבד שהיו:

1. 2U 1700-37 (הקטלוג השני של UHURU).
2. 2U 0900-40
3. SMC X-1
4. CYGNUS X-1 (ברבור X-1).

המסות שחושבו לצמדים האלו היו - 2.5, 3.0, 2.0 ו- 8.0 מסות שמש בהתאמה. אם אנו מניחים מסה מינימלית של שלוש מסות שמש לחור שחור, המועמד האפשרי היחיד מבין הארבעה הוא CYGNUS X-1, למרות שבזמנו הוצע מודל אחר שהסביר את המערכת בפיתרון המוציא מכלל אפשרות חור שחור.

נפילת חומר לחור שחור

חומר הנשאב לעברו של חור שחור ע"י כוח המשיכה העצום שלו, מקיף בתחילה את ה"חור" בדיסקה ענקית ולאחר זמן מסוים שבו הוא נמצא בדיסקה הזו הוא צולל במסלול לוליני לעבר האופק.

דיסקה זו המקיפה את החור השחור נקראת דיסקת ספיחה (DISK ACCRETION) והיא מהווה את האיזור האחרון, לפני החור השחור, ממנו מגיע מידע על הנעשה בסביבת החור. כאשר גוף מסויים נכנס לדיסקת הספיחה הוא נע במהירות מסוימת. כתוצאה מהתנגשויות עם חלקיקים אחרים בדיסקה הוא מאבד אנרגיה ונדחף לכיוון החור השחור. תהליך זה נמשך עד שהוא מגיע קרוב לאופק החור השחור. במרחק כזה, המהירות המסלולית של החלקיק אינה מאפשרת לו לנוע מסביב לחור השחור ואז הוא נופל פנימה. בנקודה זו מגיעה הטמפרטורה של החלקיק ל-10,000,000 מעלות קלווין. אנו יכולים לחשב את האנרגיה המגיעה אלינו מכל נקודה על דיסקת הספיחה ולחשב את מהירות הסיבוב של דיסקת הספיחה. מאחר וטמפרטורת החלקיק יחסית לאורך הגל של הקרינה אותה הוא פולט - במקרה שלנו קרינת X - אנו יכולים, על סמך תצפיות בתחום ה-X, לאתר חורים שחורים בחלל.

הצבע האדום של סיריוס

מאת ד"ר נח ברוש

כולנו מכירים את סיריוס, בהיר כוכבי השבת בקבוצת הכלב הגדול. כולנו יודעים כי זהו כוכב בהיר מבחינת גודל נראה, אך בינוני מבחינת הגודל המוחלט. בהירותו הרבה נובעת מקרבתו אלינו; פחות מ-3 פרסק מאיתנו.

סביר כי רק חלק מהקוראים יידעו כי סיריוס הינו למעשה מערכת של שני כוכבים. החבר הבהיר של המערכת הינו סיריוס A והחיוור מכונה B. המרכיב החיוור הינו ננס לבן, כוכב צפוף מאוד בעל מאסה של 1.05 מאסות שמש, אך רדיוס דומה לזה של אורנוס.

רק בודדים ערים לכך שהמערכת של סיריוס הייתה נושא למאמרים רבים בספרות האסטרונומית, כיוון שבכתבים מסויימים מוזמן היוונים ולאחר

למכירה

בהזדמנות לחברי האגודה!
טלסקופים 8" ומעלה

מצויינים לתצפית על:

גלאקסיות

ערכיליון

צבירי - כוכבים.

לכירות טלפונים 793581, או 731727

אספקה מיידית!

מכן צבעו מצוין כאדום. הסיפור הזה ידוע למעשה מתלמי, האסטרונום מאלכסנדריה שכתב את ה-"אלמג'סט", ספר יסוד לאסטרונומיה במשך כאלף וחמש מאות שנים. מספר כוכבים מתוך יותר מאלף המקוטלגים אצל תלמי זוכים לציון צבע. סיריוס הוא אחד מהם והוא מצוין בצבע אדום.

ישנם פירושים שונים אם צריך להבין את הכתוב כ"צבע אדום" או סתם כ"בהיר". עובדה היא כי גם אצל סופרים אחרים, מאראטוס (ARATUS) במאה השניה לפני הספירה ועד תלמי, בערך בשנת 150 לספירה, מצוין סיריוס כאדום. הנושא נהיה עוד יותר מעניין לאחר בדיקת כתבי הערבים. מסתבר כי גם אצל אל סופי (AL SUFI) בערך בשנת 980, וגם אצל אולוג באג (ULUGH BEIGH) בשנת 1450, כל הכוכבים שתלמי ציין כאדומים אמנם מצויינים כך. פרט לסיריוס.

