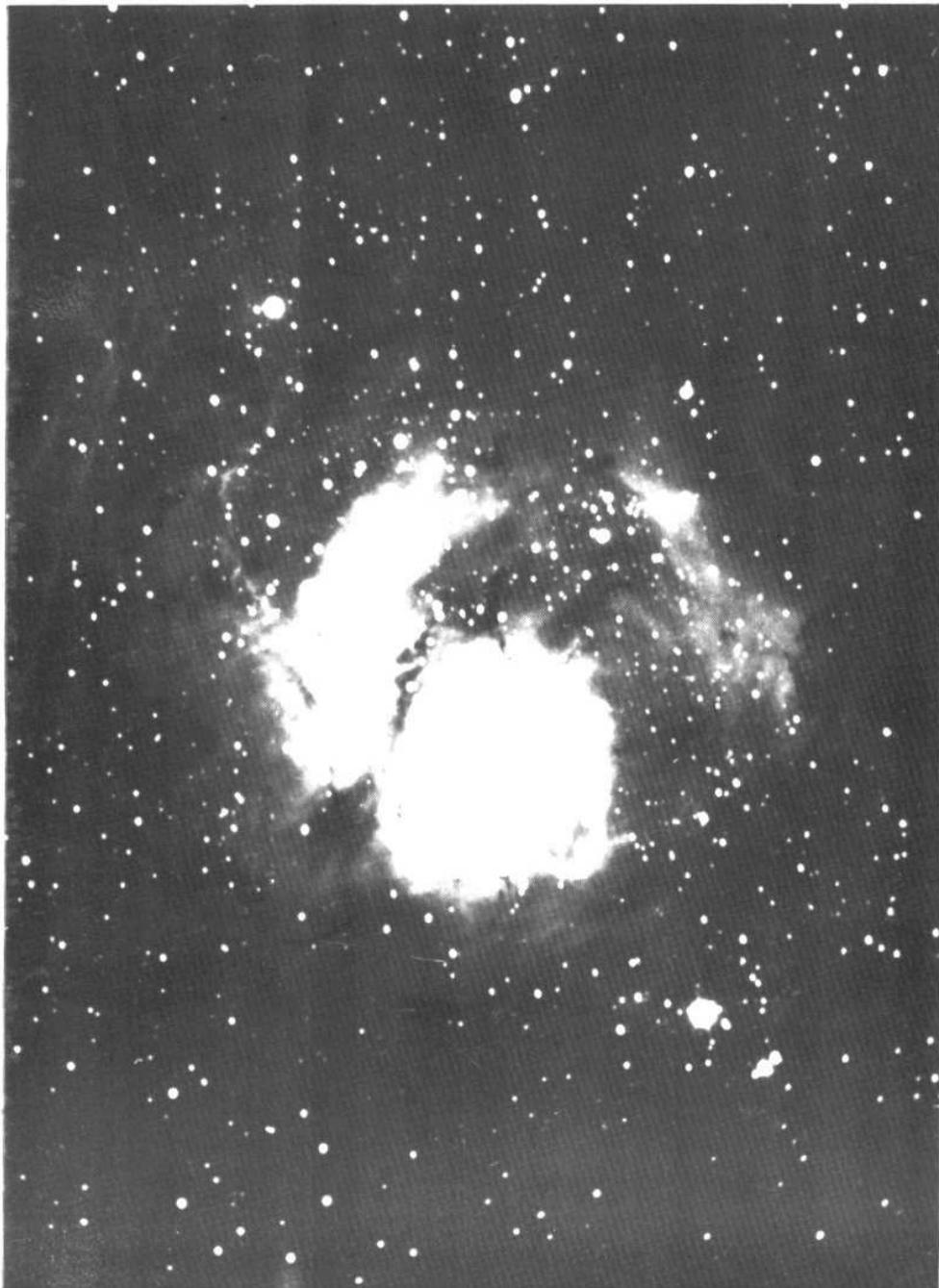
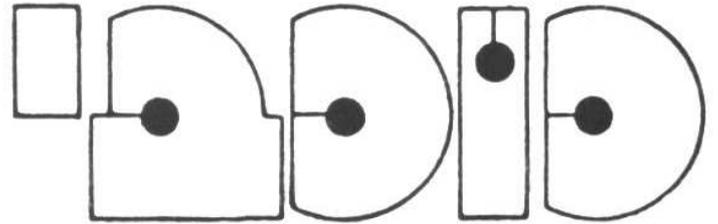
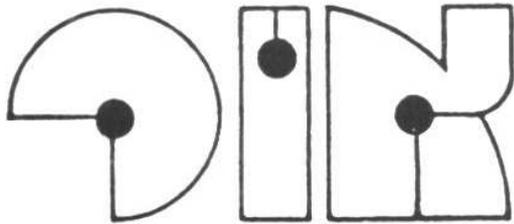
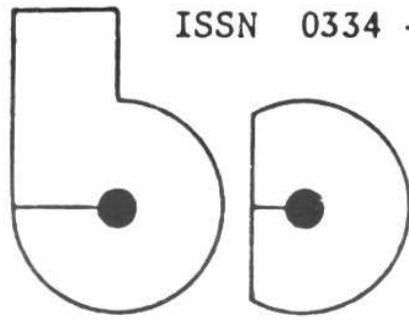


