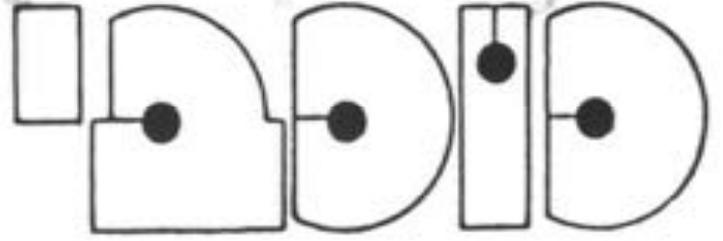
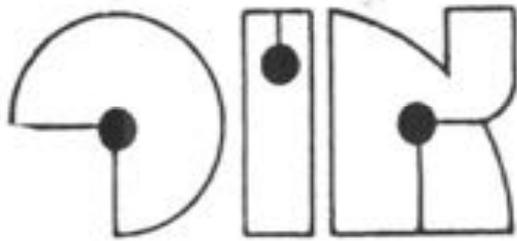
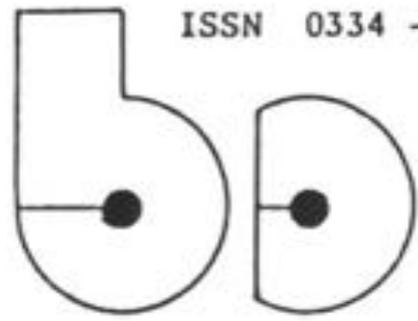


אסטרונומיה
אסטרופיסיקה
חקר החלל



מוציא לאור: האגודה הישראלית לאסטרונומיה, עמותה מס. 6-867-004-58
 מצפה הכוכבים, גן העליה השניה, גבעתיים.
 מערכת/עורך: יגאל פתאל, ת.ד. 149, גבעתיים 53101, טל. 03-731727

"STARLIGHT" JULY - OCTOBER 1991 VOL. 18 NO. 4
 PUBLISHERS: ISRAELI ASTRONOMICAL ASSOCIATION, THE GIVATAYIM
 OBSERVATORY, SECOND ALIYA PARK, GIVATAYIM 53101
 EDITOR: IGAL PAT-EL, P.O.B. 149, GIVATAYIM 53101, TEL. 03-731727

שרותי משרד על ידי 'קוסמוס', דרך בן גוריון (מודיעין) 67, בני-ברק טלפון: 03-793639.
 שעות פתיחה: ימים ב', ד', ו' 10.00-13.00 ימים א', ב', ד', ה' 16.00-18.00

OFFICE SERVICES BY, 'COSMOS', BEN GURION ROAD. (MOD'IN) 67, BNEI BRAK,
 TEL. 03-793639

דמי מנוי שנתיים - 40 ש"ח

תוכן המאמרים

	באגודה	91
	חדשות אסטרונומיה	93
	דו"חות תצפית	96
	חדשות חלל	97
יגאל פתאל	פינת החובב	99
אוהד שמר	חטיבת הכוכבים המשתנים	112
יגאל פתאל	מה במערכת השמש	116
עלי זגייר	היקום בתחום כלי הרדיו	122
חיים מזר	האם היתה לאירופה אטמוספירה?	123
ערן אופק	שיא של מטר מטאורים	129
עמנואל גרינגרד	מגיד הרקיע ג'	130

שער קדמי: ערפילית פלנטרית NFC7293 בקבוצת גדי (ראה פינת החובב).

שער אחורי: הענן הגדול של מגלן - גלקסיה מלווה של שביל החלב (ראה חדשות אסטרונומיה).

עריכה גרפית - יגאל פתאל
 דפוס: טליגרף, טל. 5700163

חידוש דמי החבר

עלימנט להקל על החברים, נשלחות לחברים, בצירוף ההודעה בגין חידוש החברות, מעטפה מבויילת. בנושא זה מושקע זמן רב וכסף. אנו מבקשים מהחברים להקדים לשלוח את הספח בצירוף המעטפה מוקדם ככל האפשר. מכיון שרשימת החברים החייבים בחידוש מונפקת מהמחשב כחודש לפני הוצאת החוברת. קורה לעיתים רחוקות שהחבר מקבל הודעה על סיום תקופת החברות למרות שהוא חידש את חברותו. במקרה זה מתבקשים החברים לשלוח את הספח בצירוף ההערה שהמנוי חודש.

התנצלות

מסיבה תמוהה קיבלו חברים רבים את החוברות עם הזימון לכנס השנתי רק בסוף חודש אוגוסט! המדובר במשלוח של כ-190 חוברות שנמסרו לדואר בסוף חודש מאי. מאחר ועל המעטפות שהגיעו לחברים צוינו חותמות הנושאות תאריכים של סוף אוגוסט, אנו משערים שעקב תקלה בלתי מובנת, יצאו החוברות לדרכן באיחור מבית המיון. אנו מתנצלים לפני כל החברים שתהו ובצדק, על העיכוב במשלוח ההזמנות. אנו מצידנו פנינו להנהלת הדואר לבירור המקרה.

סוף שבוע במצפה רמון

בסוף השבוע שהתקיים במצפה רמון, בין התאריכים 4-5 באוקטובר, השתתפו למעלה מ-50 חברים. ההתכנסות היתה בשעות הערב. והפעילות החלה בהרצאה קצרה בנושא: "ערפיליות פלנטריות וננסים לבנים". לאחר מכן, יצאו החברים החוצה וצפו בעננים רבים ואפלים שאימו להשבית את התצפית המתוכננת. לאחר ארוחת ערב, שמעו המשתתפים הרצאה נוספת ובה הציגה יעל וסלי ממכון ויצמן פתרון לפרדוקס של אולברס. לאחר ההרצאות יצאו החברים החוצה ולמרבה הפלא, אל שמים חסרי עננים. התצפית התקיימה בעזרת 2 טלסקופים במפתח 13.1 אינטש (!) וכן טלסקופים נוספים במפתחים מ-60 מ"מ ועד 8 אינטש. למרות הלחות, נצפו גלאקסיות רבות, ערפיליות, צבירים רבים וכוכב הלכת שבתאי. המראה מבעד לטלסקופים הגדולים היה מרשים ביותר. לקראת חצות, הופסקה התצפית לשעה ומחצה בשל עננות. לאחר ההפסקה,

החברות

במענה לפניות של מנויים חדשים, אנו מבקשים להבהיר נקודה מסויימת לגבי מספור החוברות: האגודה הישראלית לאסטרונומיה מוציאה 6 חוברות בשנה, כאשר החוברת האחרונה היא כפולה. מספור החוברות הינו על פי מספרן הסידורי בשנה החל מחוברת 1 וכלה בחוברת הכפולה מספר 5-6.

כרטיס החבר

אנו מקווים, שהחל משנת 1992, יונפקו סוף-סוף, כרטיסי החבר החדשים אשר ישאו גם את תמונת החבר. הכרטיסים יהיו במתכונת משופרת יחסית לכרטיסים שהיו נהוגים בעבר. זו התשובה לחברים התמהים על פשר המושג "כרטיס חבר זמני" המתנוסס בראש הקבלה של דמי החבר.

סניפי האגודה

מצפה הכוכבים גבעתיים

עקב שיפוצים במצפה הכוכבים, לא מתפרסמת תוכנית ההרצאות במצפה. במצפה יוקם מעין מוזיאון שיציג עבודות של אסטרונומים חובבים החל בעיניות ומראות, טלסקופים עבודת יד, מפות, דגמים, שעון שמש, מטוטלת פוקו ועוד. על פתיחת המוזיאון תבוא הודעה.

חוגים במצפה

חוג מתחילים באסטרונומיה

יתקיים כל יום ראשון בין השעות 8.00 ל-9.30 בערב. עקב השיפוצים, נדחתה פתיחת החוג לדצמבר שנה זו. החוג יקנה ידע בסיסי באסטרונומיה, אסטרופיזיקה, קוסמולוגיה ותצפיות. החוג מיועד לגילאי תיכון ומעלה.

חוג הכרת השמיים

יתקיים כל יום רביעי בין השעות 8.00 ל-9.30 בערב. במסגרת החוג יערכו תצפיות בטלסקופ, ילמד השימוש במכשירים אסטרונומיים וכן יסודות הצילום האסטרונומי.

משך החוגים - 6 חודשים

מחיר: 300 ש"ח לקורס

תושבי גבעתיים וחברי האגודה - 200 ש"ח

חיילים, נוער וסטודנטים - 220 ש"ח.

הרשמה - מידי יום שלישי וראשון בין השעות

8.00 ל-9.00 בערב.

סניפי האגודה

סניף ירושלים -

רח' הלני המלכה 13 ירושלים.

רכזת הסניף - תמר אוליצקי טל. 02-662869

סניף באר שבע -

בית יציב, רח' הרצפלד, באר שבע

במקום טלסקופים 6", 10" ומשקפות.

בית גורדון - קיבוץ דגניה א'

במקום טלסקופ ממוחשב 14". המעוניינים

יפנו בטלפון 06-750040 או בכתב.

התפזרו עננים לחלוטין והתצפית נמשכה עד לפנות בוקר.

למחר, נסעו המשתתפים למרכז המבקרים ולמרכז הטבע 'חי רמון'. לאחר ארוחת הצהריים התקיימה תצפית שמש ולאחריה התקיים ביקור בחוות האלפקות. את האירוע סיים ביקור במצפה הכוכבים ע"ש וויז במצפה רמון.

על פי התגובות, ההצלחה היתה רבה ולפיכך, אנו כבר חושבים על סוף שבוע נוסף עליו תבוא הודעה בחוברת הבאה.

מה בחוברת

חוברת זו מכילה מאמר פרי עטו של חברנו עלי זגייר בנושא מעניין - אסטרונומיית רדיו. כמו כן מצורף מאמרו של חיים מזר בנושא אטמוספירה של אירופה - ירחו של צדק. בחוברת זו אנו ממשיכים מגמה של חדשות מורחבות ואנו מקווים ששיפור זה מתקבל בברכה. לתצפיתנים החובבים מצורפת הפינה 'מה במערכת השמש' עם מפות רבות וכן פינת החובב במתכונת הקלאסית, הדנה בקבוצת דלי ומשופעת במפות לעזרת הצופת. חידוש שהונהג בחוברת זו הוא הצגת האופק עם כוכבי הלכת לטובת החברים המתקשים לזהות את כוכבי הלכת.

החל מהחוברת הבאה, אנו מקווים לכלול גם אסטרואידיים וכן אינפורמציה לגבי כוכבי שביט מחזוריים. עקב תקלה של הרגע האחרון, נשמטה הפינה מדור החידה ומאמרו של חברנו נתן פינסקי בנושא הלוח העברי.

אלמנך השמיים

אלמנך השמיים ג' מצורף לכל חוברת בדומה לחוברות רבות של אגודות אסטרונומיות בחול. על מנת להימנע מפיגור, האלמנך מכיל נתונים 3 חודשים קדימה. כמו כן ניתנת אינפורמציה רבה במדור מה במערכת השמש לגבי אירועים עד 4 חודשים קדימה.

פרקים באסטרונומיה

לכת בעל טמפרטורה של כ-400 מעלות צלסיוס על פניו. טמפרטורה גבוהה כזו אינה מותירה כל צל של סיכוי להיווצרות מים נוזליים על פני נוגה. התאדותם של מקווי המים (אם היו כאלה) על פני נוגה, מנעה התמוססות תרכובות דו-תחמוצת הפחמן ולהגברת אפקט החממה. כיום, נוגה מכיל מים בכמות של בין עשירית למאית הפרומיל מכמות המים על פני כדור הארץ. מדידות שנעשו בעשור הקודם על ידי החללית 'פיוניר ונוס' שהקיפה את נוגה, הראו שנוגה היה יבש גם בעבר, מאידך, היחס בין דיאטריום (איזוטופ של מימן המכיל פרוטון וניוטון בגרעינו) למים, גדול פי 100 בנוגה מאשר בכדור הארץ.

מאחר ועל פי מודלים קוסמולוגיים, היחס בין דיאטריום למים חייב להיות זהה בכל מקום, נראה שנוגה הפסיד מולקולות מים בעבר. מולקולות המים הקלות ממולקולות הדיאטריום ומולקולות דו-תחמוצת הפחמן ברחו לחלל עקב הטמפרטורה הגבוהה. מכאן, שבעבר, כמות המים על נוגה היתה גבוהה פי 100 משיעורה כיום.

ברם, מדידות שנעשו על ידי הלוויין הבינלאומי לחיפוש קרינה על סגולה (ISE), לא מצאו כל עקבות לדיאטריום בספקטרום של נוגה.

על-מנת למצוא איזו משתי התצפיות נכונה, גייס הטלסקופ הקנדי-צרפתי-הוואי במאונה קיה על-מנת לגלות עקבות של מים כבדים באטמוספירה של נוגה (מים כבדים מכילים לפחות מולקולה אחת של דיאטריום במקום מימן רגיל). המחקר נעשה על ידי קטרין דה ברג (CATHERINE DE BERGH) מאוניברסיטת פריז. החיפוש נעשה בתחום הקרינה התת-אדומה.

תוצאות המחקר שפורסמו בגליון ה-1 בפברואר של SCIENCE, הראו שכיחות גבוהה של דיאטריום בגבהים שבין 30 ל-40 ק"מ

האם הענן הגדול של מגלן הינה גלאקסיה ספיראלית?

ובכן, התשובה היא כנראה, כן. הענן הגדול של מגלן, שהינה אחת מהגלאקסיות המלוות את שביל החלב, הינה בעלת מבנה שהוגדר עד לאחרונה כבלתי סדיר. מיפוי של הכוכבים הצעירים של הגלאקסיה וכן של אזורי מימן מינן, מראים מבנה לולייני (ספיראלי). למבנה זה גם הוגדר מרכז אפשרי, הממוקם באיזור המימן המיוןן סביב הכוכב 30 בקבוצת דוראדוס הנראית בשמיים הדרומיים (אינה נראית מישראל).

המיפוי של מה שהוגדר - זרועות הגלאקסיה, התאפשר בעזרת מיפוי קרינה בתת-אדום באורך גל של 100 מיקרון, על ידי הלוויין האסטרונומי לאינפרא-אדום. הלוויין התמקד באובייקטים אופייניים המצויים בזרועות של גלאקסיות כדוגמת - על ענקים כחולים, צבירי כוכבים OB, ענני מימן מיוןן ושאריות סופרנובה. כל הגופים האלו הינם בגיל שמוערך כצעיר מ-10 מליון שנה. הגופים הבוגרים יותר בקבוצה מסודרים בצורה של כישור (BAR).

במפה שפורסמה בגליון 1 למרץ של THE MONTHLY NOTICE של האגודה המלכותית הבריטית על ידי ואסיליס נ. לפיאס (VASSILIS N. LASPIAS) וג'ון מיבורן (JOHN MEABURN) מאוניברסיטת מנצ'סטר, נראה שכל המבנה הספיראלי כולל הכישור סובב סביב נקודה המרוחקת כמה אלפי שנות אור מ-30 דוראדוס.

האם זרמו מים על פני נוגה?

יתכן וגם לנוגה, בדומה למאדים, היו מים על פניו בעבר הלא רחוק. כיום, נוגה הינו כוכב

מעל פני הכוכב. בשל הסמיכות הרבה של אטמוספירת נוגה, לא ניתן, בשלב זה, לדעת מה השכיחות של דיאטריום בגבהים נמוכים יותר.

גם תוצאותיו של מחקר זה אינן מובילות לפתרון חד-משמעי באשר לשכיחות המים בעבר על פני נוגה, אך סביר להניח שהיא היתה גבוהה יותר מאשר כיום.

ולבסוף, הצילומים המעולים ששיגרה מג'ן מפני נוגה (ראה כל כוכבי אור 3/1911). לא הראו כל זכר לזרימת מים או להיתהוות מקווי מים בעבר על פני נוגה, כפי שניתן לראות כה ברור על פני מאדים החרב.

ננסים חומים

ננסים חומים הינם גופים שמסתם נמוכה מהמסה הדרושה ליצירת אנרגיה במרכזם והפיכתם לכוכב וגדולים מכוכב לכת. הם אומנם קרים יותר בהשוואה לכוכבים, אך דומה שהם הנושא החם ביותר באסטרונומיה. קיומם של ננסים חומים שאף לא אחד מהם נצפה ישירות עד כה, ישפוך אור על המסה החסרה כל כך לקוסמולוגים וכן יגדיל את הסיכויים להיווצרות כוכבי לכת סביב כוכבים אחרים.

כיום נראה, שהתמוטטות עננים מולקולאריים, עשויה ליצור גופים במסות שונות עד גבול תחתון של 0.02 מסות שמש. מכיון שהגבול התחתון ליצירת אנרגיה תרמו-גרעינית במרכז כוכב הוא 0.07 מסות שמש, הרי שתיאורטית, ישנו טווח מסות של גופים עצמאיים בין 0.02 ל-0.07 מסות שמש שפליטת האנרגיה שלהם הינה בתחום אינפרא-אדום, עקב שחרור אנרגיית כבידה הנוצרת בזמן הקריסה של גופים אלו. גופים אלו, הנמצאים באיזור הדמדומים בין כוכבי לכת ובין הכוכבים הקלים מטיפוס ננסים אדומים, מכונים ננסים חומים. עקב הקרינה הזעומה אותה אמורים אותם גופים לפלוט, יש קושי גדול בגילויים.

השיטה הבטוחה ביותר לגילוי ננס חום, היא על ידי חיפושם במערכות כוכבים, על ידי ההפרעות שהננס החום יגרום לכוכב הנראה. המשימה לחפש ננסים חומים עצמאיים נראית, באמצעים העומדים לרשות החוקרים כיום, בלתי אפשרית.

החל מאמצע שנות השמונים, ניסו אסטרונומים לחפש ננסים חומים במערכות בינאריות קרובות, על ידי שיטת האינטרפרומטריה המאפשרת הפרדה זוויתית מעבר ליכולת מיכשור אופטי רגיל, על ידי פיצול אלומת האור המגיעה מהעצם הנצפה. בשיטה זו קיוו החוקרים לזהות מערכות שהמרחק בין רכיביהן הוא יחידה אסטרונומית אחת בטווח של 30 שנות אור מכדור הארץ.

בשנת 1986 החל איסוף נתונים בעזרת הטלסקופ 3.6 מ' במצפה האירופי הדרומי (ESO) בלה-סילה. מחקר זה מתמקד על רוב הכוכבים ברדיוס 30 שנות אור ממערכת השמש ובתוכם פרוקסימה קנטאורי, כוכב ברנד וכן ננסים אדומים עמומים כגון Ross 154, 369 ו-WOLF 4-1. למרבה הצער, לא נמצא כל ננס חום למרות תקוות שהתעוררו במהלך המחקר (המקרה המפורסם של הכוכב VB88 בשנת 1987).

תוך כדי המחקר, השתכללו השיטות לאינטרפרומטריה באינפרא-אדום והן נוסו על עשרות מערכות בינאריות של ננסים אדומים. למרות השיפור, לא נתגלה כל ננס חום. אחת הבעיות של טכניקת האינטרפרומטריה היא, שיחס הבהירויות בין הרכיב הבהיר לרכיב האפל יותר הוא 4.5 לכל היותר. מכאן, על-מנת למצוא את הננס החום הבהיר ביותר, יש לחפש סביב ננס אדום מטיפוס M5 או טיפוס מאוחר יותר (ולפיכך חיוור יותר) שבהירותו 2 אלפיות מבהירות השמש.

בסוף שנות ה-90 התאפשר, על ידי שימוש במיכשור האופטי של טלסקופ 3.6 מ' להשיג את ההפרדה הזוויתית הנסיימלית התאורטית באורכי גל 3.6 וקרוב להפרדה

הגדולה, יחסית, של הכישור. הפרעה זו תגרום לענני גז להסתחרר במהירות לכיוון מרכז הגלאקסיה, תוך יצירה המונית של כוכבים מאסיביים. מסקנה זו הוצגה על-ידי אנטוני סטארק (ANTONY A. STARK), ממעבדות AT&T בגליון 15 לינואר של THE MONTHLY NOTICE של האגודה האסטרונומית המלכותית.

כוכב מאסיבי בענן מגלן הגדול

כוכב מאסיבי, אחד מהמאסיביים הידועים, מצוי בענן הגדול של מגלן. מסתו של כוכב על ענק זה, המכונה מלניק 42 (MELNICK 42) היא בין 80 ל-100 מסות שמש וזהרו האמיתי הוא פי מליון מהשמש! ברם, הכוכב משלם מחיר רב עבור קרינה בעוצמה כזו. הקרינה יוצרת רוח כוכבית אדירה, שמהירותה, כפי שנמדדה על ידי טלסקופ החלל ע"ש האבל, היא ה-3000 ק"מ לשניה ובמונחים של איבוד מסה, מסתכם האובדן באחוז אחד ממסת הכוכב כל מאה שנים. קצב איבוד מסה כזה גדול פי 10 מהקצב הממוצע בכוכבים על ענקים חמים מטיפוס O.

על-פי סאלי היפ (SALLY HEAP) ממרכז החלל של נאסא-גודארד, לכוכב טמפרטורה אפקטיבית של 48,000 מעלות, לעומת 5,800 מעלות בשמש. גיל הכוכב עומד על 2 מליון שנה. למרות שבמונחי הגילאים של מערכת השמש הוא נחשב ל"צעיר" (גיל השמש מוערך בכ-5 מיליארד שנה), הכוכב ה"צעיר" אץ לקראת כיליונו; בקצב יצירת האנרגיה שלו, הכוכב עתיד להתפרץ כסופרנובה בעוד כמה מליוני שנים לכל היותר. אם לשפוט על-פי הופעת הסופרנובה בענן מגלן בפברואר 1987, הרי שצפוי מחזה שיראה היטב מכדור הארץ.

חור שחור ענק

שתי גלאקסיות המצויות בתהליך התנגשות המסומנות כ-NGO6420 בקבוצת אופיוכיוס,

המקסימלית באורך גל 2.2 מיקרון. למרות שכושר ההפרדה בשיטה זו נופל במעט מזה של שיטת האינטרפרומטריה, הרי שכעת ניתן, על ידי שימוש בשיטה החדשה, לקבל תוצאות בזמן חשיפה קצר יחסית וכן ליצור על ידי טכניקות נוספות, עיבוד של המידע שיאפשר בדיקה טובה יותר של הרכיבים.