בשנת 1985 פורסם כי נמצא כתב יד מהמאה השמינית, שמכיל חיבור של גרגורי מטורס (GREGORY OF TOURS) משנות 538-593. מסתבר כי גם בכתב יד זה מצוין סיריוס כאדום. יוצא מכך כי סיריוס שינה את צבעו מאדום ללבן, כפי שהוא היום, תוך כ-400 שנים. פרק זמן זה קצר מאוד, ביחס לזמני ההתפתחות של כוכבים, ומבטל את ההנחות שתופעת צבעו של סיריוס היא השתקפות הפיכתו של מרכיב B לננס לבן משלב של ענק אדום.

לפני שנה פורסם בעתון המדעי NATURE מאמר המציע דרך טבעית להסבר התופעה. על פי המאמר, חדר חלק מהאטמוספירה של סיריוס B לתוך הכוכב. האטמוספירה של ננס לבן היא לרוב מימן. המימן הגיע בתוך הננס הלבן לתנאי שאיפשרו בעירה גרעינית חלקית. שאר האטמוספירה התנפח והעליה בבהירות גרמה למערכת להראות, לזמן קצר בקנה מידה כוכבי, כענק אדום.

הכתבים העתיקים מציבים גבולות לתאוריה. על פי הידוע, אם כל הכתובים נכונים, סיריוס היה אדום כבר בשנת 700 לפני הספירה (לפי כתובים מבבל). השלב האדום החזיק מעמד לפחות 1200 שנים, עד לכתיבת חיבורו של גרגורי מטורס. לאחר מכן, ובמהירות, שינה סיריוס B את צבעו וירד בבהירות, כך שתוך 400 שנים בלבד יגיע למה שנצפה כיום. לא ברור אם הדבר אפשרי, מבחינת החישובים התאורטיים.

ראוי לציין כי הוצאו אפשרויות אחרות להסבר הצבע האדום, מלבד הפיכתו של המרכיב החיבור לענק אדום. בין אפשרויות אלו אציין רק את זו של קיום אבק בינכוכבי בסביבת סיריוס. האבק, כידוע, גורם להאדמה על ידי פיזור יעיל של אור כחול מחוץ לקרני האור הישרות אלינו. לכן הגרם השמימי המכוסה אבק נראה אדום יותר.

כדי להסביר את הצבע האדום וגם לשמור את סיריוס בהיר צריך האבק להיות בעל תכונות מיוחדות ביותר, למשל גודל גרגירים זעיר ביותר. אין עדות תצפיתית לכך.

לבסוף, נזכיר כי עוד כוכבים בהירים הינם מועמדים לשינויי צבע בזמנים היסטוריים. אם הדבר נכון, אזי ישנה עבודה נוספת להסביר זאת במודלים הקיימים כיום.

באגודה

חברים ומנויים יקרים,

ב- 20.12.87 התקיימה במצפה הכוכבים בגבעתיים אסיפה כללית לצורך הצבעה על שינויים בתקנון.

להלן תוצאות ההצבעה:

1. ישנם באגודה 90 בעלי זכות בחירה או חברים רגילים, כל שאר הרשומים הינם מנויים בלבד, בכלל אלה גם אותם רשומים שלא שלחו לנו את טופס הפרטים האישיים או שלא מילאוהו בשלמותו ולכן אינם יכולים להיכלל בפנקס הבוחרים.

2. מתוך 90 החברים, השתתפו בהצבעה 83 חברים, כלאמר, 92% השתתפות המהווים בלי ספק אחוז השתתפות גבוה.

3. להלן תוצאות ההצבעה לסעיפיה השונים, כאשר פרט ההצבעה התקבל באם אחוז המצביעים בעדו עלה על 66.6%:

פרט הצבעה	בעד	נמנע	נגד	% בעד
1	68	9	6	82
2	73	7	3	88
3	64	12	7	77
4	68	10	5	82
5	69	10	4	83
6	68	9	6	82
7	57	9	17	69
8	50	10	23	60
9	70	9	4	84
10	71	10	2	86
11	64	9	10	77
12	70	9	4	84
13	73	7	3	88
14	72	9	2	87
15	76	7	-	92

4. לסיכום: כל פרטי ההצבעה התקבלו, למעט פרט הצבעה מספר 8, בדבר חברים המפגרים בתשלום מיסיהם, סעיף 5 ז' נשאר כשהיה בתקנון הישן.