אסטרונומיה  
אסטרופיזיקה  
חקר החלל



# סל סופמי אופ

כרך 17, גליון 2  
אפריל - מאי 1990  
ניסן - אייר תש"ן

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

"STARLIGHT" APRIL - MAY 1990 VOL. 17 NO. 2  
PUBLISHERS: ISRAELI ASTRONOMICAL ASSOCIATION, THE GIVATAYIM  
OBSERVATORY, SECOND ALIYA PARK, G IVATAYIM 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 - 35 ש"ח

## תוכן המאמרים

	דבר העורך	39
	באגודה	40
	פעילויות האגודה	41
	חדשות אסטרונומיה	43
	חדשות חלל	47
יגאל פת-אל	כוכבי לכת יוני-אוגוסט	50
	דו"חות תצפית	53
יגאל פת-אל	פרקים באסטרונומיה למתחילים	59
יגאל פת-אל	פינת החובב	63
יוסף יהלום	פינת החידה	68
יגאל פת-אל	ציוד לחובב	70
חיים מזר	מסעות לאסטרואידיים	73

שער קדמי: ערפילית הלוגנה, NGC8523 - M8, בקשת, צולמה על ידי ג'ון דן,  
טלסקופ שמידט קאסיגרין CELESTRON C-11, 21 דקות חשיפה.

שער אחורי: ערפילית מאירה, NGC2023-4 באוריון, צולמה על ידי ג'ון דן,  
טלסקופ שמידט קאסיגרין CELESTRON C-11, 82 דקות חשיפה.

איורים ועריכה גרפית - יגאל פת-אל  
דפוס: טליגרף, בני-ברק.

החברים נתבקשו לדרג את הפינות מ-1 ועד 10. כמו כן נתבקשו להציע מדורים חליפיים והצעות. להפתעתנו, שיעור ההיענות היה גבוה יחסית לשאלונים, וקיבלנו כ-48 שאלונים ממולאים. להלן תוצאות הדירוג של הפינות. התוצאות הינן ממוצע הדירוג של השאלונים.

8.8	חדשות אסטרונומיה
8.4	חדשות מבצעי חלל
8.2	מאמרים מתורגמים
7.7	אלמנך מערכת השמש
7.4	פינת החובב
7.2	אסטרונומיה למתחילים
7.2	באגודה
7.1	ציוד לחובב
7.1	דו"חות תצפית
6.1	פינת החידה

הממוצע של החוברת עומד על 7.52 שהוא בהחלט ממוצע גבוה.

נקודה מעניינת היא שהמדור "דו"חות תצפית" שקיבל ניקוד נמוך (מקום 9), הינו המדור הכמעט יחיד בו משתתפים חברים רבים באופן קבוע ככותבים. הסיבה שמדור זה תופס מקום נרחב בחוברת, ואני מקווה שיתפוס מקום נרחב גם בעתיד, היא האפשרות לחברים להתבטא ולהחליף רשמי תצפית.

לגבי הפורמט החדש בו מופיעה החוברת, היתה הסכמה כמעט פה אחד באשר לעדיפותו על הפורמט הקודם, למעט 3 חברים שסברו שהפורמט הקודם עדיף.

## דבר העורך

כמו החוברת הקודמת, יצאה חוברת זו באיחור מה. הברירה היא להוציא את החוברת בזמן תוך פגיעה בכמות החומר ורמתו, או לעכב במקצת את הופעת החוברת ולשמור על רמה נאותה של חומר. גם המעבר לדפוס שונה יצר עיכוב קל שנבע מהצורך להסתגל לשיטת העריכה וההוצאה החדשה. אני מקווה שהחוברת הבאה, 3/1990 תצא לקראת סוף יולי, הווה אומר, מחיקת הפיגור עד סוף השנה.

בחוברת זו מופיעים מאמרים הכתובים על ידי חברי האגודה, ששלחו לנו חומר פרי עטם. אני פונה שוב לחברים לשלוח חומר בכל נושא, דו"חות תצפית, מאמרים עצמאיים, מאמרים מתורגמים, תוכנות אסטרונומיה ועוד.

## שאלון החוברת

עם חוברת 1989 / 5-6 נשלח שאלון ובו נתבקשו חברי האגודה להביע את דעתם על החוברת. בגוף השאלון הופיעו הפינות הקבועות שמופיעות בחוברת, עם דירוג.