כותבי המאמר - ד"ר ר. לורנץ (R. LORENZ) ות. דרשזל (H. DRECHSEL) ממיצפה רמיז שבבמברג, גרמניה ופ. מאייר (P. MAYER) מהמחלקה לפיזיקה, אוניברסיטת צ'ארלס שבפרג, צ'כיה, מקווים שטכניקה זו תאפשר חיפוש נוח יותר אחר הנושא החם ביותר של האסטרונומיה - ננסים חומים.

האם גלאקסית שביל החלב היא עם כישור

כשאומרים שגלאקסיה מסויימת היא גלאקסיה ספיראלית, ההשוואה הבלתי נמנעת היא לשביל החלב. כעת, טוענים שני חוקרים - לאו בליץ (LEO BLITZ) מאוניברסיטת מארילנד ודוד נ. ספרגל (DAVID N. SPERGEL) מאוניברסיטת פרינסטון, ששביל החלב הינה גלאקסיה בעלת כישור (BAR).

על-מנת לאמת את ההנחה הזו היה צורך במדידת תנועתם של כוכבים סמוך לגרעין הגלאקסיה. מאחר וענן גז ואבק סמך מסתיר את הכוכבים המצויים בכיוון מרכז הגלאקסיה, היה צורך בתצפיות בתחום הקרניים התת-אדומות, החודרות את האבק. נוכחותו של כישור בגלאקסיה מעוותת את מהירותם של כוכבים הסמוכים למרכז הגלאקסיה. בליץ וספרגל טענו בכינוס האיגוד האסטרונומי האמריקאי שהם אכן גילו הפרעה בתנועת כוכבים סמוך למרכז הגלאקסיה. קצחו המזרחי של הכישור נטוי דרומה ממישור הגלאקסיה, לכיוון כדור הארץ.

נוכחות של כישור בגלאקסיה ספיראלית, יוצרת הפרעה כבידתית הנובעת ממסתו

השווה למסת גלאקסיה בסדר גודל של שבייל החלב אך הכתם שנצפה והאמור להכיל את המסה הנדונה, קטן בנפחו פי 10,000 מהגלאקסיה שלנו. אם ההנחה בדבר גודלה של המסה נכונה וכן בדבר הנפח של אותו גוף, הרי מדובר בחור שחור הגדול עשרות פעמים מחורים שחורים המצויים במרכז גלאקסיות פעילות. מאידך, עדיין יתכן ומדובר בענן מאסיבי של ננסים חומים או כוכבי ניוטרונים. שני הסוגים של הגופים אינם מצטיינים בפליטת אור נראה וזו הסיבה מדוע לא נצפה חומר נראה במרכז הדיסקה.

עובד מתוך:

SKY AND TELESCOPE, JULY 1991

SKY AND TELESCOPE, AUGUST 1991

EL MENSAJERO, N. 64 - JUNE 1991

מכילות כנראה, את החור השחור הגדול ביותר. השערה זו פורסמה בגליון 10 באפריל של ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, על ידי ג'ס בלנד-הות'ורן (BLAND-HOTHORN) מאוניברסיטת ריס, אנדרו וילסון (ANDREW S. WILSON) מאוניברסיטת מרילנד ור. ברנט טולי (R. BRENT TULLY) מאוניברסיטת הוואי.

על-פי המאמר, שתי הגלאקסיות מציגות שתי דיסקות הסובבות סביב צירן. דיסקה אחת סובבת סביב מה שנראה כמרכז של גלאקסיה. ברם, הדיסקה השניה סובבת סביב נקודה המצויה לצד שתי הגלאקסיות. נקודה זו אינה נראית כמכילה חומר רב כמצופה ממרכז כובד שגורם לאותה דיסקה להסתובב סביבו.

מאידך, עלימנת לגרום לדיסקה השניה להסתובב במהירות שנצפתה, יש צורך במסה

דוחות תצפית

תצפית מטר פרסאידיים - 1991

במטר הפרסאידיים השנה צפיתי מנקודה אי שם באיזור הנגב הצפוני כאשר השמים היו חשוכים וצלולים. התחלתי לצפות בחצות (לפי שעון קיץ) וסיימתי בשעה שלוש, בלילה שבין ה-11 ל-12 באוגוסט.

כאשר פני מופנות כל הזמן לכיוון איזור הקסיופיאה, צפיתי במשך שלוש השעות ב-45 מטאורים חלקם פרסאידיים וחלקם ספורדים (אקראיים). רוב המטאורים שבהם צפיתי היו די בהירים והעובדה שהירח לא

זרח הפעם הקל את הצפיה גם במטאורים סביב בהירות 5. מתוך שלל הפרסאידיים האופייניים-מהירים, קצרים ובהירים, זכורים לי בעיקר שניים מאד מרשימים. האחד, מטאור מתפוצץ, דמה לפצצת תאורה בהשאירו שובל אש רחב מאחוריו והגיע לבהירות גבוהה מאד כנראה בהירות 5-5. השני, היה מטאור בהיר מאד שנע במהירות כברת דרך ארוכה בשמיים וחצה את שבייל החלב מהקסיופיאה דרך דנב ונעלם בסביבת אלכיראן. מטר הפרסאידיים השנה היה מרשים במיוחד בעיקר בשל היעדרו של הירח מהשמיים לכל אורך שעות הלילה.

חדשות חלל

חדשות חלל

1. **החור באוזון** - שכבת האוזון המגינה על עולמנו מהקרינה האולטרה סגולה המגיעה מהשמש, ממשיכה להתפורר והמשך ההרס של השכבה מדאיג מדענים רבים וגם את אנשי איכות הסביבה. במסגרת המאמצים להציל את מעטיפת האוזון ולהתחקות אחר הגורמים להתפוררותה, שיגרה נאסא את מעבורת החלל שלה "דיסקברי" ב-12.9.91 ועל סיפונה לוויין לחקר שיכבת האוזון. 5 אנשי הצוות של המעבורת הציבו את הלוויין בחלל למחרת השיגור בהצלחה ושבו ב-17.9.91 בחזרה לכדור הארץ.

2. **מהפיכה גם בחלל** - בצל חששות כבדים מהמשך התפוררותה של ברית המועצות, שמועות חדשות מברשות אולי על חיסולה או צימצומה המסיבי של תכנית החלל הסובייטית. מסתבר איפוא, שהפיכת הנפל באוגוסט החארוון, שהביאה ככל הנראה לפירוקה של ברית המועצות, גררה אחריה השפעות נוספות גם על המשך תכנית החלל הסובייטית. את הביטוי הגלוי ביותר לחששות בדבר חיסולה של תכנית החלל הסובייטית הביעו בחודש אוגוסט שני הקוסמונאוטים הסובייטים: אלכסנדר ארזברסקי וסרגיי קריקליוב הנמצאים כבר כארבעה חודשים בתחנת החלל "מיר". שמועות על מכירת תחנת החלל "מיר" וכלי שיגור נוספים לגורמים במערב, גרמו לקוסמונאוטים לשדר שדר בהול לארצם ובהם שואלים האם ברית המועצות מתכוונת למכור אותם ואת תחנת החלל שלהם לזרים. גורמים במערב הודיעו באחרונה כי הם נושאים ונותנים עם ברה"מ על קניית ציוד

חלל והעיסקה כנראה תכלול את התחנה הסובייטית העתידית "מיר-2" ואולי אף את תחנת החלל העכשווית "מיר". אותם גורמים ציינו שלברית המועצות נסיון רב במבצעי חלל מאוישים וכי תחנת חלל סובייטית פשוטה עולה פחות ממיליארד דולר בעוד תחנת החלל האמריקנית המתוכננת "פרידום" תעלה למעלה מ-20 מיליארד דולר. גורם נוסף לדאגה מופיע בדמות חלוקתה המדינית של ברית המועצות. כידוע בסיס החלל המרכזי של ברה"מ נמצא בביקנור השוכנת ברפובליקת קזאחסטן. לאחרונה, בעקבות השינויים הדרמטיים המתחוללים בברה"מ, הכריזה רפובליקת קזאחסטן על עצמאות ועל החרמת מאגרי הנשק הגרעיני שבתחומה. נשאלת איפוא השאלה מה יהיה גורלם של בסיס החלל בביקנור ואתרי הנחיתה של הקוסמונאוטים - האם יהיו שייכים למסגרת כלשהיא של ברית המועצות או שייכים למדינת קזאחסטן העצמאית. ניתן איפוא להבין את חששותיהם המתגברים של הקוסמונאוטים שאינם יודעים לאיזו מדינה הם יחזרו והאם הם יכירו את המקום ממנו באו לאור השינויים מרחיקי הלכת.

חקירתו של טיטן

המבצע הבא לחקירת שבתאי, טבעותיו וירחיו יהיה מבצע משולב של NASA ו-ESA. מבצע זה יכלול שתי חלליות, מקפת אמריקאית שתכנס למסלול סביב שבתאי ותחקור את המערכת כ-4 שנים וחללית בת אירופית, הויגנס הצמודה אליה ותפקידה לחזור מבעד לאטמוספירה הסמוכה של טיטן, ירחו הגדול של שבתאי, ולנחות על פניו.

ב-18.5.91 שיגרה בריה"מ חללית 'סויוז' ובה שני קוסמונאוטים סובייטים וקוסמונאוטית בריטית. הלן שרמן - האדם הבריטי הראשון ששוגר לחלל, נשלחה יחד עם שני עמיתיה הסובייטים אל תחנת החלל 'מיר' לשבוע עבודה שכלל ניסויים מדעיים בתנאי אפס משקל וכן מחקרים משותפים הנוגעים לשתי המדינות.

ואמנם יעד חשוב במבצע זה הוא טיטן, ירחו הגדול של שבתאי. מועד השיגור 1996.

מכ"ם שימצא על המקפת קאסיני ימפה חלקים נרחבים של טיטאן, בדומה לחללית המגלן הממפה את פני השטח של נוגה ומכשור על שתי החלליות יבחון תהליכים כימיים היוצרים את אטמוספירת הירח, ייתכן ותהליכים אלה דומים להתפתחות כימית קדם ביולוגית שהיתה על פני כדור הארץ.

החללית הויגנס תבחון את האטמוספירה של טיטן ותצלם את פני השטח במשך כל אותן 3 שעות טיסתה עד הגיעה לפני השטח, במידה והחללית תשרוד אחרי הפגיעה בקרקע היא תמשיך לשדר נתונים למקפת עד לאובדן הקשר.

מתוך

NASA Selects Investigator for cassini for staurn orbiter Mission

Spaceflight Vol. 33 P.9 January 1991



"קוסמוס" דרך בן גוריון (סודיעין) 67, בני-ברק

(סול השלישות הראשית רמת-גן)

סען: ת.ד. 10834 רמת-גן 52008

טל. 03-793639

המבחר הגדול ביותר בארץ של טלסקופים זציוד אסטרונומי

בתצוגה

שוברי אוד 60 1-80 ס"מ

ניוטוניים 4 1/2" ורובסוניים 8" ומעלה

שמירט - ניוטוניים 6" ו-8" עם מנוע

משקפות ענק. טלסקופים קרקעיים

עיניות. אביזרי-עזר. מנועים

מפות. אטלסים, פוסטרים, שקופיות

חרשו! טלסקופים שמירט קאסיגרין בתצוגה

למכירה - טלסקופ 8" דובסוני
לפנות לדונר רוני
טל. 04-733647

למכירה - טלסקופ קוטר 4 1/2"
לפנות לשי דרדיקמן
טל. 03-5414988



פינת החובב

המערבי מצוי מעט צפונית למרכזה של קבוצת גרי, והיא משתרעת עד מזל דגים, גבולה הצפוני גובל עם קבוצת פגסוס.

היסטוריה

שמה של הקבוצה, דלי, ניתן לה בתקופה המאוחרת. מיקומה של הקבוצה בשמיים הינו סמוך לקבוצות מייצגות מים או יצורים החיים בים: לויתן, דולפין, נהר ארידנוס, ביצרה (מפלצת הים), דגים, דג דרומי ובו הקבוצות אנית ארגו וקביע. במיתולוגיות האלו, נשלטו כל בעלי החיים הימיים על ידי קבוצת דלי, ההצגה הראשונית של הקבוצה כדלי נראתה כבר אצל הבבלים הקדמוניים: תחריטים קדומים הראו את הקבוצה כנער השופך מים מתוך דלי. הערבים פיתחו את הכלי ממנו נובעים המים לאמפורה (כלי למזיגת יין).

ברם, מעגל המזלות הרומאי מציין את הקבוצה כטווס. סמלו של יונו או כאווז, סמול זה נבע מיחוס החודשים ינואר-פברואר ליונו (השמש שהתה במזל זה בחודשים אלו בזמנים ההם). למרות זאת, כמה סופרים יוונים תיארו את הקבוצה כימוזג המים. השם אקוואריוס הופיע בספרות ביצירות מהמאה ה-18 ע"י גיימס תיומסון וכן ע"י רג'יל.

המיתולוגיה הבבלית והאכדית קשרה, כאמור, את הקבוצה למים. הקבוצה זכתה לכינויים שונים כגון - קו אור קו (KU-UR-KU) באכדית פירושו - מושב המים הזורמים או ראמאו (RAMMANU) - אל הזרם. מעניין

פינת החובב

החודש, תעסוק פינת החובב באחת מהקבוצות השמיים המוכרות יותר בשמן אך פחות בצורתן, הכוונה היא לקבוצת דלי (AQUARIUS).

קבוצת דלי הינה אחת מתריסר המזלות והיא משויכת לחודש פברואר, למעשה, עוברת השמש בקבוצת דלי רק בשבועות הראשונים של חודר מרץ, הסיבר לחוסר התאמה זו בין החודש המשוער למזל מסוים על פי האסטרוולוגים ומעבר השמש באותו המזל בפועל, נובע עקב תופעת הפרסציה (נקיפה), מחזור הסיבוב של הטית ציר כדור הארץ הנמשך כ-26 אלף שנים בקירוב).

החל מפניה זו, יכנס חידוש מעניין לטובת אוהבי המיתולוגיות ומקורות שמות הכוכבים. קבוצת החודש תדון ביתר פירוט על מקורות השמות של הקבוצות וכוכביהן.

קבוצת דלי הינה אחת מקבוצות השמיים הגדולות ביותר (ראה מפה 1). מאידך, הקבוצה המצויה הרחק ממישור הגלאקסיה אינה מציעה שפע של אובייקטים בהירים. למרות זאת, ישנם בקבוצה מספר עצמים מעניינים ביותר ועליהם נתעכב.

הקבוצה מצויה מעל האופק הדרומי בחודשי החורף, מאחר והקבוצה קרובה ביותר לנקודת השוויון, הרי הקבוצה זורחת עם השקיעה בסביבות החודשים אוגוסט - ספטמבר, הקבוצה גדולה מאוד, גבולה

כוכבי הקבוצה

α - סאדאלמליק, (SADELMALIK) שם זה נגזר מערבית ומקורו אל סעיד אל מליק - בר המזל של המלך, הכוכב מצוי מעלה דרומית לקו המשווה השמימי.

זהו כוכב על ענק בבהירות 2.93 בעל סיווג ספקטרלי הזהה לזה של השמש - G0 Ib. עוצמת אורו של הכוכב הינה כ-6000 פעם השמש ומרחקו מעימנו הינו, לפיכך, למעלה מאלף שנות אור. הכוכב הינו כפול אופטי, בהירות הכוכב החיור הינה 12 והמרחק הזוויתי ביניהם "113.

β - סאדאלסועוד (SADELSUUD), נגזר מערבית 'אל סעיד אל סועוד' - בר המזל בין ברי המזל. שם זה ניתן לו על כך שזריחתו עם השמש בישרה על בוא הגשם. הסינים קראו לכוכב 'היו' - "HYEW" החלל, או הריק, והוא היה מרכזו של אותו לוחם שחור שהוזכר קודם לכן.

כוכב זה, בעל בהירות 2.86 הינו כוכב כמעט זהה ל- α דלי. הסיווג הספקטרלי שלו - G0Ib הינו של על ענק צהוב ולפיכך עוצמת אורו האמיתית ומרחקו מעימנו זהים כמעט לעוצמת אורו ומרחקו של α . שני הכוכבים, α ו- β , מראים גם את אותה תנועה יחסית לשמש: הם מתרחקים מעימנו במהירות רדיאלית של 8 ק"מ לשניה.

β דלי הינו מערכת של שלושה כוכבים, שאין ביניהם כל קשר פיזיקלי. הרכיב הראשון בבהירות 10.8 ומרחק של 35" והכוכב השני בהירותו 11.4 במרחק של 57".

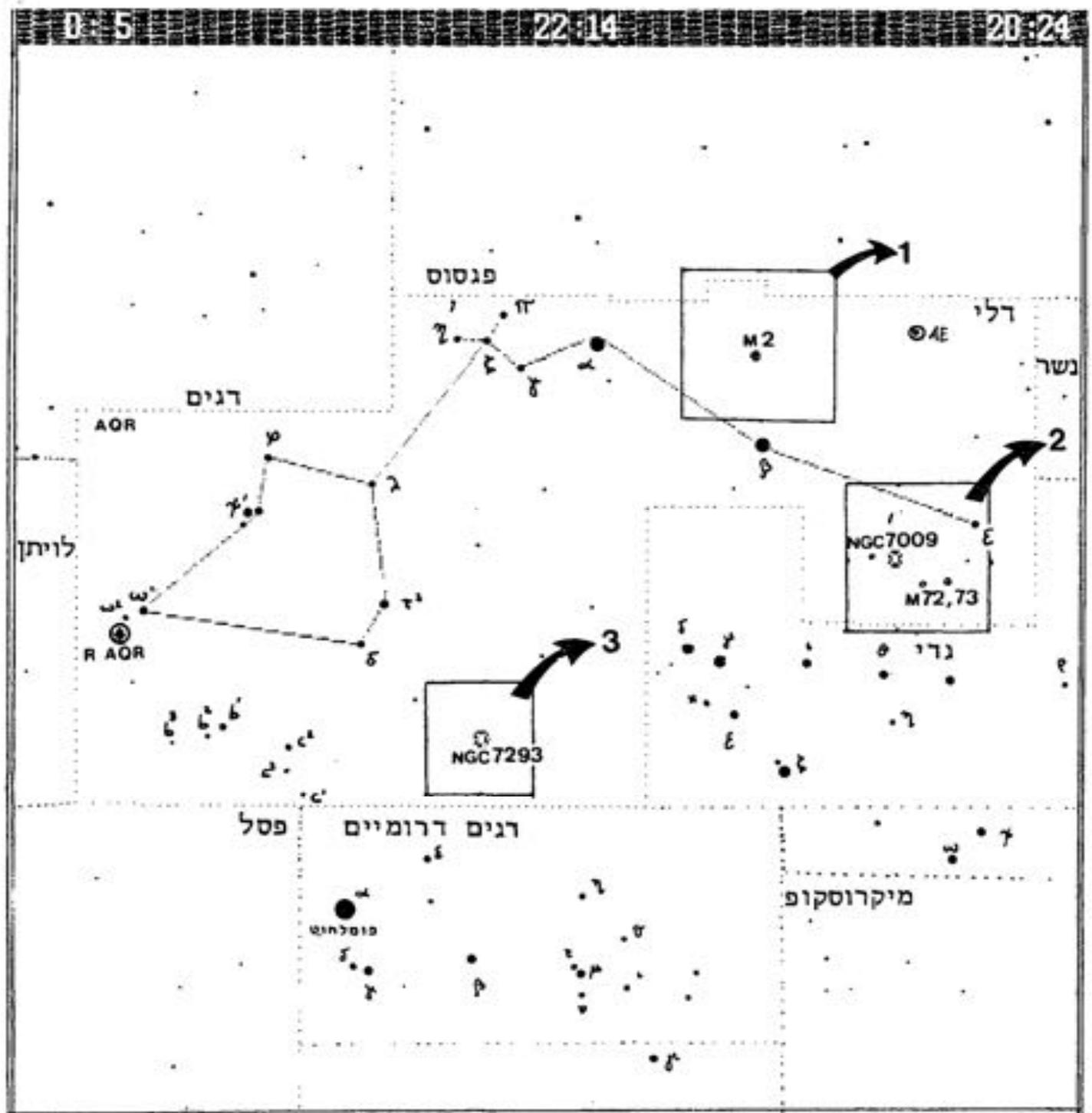
γ - סאדאחביה (SADACHBIA). מקור השם בערבית - אל סעיד אל אחביה - בר המזל של מקומות המחבוא. הכוכב קיבל את שמו כיוון שזריחתו במזרח בדימדומי השחר של האביב בישרה את יציאת השילשולים ושאר מתחמי האדמה. יתכן ושמו של הכוכב מקורו במילה חיבה שפירושה אוהל. על פי פירוש

לזכור, שמקור חלק מהשמות בתרבות האכדית הינו לפני 15,000 שנים כאשר השמש היתה במזל דלי עת הנילוס גאה (כאמור, הסיבה לתזוזת השמש לאורך גלגל המזלות במשך השנים הינה תופעת הפרסציה). המצרים ראו בדלי את המקור לגאות הנילוס כאשר שקעה הקבוצה לתוך הנהר ומלאה אותו מים. על פי אבו עזרא, השם המצרי לקבוצה היה מוניוס (MONIUS) הנגזר מהשורש מאז (MUAW) - שפירושו מים. ברוב המיתולוגיות ישנה התייחסות לתת הקבוצה בצורת האות האנגלית "Y" הבנויה מהמשולש α , γ , η , δ . במרכזו. תת הקבוצה מצוינת כמקום המזל או משכן הירח וזאת, כיוון שהירח, תוך כדי מסעו בשמים, עובר בתוך משולש הכוכבים הזה. התייחסות למשולש הכוכבים הזה בהקשר לירח מצויה גם בתרבויות אחרות.