שלכם,
יוסף יהלם
יו"ר ועדת הביקורת.

ערפיליות פלנטריות

ערן אופק

רקע כללי: לאחר שהתפרסמה רשימתו של קארל מסיה בת 68 עצמים של אוביקטים בשמים (התפרסם באלמנך לשנת 1784 DES TEMPS CONNAISSANCE), סר ווילהם החל לצפות בעצמים אלה דרך הטלסקופ שלו "11 ו-15", הרשל היה שמח לגלות שהוא יכול להפריד את רוב עצמי מסיה לכוכבים בודדים (אגב במשך שבע שנים הרשל גילה 2000 אוביקטים נוספים) וב-1758 הוא זיהה כמה ערפיליות יוצאות דופן וכינה אותן מאוחר יותר: ערפיליות פלנטריות, וזאת מכיוון שהזכירו לו את דיסקתו הקטנה של כוכב הלכת אורנוס שאותו גילה.

ב-1781, כ-23 שנים לאחר מכן, החל הרשל לחקור ערפיליות אלו וראה שאיננו יכול להפריד אותן לכוכבים בודדים כמו צבירים כדורים (M5, M13,

ב-13.11.1790 דיווח על מאורע יוצא דופן: הוא ראה כוכב בבהירות 8 V בתוך ערפילית פלנטרית שקוטרה הזוויתי כ-3 שניות קשת (עצם זה ידוע לנו כיום כ-NGC 1514). צעד חשוב נוסף במחקר הערפיליות הפלנטריות חל ב-1864 כאשר ווילהם היגנס (WILLIAM HUGGINS) בדק את הרפיליות הפלנטריות NGC 6543 בעזרת ספקטרוסקופ ומצא קו פליטה, דבר שהוכיח כי הערפילית חמה (קו פליטה נוצר כאשר הערפילית חמה לעומת קו בליעה שנוצר כאשר ערפילית חמה לעומת קו בליעה שנוצר כאשר ערפילית מחזירה אור הנופל עליה).

ערפיליות פלנטריות

כוכבים מרכזים בערפיליות פלנטריות הם לוחטים ביותר - טמפרטורות פני השטח שלהם היא בין 25,000K ל-200,000K.

ערפיליות פלנטריות נוצרות כאשר כוכב ששמסתו מתחת ל-6 מסות שמש תופח והופך להיות ענק אדום, לאחר שהוא שורף את כל החומר שבו הוא בתקופה מסוימת מחייו פועם כמה פעמים (שלב זה הוא שלב הקפאידים).

לאחר אי יציבות דרמטית בכוכב, הוא זורק את מעטפת החומר שלו במהירות של 20 ק"מ לשניה אל תוך החלל ונוצרת ערפילית פלנטרית. ההתפרצות מתרחשת לאחר שהכוכב הגיע לשלב בחייו בו הוא כל כך לא יציב עד כי שיווי המשקל ההידרוסטטי (האחראי על האיזון בין התפשטות לבין התכווצות) אינו יכול למנוע את יצירת הערפילית הפלנטרית. להלן מספר ערפיליות פלנטריות נבחרות עם כוכב מרכזי:

NGC 40 - ממוקמת בדיוק בשליש הדרך מגמא קפאוס לגמא קסיופאה, זוהי דוגמא יפה מאוד לערפילית פלנטריות עם כוכב מרכזי בהיר יחסית. קוטר הערפילית "37 ובהירות הכוכב המרכזי 11.6 אפשר לראותה בקלות יחסית דרך טלסקופ של "6, מחוץ לעיר כמובן. ערפילית פלנטרית גדולה = NGC 246 בקבוצת לויתן יוצרת משולש של כוכבים ביחד עם γ ו η לויתן. בהירות הערפילית 8 אך בהירות

פני השטח שלה נמוכה.

NGC1360 - נמצאת בקבוצת פורנך ממוקמת 10 מעלות צפונית מצביר הגלקסיות פורנך. הערפילית דומה בגודלה ובהירותה לערפילית הפלנטרית המפורסמת M27 (המשקולת בברבור שעוד נרחיב עליה את הדיבור).