# באגודה

החלק השני דן בתוכנית החלל הישראלית. פרופ' בר-נון המשמש גם כחבר בסוכנות החלל הישראלית, הציג את עיקריה של תוכנית החלל בעשור הבא. בתחילה הוסברו המבנה ומטרות השיגור של שני הלוויינים מסדרת אופק - אופק 1 ואופק 2, כאשר הושם דגש הן על לימוד והפקת לקחים טכנולוגיים ובמקביל ניתוח הצרכים של השוק העולמי בנושא הלוויינים והתקשורת. בסיום, הוצגו מספר רעיונות של שילוב ישראל בתוכנית החלל האמריקאית, החל מניסויים מעבדתיים במעבורת החלל, כגון בדיקת התנהגות צרעות בחוסר משקל וכלה בתיכנון לויינים שיעסקו בחקר קרינת ה-X מהחלל.

לאחר ההפסקה ניתנה מעין הרצאה על תרומתו האפשרית של החובב בנושא הכוכבים המשתנים. בחלק הראשון ניתנה סקירה על ידי היושב ראש, יגאל פת-אל, על אותם תחומים בהם עשוי החובב להביא תועלת לעולם המחקר. בחלק השני, שניתן על ידי חברנו ערן אופק, הורחב הדיון בנושא הצפיה וניתוח הממצאים בכוכבים משתנים.

את הכנס נעל חברנו, סגן היושב ראש - פרלמוטר שמואל, בהרצאה על תוכנית לשיגור רכב חלל מאוייש למאדים. בהרצאה הובאו בעזרת שקופיות, בעיות מספר העומדות בדרך לשיגור רכב חלל למאדים. כמו כן הוצעו מספר פתרונות לרכבי חלל שיגיעו אל כוכב הלכת האדום.

ביום ה' ה-12 באפריל, התקיים הכנס השנתי של האגודה בבית ראשונים בגבעתיים, בחסות עיריית גבעתיים. בכנס, שרובו הוקדש לנושא כדור הארץ והחלל, השתתפו למעלה ממאה וחמישים חברים ששמעו הרצאות מעניינות ומאלפות.

ההרצאה הראשונה של חברתנו דר' חוה שטיינברגר, עסקה בגורמים לפגיעה בחור בשכבת האוזון. במהלך ההרצאה נבדק הקשר בין כמות האוזון באטמוספירה לבין קוי הרוחב על כדור הארץ, קשר העשוי להסביר את חוסר האוזון דוקא באיזורים מעל לקוטב הדרומי. כמו כן נבדק הקשר בין השימוש בתכשירים כימיים שונים, הן בשלבי ייצורם והן בשימוש בהם כמוצר מוגמר (כגון אירוסולים), לבין הפגיעה בשכבת האוזון. בסיום ההרצאה, הועלו מספר הצעות העשויות להועיל במאבק למניעת הפגיעה באוזון.

את ההרצאה השניה נשא פרופ' עקיבא בר-נון והיא חולקה לשני נושאים. בחלק הראשון נסקר, בעזרת שקופיות, מסעה של וויג'ר 2 לנפטון. בשקופיות נראו תצלומים של נפטון וטבעותיו וכן ירחו הגדול והמפתיע טריטון. בסיום החלק הראשון ניתנה סקירה לקראת הופעתו של שביט אוסטין וכן הוצגו מספר רעיונות לנחיתה של כלי מחקר על שביט בעתיד (נראה בהקשר זה גם את מאמרו של חברנו חיים מזר - מסעות לאסטרואידים בחוברת זו).

**מערכת כל כוכבי אור:**

עורך: פת-אל יגאל

מערכת: בן-עזרא מנחם, מזר חיים, קיי  
מרצל.

אושר פה אחד.

**מכירת רכוש האגודה**

להלן, מוצעים למכירה מעמדים לטלסקופ, עבודת יד. המעמדים הינם משווניים עם הנעה ידנית. כל הרוצה לרכוש את אחד המעמדים או כולם, מוזמן לראותם במשרד האגודה במצפה הכוכבים בגבעתיים. הצעות יש להגיש בכתב, עד לתאריך 15.07.90 ועד בכלל. אין האגודה מתחייבת לקבל את ההצעה הגבוהה ביותר או כל הצעה שהיא. סכום רכישה מינימלי הינו - 150 ש"ח.

רשאים להשתתף במכרז חברי האגודה בלבד.

**פעילויות**

להלן תוכנית ההרצאות וערבי הקהל בימי שלישי במצפה הכוכבים בגבעתיים. לתשומת לב, ערבי התצפית מתחילים בשעה 20:00 ומסתיימים בשעה 21:30. הסברים ניתנים בשעות 20:15 ו-20:45 בלבד. דמי כניסה לתצפיות - 3 ש"ח. במקרה של עננות התצפית וההסברים מבוטלים. הרצאות תינתנה במועדים המפורטים. ההרצאות תתקיימנה בימי שלישי בשעה 20:00 ובערב ההרצאה לא תתקיים תצפית! דמי כניסה להרצאות - 5 ש"ח לחברי האגודה הישראלית לאסטרונומיה - 3 ש"ח.