הערבים הכירו את הקבוצה כ-סאקיב אל מיה (AK XADIB AL MAIA) - נושא המים, או 'אל דלאו' (AL SALW) - דלי הבאר. מכאן נגזרו רוב השמות השמיים - 'דול' (DOUL) בפרסית, 'דאלו' (DAULO) בסורית (ממנה התפתח דוליום בלטינית) וכמובן - דלי בעברית.

במזרח הרחוק, לקבוצה היתה משמעות אחרת. הסינים ראו בקבוצה חלק ממכלול גדול יותר שהכיל את גדי, דגים וחלק מקשת, מכלול זה נקרא 'טיאן' 'יואן' (TIEN YUEN) או הצב ומאוחר יותר כ-'יואן יינג' (HIUEN YING) - הלוחם השחור. רק מאוחר יותר, הפך המינוח של הקבוצה ל-'פאו פינג' (FAOU FING) - האגרטל היקר והקבוצה סימנה את תחילתו של גלגל המזלות כעכברוש, שסימל, בכתב של המזרח הרחוק מים. גם בגנגס שבהודו, החלה ספירת המזלות במזל דלי, שמה של הקבוצה היה 'קומבהבה' (EUMBABAH) - אל הסערות.

מפת קבוצת דלי כוכבים עד בהירות 5



זה, זריחת הכוכב בשחר אביב בישרה את תחילת עונת האוהלים. הכוכב אכן יוצר תת-קבוצה יחד עם ζ , π ו- η ומרכזה ζ . קבוצה זו נקראת האוהל, (אותה קבוצה שהוזכרה כמעון הירח מוקדם יותר).

בהירות הכוכב 3.84 והוא כוכב ענק מטיפוס B9 III. הכוכב קרוב יחסית, ומרחקו, שנמדד בשיטת הפרלקסה מראה על מרחק של 95 שנות אור, מכאן, שעוצמת אורו הינה של 20 שמשות.

ζ - סקאת (SKAT), מקור השם הינו, כנראה, במלה הערבית אל שיאת - המשאלה, שהופיעה על גבי אטלסים ערביים. הסינים יצרו קבוצה שהכילה גם את טאו, חי ופסי ונקראה 'יו ליו קואו' (YU LIN KEUN) - השומר המלכותי.

בהירות 3.28 וסוג ספקטרלי A1 V. זהו כוכב סדרה ראשית שבדומה לגמה, נמדד גם מרחקו אלינו בשיטת הפרלאקסה ונמצא עומד על 85 שנות אור.

על יד הכוכב מצוי הרדיאנט של מטר המטאורים שנקדרא גם מטר דלתא-אקוארידים, הנמשך בין ה-27 ל-29 ביולי. נקודה מעניינת נוספת היא, שבשנת 1756 צוין, באטלס של מאייר, כוכב שבת בבהירות 6 סמוך ל-דלתא. בשנת 1780 עתיד היה ויליאם הרשל לכנות את אותו כוכב בשם - אורנוס.

ϵ - אל באלי (EL BALI) נגזר מ-'אל סעיד אל בלע' מזלו של הבולע.

כוכב זה הינו כוכב סדרה ראשית מטיפוס A1V ובבהירות 3.77. נתונים אלו דומים למדי לנתוניו של ζ דלי מאידך, ϵ דלי בהיר מעט יותר והינו בעל סוג ספקטרלי מוקדם יותר ולפיכך גם מרחקו רב יותר ועומד על כ-136 שנות אור.

ζ - לכוכב הזה אין שם מוגדר.

כוכב זה עומד במרכזו של משולש שווה

שוקיים הנותר על ידי דלי בדרום מערב, π בצפון ו- η במזרח. הכוכב הינו תת ענק ירקרק מטיפוס F2 IV ובהירותו 3.65. הכוכב הינו מערכת בינארית של שני כוכבים בבהירויות 4.31 ו-4.51 כאשר הבהירות משולבת (זו הנראית לעין) היא 3.65. שני הכוכבים מראים תנועה בכיוון השעון כאשר המרחק ביניהם כיום עומד על כ-1.9" והוא יעלה עד ל-2.1" בשנת 2000. זמן המחזור שלהם הינו 856 שנים. מרחק זוויתי זה בין שני כוכבים בעלי אותה בהירות עשוי להיות מבחן לטלסקופ שובר אור בעל אופטיקה של 3" או לטלסקופ מראות בעל אופטיקה של 4.5" ומעלה.

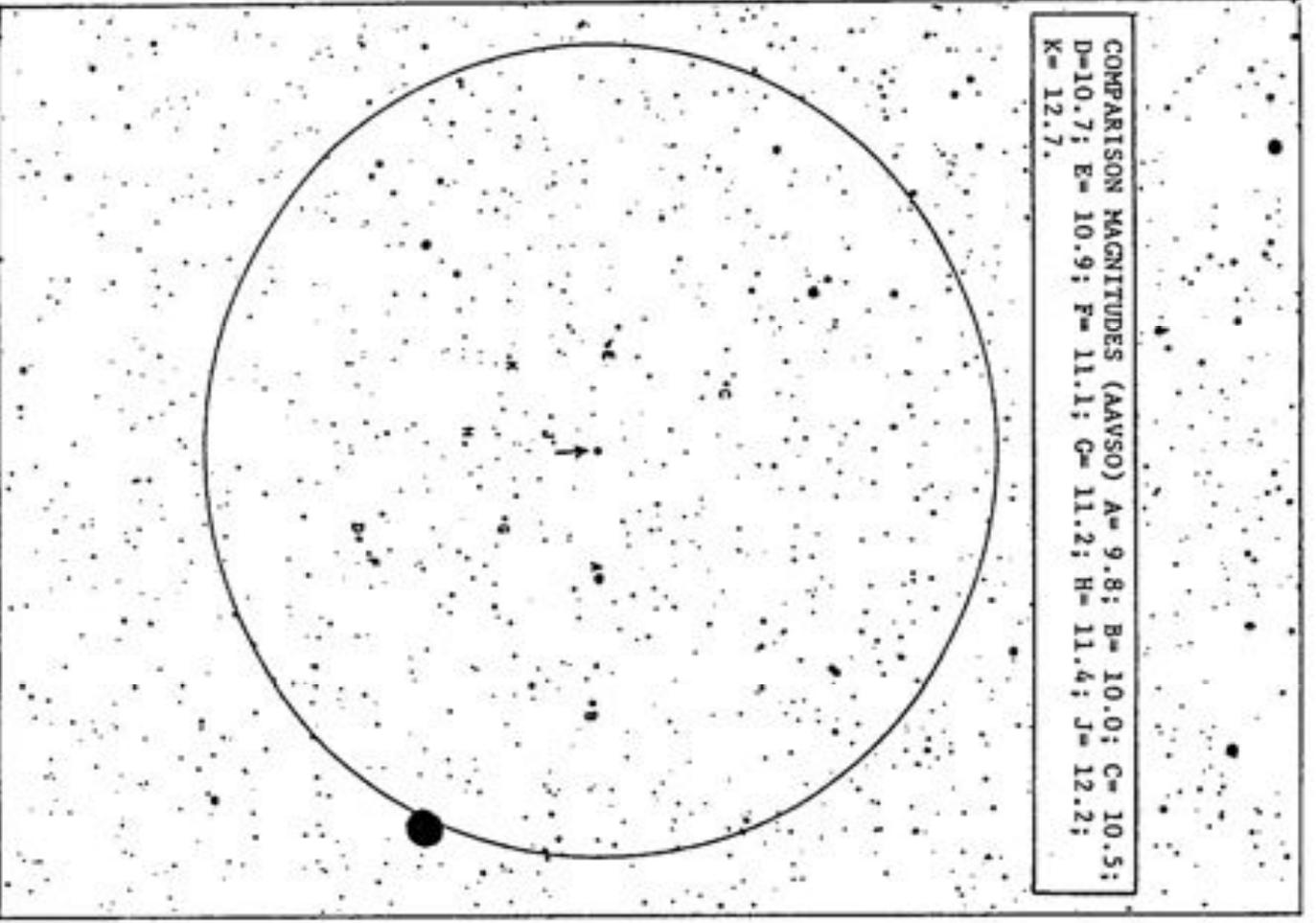
שני הכוכבים הינם כוכבים המצויים מעט מאוד מעל הסרה הראשית. המסה של כל אחד מהם דומה למסת השמש (שני הכוכבים הינם מאותו סוג ספקטרלי). מרחק המערכת מאיתנו הינו כ-75 שנות אור ולפיכך המרחק בין שני בני הזוג הינן כ-50 יחידות אסטרונומיות כיום ובממוצע כ-100 יחידות אסטרונומיות.

כוכבים משתנים בקבוצת דלי

R AQR - כוכב זה הינו אחד מהכוכבים המשתנים המעניינים בשמיים. כוכב זה הינו משתנה פועם מסוג מירה והוא משנה את בהירותו בטווח בין 5.8. אז הוא נראה על סף הראיה בעין לא מזוינת. עד לבהירות 12.4 שהיא בקצה גבול היכולת של טלסקופ 4.5". משך המחזור של הכוכב הינו 386.96 יום. המוזר הוא, שזמן המחזור של כוכב זה הינו בלתי סדיר לחלוטין והוא מראה אי יציבות לאורך זמן. ישנן תקופות, שבהירותו של הכוכב יציבה וכמעט אינה מראה כל שינוי. תקופה כזו, היתה בין השנים 1931 ו-1934. אז נשאר הכוכב בבהירות 9, הכוכב אף מראה מעין התפרצויות כאשר בודקים את התנהגותו לאורך מספר שנים.

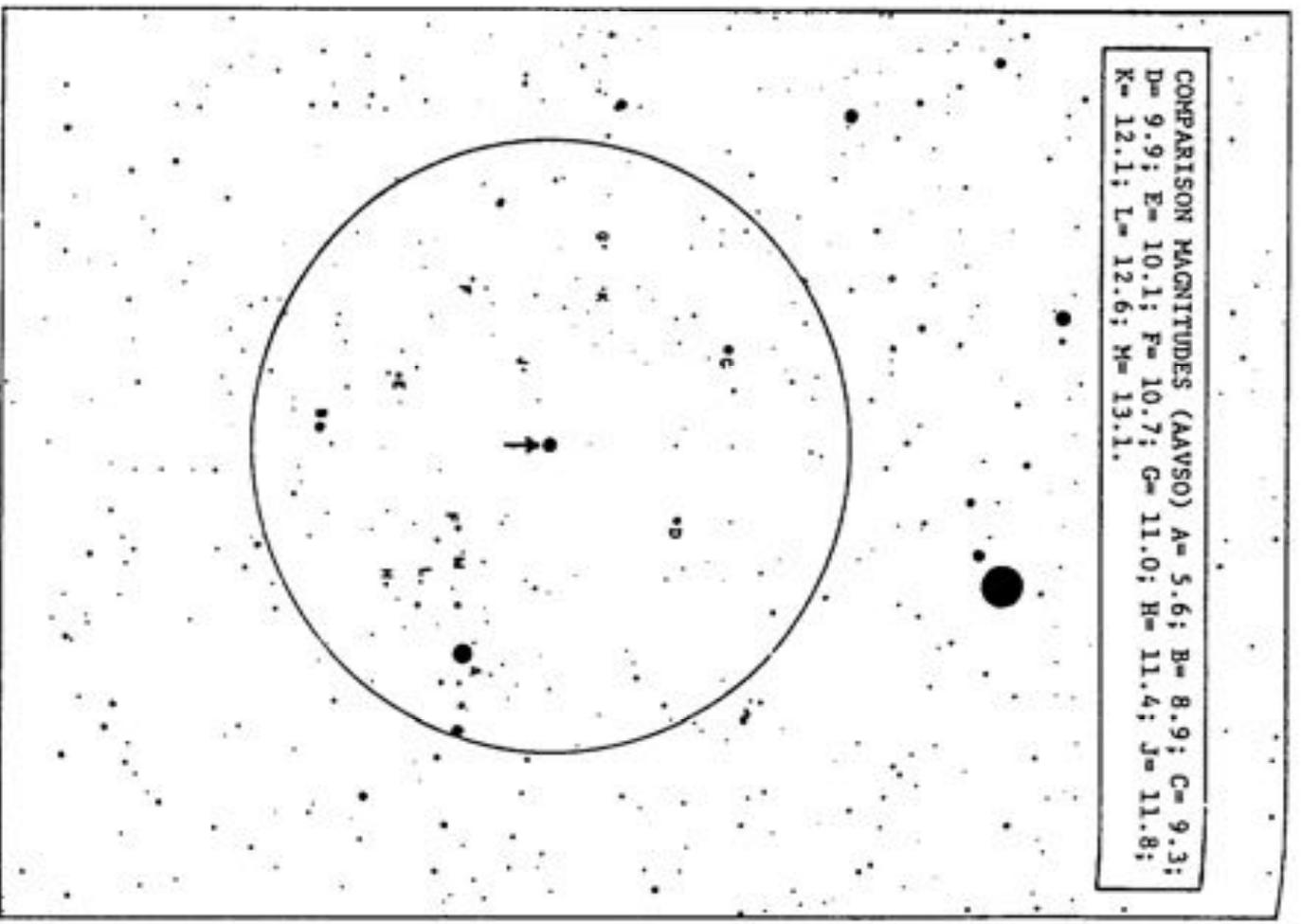
הדרג הספקטרלי של הכוכב הינו מורכב מאוד, ועומד על M5e P בזמן מקסימום ויורד M8.5e בזמן מינימום. (האות e מסמנת קוי פליטה חזקים האופייניים למשתנים מסוג זה.

COMPARISON MAGNITUDES (AAVSO) A= 9.8; B= 10.0; C= 10.5;
 D=10.7; E= 10.9; F= 11.1; G= 11.2; H= 11.4; J= 12.2;
 K= 12.7.



AE AQR

COMPARISON MAGNITUDES (AAVSO) A= 5.6; B= 8.9; C= 9.3;
 D= 9.9; E= 10.1; F= 10.7; G= 11.0; H= 11.4; J= 11.8;
 K= 12.1; L= 12.6; M= 13.1.



A AQR

במקרה של R AQR, קוי הפליטה הינם חזקים במיוחד). בנוסף, נראים בספקטרום קוים ספקטראליים מוזרים המתאימים לטיפוסים מוקדמים יותר. (האות P מציינת קוים מוזרים בספקטרום).

קוים אלו מצביעים על המצאותו של מלווה חם, בעל טיפוס ספקטראלי מוקדם (B), המלווה את הכוכב הענק. המלווה מושך גז ואבק וגורם ליצירת ענן גז ואבק סביב המערכת. לפיכך, בנוסף להשתנותו של הענק האדום, ישנן גם התפרצויות הקשורות בתת ננס הכחול. מערכת זו קרויה מערכת סימביוטית.

סביב הכוכב נמצאה גם ערפילית גז, הנראית כמו ערפילית פלנטרית קטנה, והמצביעה בבירור על חומר שנזרק מהמערכת בצורה של לשונות. ההתפשטות של ערפילית זו מצביעה על כך שהיא החלה להתפשט לפני כ-1000 שנים. יש המייחסים את תחילת ההתפרצות לנובה שנצפתה על ידי אסטרונומים יפניים בשנת 930 לספירה. יתכן והגורם להתפרצות היה ספיחה איטית של חומר מהענק האדום לתת ננס הכחול. ספיחה שערערה את היציבות בכוכב הקטן והדחוס, יצרה לחץ על השכבות הפנימיות והלחץ גרם להתפרצות. מאחר וספיחה זו הינה איטית, יש לשער שהמערכת תעבור שלבים נוספים של נובה או דמוי נובה בעתיד.

כיום ידועים מקרים נוספים של משתנים סימביוטיים והמפורסמים ביניהם הינם SS Cyg, AE Aur, AE AQR-1 ואליו נתייחס בהמשך, למעוניינים, מצורפת מפת השוואה לצורך צפייה בכוכב.

AE AQR - כוכב זה הינו כוכב דומה ל-R AQR. כוכב זה הינו כוכב משתנה בין הבהירויות 10 ו-13. ולפיכך הינו אובייקט מצויין לבעלי מכשירים של 3" ומעלה. כיוון שניתן להבחין היטב במקסימום של הכוכב, ההתפרצויות

עשויות לבוא במחזוריות של יום ולהימשך כמה שעות ובהתפרצויות משנה כל כמה שעות. התפרצויותיו התכופות של הכוכב, שהינו בעל פעילות רצופה, סיווגו אותן כמתפרץ קטקליזמי. הכוכב הראשי הינו ננס כתום מטיפוס SA המצוי בשלב היציאה מהסדרה הראשית. מכאן, שמסתו, וקוטרו היום פחות ממחצית המסה והקוטר של השמש. המלווה הינו כוכב מסוג תת ננס או ננס כחול, המצוי בדרך להיהפך ננס לבן. כוכב זה יונק חומר מהכוכב הכתום. החומר הנספח עליו יוצר דיסקת ספיחה סביב הננס הכחול. בנקודת המפגש בין החומר הנופל על הננס הכחול ובין דיסקת הספיחה נוצר כתם חם, שהוא, כנראה, מקור האור החזק ביותר במערכת. יתכן ומקור ההתפרצויות קשור למבנה הלא יציב של דיסקת הספיחה. יתכן ואי היציבות של דיסקת הספיחה אינה מסוגלת לווסת את זרימת החומר לננס הכחול ובמקרים של חומר רב מהממוצע הנופל על הננס הכחול נגרמת התפרצות. במקרים של כוכבים סימביוטיים בעלי דיסקת ספיחה, ליקוי של הכתם החם על ידי הכוכב הראשי מביא למינימום ראשי. מאידך, ליקוי של הכתם החם מצריך פאזה סדירה כלשהיא בעקומת האור, מה שלא נמצא במקרה שלפנינו.

גם במקרה זה, מובאית מפה לצורך צפייה בכוכב.

VY AQR - נובה נשנית. כוכב זה מצוי בדרך כלל, בבהירות 16.6. במאה הזו נצפו מספר התפרצויות שלו בשנים 1973, 1962, 1907 והאחרונה בשנת 1983.

כוכבים כפולים בנקודת דלי (המספר בסוגריים המרובעים מראה את המפתח המינימלי להפרדה בין בני הזוג).

גרעין לא בולט, מקשה על זיהוי הצביר. כיוון שבהירותו, הנמוכה ממילא, מתפזרת על פני כל שטח הצביר ואינה מרוכזת בגרעין.

בהירותו הנראית של הצביר 9.35, ממקמת אותו בין הצבירים הכדוריים החיוורים ביותר לטלסקופים קטנים. לפיכך, האתגר הינו גדול גם במפתחים בינוניים. הסיבה לחיוורתו של הצביר הינה מרחקו הגדול יחסית של הצביר מעימנו הנמדד בכ-56 אלף שנותאור. קוטרו הזוויתי המלא הינו 5.9 אך בפועל הוא נראה, כאמור, קטן הרבה יותר, גם הגיל של הצביר הינו מתקדם יחסית לצבירים כדוריים. הדירוג הספקטרלי שלו הינו G0 והוא מתקרב אלינו במהירות 280 ק"מ לשנייה.

תיאורו של הנרי דרייר: "די בהיר וגדול, עגול"

M73 6994 - אובייקט זה שנתגלה על ידי מסייה, הינו אחת הדוגמאות לטעויות בזיהוי מוטעה. לעיתים קרובות, נדמים שני כוכבים קרובים לערפילית, כנראה, שזה היה המקרה בצביר זה. למעשה, מדובר במרובע של ארבעה כוכבים שבהירותם נעה בין 10 ל-11. קל מאוד לבדוק את הנושא גם בטלסקופ קטן של 2". במקרה זה, יתכן ומרובע הכוכבים יראה כערפילית בהגדלה קטנה. M73 מצוי מעלה ומחצה מזרחית ל-M72.