NGC1535 - ממוקמת מעלה אחת צפונית ו- 4 מעלות מזרחית מהכוכב גמא ארידנוס. קטנה יחסית אך בהירה.

IC418 - ממוקמת שעה ושלוש עשרה דקות מ-NGC1535. יוצרת משולש עם ריגל באוריון 5.5 מעלות דרום מזרח מריגל ו-5.5 מעלות דרום מערב מקפא ויוצרת איתם משולש שווה שוקיים.

IC2149 - ערפילית פלנטרית קטנה, גודלה הזויתי "8. קול לאתרה בין שני כוכבים בבהירות 6 בקבוצת עגלון. IC2149 ממוקמת בקירבת הכוכב β עגלון. בהירות השטח של הערפילית גבוהה יחסית ובהירות הכוכב המרכזי שווה בערך לבהירות הערפילית עצמה.

NGC3132 - ממוקמת בקבוצת מיפרש, סמוך לגבול עם קבוצת משאבת אוויר. עצם זה מזכיר בבהירותו ובגודלו את ערפילית הטבעת המפורסמת M57, שעוד נדבר עליה.

NGC3242 - גודלה של ערפילית זו, הנמצאת בקבוצת הידרה, הוא "16"/125" ועקב גודלה זה בהירות פני השטח שלה נמוכה והיא קשה יחסית לתצפית.

IC3568 - ממוקמת מעלה דרומית מכוכב כפול בבהירות 6 הנמצא בקבוצת גמל (כוכב זה אפשר למצוא בשליש הדרך מכוכב הצפון ל- ϵ בעגלה גדולה). ערפילית פלנטרית זו היא הערפילית הפלנטרית הצפונית ביותר הידועה לנו, נטייתה +82.5.

NGC6543 - נמצאת חצי מעלה צפונית מערבית מכוכב בבהירות 7, הנמצא חצי מעלה צפונית ל- γ דרקון. בהירות הערפילית 8.8 ובהירות פני השטח שלה גבוהה יחסית.

NGC6572 - נמצאת בקבוצת נושא נחש והיא קטנה מאוד יחסית-"8 ומכאן, בהירות השטח שלה גבוהה יחסית.

NGC6720 (M57) - זוהי ערפילית הטבעת המפורסמת בקבוצת נבל. ניתן למצוא אותה 40% מהמרחק בין β נבל ל- γ נבל. הערפילית נתגלתה ב שנת 1979 בידי אנטוני דרקויר (DORQUIER ANTOINE). טלסקופים במפתחים של "8 ומעלה יצליחו להבחין ב"חומר מילוי ערפילי" הממלא את הטבעת. הכוכב המרכזי של הערפילית בהירותו 14 וטמפרטורת פני השטח K 100,000.

BD +30 3639 - ממוקמת מעלה צפונית לכוכב 9 בברבור (עצם זה מצויין ב-SKY ATLAS 2000.0). העצם נמצא בקטלוג (DUTCHIMUSTRUNG)

(BOHNER). העצם נתגלה בשנת 1903 במצפה ליק בארה"ב. הערפילית קטנה יחסית וקוטרה הזויתי "8.

NGC6853 (M27) - זוהי ערפילית המשקולת המפורסמת הנמצאת בקבוצת שועל. טמפרטורת פני השטח של הכוכב המרכזי היא $130\,000\text{ K}$, ואפשר לראותו, בתנאי ראות טובים אף בעזרת טלסקופ של "6. את הערפילית עצמה ניתן לראות יפה מאוד בעזרת טלסקופים קטנים, ובתנאי ראות מעולים גם במשקפת שדה גדולה.

NGC7009 - ערפילית זו ידועה בשם ערפילית שבתאי (SATURN NEBULA). ונקראית כך עקב המראה שלה הנראה כמו דיסקה המוקפת טבעת. קל לאתרה, היא מצויה כמעלה מהכוכב ט דלי, שניתן לראותו בעין בלתי מזוינת.

NGC7027 - ערפילית זו מצויה בקבוצת ברבור וקוטרה הזויתי "15.

NGC7293 (HELIX NEBULA) - זוהי הערפילית הפלנטרית הגדולה בשמיים - "769, אך עקב זאת בהירות השטח שלה נמוכה יחסית למרות שבהירותה מצויינת כ-6.5.