**האסיפה השנתית**

באסיפה השנתית נדונו מספר נושאים. בתחילה ניתן דיווח על פעילות הוועד היוצא בשנה החולפת ואושר המאזן על ידי האסיפה. כן הובאו דיווחים מסניפי האגודה.

החלק העיקרי היה בחירת מוסדות האגודה:

לוועד האגודה נבחרו החברים הבאים (על פי סדר א.ב.):

אוליצקי תמר, אופק חן, אופק ערן, בן-עזרא מנחם, וכטל מיכאל, מועלם רוני, מזר חיים, פרלמוטר שמואל, פת-אל יגאל, שריל ענת.

לוועד הביקורת נבחרו:

עו"ד בירן גדעון, גפנן יהודה, יהלם יוסף.

ישיבת הוועד במצפה הכוכבים, ביום ב' 7.5.90 בשעה 19:00:

נוכחים:

אופק ערן, גפנן יהודה, וכטל מיכאל, יהלם יוסף, מועלם רוני, מזר חיים, מזרחי יצחק ושלמה, פרלמוטר שמואל, פת-אל יגאל, שריל ענת.

כמו כן השתתפה עו"ד כספי ציונה שנתנה סקירה בנושא הפלנטריום בירושלים.

**בחירת בעלי תפקידים באגודה**

יו"ר האגודה:

מוצע: פת-אל יגאל, נבחר פה אחד.

סגן יו"ר האגודה:

מוצעים: וכטל מיכאל, פרלמוטר שמואל.

נבחר ברוב קולות וכטל מיכאל.

גזבר:

מוצע: פרלמוטר שמואל. נבחר פה אחד.

מזכיר:

מוצע: אופק ערן. נבחר פה אחד.

ממלא מקום הגזבר:

מוצע: אופק ערן. נבחר פה אחד.

	- הרצאה - "חור שחור, המקום בו נעצר הזמן",	5.06.90
20:00	מרצה - יגאל פת-אל	
20:15	- תצפית והסברים - "קבוצת מאזניים"	12.06.90
20:15	- תצפית והסברים - "רועה הדובים"	19.06.90
	- הרצאה "3 הדקות הראשונות של הבריאה"	26.06.90
20:00	מרצה - יגאל פת-אל	
20:15	- תצפית והסברים - "הירח"	3.07.90
20:15	- תצפית והסברים - "קבוצת עקרב"	10.07.90
	- הרצאה "האם ייתכנו חיים מחוץ לכדור הארץ?"	17.07.90
20:00	מרצה - יגאל פת-אל	
20:15	- תצפית והסברים - "קבוצת הרקולס"	24.07.90
20:15	- תצפית והסברים - "קבוצת מאזניים"	31.07.90

יתכנו שינויים בנושאים או במועדי ההרצאות. נא לעקוב אחר הפרסומים בעיתון העיר או במשרדי האגודה.

(המשך בעמוד 46)

במקום הראשון זכה הסמל שעוצב על ידי חברתנו אתי ירימי. הסמל הנבחר מוצג בזאת והוא ישמש כסמל הרשמי של האגודה, ויוצג על כל פרסומיה.

### בחירת סמל האגודה

בתחרות לבחירת סמל האגודה השתתפו כ-25 סמלים שהוצגו בכנס השנתי של האגודה.

האגודה  
הישראלית  
לאסטרונומיה



# חדשות אסטרונומיה

## להיכן נעלמו כל האסטרואידיים?

רוב האסטרואידיים נעים במסלול בין מאדים לצדק. התוצאה של מה שאנו רואים היום היא יציבות של מיליוני שנים של האסטרואידיים בשדה הכבידה שנתון לשינויים בין צדק ומאדים. חלק מהם אמנם נמצאים בין צדק ושבטאי אולם נשאלת השאלה האם קיימת חגורת אסטרואידיים שניה בין צדק ושבטאי?

התשובה אינה לא בהכרח, לפי שלושה אסטרונומים אשר חישוביהם לא אפשרו מציאת גרם שמים כלשהו בתחום בין שבטאי וצדק אשר ישאר לזמן רב. חישובים מלפני 17 שנים מלמדים כי רוב האסטרואידיים יעלמו לאחר 6000 שנה, אם ימצאו בתחום בין 1.35-1.45 פעמים מסלולו של צדק סביב השמש. בכל אופן, חישובים שנעשו בשנה האחרונה כפי שדווחו ב"איקרוס" אשתקד הראו שכל האסטרואידיים יעלמו. על פי אותו מודל, גרם השמים היציב ביותר באותו איזור יעלם לאחר 9 מיליון שנה.

אולם האסטרונומים מציינים, ששבטאי מסוגל לשמש מאגר לאסטרואידיים בנקודה של 60 מעלות. אשר נעים באותו מסלול ואם הם נעים במסלולים אליפטיים במיוחד, (הדבר נפוץ יותר לשביטים מאשר לאסטרואידיים), אזי הם יכולים להסתתר זמן רב.