NGC 7009 - אחת מהערפיליות הפלנטריות הבהירות ביותר והמפורסמת בשל צורתה המיוחדת. ערפילית פלנטרית זו נקראת ערפילית שבתאי, על צורתה המזכירה את כוכב הלכת וטבעותיו. הערפילית קלה ביותר למציאה. יש לנוע מעלה ומחצה מערבית מ- ν בקבוצת דלי והערפילית הבהירה תמצא בשדה הראיה. הערפילית נראית כאליפסה בהירה ומוארכת. שבהמשך לצירה המוארך בולטות שתי קרניים. מסביב האליפסה יש טבעת חיוורת יותר ועגולה יותר (ראה איור). קוטרה של האליפסה הבהירה הוא 25" בלבד. וחלק זה של הערפילית הוא הנראה

12 AQR - שני כוכבים בבהירויות 5.9 ו-7.3 המרחק הזוויתי 2.8" והצבעים הינם צהבהב (F5) לבהיר ולבן תכול (A3) לחיוור. [2.4"]

29 AQR - שני כוכבים בבהירויות 7.2 ו-7.4 במרחק זוויתי של 3.7". סוג ספקטרלי זהה - A2 [2"]

2862 Σ - כוכבים בבהירויות 8.2 ו-8.6 במרחק 2.4". ספקטרום זהה - G0 [2"]

94 AQR - שני כוכבים בבהירויות 5.3 ו-7.3 המרחק הזוויתי משתנה בין 12.7" ל-13.4". הכוכב הבהיר צהוב (G5) והכוכב החיוור כתמתם (K2). [כל מפתח]

107 AQR - שני כוכבים בבהירויות 5.7 ו-6.7 המרחק הזוויתי משתנה בין 6.6" ל-5.5". הכוכב הבהיר לבן תכול (A6), הכוכב החיוור ירקרק (F2). [כל מפתח]

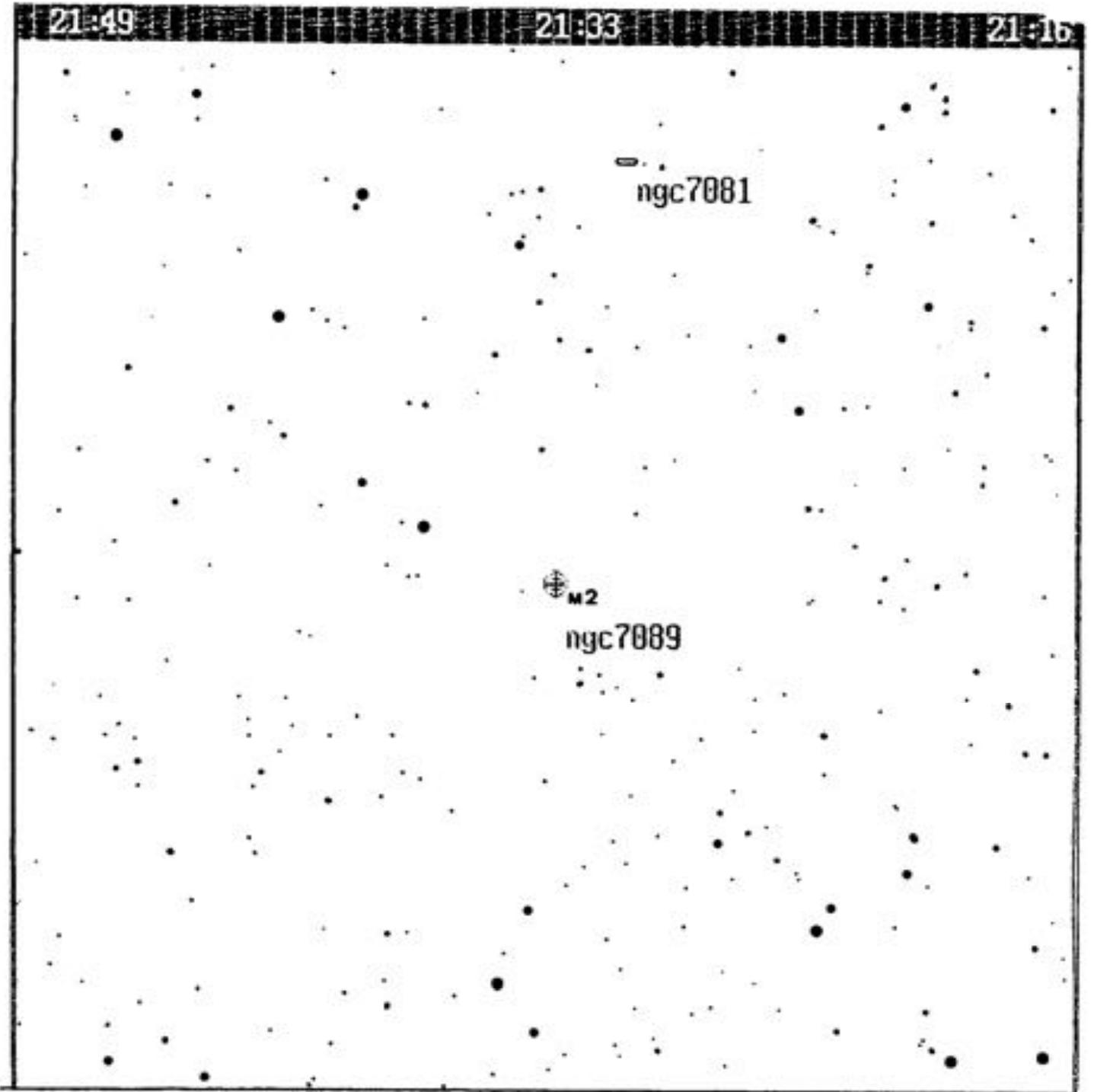
אובייקטים מעניינים בקבוצת דלי

כאמור, קבוצת דלי מאכסנת בתוכה מספר קטן של עצמים המתאימים לחובב בעל הטלסקופ הממוצע, אך אובייקטים אלו הינם יפים ומרשימים. הקבוצה נחלקת לשני אזורים מעניינים - המזרחי והמערבי.

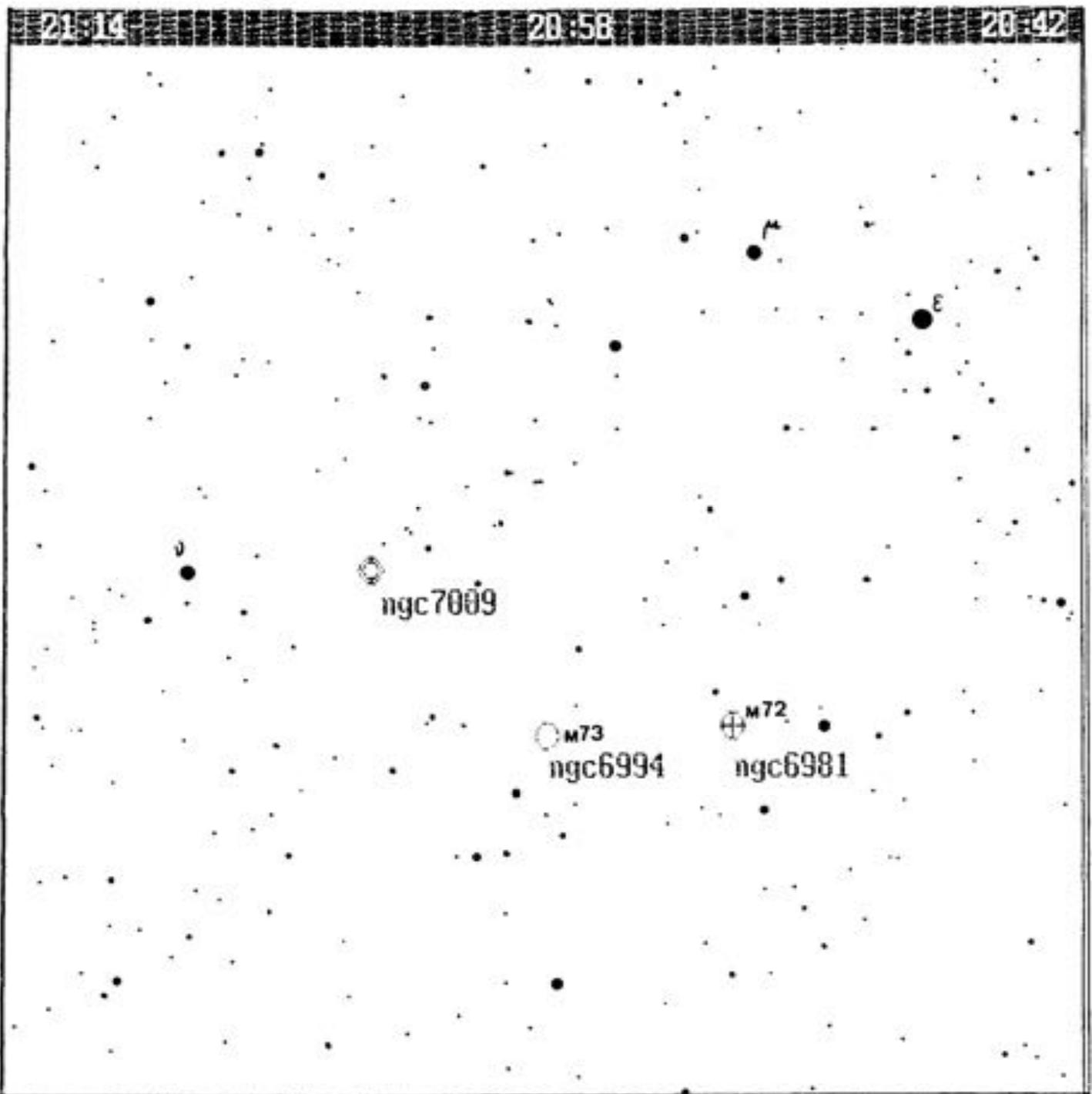
האיזור המערבי

M72 (NGC 6981) - אובייקט זה הינו צביר כדורי קטן ומפוזר, המצוי $1/2$ 3 מעלות דרומית ל- ν דלי. לצופה בטלסקופ קטן, יראה הצביר ככוכב מחוז למוקד בקוטר של כדקת קשת בלבד. בטלסקופ של 8" ניתן להפריד את מרבית הצביר. אם כי המרכז נותר עדיין ערפילי. בטלסקופ גדול יותר, מזכיר המראה הערפילי את הצביר המפוזר M4 בקבוצת עקרב. הסיווג של הצביר הוא 9 בסולם מ-1 עד 12. כאשר המספרים הקטנים מצביעים על גרעין גדול יותר. עובדה זו של

מפה ל-M2 (NGC 7081)
גודל השדה 8°30' כוכבים עד בהירות 9.5



גודל השדה 8° כוכבים עד בהירות 9.5 **2**



בטלסקופים קטנים. בשל גודלה הזוויתי הקטן, היא תראה ככוכב בהגדלות קטנות. בשל בהירות השטח בגבוהה שלה, אין לחשוש מלהתשמש גם בהגדלות הגדולות של המכשיר. הכוכב המרכזי של הערפילית, בהירותו 11.5, והוא נמצא בטווח מכשירים קטנים של 2". בשל הבהירות הגדולה של הערפילית, לא ניתן להבחין בכוכב. אך הוא עוזר לזיהוי הודאי של הערפילית. בהירותה הכוללת של הערפילית הוא 8.3 (אור כחול).

בטלסקופים גדולים ובהגדלות גדולות, ניתן להבחין במבנה המיוחד של הערפילית, למעט שתי הקרניים. יתכן ויהיה ניתן להבחין בכוכב המרכזי בהגדלות מקסימליות. בטלסקופים של 10" ומעלה, ניתן להבחין בתנאים אידיאלים, או בעזרת מסנן נבולרי (ראה להלן), בשתי האוזניים של הערפילית.

מרחקה של הערפילית מאיתנו הוא 3000 שנות אור והיא מתפשטת במהירות של 21 ק"מ בשניה. קוטרה הינו כ-0.4 שנות אור. הכוכב המרכזי הינו ננס כחול בטמפרטורה של 55 אלף מעלות ובעל ספקטרום רציף, ללא קוי בליעה או פליטה. הקרינה העל סגולה החזקה של הכוכב מייננת את החמצן המצוי בערפילית, קיומו של חמצן מיונן פעמיים זוהר באורך גל מיוחד באור הירוק. קוים אלו נקראים 'קוים אסורים', מכיוון שלא ניתן ליצרם בצפיפויות על כדור הארץ. גם בתנאי ריק במעבדות שהם עדיין ברמת דחיסות גבוהה יותר מאשר הסביבה הבין כוכבית. כיום. ישנם מסננים מיוחדים המסננים את האור הירוק של הערפיליות. לצופים בערפיליות פלנטריות מבעד למסנן כזה, מתגלים פרטים רבים שאינם נראים ללא מסנן. יתכן גם שיהיה ניתן להבחין בצבעה הכחלחל ירקרק.

מקור האוזניים והמעטפת הכפולה אינו ברור. יתכן ואנו רואים דיסקה שטוחה הנראית ממבט צד כשתי קרניים, בדומה לטבעותיו של שבתאי הנראות לעינינו כאשר כדור

הארץ עובר במישור הטבעות. גם צורתה הפחוסה של הערפילית, (הציר הארוך של האליפסה הבהירה הוא 25" במישור הקרניים לעומת 17" בניצב). מראה שיתכן ומדובר בכוכב שהשיל את שכבותיו החיצוניות תוך כדי סיבוב מהיר סביב צירו. סיבה נוספת תתכן, אם היתה הפרעה כל שהיא לזריקת חומר דרך הקטבים של הכוכב. יתכן, שלכוכב הננס בלב הערפילית ישנו כוכב מלווה בלתי נראה, וכוכב זה גרם לזריקת חומר מהמערכת החוצה, בשלב מוקדם יותר, ויצר דיסקה של גז מסביב לכל המערכת.

NGC7089-M2 - זהו אחד מצבירי הכוכבים הכדוריים המרשימים בקטע זה של השמיים. בהירותו הגבוהה וקוטרו הזוויתי הגדול יחסית - 12.9 יוצרים אובייקט מצויין לכל מפתח, כולל משקפת שדה. הצביר מסווג מבחינת מבנה בסוג 2. הווה אומר, גרעין גדול מאוד יחסית לצביר. על מנת להפריד בין כוכבי הצביר יש צורך במפתחים גדולים יחסית, בטלסקופים של 8" הוא מופרד בחלקו. הקושי בהפרדת הצביר נובעת כיון שהכוכבים הבהירים בצביר הינם בבהירות 13.

קל מאוד למצוא את הצביר. לצורך כך יש לנוע 1/2 4 מעלות צפונה ל- β דלי ומחצית המעלה מזרחה. הצביר מצוי באיזור ריק מכוכבים, כאשר 20 מערבה מצוי כוכב בהירות 10. מבחינת מבנה, הצביר מזכיר את הצביר המרשים M92 בהרקולס, אם כי M92 סימטרי יותר מבחינת הצורה וקל יותר להפרדה. M2 רחוק מאוד ומרחקו מאיתנו הוא 37 אלף שנות אור. קרוב יותר מ-M72 אך עדיין רחוק יותר מצבירים כדוריים אחרים כגון M13, M92 ואחרים. מכאן, שמידותיו של הצביר הינן ראויות לציון. קוטרו הזוויתי - 12.9 מצביע על קוטר של 140 שנות אור (לעומת 115 שנות אור לצביר M13 ו-80 שנות אור ל-M72) ומסה המתאימה ל-100 אלף כוכבים. M2 צעיר יותר מ-M72 והסוג הספקטרלי שלו הוא F3.

M2 מתקרב אלינו במהירות של 6 ק"מ לשניה.

NGC 7293 - זוהי אחת מהערפיליות הפלנטריות המוכרות ביותר. הבהירות ביותר, ובאופן פרדוקסלי - בין המאכזבות ביותר.

אי ההבנה, שבמלכודתה נופלים חובבים מתחילים רבים. מתחילה בבהירות הרשומה של הערפילית, במקורות רבים, מצויינת הבהירות של הערפילית כ-6.4, אך קוטרה הזוויתי של הערפילית, $12/16'$ שווה למחצית קוטרו של הירח המלא. מכאן, שערפילית זו הינה בעלת בהירות שטח נמוכה ביותר.

על מנת לראות את הערפילית יש למוצאת. מיקומה של הערפילית הינו באיזור מועט כוכבים ולפיכך יש להעיזר במפה הכללית, ולאחר מכן במפה המפורטת, NGC7293 מצויה מעלה ומחצה מערבית לכוכב ϵ דלי.

אחד הכלים הטובים ביותר בו צפיתי אנוכי ב-NGC7293 הוא משקפת 11x80 בעלת שדה של 4.5 מעלות. בלילה חשוך, הערפילית נראית היטב ככתם חיזור עגולי, מאידך, ניתן לנסות לראות את הערפילית כמעט בכל מכשיר בלילה חשוך, תוך שימוש בהגדלה המינימלית. שימוש בטלסקופ בעל שדה רחב, או לחליפין, טלסקופ רגיל עם עינית שדה רחב, תאפשר לראות את הערפילית. כמובן ששימוש בפילטר נבולארי מעלה אופן חד את בהירות השטח של הערפילית יחסית לשמיים. הקושי בהפרדת הצביר נובעת מכך שהכוכבים הבהירים בצביר הינם בבהירות 13.

קל מאד למצוא את הצביר, לצורך כך יש לנוע $4 \frac{1}{2}$ מעלות צפונה מ- β דלי ומחצית המעלה מזרחה. הצביר מצוי באיזור ריק מכוכבים, כאשר 20' מערבה מצוי כוכב בבהירות 10. מבחינת מבנה, הצביר מזכיר את הצביר המרשים M92 בהרקולס, אם כי M92 סימטרי יותר מבחינת הצורה וקל יותר להפרדה. M2 רחוק מאד ומרחקו מאיתנו הוא 37 אלף שנות אור. קרוב יותר מ-M72 אך

עדיין רחוק יותר מצבירים כדוריים אחרים כגון M13, M92 ואחרים. מכאן, שמידותיו של הצביר הינן ראויות לציון. קוטרו הזוויתי - 12.9' מצביע על קוטר של 140 שנות אור (לעומת 115 שנות אור לצביר M13 ו-80 שנות אור ל-M72) ומסה המתאימה ל-100 אלף כוכבים. M2 צעיר יותר מ-M72 והסוג הספקטרלי שלו הוא F3 והוא מתקרב אלינו במהירות של 6 ק"מ לשניה.

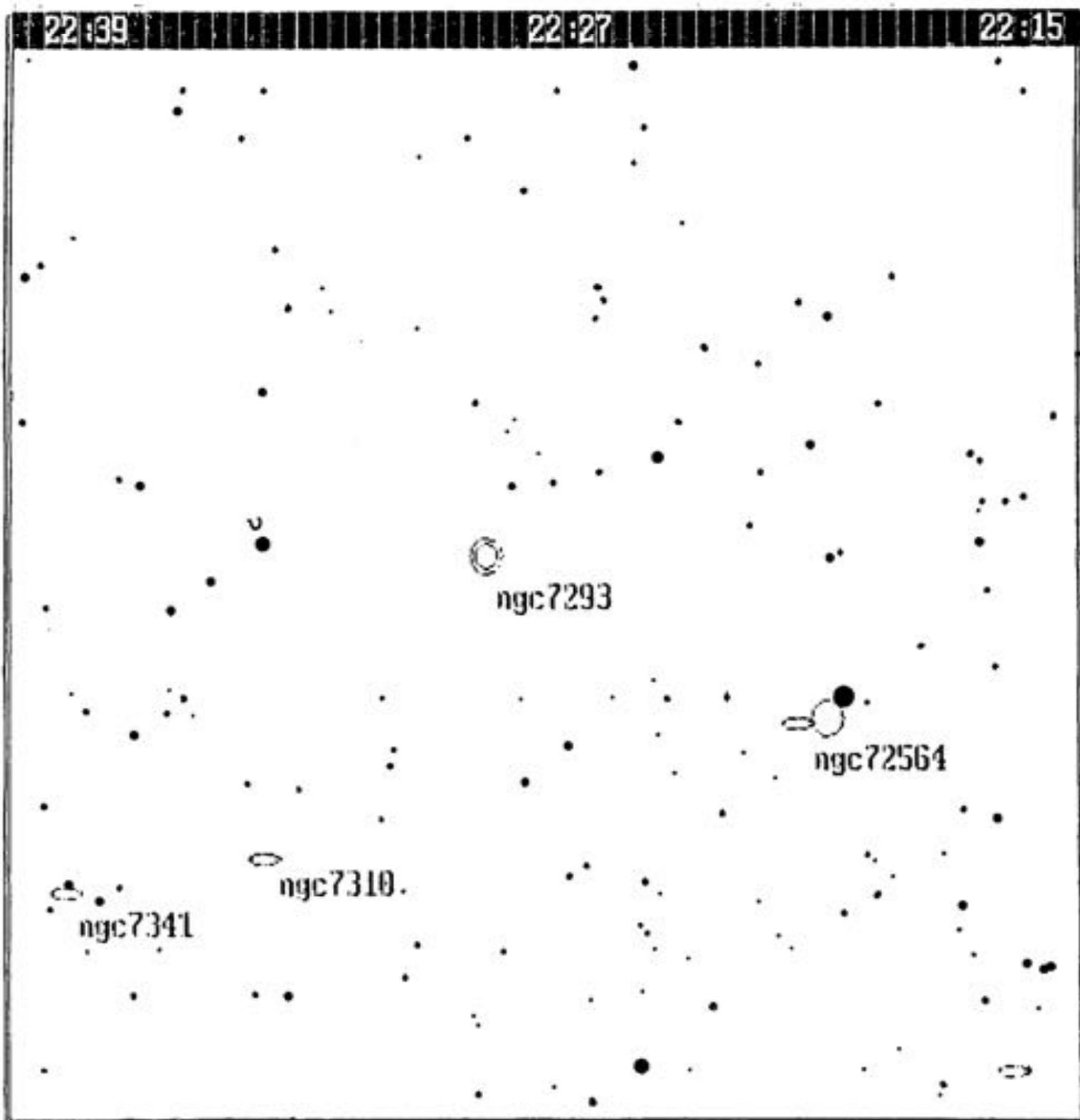
המראה המתגלה הינו של טבעת עגולה למדי, עם רמז למרכז כהה יותר. במשקפת, הערפילית נראתה בבהירות הומוגנית עד למרכז. הכוכב המרכזי, שבהירותו 13.47 עשוי להראות בלילה אידאלי בטלסקופ 8" אם משתמשים בהגדלה בינונית. יש לזכור, שהגדלה מעבר להגדלה מינימלית, תקשה על הבחנה בערפילית עצמה.

הערפילית המכונה ערפילית החילזון (HELIIX NEBULA), נראית מרשימה ביותר בצילומים שנעשו במכשירים גדולים. הצבעים השולטים בה הינם הירוק, הודות לחמצן המיונן פעמיים, ואדום, הודות למימן. כמו כן, נראים לשונות רבים הנראים יוצאים ממרכז הערפילית ומתמשכים בצורה רדיאלית לכל היקפה, מה שמקנה לה צורה של פלח אננס.

קוטרה הזוויתי הגדול של הערפילית, מצביע על מרחקה הקרוב, שמוערך ב-320 שנות אור בלבד. מבחינה זאת, זו הערפילית הפלנטרית הקרובה ביותר למערכת השמש. הערפיליות הקרובות ביותר אחריה מצויות במרחק של 1000 שנות אור מאיתנו (ישנה ערפילית פלנטרית נוספת במרחק של 300 שנות אור והיא AK158+17.1 קבוצת LYN, אם כי טבעה של ערפילית זו אינו ברור). קוטרה הזוויתי של הערפילית מצביע על קוטר אמיתי של 3 שנות אור. מהירות ההתפשטות של הערפילית הינה 13 ק"מ לשניה והיא מתקרבת אלינו במהירות 28 ק"מ בשניה.

בקבוצת דלי מספר גלאקסיות חיוורות, רובן מתחת לבהירות 12. מספר גלאקסיות מעל בהירות 12 מצויות במפות המצורפות.