מושגים

בהירות פני השטח (SURFACE BRIGHTNESS)

הבהירות המצויינת לכל אובייקט שמימי בין אם הוא ערפילית או גלקסיה, היא הבהירות הכוללת של האובייקט, כלומר, סך הבהירות של האובייקט. מכאן, שקבלת סך בהירות משני אובייקטים בעלי דטחים שונים מטעה ואינה מוסרת אינפורמציה נכונה על בהירות האובייקט. כשאנו רוצים לקבל מדד נכון של בהירות האובייקט ולהשוות בין בהירות של שני אובייקטים שונים, אנו מחשבים את בהירות השטח של האובייקט.

בהירות השטח היא בהירות ממוצעת של יחידת שטח קבועה כגון, שניית קשת או דקת קשת מרובעת. חישוב בהירות השטח נעשה ע"י חילוק סך הבהירות של האובייקט, שזוהי הבהירות המצויינת בספרים, בשטחו של האובייקט.

$$SB = MV + 1/92 \text{ LN } (AB/3600)$$

SB = בהירות השטח של האובייקט.

MV = בהירות הערפילית הנתונה בטבלה.

A = אורך הערפילית בשניות קשת.

B = רוחב הערפילית בשניות קשת.

LN = הלוגריטם הטבעי.

קטלוג של ערפיליות פלנטריות עם כוכב מרכזי בהיר

$M^* =$ בהירות הכוכב המרכזי (באור כחול).

$M =$ בהירות הערפילית (הכוללת).

$D =$ גודל זריתי בשניות קשת.

OBJECT	RA (2000)	DEC.	CON.	M	M^*	D
NGC 40	00 13	+ 72 32	CEP.	10.7	11.61	37
NGC 246	00 47	- 77 53	CET.	8.0	11.94	225
NGC 1360	03 33	- 25 51	FOR.	7.0	11.35	390
NGC 1514	04 09	+ 30 43	TAU.	10.8	9.40	114
NGC 1535	04 14	- 12 44	ERI.	9.6	12.24	18/44
IC 418	05 27	- 12 42	LEP.	10.7	10.65	12
IC 2149	05 56	+ 46 07	AUR.	11.2	11.59	8
NGC 2346	07 09	- 00 48	MON.	12.5	11.16	55
NGC 2392	07 29	+ 20 55	GEM.	9.9	10.47	13/44
NGC 3132	10 07	- 40 26	VEL.	8.2	10.07	47
NGC 3242	10 24	- 18 38	HYA.	8.6	12.00	16/1250
IC 3568	12 32	+ 82 33	CAN.	11.6	12.31	6
NGC 6572	18 12	+ 06 51	OPH.	9.0	13.60	8
NGC 6720 (M57)	18 53	+ 33 02	LYR.	9.7	14.80	70/150
BD +30 3639	19 34	+ 34 31	CYG.	9.8	10.44	30/140
NGC 6826	19 44	+ 50 31	CYG.	9.8	10.44	30/140
NGC 6853 (M27)	19 59	+ 22 43	VUL.	7.6	13.94	350/910
NGC 7009	21 04	- 11 22	AQR.	8.3	11.50	25/100
NGC 7027	21 07	+ 42 14	CYG.	10.4	11.3	15
NGC 7293	22 29	- 20 48	AQR.	6.3	13.47	769

סעיף 46 לפקודת מס הכנסה

"46. (א) אדם שתרם בשנת מס פלונית סכום העולה על (80) שקלים לקרן לאומית, או למוסד ציבורי כמשמעותו בסעיף 9(2) שקבע לענין זה שר האוצר באישור ועדת הכספים של הכנסת, 35% מסכום התרומה יזוכה מהמס שהוא חייב בו באותה שנה, ובלבד שלא יינתן זיכוי בשנת מס פלונית בשל סכום כולל של תרומות העולה על 25% מההכנסה החייבת של הנישום באותה שנה או על (80,000) שקלים, לפי הנמוך שביניהם.

(ב) הסכומים שבסעיף קטן (א) יתואמו בכל שנת מס, בהתאם לשיעור עליית המדד מן המדד שפורסם בחודש אוגוסט שלפני שנת המס ועד המדד שפורסם בחודש אוגוסט של שנת המס; סכום שהוגדל כאמור יעוגל לסכום הקרוב כפי שייקבע. ; הנציב יפרסם הודעה ברשומות בדבר הסכומים שהוגדלו ועוגלו כאמור.

".....

יש לעקוב בכל שנה אחר הסכומים שהוגדלו בהתאם.