## חידוש המוצע לטלסקופ השובר-אור של האוורד

עד לפני שני עשורים משנת 1847, לא היה טלסקופ יותר גדול מאשר זה בעל ה-15" שבהאוורד קולג'. בין גילויי החשובים - הטבעות של שבתאי וכן הירח ה-8 של היפריון. התצלום הראשון של כוכב כלשהו נלקח בפעם הראשונה מכאן. אולם היום הטלסקופ אינו בשימוש, וכיפתו ומבנהו עומדים דוממים ומעידים על עברם המפואר.

דבר זה עלול להשתנות. קרן השימור של המכון הסמית'סוני הקדישה \$13,000 להצעות לחידוש המצפה. כן יעלה סכום גדול מזה כדי לחדש את הטלסקופ, לחדש את הכיפה, ולהציג מוצגים ולשפץ את החדרים הסמוכים כפי שהציעה הוועדה שדנה בחידוש. אבל, קודם לכן יוקצב כסף לתכנון החידוש והשיפוץ וכך לתת תוכנית שתגייס כסף מקרנות שונות לביצוע התוכנית.

הטלסקופ שנבנה בידי מרץ ומאלר, נשאר על האבן המקורית שעליה עמד במרכז של הקולג' בקיימברידג', מסצ'וסטס. במשך יותר ממאה היה המצפה פתוח לקהל הרחב, אשר תרומתו גרמה אפשרות לרכישת המצפה. אם התוכנית תמשיך כמתוכנן, הקהל יוכל לראות שוב את הטלסקופ הזקן וה"אלגנטי" אשר יוצג שוב במלוא-אוונו.

## אבק בשביט טמפל 2

מתצפיות באינפרא-אדום שנערכו בעזרת הלוויין האסטרונומי באינפרא-אדום (IRAS) על השביט טמפל 2 נלמד, שהשביט עשיר בגרגירי-אבק גדולים יותר מכל שביט אחר הידוע לנו. גרגירים אלו מופיעים בעיקר בגדלים החל מ-0.006 עד 6 ס"מ ויותר.

לפי מדען מאוניברסיטת פלורידה רוב החלקיקים הגדולים מאפיינים את מרכז השביט בעוד שהקטנים את ראשו. משערים שהתפלגות זאת חלה מהזמן הרב יחסית שטמפל 2 מבלה בחלק הפנימי של מערכת-השמש, שם אנרגיית השמש מאפשרת התלכדות של חלקיקי אבק קטנים לגדולים יותר. אפשרות נוספת שחומר המוצא ממנו נוצר השביט עשיר בחלקיקים גדולים יותר. בכל מקרה שביט טמפל 2 מהווה את אחד המקורות העיקריים לחלקיקי אבק בגודל מילימטרי וסנטימטרי בחלל הבין-פלנטרי, כפי שמציינים חוקרים ב-"איקרוס".

חלקיקי אבק נתגלו גם ע"י חוקרים שהשתמשו בטלסקופ אינפרא-אדום בקוטר 3 מטרים של NASA, המוצב במנואה קאה, הוואי. חלקיקי אבק נתגלו במסלול העקבות של טמפל 2, מסלול המתחדש ע"י אספקה מתמדת מטמפל 2.

בסדרת תצפיות מהקרקע שנמשכה 4 ימים באורך גל של 10.8 מיקרון, הובחן בנתיב ברור של אבק בכיוון צפון-מזרח. נתיב זה שלא נראה באורכי-גל בספקטרום הנראה והיה יותר קטן מהנתיב שהובחן ע"י הלוויין (IRAS). התנהגות זאת מתאימה לתופעה של התפרצות של החומר בקוטר 1 ס"מ עד 10 ס"מ כ-200-300 ימים לפני הפריהליון.

התנהגות זאת מתאימה למודל שפותח ע"י מדען מ-JPL - המעבדה להנעה סילונית של NASA. במודל מוצע, שהפעילות בטמפל 2 מתרחשת באיזור הגרעין הנשאר בצל יותר מ-3 שנים, בזמן שהשביט הוא המרוחק ביותר מהשמש במהלך מסלולו בן ה-5.3 שנים סביב השמש. לפני ואחרי שהאיזור נכנס לצל הוא מתעורר לפעילות. רעיון נוסף הוא שהנתיב הוא ריכוז של חלקיקים גדולים לאורך מסלול השביט. אולם בכל צורה שנסתכל על זה נדרשת כמות גדולה של חלקיקים והתפרצויות לפליטתם בכדי להסביר את ההתפרצויות שניצפו ע"י (IRAS).