גודל שדה 6.5° כוכבים עד בהירות 9.5 **3**



רשימת קוארדינטות

שם	עליה ישרה	נטיה	בהירות	קוטר זוויתי	טיפוס
M72 NGC 6981	20 53.5	-12 32	9.35	5.9'	צ. כדורי
M73 NGC 6994	20 59.0	-12 38	9.	2.8'	מרובע כוכבים
NGC 7009	21 04.2	-11' 22	8.3	"25/100"	ע. פלנטרית
M2 NGC 7089	21 33.5	- 0 49	6.50	11.3'	צ. כדורי
NGC 7293	22 29.6	-20 48	6.	769"	ע. פלנטרית

ביבליוגרפיה

- ROBERT BURNHAM JR. BURNHAM S. -
CELESTIAL HANDBOOK, VOL. 1
RICHARD HINDLE, ALLEN - STARS NAMES,
THEIR LORE AND MEANING
A. HIRSFIELD, R.W. SINNOT - SKY ATLAS
2000.0, VOL. 2
TIRION, RAFFAFORT, LOVY - URANOMETRIA
2000.0, VOL. 2
FICOSCIENCE, "SUPERSTAR", VER. V2.26
WEBB SOCIETY, DEEP SKY, OBSERVERS
HANDBOOK, VOL. 1, VOL. 2, VOL. 3

בכינוס הן:

1. מעקב מתמיד אחר כוכבים משתנים.
2. איסוף נתוני התצפיות, עיבודם והעמדתם לרשות כל המעוניין במידע.
3. הכנת תכניות תצפית תוך שיתוף פעולה עם גורמי מחקר העוסקים בנושא.

חטיבת הכוכבים המשתנים פועלת מטעם האגודה ואוספת בכל חודש את דוחות התצפית מחבריה, שהם חברי האגודה. נתוני התצפיות מוזנים למחשב ולאחר עיבודם נשלחים במרכז ל-AAVSO האגודה האמריקנית לצופים בכוכבים משתנים, שהיא האגודה המובילה בתחום זה בעולם. מאגר הנתונים של החטיבה מאז הקמתה ועד היום כולל למעלה מ-8000 תצפיות:

לאחרונה נפתח גם פתח לשיתוף פעולה בין החטיבה לאוניברסיטת ת"א והיום כבר מתבצעות תצפיות ע"י חברי החטיבה עבור האוניברסיטה. החל מחוברת זו תצורף לאלמנך תכנית התצפית של החטיבה הבנויה עפ"י סדר עדיפויות שנקבע ע"י מארגניה. התוכנית, המתעדכנת כל שלושה חודשים כוללת בתוכה כוכבים רבים שהתצפית עליהם היא מעניינת ומהנה כאחד.

פעילות החטיבה צוברת לאחרונה תאוצה כאשר יותר ויותר תצפיות זורמות אל מאגר הנתונים והולכת ומתגבשת תכנית תצפית רחבה ומגוונת.

לתרומתם של חובבים, הצופים במשתנים, נודעת חשיבות מרובה בקרב חוקרים מקצועיים העוסקים בנושא. רוב התצפיות במשתנים נעשות היום בידי חובבים בשל מיעוט אמצעים וזמן תצפית העומדים לרשות החוקרים. לכן, מייחסים החוקרים חשיבות עליונה לפוטנציאל הטמון בצופים החובבים המצוידים בדרך-כלל באמצעים פשוטים, אך התורמים רבות ליצירת מאגרי הנתונים הגדולים העומדים היום לרשות המדע. החובבים הם אלה שברוב המקרים מתריעים

חטיבת הכוכבים המשתנים של האגודה תציין בקרוב שנתיים להקמתה. החטיבה נוסדה ע"י ערן אופק ואנוכי לפני כשנתיים, לאחר שהורגש צורך לארגן ולתאם את נושא התצפיות בכוכבים משתנים באגודה. לפני הקמת החטיבה נעשו רוב התצפיות במשתנים ע"י קבוצת צופים מצומצמת ובלתי ממוסדת ללא תיאום וללא תכנית תצפית ברורה.

הצורך בגוף ממוסד ומאורגן שיפעל לתיאום וריכוז התצפיות כמקובל בקהילות האסטרונומיה בעולם, הורגש כבר אז ולכן החלטנו לפעול להקמת חטיבת הכוכבים המשתנים במסגרת האגודה הישראלית לאסטרונומיה. בכינוס שנערך בחודש אוקטובר 1989, השתתפו מספר חברי האגודה, שהתענינו בנושא ובאו בעיקר לשמוע על נושא הכוכבים המשתנים והתצפית בהם.

בכינוס הוצגו לחברים קווים מנחים לפעילות החטיבה, הסברים על הסוגים השונים של כוכבים משתנים ושיטות תצפית מגוונות. הנושא, שהועלה פעמים רבות בכינוס וזכה להדגשה יתרה, היה נושא תרומתן של התצפיות, הנעשות ע"י חובבים, למדע ולהשפעתן הרבה על המחקר הנעשה בתחום זה. חשוב לציין ולהדגיש את תרומת החובבים לחקר התהליכים המתרחשים בכוכבים ע"י תצפיות פשוטות, שהמכשיר העיקרי איתו עורכים תצפיות אלה היא עין האדם.

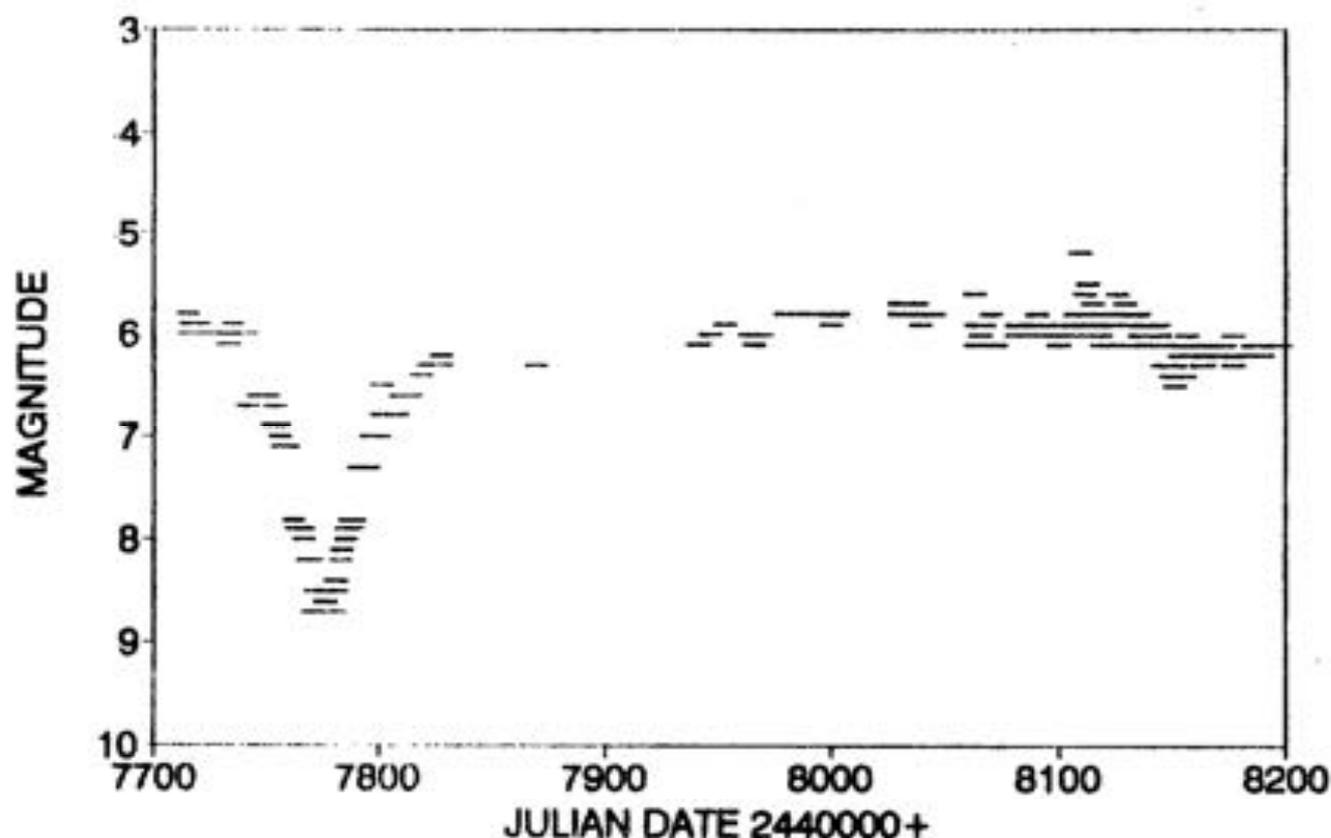
חטיבת הכוכבים המשתנים מבהירה אם כן, את חשיבות התרומה העצומה שיש לתצפיות אלה למדע בנוסף להנאה הנלווית אליהן. מטרותיה עיקריות של החטיבה כפי שהוצגו

המשתנה *R coronae borealis* הוא משתנה חריג ובלתי צפוי. רוב הזמן בהירותו נשארת קבועה סביב בהירות 6 אך מדי פעם, בסדר גודל זמן של מספר חודשים או שנים, נוטה הכוכב לדעוך בהדרגתיות לעתים עד בהירות 15 וזאת ללא כל התראה מוקדמת. לאחר הגיעו לשפל חוזר הכוכב להתבהר שוב בהדרגתיות עד לבהירותו הנורמלית 6. לכן חשוב מאד לעקוב אחרי כוכב זה יום יום ולנסות לתפוס אותו בדעיכתו. קואורדינטות תקופת 2000 של המשתנה הן: RA:15:48.8 DEC:28.9.

ומדווחים על שינויים יוצאי דופן בהתנהגותם של כוכבים ובכך מסייעים להבנת התהליכים המתרחשים בכוכבים אלה. אני פונה באמצעות כתבה זו אל חברי האגודה, המעוניינים ליטול חלק בפעילות החטיבה, ומעודד את כל אלו, הרוצים להצטרף ולתרום למחקר באמצעות תצפיותיהם, לפנות אלינו בדבר פרטים נוספים.

הכוכב המשתנה *Rscuti*, הוא אחד המשתנים הפופולאריים בקרב צופים רבים. המשתנה הוא מסוג *Rvtauri* ומשתנה בין הבהירויות 4.5 ו-8.5 במחזור של 146 ימים. קואורדינטות תקופת 2000 של הכוכב הן: RA:18:47:29 DEC:-05:42.7

R coronae borealis IAA VSS OBSERVATIONS



**תכנית תצפית לרבעון
שלישי של 1991**

הכוכבים המשתנים מסודרים לפי סדר העדיפויות שנקבע ע"י החטיבה ומוצגים כאן לצד מספרם הסידורי בסדר העדיפויות והקוד המספרי שלהם (DESIGNATION). לקבלת פרטים והסברים נוספים ניתן לפנות אל:

האגודה הישראלית לאסטרונומיה
חטיבת הכוכבים המשתנים
ת.ד. 149
גבעתיים 53101

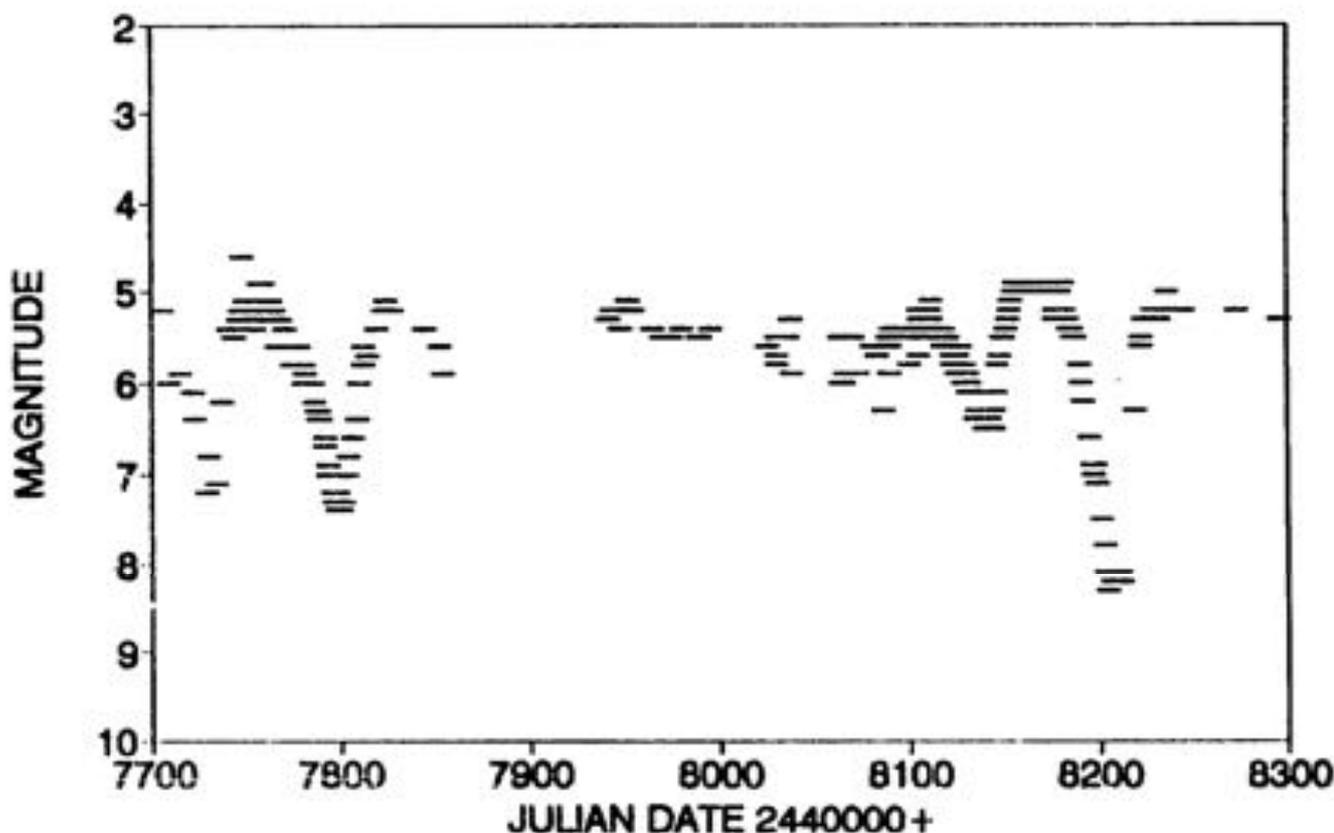
חטיבת הכוכבים המשתנים

להלן מובאת רשימת 10 כוכבים משתנים מתוך תכנית התצפית של החטיבה לרבעון השלישי של השנה.

כדוגמא לפעילות החטיבה מובאים להלן תרשימים של שני כוכבים משתנים הבנויים על סמך נתונים, שנאספו ע"י חברי החטיבה במהלך השנתיים האחרונות. התרשימים מבטאים את השתנות הבהירות של הכוכב כפונקציה של הזמן בימים יוליאניים. לכל תרשים מצורף הסבר קצר על הכוכב המשתנה, אופיו ומיקומו בשמיים.

1. 0900-31 T pyxis
2. 1601+67 AG draco
3. 0814+73 Z camelopardi
4. 1555+26 T coronae borealis
5. 1744-08 RS ophiuchi
6. 1544+28A R coronae borealis
7. 1910-33 RY sagittarii
8. 2138+43 SS cygni
9. 2014+37A P cygni
10. 1842-05 R scuti

R scuti
IAA VSS OBSERVATIONS



מה במערכת השמש

מה במערכת השמש

בבהירותו, עד להתקבצות עם השמש ב-8 לדצמבר. החל מהשבוע האחרון של השנה יהיה כוכב חמה נוח לתצפית ככוכב בוקר, ויגיע למרחק מערבי מקסימלי על $14^{\circ}22'$ ב-27 לדצמבר. כוכב חמה יהיה נוח לתצפית ככוכב בוקר מעל האופק הדרום-מזרחי בשבוע האחרון של חודש דצמבר, כל חודש ינואר ומספר ימים בתחילת חודש פברואר.

כוכב חמה יעבור סדרה של התקבצויות קרובות עם מאדים: ב-14 באוקטובר יחלוף $15'$ דרומית למאדים. ההתקבצות תהיה סמוך לשמש לאחר השקיעה ללא כל אפשרות לתצפית. ב-13 בדצמבר יחלוף כוכב חמה $56^{\circ}2'$ צפונית למאדים. שני כוכבי הלכת קרובים מדי לשמש לתצפית, והאירוע עצמו יתרחש בצהריים לפי שעון ישראל. ב-10 בינואר יחלוף כוכב חמה $39'$ צפונית למאדים בשעה 20.00 לפי שעון ישראל. שני כוכבי הלכת יראו קרובים זה לזה לפנות בוקר, כשעה ומחצה לפני הזריחה.

כוכב חמה יעבור גם התקבצויות עם אורנוס ונפטון. ב-20 לינואר יחלוף כוכב חמה $38'$ דרומית לאורנוס בשעה 5.00 לפנות בוקר. כמו כן יחלוף יממה מאוחר יותר $52^{\circ}1'$ דרומית לנפטון. מפאת הקירבה לשמש, לא יראו אורנוס ונפטון.

נוגה - כוכב הלכת נוגה התקבץ עם השמש ב-22 באוגוסט, ומאז הוא נראה ככוכב בוקר בשמיים המזרחיים ובסוף השנה הוא נראה מעל האופק הדרום-מזרחי. בהירותו של נוגה יורדת לקראת סוף השנה וכן גם קוטרו האזויתי המגיע ל- $14.75''$ בלבד בסוף דצמבר. מאידך, הולך נוגה ומתמלא ממצב של חרמש בתחילת אוקטובר, למצב של $3/4$ בסוף השנה. נוגה יראה בקבוצת אריה בחודש אוקטובר ויזרח כ-3 שעות לפני הזריחה, ויגיע לריחוק

לעומת שלושת הרבעונים הראשונים של השנה, בהם נראו בשמי הערב כוכבי הלכת הבהירים, נוגה, מאדים וצדק, הרבעון האחרון מעביר את תשומת הלב לשמיים הדרומיים ולאופק המזרחי טרם זריחה.

כוכב הלכת הבולט ביותר בשמי הערב הוא כוכב הלכת שבתאי, הנראה מיד לאחר השקיעה גבוה מעל האופק הדרום-מזרחי בחודש אוקטובר, ולאחר מכן הוא נראה מעל האופק הדרומי לאחר הזריחה. שני כוכבי הלכת הרחוקים, אורנוס ונפטון מצויים מערבית לשבתאי.

בחודש אוקטובר ניתן לראות את כל כוכבי הלכת בשמיים: חלקם, כמאדים וכוכב חמה מיד לאחר השקיעה מעל האופק המערבי (ראה מפת האופק), פלוטו, אורנוס, נפטון ושבתאי בשמי הערב המוקדמות, צדק ונוגה בשמי השחר.

כוכב חמה - כוכב חמה מפזז מעל האופק המערבי סמוך לשקיעה במשך חודש אוקטובר, אך נוח לתצפית בשלושת השבועות הראשונים של חודש נובמבר. הוא עובר מקבוצת בתולה לקבוצת מאזניים, תוך כדי ירידה משמעותית בבהירות מבהירות 1.2 - בתחילת החודש, לבהירות 0 בתחילת נובמבר. בתחילת החודש כוכב חמה נמצא בצמידות לשמש (3 באוקטובר) והוא הולך ומתרחק עד לאלונגציה מערבית מקסימלית ב-19 בנובמבר, עת יגיע למרחק $23^{\circ}22'$ מהשמש, בבהירות 0. יש לחפש את הכוכב מעל האופק הדרום-מערבי בקבוצת נושא נחש. כוכב חמה מתחיל תנועה אחורנית במקביל לירידה

מקסימלי מהשמש ב-2 לנובמבר (46°31'), עת ימצא בקבוצת בתולה, בה ישהה עד מחצית דצמבר. ככלל, נוגה נוח לתצפית ככוכב בוקר כל הרבעון האחרון של השנה, כיון שמרחקו הזוויתי מהשמש סובב סביב ה-43 מעלות. נוגה ישאר נוח לתצפית ככוכב בוקר רוב המחצית הראשונה של שנת 1991 עד להתקבצותו עם השמש ב-13 ליוני 1992 (בהתקבצות זו יעבור נוגה מאחורי דיסקת השמש).

ב-17 באוקטובר יתקבץ נוגה עם צדק. ההתקבצות תראה היטב בישראל סמוך לזריחה. נוגה יעבור 2°28' דרומית לצדק. התקבצות זו תחתום סדרה של 3 התקבצויות, שהחלה בהתקבצות המרשימה ב-17 ביוני שנה זו, ובהתקבצות יחד עם צדק והשמש ב-23 לאוגוסט שנה זו.

מאדים - מאדים קרוב לשמש לתצפית משך כל הרבעון האחרון של השנה ולא ניתן לצפות בו. ב-8 לנובמבר עובר מאדים מאחורי דיסקת השמש. החל מסוף הרבעון הראשון של שנת 1992 יהיה מאדים נוח לתצפית ככוכב בוקר. בהירותו תהיה 1.4 בסוף השנה, וקוטרו הזוויתי 4" בלבד.

מאדים היה בנקודה המרוחקת ביותר מהשמש (אפהליון) ב-9 ליוני שנה זו ומרחקו היה 1.66603 יחידות אסטרונומיות מהשמש. מאדים עובר בקשר היורד של מסלולו (DESCENDING NODE) ב-16 בנובמבר 1991.

צדק - צדק נוח לתצפית ככוכב בוקר החל מחודש אוקטובר. צדק התקבץ עם השמש ב-17 באוגוסט. בהירותו עולה מ-1.8- בתחילת אוקטובר עד 2.3- בסוף השנה. גם קוטרו הזוויתי עולה מ-32" עד 40" בסוף השנה. החל מחודש דצמבר זורח צדק לפני חצות והוא נראה ככוכב ערב ברבעון הראשון של שנת 1992 וישאר כזה עד להתקבצותו עם השמש ב-17 לספטמבר 1992. כל הרבעון האחרון של 1991 מצוי צדק בקבוצת בתולה. על תופעות של ירחי צדק ראה במגיד הרקיע

ג.