## עננים מסריחים

גז בעל ריח לא נעים סיפק רמז על האופן שבו מולקולות נוצרות בחלל הבין-כוכבי. תצפיות שנערכו בעזרת הרדיו-טלסקופ של 5 קולג'ים במסצ'וסטס, נתגלו מולקולות של מימן גופריתי (H<sub>2</sub>S) המוכר יותר לפי ריחו, ריח של "ביצים סרוחות", בשני עננים קרים ואפלים הנמצא בקבוצות הנחש והשור. מדענים מאוניברסיטת אריזונה ביצעו את התצפיות באורך גל 2 מ"מ. חוקרים אחרים שאיתרו מולקולות של מימן גופריתי במרחב הבין-כוכבי, טוענים שבעננים שנחקרו נצפתה טמפרטורה של 10 מעלות קלוין ואין בזאת כדי ליצור אנרגיה ליצירת המולקולה הנ"ל. הרעיון אותו העלו החוקרים הוא שהתרכובת נוצרה על גרגירי אבק בין כוכבי שהצמידו לפני השטח שלהם מולקולות המכילות גופרית.

ה-CCD הגדול ביותר. צופים שבתוך עשור יוכנס לשימוש גלאי CCD גדול מספיק למיפוי. כך לוחות הצילום לאחר 100 שנות שירות מועיל יעלמו מעולמם של האסטרונומים כשעוני המטוטלת וסרגלי-החישוב.

### גלקסיה לא במצב של התהוות

גלקסיה בקבוצת נחש שנחשדה כלא סדירה, יתכן והיא יותר מסודרת ממה שחשבו עד כה. מדענים מאוניברסיטת הוואי הגיעו למסקנה זאת לאחר תצפיות באינפרא-אדום ובה הם גילו נוכחות של כוכבים זקנים. מקור הרדיו 3C328.1 היה בכותרות מאז שהאסטרונומים שצפו בו גילו בתחום של אור-נראה ענן גז מיון בגודל של גלקסיה. הענן בהסחה לאדום של 1.82. היה מאוד כחול ומאוד אנרגטי בזכות חומם של כוכבים צעירים. בלא כל רמז לגבי המרכז החדוס כפי שנצפה בגלקסיות רדיו אחרות הסוטות לאדום.

3C328.1 נראה כאילו היה עדיין בתהליך של יצירת כוכבים מדור I. אולם החוקרים תהו אם האור מכוכבים מפותחים יותר מוסט לאדום יותר מדי מכדי להראות בצילומים בתחום האור-הנראה. בפתרון היה בדיקה במצפה שמתמחה בצילומים של אינפרא-אדום בהוואי, בעזרת הטלסקופ בעל 3.8 מטר של אינפרא-אדום וכן צפו החוקרים באורך גל זה בעזרת הטלסקופ הקנדי-צרפתי בהוואי.

הצילום עצמו הראה שישנו עצם יחיד דחוס ליד המרכז של מקור גלי-הרדיו. הוא היה חיור יותר מרוב גלקסיות הרדיו-האחרות בעלות אותה הסחה לאדום. (מגניטודה 19 ב-2.2 מיקרון). כאשר ההסחה לאדום היא

### לוחות הצילום האחרונים בהר פאלומר

ב-20 בספטמבר 1989 ביצע סידני ואנדרברג מהמצפה האסטרו-פיזיקלי בדומיניון, חשיפה של שעה אחת על שרידי הסופר-נובה 3C85 עם הטלסקופ בקוטר 200" בפאלומר. לאחר סיום החשיפה נמסר לו בצורה שאינה משתמעת לשתי פנים ע"י מנהל המצפה ג'רי נאוג'באור שזהו הצילום האחרון שבוצע בעזרת לוחות צילום. ההיסטוריה של השימוש בלוחות החלה עם מילטון הומסאון שביצע את הצילום הראשון ב-13 בנובמבר 1949 ובמהלך ארבעת העשורים שחלפו התגלו תגליות מן החשובות ביותר. וולטר באד אשר צפה על הגלקסיה אנדרומדה הראה שהיקום גדול פי 2 ממה שנטו לשער אז. מאוחר יותר הראה אלן סנדאג', שנעזר בצילומי גלקסיות רחוקות בכדי להוכיח שצילומי ה"כוכבים" של באד הם בעצם ענני מימן מיון (איזורי H II). גילוי שהכפיל שוב את גודל היקום. אחד הגילויים החשובים מכולם הוא הזיהוי האופטי הראשון של קוואזר ע"י מארטן שמידט.

ההפסקה בשימוש בלוחות הצילום נובעת מההתפתחות הטכנולוגית המהירה של לוחות צילום בעזרת CCD ולהם שני יתרונות: הם מנוצלים פי-10 יותר טוב מלוחות צילום וכן כל אלמנט של תמונה יכול לקבל 1000 גווני אפור בעוד שלוח רגיל מסוג רק 2 בלבד.

נכון לעכשיו היתרון היחידי של לוחות הצילום על לוחות CCD הוא בגודלם. לדוגמה: הטלסקופ מטיפוס אוסשין-שמידט בקוטר 48" בהר פלומר משתמש בלוחות בעלי גודל של 14" כאשר כל לוח צילום מכיל 100 מיליון יחידות רזולוציה לעומת 4 מיליון בגלאי

ג'ורנל" היה ויכוח על האובייקט הנ"ל ונטען שהוא אינו גלקסיה בהתהוות, אלא "מערכת בסיסית וזקנה שעוברת התפרצויות הקשורות עם מקור רדיו".

של כוכבים בני ביליון שנה לפחות. עצם זה זוהה בתור המלווה של גלקסית הרדיו.

בגליון נובמבר 1989 של "אסטרופיזיקאל

## פעילויות האגודה (המשך מעמוד 42)

**סניף ירושלים**, רחוב הלני המלכה 13. רכזת פעילות - גב' אוליצקי תמר, טלפון 02-662869. הסניף מארגן הרצאות ותצפיות בימי שני בשבוע.

**סניף באר-שבע**, בית יציב. במקום מצוי טלסקופ "10 וכן "6 ומשקפות. אחראים: חן אופק ושי וולטר. החוג מארגן הרצאות וכן תצפיות בעזרת המיכשור המצוי במקום. טלפון 057-424364.

**בית גורדון**, במקום מצוי טלסקופ ממוחשב "14. חברים המעוניינים לפעול במסגרת בית גורדון יכולים ליצור קשר בכתב עם בית גורדון, דגניה א' 15120 או בטלפון 06-750040 ולתאם עם החבר שמואל לולב או דודו פונדק.

שלכם,  
יגאל פת-אל, יו"ר

### חוג הכרת השמיים

חוג הכרת השמיים מתכנס מדי יום רביעי בשעה 8:00 במצפה הכוכבים. במסגרת החוג יערכו תצפיות בטלסקופ, ילמד השימוש במכשירים אסטרונומיים וכן ילמדו וכן ילמדו יסודות הצילום האסטרונומי.

מחיר - 180 ש"ח לקורס.

לתושבי גבעתיים - 20% הנחה.

לחיילים, לנוער עד גיל 18, לסטודנטים - 15% הנחה.

**בילוי נעים!**

להלן סניפי האגודה הנוספים בהם מתקיימת פעילות שוטפת. חברים המעוניינים להשתתף בפעילות מוזמנים.

# חדשות חלל

"גלילאו" עברה ליד נוגה ב-9 בנובמבר ותוך כדי כך הגבירה את מהירותה ב-5,000 מייל בשעה. "גלילאו" סרקה כמרכז את שני צידיו של הכוכב בעזרת כמה ממכשיריה, בזמן המעבר בסמוך לכוכב במהירות של כ-80,000 מייל בשעה.

המצלמה שעל "גלילאו" התקלקלה באופן זמני במשך המעבר ליד נוגה. במשך כמעט חמש שעות תריס המצלמה נפתח ונסגר בקצב של פעמיים לדקה, כנראה בשל הוראות מחשב שגויות. הקלקול תוקן במהרה ו"גלילאו" הצליחה לצלם עוד תמונות של נוגה בהתרחקה מן הכוכב.

המעבר ליד נוגה היה הראשון משלושה תמרונים שנועדו להגביר את מהירותה של החללית ע"י ניצול כוחות המשיכה של כוכבים שונים, במטרה סופית לעזור ל"גלילאו" להגיע לצדק בדצמבר 1995.

המעבר-מגביר-המהירות הבא יתרחש ב-8 בדצמבר כשהחללית תחלוף כ-600 מייל מכדה"א.

תרגום דני בלקין

מתוך, "Astronomy", גליון מאי 1990

## טלסקופ החלל "האבל"

כוח המשיכה המסיבי של ננס לבן יונק חומר מעל ענק אדום. חומר הנקרע מעל הכוכב נשאב אל אחד מקטביו המגנטיים של הננס,

## לויני מחקר חדשים

סוכנות החלל האמריקאית (NASA) העבירה לתכנון מתקדם שני לויינים חדשים מסדרת (EXPLORER) - חוקר. שני הלויינים עברו משלב התכנון הראשון לשלב התכנון המתקדם. הלויינים מיועדים אחד לחקור את השמים בתחום ה-UV, והאחר מיועד לחקר חלקיקים. חוקרים מתריסר מכונים קיבלו אישור שלו ציפו מזמן להתקדם ולפתח של ה-(FUSE)-חוקר ספקטרום באולטרא-סגול רחוק, וכן יעמלו קשות בפיתוח חוקר החלקיקים (ACE).

FUSE הוא התמשך הישיר לצופה הבין-לאומי ב-UV (IUE) שנחל הצלחה ניכרת. קוטר הגלאי האופטי יהיה 80 מ"מ ותחום אורך הגל שיבחן יהיה 100 עד 1200 אנגסטרם. ACE יחקור את הסוגים השונים של חלקיקים טעונים במסלול כדו"א. שני הלויינים מיועדים לשיגור במחצית שנות ה-90.