שבתאי - שבתאי היה מסמר הערב ברבעון השלישי של השנה. שבתאי נע לו לאיטו בקבוצת גדי ונראה מעל האופק הדרומי. לקראת סוף השנה יראה שבתאי לאחר השקיעה באופק הדרום-מערבי. למעשה, יהיה שבתאי נוח לצפית ככוכב ערב עד לשבועיים האחרונים של השנה. ב-18 לינואר 1992, יעבור שבתאי מאחורי דיסקת השמש ויפיע מאוחר יותר ככוכב בוקר.

בהירותו של שבתאי הולכת ופוחתת מ-0.5 בתחילת הרבעון ל-0.7 בסופו. גם קוטרו הזוויתי (ללא טבעות) יורד מ-17.5" בתחילת הרבעון עד ל-15.3" בסופו.

אורנוס - כוכב ערב בקבוצת קשת. בהירותו - 5.7 הינה קבועה אך קוטרו הזוויתי קטן מ-3.6" בתחילת הרבעון עד 3.4" בסופו. בהירותו מאפשרת לצפות בו גם במשקפת קטנה (למעשה גם בעין בתנאים נוחים), אך להבחין בדיסקה יש צורך בהגדלה של 90x לפחות. על מנת להבחין בצבעו הכלחל-ירקרק יש צורך במכשירים במפתחים החל מ-3". אורנוס נוח לתצפית ככוכב ערב עד תחילת דצמבר והוא מתקבץ עם השמש ב-5 לינואר 1992.

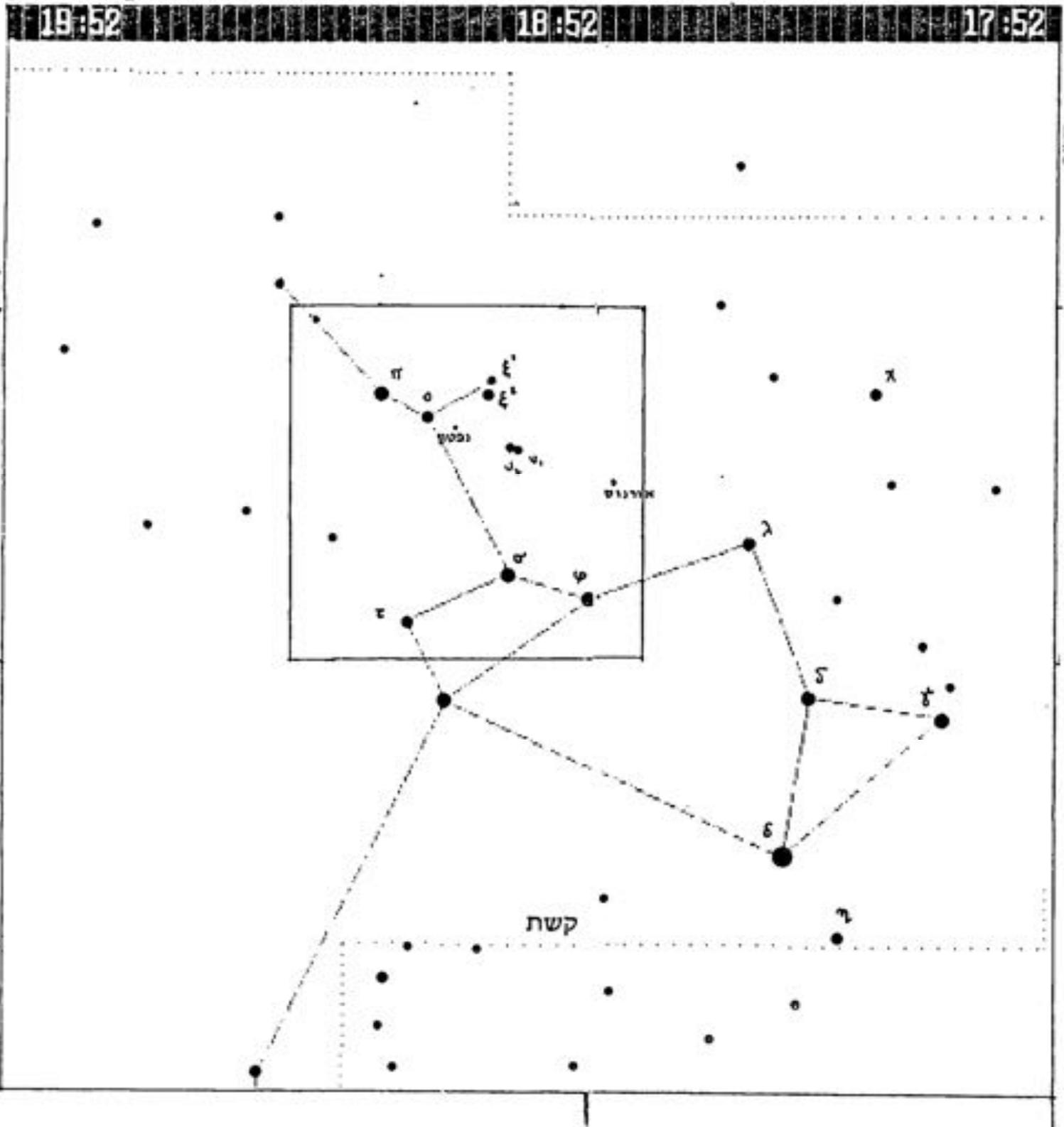
נפטון - נפטון מצוי בקבוצת קשת, סמוך מאד לאורנוס. בהירותו 8 וקוטרו הזוויתי - 2.15" בלבד. נפטון נוח לתצפית ככוכב ערב עד לתחילת דצמבר והוא מתקבץ עם השמש ב-7 לינואר 1992.

נפטון נראה היטב במפתחים של 60 מ"מ ומעלה, אך יש צורך בהגדלה של 150x על מנת להבחין בדיסקה כלשהי. צבעו הכחלחל עמוק מתגלה במפתחים מעל 8".

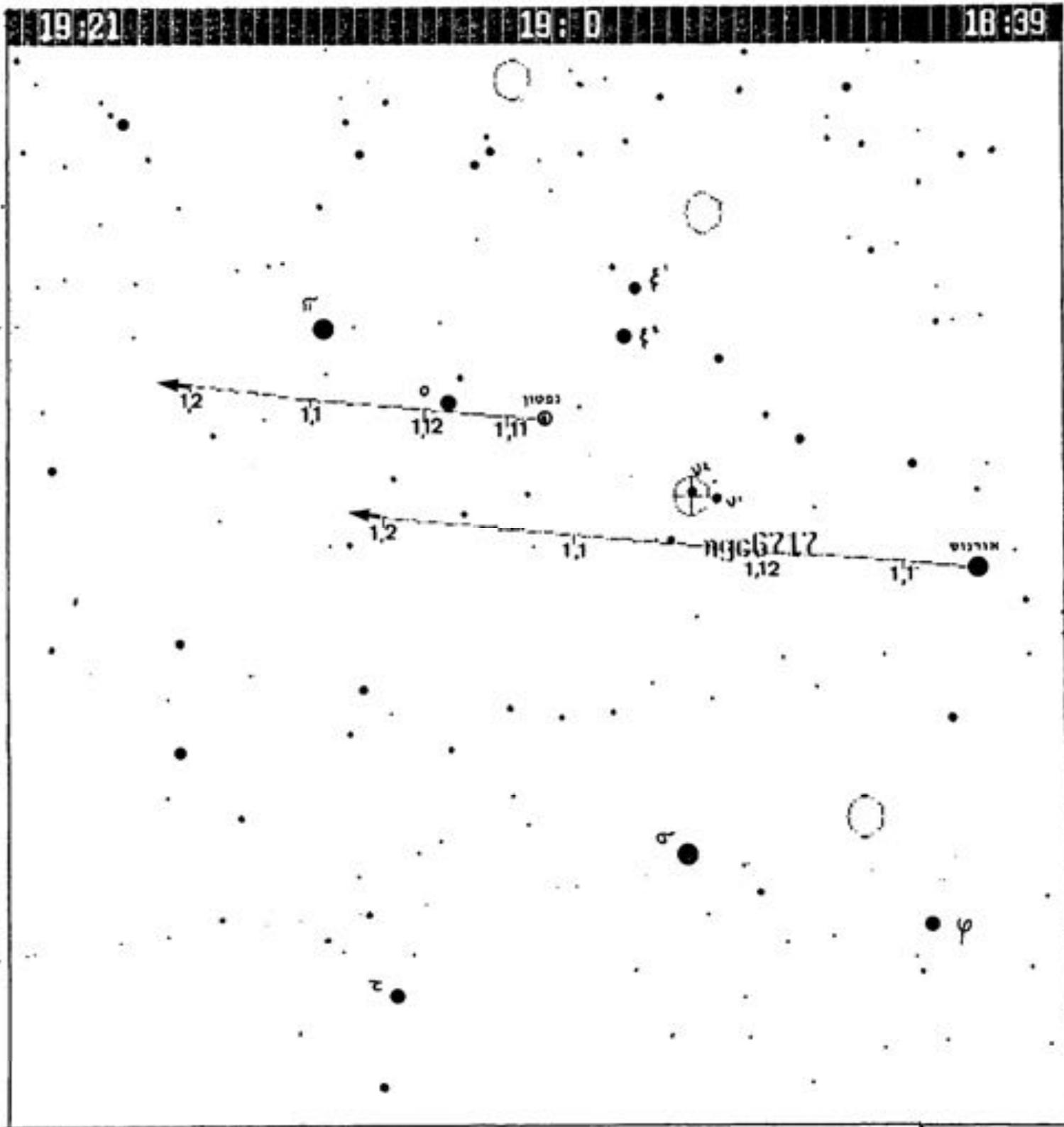
פלוטו - פלוטו שוהה בקבוצת מאזניים ולפיכך אינו טוב לתצפית במשך הרבעון האחרון של השנה. פלוטו יתקבץ עם השמש ב-13 בנובמבר שנה זו.

אורנוס ונפטון, מכבים עד בהירות 5

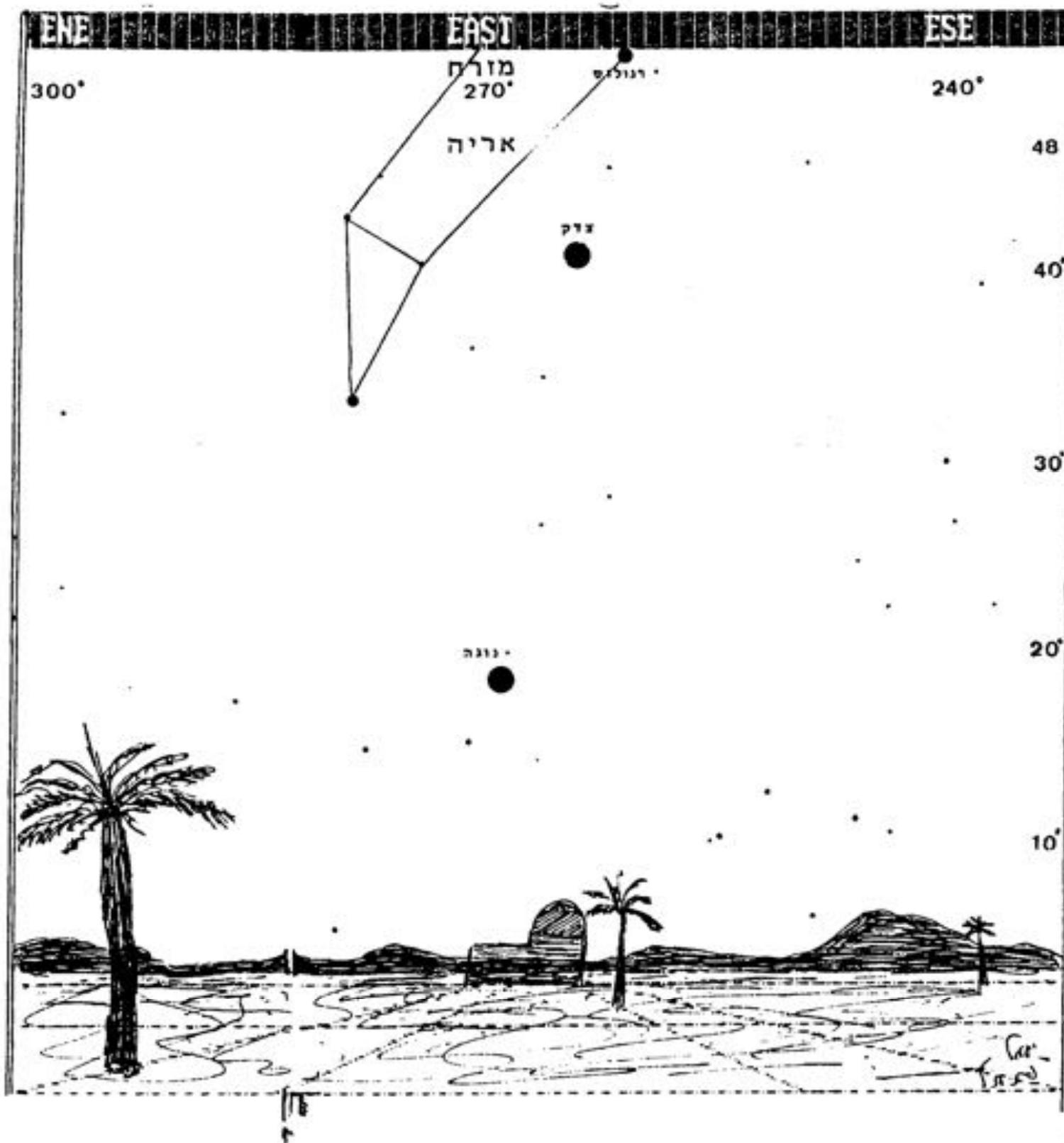
plotting to device



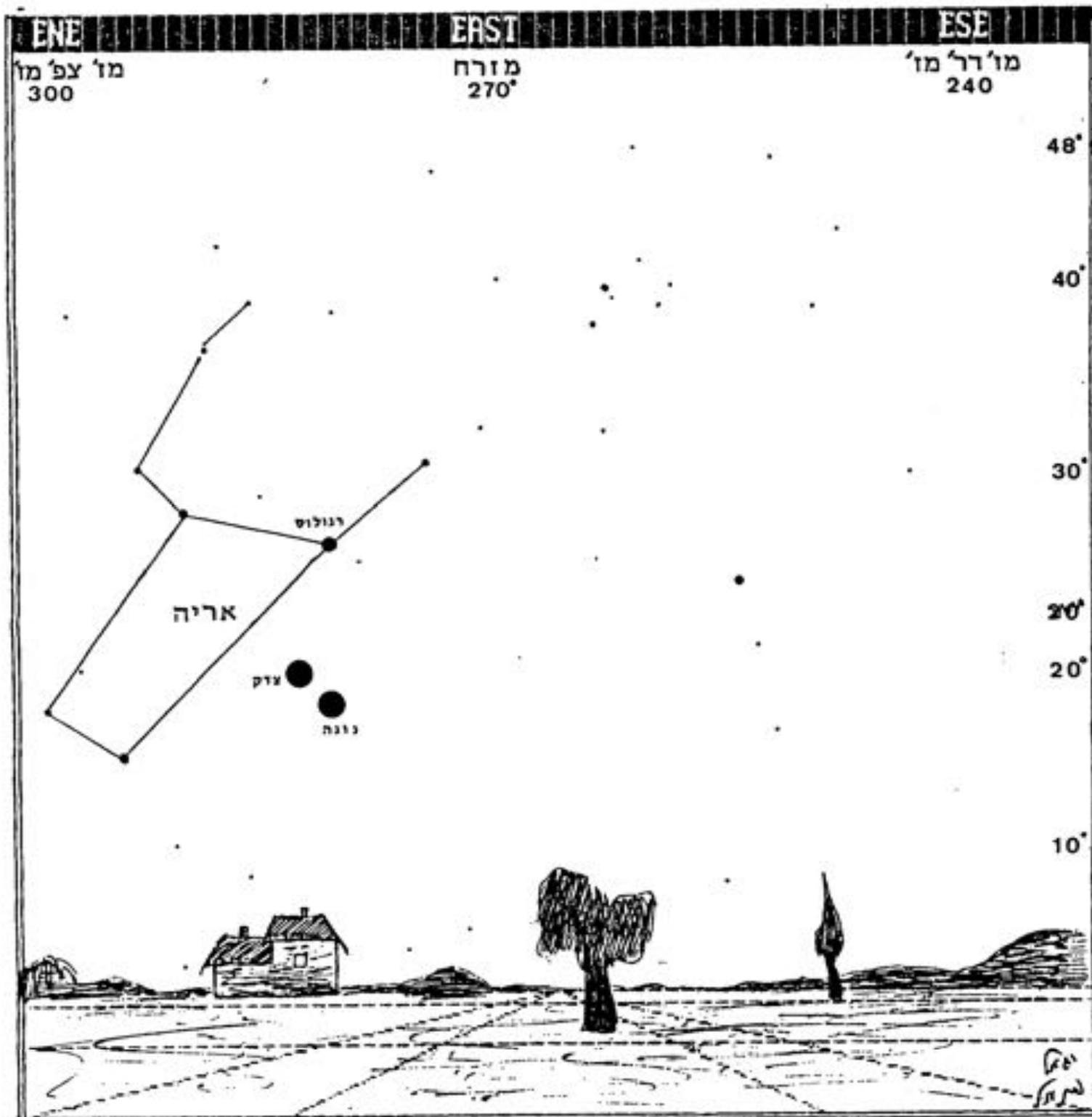
אורנוס ונפטון בקבוצת קשת, החל
 מ-1.10.91 כוכבים עד בהירות 8



האופק המזרחי שעתיים לפני הזריחה
 15 בנובמבר 1991 שעה 04:46 כוכבים עד בהירות 4.5



האופק המזרחי שעתיים לפני הזריחה 17 לאוקטובר 1991
 שעה 04:27 התקבצות נוגה וצדק



המספרים בטור הימני מבטאים גובה המעלות מעל האופק.
 המספרים בשורה העליונה מבטאים אזימוט במעלות מהצפון (מערבה)

של הראדאר. וכך גילו Hey ו-Southworth בשנת 1942 את קרינת הרדיו מהשמש. בשנת 1945 נגלו מטיאוריטים ע"י גלי ראדאר.

ראויה לציון תחזיתו של ואן דה הולסט בשנת 1933 לקיומה של קרינת גלי רדיו באורך של 21 ס"מ, אשר מקורה במימן הבין כוכבי הנייטרלי. עם תגלית זו אפשר לאמר שנשתיימה תקופת הצעירות של הרדיואסטרונומיה.

בתקופה שלאחר מלחמת העולם השנייה התפתח מדע זה והפך לענף חשוב של האסטרונומיה הכללית.

אחת התכונות החשובות של הרדיואסטרונומיה היא חוסר החשיבות היחסית של הכוכב הבודד. חשיבות רבה יותר נועדת לחקר הגז הבין כוכבי. אנו נדון להלן באובייקטים החשובים ביותר אותם חוקרת הרדיואסטרונומיה.

יש לציין שתהליכי הקרינה דומים בעיקרם לתהליכי הקרינה של תחומי הגלים האחרים של הקרינה האלקטרומגנטית. (אורכי הגלים של קרינת הרדיו נעים בין מילימטרים בודדים לבין מאות קילומטרים).

השמש

השמש, ככוכב הקרוב ביותר אלינו, משכה באופן טבעי את התעניינות הרדיואסטרונומים מאז ראשיתה של הרדיואסטרונומיה. אנו מבחינים בין הקרינה של "השמש השקטה" לבין הקרינה של האזורים הפעילים בשמש.

גלי רדיו מסדר גודל של 1 מ"מ מגיעים מהפוטוספירה ומהכרומוספירה התחתונה. הטמפרטורה אשר נקבעה על פי גלים אלה היא 10^4 K, בהתאמה מלאה עם

רדיואסטרונומיה הוא הענף הלא אופטי העתיק ביותר של האסטרונומיה. מיד עם גילוי גלי הרדיו ע"י הרמן הרץ בשנת 1887 ניסו מדענים רבים לאתר גלי רדיו בקרינת השמש. אחד מחלוצי הרדיואסטרונומיה היה הממציא האמריקאי תומאס אדיסון. ארבעים שנה לאחר מכן נתגלתה קרינת הרדיו הקוסמית ע"י אמריקאי אחר בשם ק.ג. יאנסקו.

יאנסקו חקר את ההפרעות האטמוספריות בתדר של 20 MHz, אשר הפריעו לתקשורת בגלים קצרים. לצורך זה הוא בנה אנטנה אזימוטאלית מסתובבת. הוא גילה מיד את קיומה של קרינה אשר נקלטה כל הזמן, יומם ולילה. הדבר היה הוכחה ברורה לכך שמקור ההפרעות היה מחוץ לכדור-הארץ. תגליתו זו יאנסקו, בשנת 1933, היתה תחילתה של הרדיואסטרונומיה.

יש לציין שהגלים אותם חקר יאנסקו ($\lambda = 15\text{m}$, 20 MHz) הם בגבול חלון החדירות האטמוספרית. גלי רדיו בעלי תדירות גבוהה יותר נבלעים ע"י שכבות היונוספירה. חלון גלי הרדיו נע בין $\lambda = 15\text{m}$ ו- $\lambda = 0.33\text{mm}$ (בליעה ע"י מוליקולות). מעניין לציין שבזמנו רק מעטים התעניינו בתגלית של יאנסקו, אך מאוחר יותר כונתה יחידת צפיפות ההספק על שמו של האיש, מתוך ההכרה בחשיבות התגלית:

$$1 \text{ Jansky (Jy)} = 10^{-26} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Hz}^{-1}$$

את טלסקופ הרדיו המודרני הראשון בנה רבר, מהנדס רדיו ממדינת אילינוס בארה"ב. הוא גילה שגלקסיית שביל החלב מהווה מקור עיקרי לקרינת גלי הרדיו.

לאחר מלחמת העולם השנייה התפתחה טכניקת הרדיו במהירות, במיוחד עם פיתוחו

הרדיו עם המרחק (R) אל הגוף השמימי או ממנו בחזרה אל כדור-הארץ. עוצמת קרינת הרדיו, כמו שאר הגלים האלקטרומגנטיים קטנה עם הגורם

$$\frac{1}{R^4}$$

הדבר נכון גם לגבי גלי הרדר המשודרים אל האובייקט הקוסמי והמוחזרים אלינו, כך שעוצמת הגלים המוחזרים אל כדור הארץ תלויה בגורם

$$\frac{1}{R^4}$$

(וזאת, אם מזניחים את העובדה שפני האובייקט אינם מוחזרים 100% של הקרינה המגיעה אליהם).

לדוגמא: יחס המרחק בין הירח וכוכב הלכת חמה לבין כדור הארץ הוא 90 : 40 (מיליון קילומטרים). ובשל כך עוצמת גלי הרדאר המוחזרים מהירח אל כדור-הארץ גדולה פי 2,6 מיליארד פעמים מאלה המוחזרים מחמה.

יש לציין שעל ידי ידיעת הזמן הנחוץ לגל רדאר להגיע לאובייקט הקוסמי ולחזור ממנו אל פני כדור-הארץ, ניתן לחשב את המרחק מכדור הארץ לאותו אובייקט קוסמי. לפי הנוסחה הפשוטה:

$$t = \frac{2r}{c}$$

$$r = \frac{tc}{2}$$

כוכבי לכת

קרינת הרדיו של כוכבי לכת חסרי אטמוספירה היא, בעיקרה, קרינה של גוף שחור. הדבר נכון גם לגבי הירח של כדור-הארץ. באמצעות קרינה זו לא ניתן למדוד

הטמפרטורה אשר נקבעה על סמך ניתוח הספקטרום של האור הנראה.

בגלל היינון הרב באים גלי הרדיו הארוכים יותר באורך של דצימטר, בעיקר משכבות גבוהות - מהקורונה. הקורונה הלוהטת מסביב לגוף השמש יוצרת מעין טבעת בהירה. (גרף מס' 1).

יכולת השבירה של הקורונה לגבי גלי רדיו באורך של 1 מטר נעשית כה גדולה, כך שמתאפשרת יציאת הגלים הללו רק ממרכז השמש. אפשר במצב זה להבחין בתמונת שמש דפוזית עם אזור מרכזי בעל בהירות מקסימלית (ראה גרף).

קרינת הרדיו האחידה משתנה בצורה חזקה ע"י כתמי השמש; ככל שיש יותר כתמים, נהיית עוצמת הקרינה חזקה יותר.

אזורי ההתלקחות מעל לפני השמש יכולות לגרום להתפרצויות קרינה חזקות בהרבה יותר.

גרף מס' 1 - חלוקת העוצמה על פני השמש בגלי רדיו עם אורכי גל שונים. בגלי רדיו קצרים נראית השמש בקירוב כמו בתחום האור הנראה. בגלי רדיו בעלי אורך של 50 ס"מ היא נראית כדיסקה, בעוד שבגלים באורך של 1 מטר היא נראית ככתם דיפוזי עם התבהרות מרכזית.

אסטרונומיית הרדאר

כבר לפני סיומה של מלחמת העולם השנייה הצליחו מדענים הן בארה"ב והן בהונגריה לשלוח גלי רדאר אל הירח ולקבלם בחזרה. מאוחר יותר הצליחו לשלוח גלי רדאר גם אל כוכבי הלכת ולקבלם בחזרה. יש לציין שאורך הגלים הללו נע בין מ"מ אחד ל-30 ס"מ. בעייה רצינית של אסטרונומיית הרדאר היא ההפחתה החזקה של אותות

המימן הבין כוכבי הנייטרלי וקרינת ה-21 ס"מ

קרינת ה-21 ס"מ של המימן הנייטרלי שנחזתה בשנת 1944 ע"י ואן דה הולסט היתה במרוצת הזמן לכלי עזר הכרחי לחקר המבנה של שביל החלב ושל גלקסיות אחרות. המדובר הוא בקרינת רדיו הנובעת מההפרש הזעום בין שתי הקונפיגורציות האפשריות של אטום המימן; כאשר הקטבים המגנטיים של הפרוטון ושל האלקטרון באטום המימן מכוונים בצורה זהה, אז האטום מכיל קצת יותר אנרגיה מאשר כאשר הקטבים המגנטיים בעלי אוריינטציה הפוכה. המצב הראשון, עם עודף האנרגיה הוא מצב מעורר, וכאשר האטום חוזר למצב בו הפרוטון והאלקטרון בעלי ספינים הפוכים, עודף האנרגיה משתחרר בצורת פוטון באורך גל של 21,11 ס"מ 10 MHz גל זה אפשר לקלוט ע"י קולטים רגישים מחוברים לרדיו טלסקופים. למרות שהמעבר בין שני המצבים הנ"ל של אטום המימן הוא נדיר, כאטום אחד מימן מתוך כמליון אטומים, אך החלל מכיל כל כך הרבה מימן, כך שניתן לקלוט את הקרינה הנ"ל בקלות יחסית.

כעת, כל סטייה בתדירות הגל הנקלט מהערך הנורמאלי (1420 MHz), כלומר מאורך גל של 21,11 ס"מ, תיוחס לאפקט דופלר, הנובע מתנועת האובייקט הקוסמי. ומכאן השימוש בקרינה זו לקביעת המהירויות הרדיאליות של ענני המימן הנייטרלי, ומכאן גם את הקינמטיקה של המערכות הגלקטיות.

את הטמפרטורה הישירה של פני השטח, כפי שהדבר נעשה באמצעות הקרינה האינפרה אדומה, אלא את הקרינה של שכבות קרקע עמוקות.

כוכבי לכת עם שכבות יונספרה מקרינים בנוסף לכך גם קרינה סינכרוטרנית לא תרמית. קרינה זו נוצרת כאשר אלקטרונים בעלי אנרגיה גבוהה נעים בצורה ניצבת לקוי הכוח של שדה מגנטי. באופן עקרוני ינועו כל האלקטרונים בגלל השדה המגנטי במסלולים מעגליים. צופה אשר ימצא במישור התנועה של האלקטרונים יראה אותם מטלטלים בין שני מצבים קיצוניים הלך וחזור. על מנת שיוכל האלקטרון לשנות את כיוונו ואת מהירותו הוא יהיה חייב לקבל תאוצה ובשל כך חייב הוא להקרין אנרגיה. לגבי אלקטרונים איטיים ירשום הצופה גלים אלקטרומגנטיים, מקוטבים ומונוכרומטיים.

לגבי אלקטרונים, אשר נעים במהירות המהווה חלק נכבד ממהירות האור, יתרחשו אפקטים יחסותיים ובמיוחד התקצרות האורך וההסחה לכחול, כך שמסלולו של האלקטרון, ממקום הימצאו של הצופה, לא ייראה מעגלי יותר. התוצאה היא קרינת גאמא בעלת תדירות גבוהה. תכונה עיקרית של הקרינה הסינכרוטרנית היא האחוז הגבוה של המרכיבים בעלי התדירות הגבוהה. ובכך היא שונה מקרינתו של גוף שחור המצייתת לחוק וין.

כאשר: $c =$ מהירות האור

$a =$ המרחק אל האובייקט הקוסמי

$z =$ הזמן הדרוש לגל להגיע אל האובייקט ולחזור שוב אל כדור-הארץ.

ראוי לציין שטכניקת הראדאר מאפשרת גם מיפוי של פני השטח של כוכבי הלכת. (ראה כל כוכבי אור 2/1991 - 1 - עמ' 7-8).

תהליכי קרינה נוספים בתווך הבין כוכבי

הרדיו אסטרונומיה מאפשרת גם את חקר המוליקולות של החלל הבין כוכבי. מוליקולות פשוטות או רדיקלים פשוטים (H_2O , OH לדוגמה) יכולים להקרין קרינת מאזר (Masers). קרינה זו משתחררת כאשר קרינת רדיו ממוליקולות מסוימות מעוררת קרינת רדיו נוספת באותה אנרגיה ממוליקולות אחרות.

מוליקולות מסובכות בעלות הרכב אורגאני (לדוגמה: מוליקולות של אלכוהול אתילי או מוליקולות אחרות בעלות שרשרות פחמימניות ארוכות עם אטום מימן בכל צד של השרשרת) יכולות לעבור ריטוטים רבים כתוצאה מעירורן, ואת האנרגיה הנפלטת ע"י כך ניתן לקלוט בתחום גלי המיקרו.

פולסארים

הפולסארים התגלו כידוע באקראי בשנת 1967 הפולסאר הראשון נתגלה ע"י קרינת הרדיו אשר נפלטה ממנו.

הפולסארים, כידוע, הם כוכבי נויטרונים, בהם מסה של שמש בגודל השמש שלנו דחוסה בקוטר של כ-10 ק"מ. הרוטציה שלהם גורמת לשחרור אנרגיה בצורת גלי רדיו בעיקר. אנרגיה זו נקלטת בצורת פעימות דומות להבזקי האור היוצאים ממגדלור.

קרינה זו הינה קרינה סינכרוטרונית (כתוצאה מהשדה המגנטי העצום של הכוכב וכתוצאה מקיומו של חומר מיונן) יש לציין שמרבית הפולסארים הידועים מקרינים אנרגיה בצורת גלי רדיו, אך קיימים גם פולסארים המקרינים אנרגיה בתחומים אחרים של הספקטרום האלקטרומגנטי, אפילו בצורת קרני X.

גלקסיות רדיו

כמו בגלקסיה שלנו, כן גם במרבית הגלקסיות האחרות, קיים בין עוצמת קרינת האור הנראה לבין עוצמת קרינת הרדיו יחס נורמאלי כמעט קבוע, בו שולטת קרינת האור.

אבל כבר בשנת 1946 נתגלה מקור רדיו חזק (Cygnus A), שיותר מאוחר זוהה בגלקסיית רדיו, בו היחס בין קרינת האור הנראה לבין קרינת הרדיו הוא 1:1 בערך.

בתחום האור הנראה מופיעות גלקסיות הרדיו עם מבנה בלתי שכית: מרכז חזק כפול ממנו יוצאים זרמי גזים (Jets). בתחום גלי הרדיו מופיעות גלקסיות אלה בממדים הרבה יותר גדולים מאשר באור הנראה, מבנה טיפוסי הוא מבנה כפול של גלקסיית הרדיו: שני אזורי קרינה ראשיים נפרדים, כאשר "הגלקסייה האופטית" נמצאת בתווך ביניהם.

קוואזארים

מרבית החוקרים מייחסים את ההסחה העצומה לאדום המתגלה בספקטרא של גופים אלה למהירויות התרחקות אדירות. מהירויות אלה הובילו את החוקרים לאומדן מרחקיהם של הגופים הקוסמיים הנ"ל במיליארדים של שנות אור. על סמך המרחקים העצומים של הקוואזארים, הם חייבים הם להיות מקורות אנרגיה חזקים מאוד (קרינת אור נראה יחד עם קרינת רדיו), על מנת להיראות מפני כדור-הארץ.

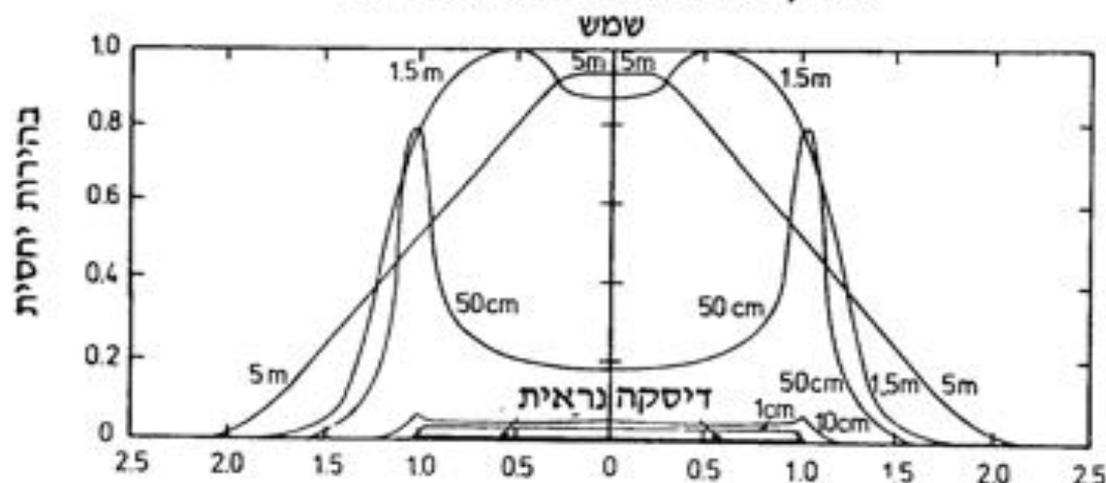
קשה להבין איך גופים בעלי נפח כה קטן ובמרחקים כה עצומים יכולים לשחרר כל כך הרבה אנרגיה, ובשל כך ישנו מיעוט בין האסטרונומים, הסבור שהקוואזרים בעצם קרובים אלינו. בעלי הסברה הזו מבססים את סברתם, בין השאר, על שכנותם של

קרינת הרקע של $3\kappa^{\circ}$

קרינה זו נתגלתה, כידוע, ע"י פנזיאס ווילסון בשנת 1965. גם היא מגיעה אלינו בצורת גלי רדיו. קרינה זו היא קרינה של גוף שחור בעל טמפ' של $3\kappa^{\circ}$ בערך. היא באה אלינו מכל הכוונים בחלל. והיא תזכורת ל"מפץ הגדול"; רגע לידתו של היקום.

קוואזארים רבים לגלקסיות טבעיות למדי ולא רחוקות. ברם, עם השתכללות מכשירי הצפייה בתחום האופטי, נראה שלקוואזרים רבים יש הילה סביבם. גילוי זה חיזק את הסברה שהקוואזרים הינם גרעינים פעילים של גלאקסיות כה רחוקות במרחק וזמן, עד שקשה להבחין בשאר חלקי הגלאקסיה. תמוכין לכך נמצאים בגילוי גרעיני גלאקסיות פעילות בגלאקסיות קרובות (כגון NGC 1275 בפרסאוס או M 87 בבתולה), המזכירים התנהגות קוואזרים.

מרחק ממרכז השמש ביחידות רדיוס



4. שדה, ד: חורים שחורים וננסים לבנים, ספריית אוניברסיטה משודרת, משרד הבטחון, תל-אביב, 1984.

5. Moore, P.(Ed.) : The International Encyclopedia of Astronomy, Clion Books, New York, 1987

6. Fenster zum All. Instrumente und Beobachtungsmethodem in der Astronomie Wissenschaftliche buchgesellschaft, Darmstadt, 1990

ביבליוגרפיה

1. מידב, ס, ברוש, נ, נצר, ח: היקום - יסודות האסטרופיסיקה - הוצאת רמות - אוניברסיטת תל-אביב, 1988.

2. קירש, י, אסטרונומיית הראדיו, מדע, כ'-2, 1975.

3. שביב, ג: פרקים נבחרים במבנה היקום, ספריית אוניברסיטה משודרת, משרד הבטחון, תל-אביב, 1978.

האם היתה לאירופה אטמוספירה?

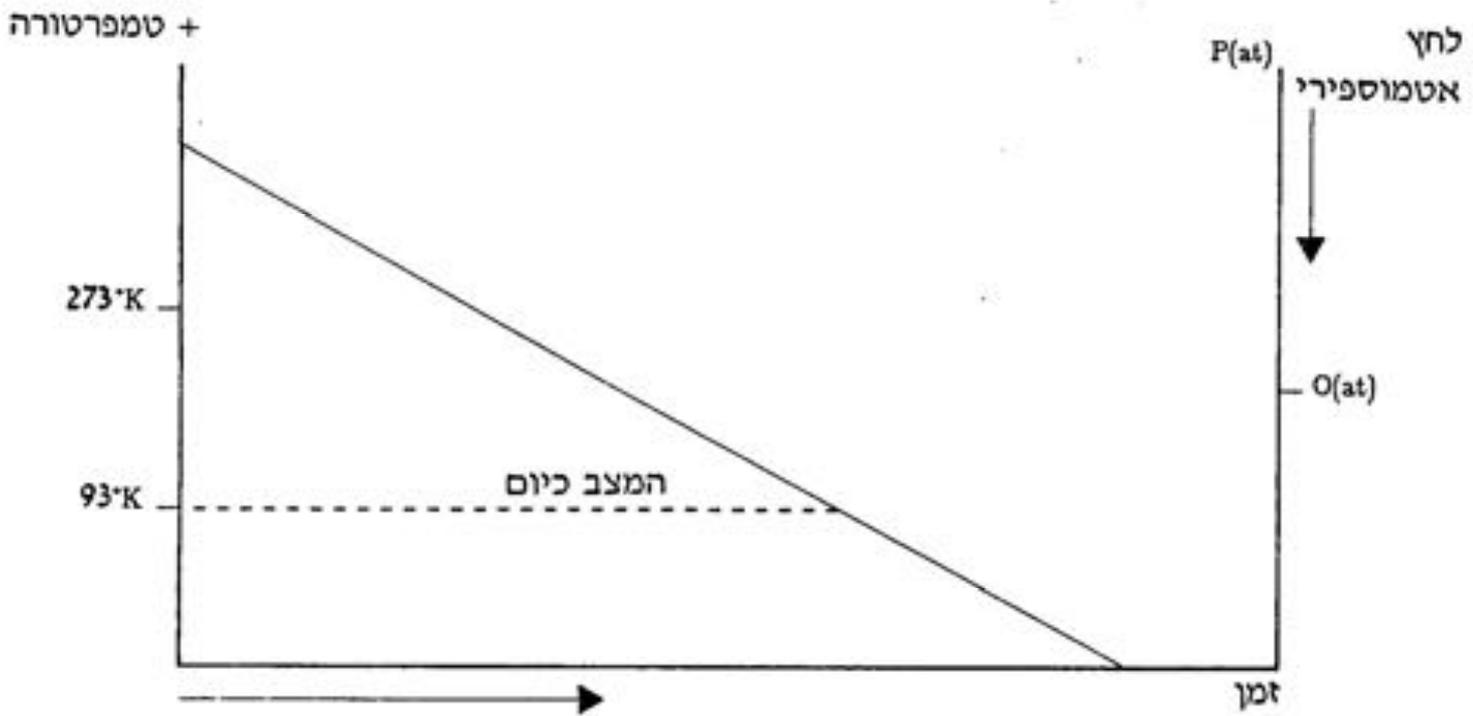
ממחקרי המאדים בשנים האחרונות עולה כי לכוכב זה היתה בעבר אטמוספירה צפופה יותר. מתגלית זאת ניתן ללמוד על אפשרות קיומה של תופעה אוניברסלית נוספת בכוכבי לכת אחרים והיא התנוונותן של אטמוספירות. כלומר, אטמוספירות של כוכבי לכת מתדלדלות עד שהן נעלמות כליל, כאשר אחת הסיבות לכך יכולה להיות כוח משיכה חלש מדי שלא מאפשר את המשך קיומה לאורך פרקי זמן גיאולוגיים.

כוכב אשר יתכן שהיתה לו בעבר אטמוספירה הוא אירופה - ירחו של צדק. על אפשרות קיומה של מעטפת אטמוספירית סביבו ניתן אולי ללמוד משכבת הקרח המכסה חלקים נרחבים מפניו. צבע קרקעית הסדקים במעטה הקרח זהה לצבע הקרקע באזורים החשופים מה שיכול להעיד אולי על שתי שכבות מים, אחת חיצונית בפאזה מוצקה - זאת שנצפתה על-ידי חלליות הוויג'ר ושכבה פנימית נוזלית אשר בדבר קיומה "חושדים". המסקנה על נוכחות אטמוספירית בעבר מוסקת בצורה הבאה: אם קיימת שכבת קרח על פני הכוכב, אזי יתכן שבעבר היא היתה נוזלית - על אירופה היו אגני מים שכיסו אזורים נרחבים של שטח הפנים - והרי נוכחות נוזלית של מים אפשרית רק עם קיומה של אטמוספירה. מאחר וטמפרטורת השטח של ירח זה היא אִי-93, הרי הטמפרטורה בעבר היתה לפחות אִי-273. מאחר וצדק רחוק ביותר מהשמש ועוצמת קרינתה של זו חלשה מכדי לאפשר טמפרטורת שטח של לפחות אִי-273 חייב

להיות בקרבת אירופה מקור חום נוסף. מקור זה יכול היה להיות צדק. אנרגיית הפלט של צדק גבוהה פי 2.5 מאנרגיית הקלט שלו. עלינו להניח כי בעבר פלט צדק כמויות אנרגיה גדולה יותר מאשר כיום ובעוצמה גדולה יותר, כך שיחס פלט/קלט האנרגיה היה גבוה במספר סדרי גודל מהיחס הנוכחי. באם הנחות אלה נכונות (אין לשכוח שהמודל המוצג כאן הוא בבחינת השערה בלבד), הרי הארועים שפעלו על אירופה התרחשו בסדר הבא:

1. היווצרות אטמוספירה על אירופה וספיגת אנרגיה מצדק.
2. הופעת מים בפאזה נוזלית על פני השטח של אירופה.
3. יחס פלט/קלט האנרגיה של צדק מתחיל לרדת עד שטמפרטורת השטח של אירופה מגיעה ל-אִי-273 בשל החלשות מקורות החום הפנימיים של צדק.
4. המים מתחילים אט אט לקפוא עד להפכם לקרח.
5. במקביל לקופה מס. 4 האטמוספירה של אירופה מתחילה להתנוון עד להעלמותה.
6. אירופה נשאר ללא אטמוספירה ועם שכבת קרח בהיקף גלובלי.
7. פעילות טקטונית מביאה לידי הסדקות הקרח ולהופעת החריצים על פניו.

אם נניח שהתקררות פני השטח של אירופה כתוצאה מהחלשות מקורות החום הפנימיים של צדק ולכן הצטמצמות יחס פלט/קלט האנרגיה שלו והתנוונות האטמוספירה שלו כפונקציה של זמן הם תהליכים איטיים ביותר, הרי קצב התרחשותם כפונקציה של זמן הוא פונקציה ליניארית כמתואר בתרשים (זהו תרשים איכותי בלבד).



Andrew P. Ingersoll - "Jupiter and Saturn",
 Scientific American, December 1981, p.
 66-80.

Rick Gore - "Between fire and ice - the
 planets" National Geographic, Vol. 167, No.
 1, January 1985, p. 4-51.

מזר חיים

עדויות ראשונות לנכונותו של מודל זה או אי
 נכונותו ייקלטו על-ידי חללית הגלילאו.

מקורות:

A. Finnerty, G.A. Ransford, D.C. Pieri,
 F.D. Collerson - "Is Europa Surface
 cracking due to thermal evolution? Nature,
 Vol. 289 1/8 Janutry 1981, p. 24-27.

שיא של מטר מטאורים כלשהו

כידוע התופעה של מטר מטאורים מתרחשת כאשר הארץ חוצה מסלול של נחיל חלקיקים שלרוב מקורו בשביטים.

לכל נחיל מטאורים כזה יש תאריך בשנה שבו הוא נפגש עם כדור הארץ. מתעוררת בעיה מאחר והשנים שלנו לא מותאמות באופן מלא לשנה אמיתית, לדוגמה, בשנה מעוברת יכולה להיות סטיה של יום אחד ובכל שנה אחרת סטיה של מספר כלשהו של שעות. כיצד, אם כן, נדע באיזה יום ושעה מטר המטאורים יגיע לשיאו ויותר מכך היכן על כדור הארץ יהיה הכי נוח לתצפית. התשובה לשאלה השניה היא ברורה, בכל מקום שישרור בו לילה כאשר המטר בשיאו והרדיאנט בנקודה גבהה ככל האפשר.

התשובה לשאלה הראשונה מורכבת יותר, לכל מטר ניתן להגדיר את הנקודה שבה הוא חותך את מסלול כדור הארץ (במגיד הרקיע חלק א', לדוגמה, הזוית הזו קרויה 'אורך שמש', וזוהי הזוית הנמדדת מהקשר העולה (יום שיון האביב) דרך השמש, אל נקודת החיתוך של המטר עם הארץ (נגד כיון השעון כמובן). בספרות אחרת ניתן למצוא שזוית זאת נמדדת מהקשר היורד (יום שיון הסתיו).

מצורפת למאמר תוכנית מחשב שמבקשת את שם המטר, את נקודת החיתוך, (מהקשר

היורד ולא מהקשר העולה) שימו לב כי ההפרש ביניהם 180 מעלות) של המטר ואת השנה שעבורה אנו מעוניינים בתאריך, פלט התכנית הוא תאריך, יום יוליני ושעה בזמן עולמי של שיא המטר, מאחר ומאפייני המסלול של הארץ משתנים במקצת, תיתכן טעות של עד חצי יום! אלא אם כן נדאג לשנות מספר קבועים בתכנית עבור השנה שיש לנו ענין בה (התכנית מתאימה ל-1991). כמו כן יתכנו טעויות מאותו סדר גודל עקב אי דיוק מספק של הנתונים.

להלן זויות החיתוך של מספר מטרות מטאורים נבחרים!

זוית חיתוך	שם לועזי	שם עברי
102.83	QUADRANTIDS	קוואדראנטיים
195	VIRGINIDS	ורגינידים
211.4	LYRIDS	לירידיים אפרייל
224	AQUARIDS	אקוארידיים
264	LYRIDS	לירידיים יוני
277.6	BETA TAURIDS	באטא טאורוס
301	CAPRICORNIDS	קאפריקורנידיים
332 319	DELTA AQUARIDS	אקוארידיים
(שני מטרות)		
319.3	PERSEIDS	פרסאידיים
327	CYGNIDS	ציגינידיים
337.9	AURIGIDS	אוריגידיים
345	PISCISIDS	פיסיצידיים
14.7	DRACONIDS	ג'יעקובינידיים
27	ORIONIDS	אוריונידיים
50 40	TAURIDS	טאורידיים
(שני מטרות)		
54.7	LEONIDS	לאונידיים
81.9	GEMINIDS	ג'מינידיים
89.9	URSIDS	אורסידיים

אוריונידים. גיל הירח	הירח באפוגיאון	15
13.1 ימים וחלקו המואר .93	נפטון 7° צפונית לירח	4 15
א* 13:10 ירח מלא	א* 19:32 רבע ראשון של הירח	19 15
הירח בפריגאון	הירח	
27	שבתאי 2° דרומית לירח	14 16
א* 9:12 רבע אחרון של הירח	נוגה 2° דרומית לצדק	6 17
9 30	שיא מסר המטיאורים	21

נובמבר

שקיע

יום על"יש נטיה שעת כוכב ז' אפירמריס גריניץ דק' דמדומים -- זמן מקומי -- דמדומים

18:14	16:51	44°	11:24	5:56	4:33	16	2:39:08	-14°12'	14:22.8	1
18:06	16:42	40°	11:24	6:07	4:43	16	3:30:23	-18°02'	15:14.7	14
18:02	16:36	37°	11:28	6:19	4:54	12	4:25:35	-21°11'	16:13.2	28

שמש - מפרטים פיסיקאליים

יום מרחק קוטר מרכז-הדיסק נטיה אורך רוחב הציר מע' בשעה 0 מקומית	יום מרחק קוטר מרכז-הדיסק נטיה אורך רוחב הציר מע' בשעה 0 מקומית
17.4 1.3 141.6 32.5 .987 28	24.6 4.4 137.4 32.3 .993 1
	21.8 3.0 326.1 32.4 .989 14

ירח

יום על"יש לשעה 0 נטיה אפירמריס < ליברציה > גיל קוטר חלק מואר זריחה שקיעה זמן מקומי	יום על"יש לשעה 0 נטיה אפירמריס אורך רוחב
13:39 108.9° .31 32.0 24.1 4.9 3.5 7°54' 10:03.5 1	
15:17 3:50 104.6° .07 31.3 27.1 6.6 5.0 -9°03' 12:32.9 4	
17:13 6:54 317.9° .00 30.5 .5 5.2 4.8 -21°38' 15:07.1 7	
20:40 10:19 266.1° .19 29.6 4.5 .2 1.0 -23°16' 18:40.5 11	
23:27 12:03 252.9° .44 29.6 7.5 -3.7 -3.2 -13°41' 21:05.3 14	
1:15 13:30 249.3° .73 30.5 10.5 -6.3 -6.0 1°02' 23:20.7 17	
5:31 16:02 270.6° .99 32.3 14.5 -5.5 -4.6 20°29' 2:46.2 21	
9:41 20:18 96.3° .87 32.9 18.5 .4 1.0 22°25' 7:00.0 25	
11:41 23:39 110.3° .57 32.2 21.5 4.9 4.6 8°58' 9:51.4 28	

כוכבי-לכת

שם יום על"יש נטיה אפירמריס מרחק קבוצה ריחוק קוטר חלק גודל זריחה שקיעה זמן מקומי	שם יום על"יש נטיה אפירמריס מרחק קבוצה ריחוק קוטר חלק גודל זריחה שקיעה זמן מקומי
17:38 7:22 -.2 .89 5.1 -17° LIB 1.306 -20°46' 15:29.1 1 כח	
17:43 7:40 -.2 .83 5.4 -20° SCO 1.231 -23°06' 16:04.3 7	
17:49 7:58 -.2 .74 6.0 -22° OPH 1.118 -24°54' 16:43.6 14	
17:52 8:06 .0 .58 6.8 -22° OPH .977 -25°35' 17:16.9 21	
17:44 7:53 .4 .33 8.1 -19° OPH .821 -24°58' 17:34.2 28	

2 1 * 4	25	3 * = 4	19
3 * = 1	26	3 1 * 2 4	20
3 4 1 * 2	27	= * 1 4	21
4 3 2 * 1	28	2 * 1 3 4	22
4 2 * 3	29	1 * 2 3 4	23
4 1 * 2 3	30	* 2 1 3 4	24

טבעות שבחאי ב 14 לחודש

נטית מישור הטבעות 21.0°
 הקוטר החיצון של ציר הטבעות הארוך 36.7"
 הקוטר החיצון של ציר הטבעות הקצר 13.1"

תצורות ירחי שבחאי בשעה 19

5 4 3 * - 6	16	- * - 6 4 5	1
5 - * 3 6	17	5 6 4 * -	2
6 - * - 4 5	18	6 5 4 - * 3	3
6 4 - * - 5	19	6 3 * - 5 4	4
6 5 - * 3 4	20	6 4 - * - 3 5	5
6 5 3 - * 4	21	6 3 - * -	6
6 4 - * 5 3	22	6 5 - * - =	7
6 3 - * - 4 5	23	6 4 3 5 - * -	8
6 4 * 5 3	24	6 - * - 4 3 5	9
5 3 = - * -	25	3 - * 4 =	10
5 - * - 3 =	26	4 5 - * - 3 6	11
= - * - 5 6	27	5 3 - * - 4 6	12
- * - 3 5 6	28	4 * 5 3 6	13
= - * - 4 6	29	= - * - 5 6	14
5 4 - * - 3 6	30	- * 5 3 4 6	15

מועדי משתנים קצרים

<u>ביחא נבל (M)</u>	11:39 - 30	<u>ניחא חאומים (X)</u>	<u>אלגול (M)</u>
21:11 - 2		10:54 - 6	21:12 - 2
19:38 - 15	<u>למבדא שור (M)</u>	14:31 - 16	18:01 - 5
18:05 - 28	9:10 - 4	18:08 - 26	14:50 - 8
	8:02 - 8		11:38 - 11
<u>אסא נשר (X)</u>	6:55 - 12	<u>דלתא קפאוס (X)</u>	8:27 - 14
9:50 - 4	5:47 - 16	15:41 - 3	5:16 - 17
14:12 - 11	4:39 - 20	0:29 - 9	2:05 - 20
18:27 - 18	3:32 - 24	9:16 - 14	22:54 - 22
22:41 - 25	2:24 - 28	18:04 - 19	19:43 - 25
		2:51 - 25	16:32 - 28

מאורעות החודש (יום שעה מופע)

סאורידיס א' גיל הירח	22 1	צדק י 6 צפונית לירח	22 1
27.1 ימים וחלקו המואר 0.07		המשתנה הארוך RR דלי	2
* 13:11 מולד הירח	13 6	במקסימום	
מאדים 5° צפונית לירח	17 6	נוגה בריחוק זוייתי מירבי	12 2
כוכב-חמה 6° צפונית לירח	7 8	מערבי 47°	
מאדים בהתקבצות	13 8	נוגה 6° צפונית לירח	23 2
שיא מטר המטיאורים	9	שיא מטר המטיאורים	4

במקסימום		טאורידיים ב'. גיל הירח	
4 19	כוכב-חמה בריחוק זוויתי	2.5	ימים וחלקו המואר .06
	מירבי מזרחי 22°	5 11	אורנוס 4° דרומית לירח
21	המשתנה הארוך R ארנב	9 11	כוכב-חמה 2° צפונית לאנטארס
0 22	במקסימום	13 11	נפטון 4° צפונית לירח
	* 0:58 ירח מלא	12	הירח באפוגיאון
24	הירח בפריגאון	0 13	שבתאי 2° דרומית לירח
26	המשתנה הארוך V חד-קרן	16 14	* 16:01 רבע ראשון של הירח
27	במקסימום	16	המשתנה הארוך R נחש מים
	שיא מטר המטיאורים	17	במקסימום
	אנדרומידיים. גיל הירח		שיא מטר המטיאורים
	20.5 ימים וחלקו המואר .68		ליאונידיים. גיל הירח 10.5
28	כוכב-חמה עומד		ימים וחלקו המואר .73
17 28	* 17:23 רבע אחרון של הירח	1 17	פלוטו בהתקבצות
10 29	צדק 6° צפונית לירח	19	המשתנה הארוך אטא האומיים
11 29	נוגה 4° צפונית לספיקה		

דצמבר

שמש

יום על"יש	נטיה	שעת כוכב	ET	חחילת נריחה	צהירה גבה	שקיעה	סוף
לזמן 0	אפימריס	גריניץ דק'	דק'	דמדומים	זמן מקומי	--	דמדומים
16:26.1	21°41'	4:37:24	11	4:56	11:29	16:36	18:02
17:22.9	23°10'	5:28:39	6	5:05	11:34	16:37	18:04
18:25.0	23°19'	6:23:51	-1	5:12	11:41	16:43	18:10

שמש - מפרטים פיסיקאליים

יום מרחק קוטר	מרכז-הדיסק	זווית	יום מרחק קוטר	מרכז-הדיסק	זווית
מארץ'	אורך רוחב	הציר	מארץ'	אורך רוחב	הציר
מע' בשעה 0	מקומית		מע' בשעה 0	מקומית	
1	.986	32.5	28	.983	32.6
14	.984	32.5			

ירח

יום על"יש	נטיה	< ליברציה >	גיל	קוטר	חלק	זווית	נריחה	שקיעה
לשעה 0	אפימריס	אורך רוחב	בימים	'	מואר	הארה	זמן מקומי	
12:20.7	7°55'	6.1	24.5	31.2	.25	110.5°	1:39	13:18
14:51.8	20°50'	5.4	27.5	30.3	.05	97.9°	4:45	15:09
17:32.0	24°45'	2.8	.8	29.7	.01	281.7°	7:29	17:37
20:51.0	14°50'	-2.6	4.8	29.5	.20	252.2°	10:03	21:18
23:04.5	0°40'	-6.2	7.8	30.1	.46	246.8°	11:29	0:03
1:26.5	14°33'	-7.2	10.8	31.4	.75	251.2°	13:06	2:03
5:27.1	24°48'	-2.8	14.8	33.2	1.00	281.2°	16:45	6:29
9:34.6	10°38'	4.3	18.8	32.3	.82	111.8°	21:29	9:40
12:08.9	6°43'	7.1	21.8	31.5	.51	113.6°	11:20

כוכבי-לכת

שם יוט לשעה 0	נטיה אפימריס	מרחק מארץ	קבוצה ריחוק זוית	קוטר חלק מואר	גודל זריחה שקיעה זמן מקומי	זריחה שקיעה זמן מקומי
כח 1	17:32.5	-24°15'	OPH .759	8.8	.9	17:33 7:38
7	17:09.2	-21°58'	OPH .682	9.8	2.5	16:53 6:44
14	16:33.8	-19°15'	OPH .723	9.2	1.3	15:58 5:33
21	16:28.5	-18°58'	OPH .864	7.7	.2	15:26 4:59
28	16:49.8	-20°27'	OPH 1.019	6.6	-.1	15:15 4:57
נג 1	13:31.7	-7°16'	VIR .903	18.6	-3.8	14:19 2:50
7	13:58.0	-9°36'	VIR .946	17.8	-3.7	14:15 2:59
14	14:29.5	-12°15'	LIB .996	16.9	-3.7	14:12 3:09
21	15:01.9	-14°45'	LIB 1.044	16.1	-3.6	14:11 3:21
28	15:35.4	-17°01'	LIB 1.092	15.4	-3.6	14:10 3:33
מא 1	15:56.8	-20°35'	SCO 2.507	3.7	1.7	16:08 5:51
14	16:36.1	-22°19'	OPH 2.472	3.8	1.7	15:51 5:44
28	17:20.1	-23°33'	OPH 2.427	3.9	1.6	15:36 5:36
צד 1	11:00.0	7°33'	VIR 5.376	36.6	-1.6	12:24 23:41
14	11:03.4	7°14'	VIR 5.170	38.1	-1.7	11:36 22:54
28	11:05.1	7°08'	VIR 4.955	39.7	-1.8	10:42 22:01
שב 1	20:20.7	-20°06'	CAP 10.482	15.9	.9	20:33 10:13
14	20:25.7	-19°50'	CAP 10.643	15.7	.9	19:48 9:26
28	20:31.7	-19°29'	CAP 10.779	15.5	.9	19:00 8:36
אר 1	18:52.0	-23°16'	SGR 20.316	3.4	6.1	18:55 8:54
14	18:55.0	-23°12'	SGR 20.420	3.4	6.2	18:07 8:06
28	18:58.6	-23°07'	SGR 20.482	3.3	6.2	17:16 7:14
נפ 14	19:07.2	-21°48'	SGR 31.089	2.4	7.8	18:24 8:14
פל 14	15:30.8	-4°06'	LIB 30.539	.7	15.0	15:35 3:50

אורך המיצהר המרכזי של צדק בשעה 0

מערכת I

286.9	-29	260.1	-22	234.6	-15	209.1	-8	183.8	-1
285.8	-29	58.1	-23	32.5	-16	7.1	-9	341.7	-2
84.9	-30	216.0	-24	190.4	-17	164.0	-10	138.7	-3
83.8	-30	14.0	-25	348.4	-18	322.9	-11	297.5	-4
242.9	-31	171.1	-26	145.4	-19	119.8	-12	94.5	-5
241.7	-31	329.9	-27	304.2	-20	278.7	-13	253.3	-6
		127.8	-28	102.2	-21	76.6	-14	51.2	-7

מערכת II

170.5	-29	292.2	-22	320.1	-15	348.1	-8	16.2	-1
264.5	-29	82.5	-23	110.4	-16	138.3	-9	166.4	-2
320.9	-30	232.8	-24	260.7	-17	287.7	-10	315.7	-3
54.8	-30	23.2	-25	51.0	-18	78.9	-11	107.0	-4
111.3	-31	172.6	-26	200.4	-19	228.2	-12	255.3	-5
205.1	-31	323.8	-27	351.6	-20	19.5	-13	47.5	-6
		114.1	-28	141.9	-21	169.8	-14	197.8	-7

תצורות ירחי צדק בשעה 0

4		32 * 1	17	4		*1 2 3	1
4	3	1 * 2	18	4	2 1 * 3		2
	4	3 * 2 1	19		4 3 2 * 1		3
		42 1 3 *	20		3 = * 2		4
		4 * 21 3	21		3 2 * 4 1		5
		1 * 42 3	22		2 1 * 3 4		6
		2 * 3 4	23		*1 2 3 4		7
		23 * 1	24		*1 2 3 4		8
	3	1 * 2	25		2 1 * 3		9
	3	* 21	26		3 2 * 1		10
		2 13 *	27	3	1 * 2 4		11
		* 13 4	28	3	* 1 4		12
		1 * 4 2 3	29		2 1 *		13
		= * 1 3	30		4 * 12 3		14
	4 2	3 * 1	31	4	* 2 3		15
				4	2 1 * 3		16

טבעות שבתאי ב 14 לחודש

נטית מישור הטבעות 20.1°
 הקוטר החיצון של ציר הטבעות הארוך 35.3"
 הקוטר החיצון של ציר הטבעות הקצר 12.1"

תצורות ירחי שבתאי בשעה 19

		54 * - 3	17			3 - * 5 4	6	1
	5	3 - * - 4 6	18			- * 43 56		2
		4 - * - =	19			43 - * 56		3
		63 - * 4 5	20			56 - * 3 4		4
	6	- * 3 =	21	6		54 - * -		5
		54 - * -	22	6		4 - * - 5		6
	6	5 - * - 4	23	6		- * 3 45		7
	6	- * 3 5	24	6		4 = - * -		8
		43 - * - 5	25	6	5	- * 43		9
	6	5 - * - 3 4	26	6	5	3 - * - 4		10
	5	4 = - * -	27			4 6 - * - 3 5		11
		= * - =	28			3 - * - 546		12
		3 - * - 4 5 6	29			5 - * - 3 6		13
	4	- * - =	30			5 = - * -	6	14
	5 3	- * - 4	31			- * - 3 =	6	15
						34 - * - 5	6	16

מועדי משתנים קצרים

20:26 - 5	<u>זיחא תאומים (X)</u>	21:26 - 15	<u>אלגול (M)</u>
5:14 - 11	21:45 - 6	18:14 - 18	13:21 - 1
14:02 - 16	1:23 - 17	15:03 - 21	10:10 - 4
22:49 - 21	5:00 - 27	11:52 - 24	6:59 - 7
7:37 - 27		8:41 - 27	3:48 - 10
	<u>זלחא קפאוס (X)</u>	5:30 - 30	0:37 - 13

2:55 - 3	<u>ביחא נבל (M)</u>	20:45 - 17	<u>למנדא שור (M)</u>
7:10 - 10	16:32 - 11	19:37 - 21	1:16 - 2
11:24 - 17	14:59 - 24	18:30 - 25	0:08 - 6
15:38 - 24		17:22 - 29	23:01 - 9
19:53 - 31	<u>אטא נשר (X)</u>		21:53 - 13

מאורעות החודש (יום שעה מופע)

לאנטארס		המשתנה הארוך R אריה	2
12 21 ** 12:24 ירח מלא		במקסימום	
13 21 ליקוי ירח חלקי. בגודל של .08		נוגה 8° צפונית לירח	16 2
תחילת הליקוי 12:05.		מאדים 3° צפונית לירח	13 5
מועד הליקוי המירבי 12:35.		אנטארס 2° דרומית לירח	22 5
סוף הליקוי 13:05.		** 5:57 מולד הירח	5 6
הירח בפריגאון	22	כוכב-חמה 3° צפונית לירח	17 6
תחילת החורף, השמש בחוג	11 22	אורנוס 6° דרומית לירח	16 8
הגדי-היום הקצר ביותר בשנה		כוכב-חמה בהתקבצות תחתונה	18 8
שיא מטר המטיאורים	24	נפטון 2° צפונית לירח	22 8
אורסידיס. גיל הירח 17.8		הירח באפוגיאון	10
ימים וחלקו המואר 90.		שבתאי 3° דרומית לירח	12 10
המשתנה הארוך ט אוריון	24	מאדים 4° צפונית לאנטארס	17 11
במקסימום		כוכב-חמה 3° צפונית למאדים	17 13
צדק 7° צפונית לירח	19 26	שיא מטר המטיאורים	14
המשתנה הארוך חי ברבור	27	גמינידיס. גיל הירח 7.8	
במקסימום		ימים וחלקו המואר .46	
כוכב-חמה בריחוק נויטי	22 27	** 11:32 רבע ראשון של הירח	11 14
מירבי מערבי 22°		כוכב-חמה 8° צפונית לאנטארס	0 16
** 3:57 רבע אחרון של הירח	3 28	כוכב-חמה עומד	18
		כוכב-חמה 7° צפונית	7 21