ליקט מנחם בן-עזרא מתוך SKY AND TELESCOPE, APRIL-MAY

## "גלילאו" מגביר מהירות לאחר מעבר ליד נוגה

ארבעה חודשים לאחר התחלת מסעה בן ששת החודשים במסלול הקשתי אל צדק, החללית

מצלמה רחבת-זווית ומצלמה פלנטרית יפיקו תמונות מרהיבות של סופר-נובות ואטמוספירות פלנטריות. מצלמה לעצמים חיוורים תגביר את האור שאותו היא קולטת פי 100,000, וכך תחשוף כוכבים בעלי בהירות 28, שהם כה חיוורים ורחוקים כך שאף טלסקופ על פני כדה"א מעולם לא ראה אותם!

שני הספקטרוגרפים שבטלסקופ, אחד בעל כושר הפרדה גבוה במיוחד והשני מיוחד לעצמים חיוורים, יאספו קרינה אלקטרו-מגנטית ויפזרו אותה על-פני הספקטרום האנליזה המדוקדקת של הספקטרום הכוכבי מאפשר לאסטרונומים ללמוד יותר על הרכבו הכימי של כוכב, מהירות סיבובו, ואת החוזק של שדהו המגנטי. יתכן שמכשירים אלה יחשפו את התכונות המסתוריות של הקוויזארים.

כדי לקבוע את המרחק המדויק ואת טבעם של גופים חלליים מיוחדים כגון קוואזרים וחורים שחורים, ישא הטלסקופ פוטומטר רב-מהירות. מכשיר רגיש זה מודד את העוצמה ושינויי התדירות באור הנקלט בטלסקופ ויוכל להבחין בין תהליכים המופרדים זה מזה בזמן של 10 מיקרו-שניות בלבד.

אורך חייו המתוכנן של הטלסקופ, תוך תיקונים תקופתיים שיעשו ע"י הצוותים של מעבורות החלל, הוא 15 שנים. עם התפתחותן של טכנולוגיות חדשות, יוכלו צוותי המעבורת להחליף את המכשירים המודולריים של הטלסקופ, בזמן שהות בחלל.

הטלסקופ מופעל מה-"Goddard Space Telescope Control Center", וההוראות יישלחו אליו דרך ה-TDRSS (Tracking and Data Relay Satellite System), הנמצאת בגובה 22,000 מייל מעל כדה"א.

המידע שנאסף ע"י הטלסקופ עד ל-4,000,000 "בייטים" ביום, מועבר ע"י ה-TDRSS לתחנת

תהליך המחמם אלקטרוני, המתנגשים עם יונים וכך נפלטת קרינת-X רבת-עוצמה.

תהליך זה יימשך מליוני שנים ויסתיים בסופו של דבר בהתכלותו של הכוכב האדום. בקרוב, יקלוט טלסקופ החלל "האבל" תמונות כאלה וישדרן לכדה"א.

שיגורו של טלסקופ החלל עשוי להיות ההישג המדעי החשוב של המאה העשרים. הטלסקופ יחקור את היקום כפי שנראה לפני 14 מיליוני שנות-אור.

ה"האבל" הוא טלסקופ מחזיר-אור קונבנציונלי, הדומה מאוד למכשירים הנמצאים במצפים גדולים בכל העולם.

המכשירים האופטיים בטלסקופ מורכבים ממראה ראשית בקוטר שניים וחצי מטרים ומראה משנית בקוטר 30.5 ס"מ. המראה הראשית היא מראה היפרבולית קעורה השוקלת 820 ק"ג, ועשויה זכוכית סיליקה, כדי למנוע עיוות ע"י חום. העבודה הקשה של ליטוש המראה נמשכה 28 חודשים.

אפילו הטלסקופ החזק ביותר על פני כדה"א מושפע ע"י התופעות האטמוספיריות המעוותות את קרני האור, תופעות שמהן טלסקופ החלל לא יושפע.

טלסקופ החלל סובב את כדה"א בגובה של 610 ק"מ, מעבר להשפעתה המעוותת של האטמוספירה. בעזרת ראייה בלתי-מופרעת זו, יוכל הטלסקופ לקלוט תמונות מדוייקות ביותר. כושר הפרדה המרחבי שלו יתקרב ל-0.1 שניות-קשת, פי 10 יותר מדוייק מכל מכשיר שעל פני כדה"א.

האור שייקלט מהמערכות האופטיות שבטלסקופ יופנה אל מספר מכשירים מדעיים בגוף הטלסקופ, הכוללים שתי מצלמות, שני ספקטרוגרפים, ופוטומטר רב-מהירות.

מופרעת על היקום. בעזרת טלסקופ החלל  
יתכנו תגליות של גלאקסיות חדשות, של  
רמזים על היווצרות היקום, על מערכות שמש  
חדשות. יתכן שמעבר לסופר-נובות ההרסניות,  
לחורים השחורים ולעל-ענקים האדומים, ישנו  
כוכב הדומה לשלנו. בעזרת טלסקופ החלל  
"האבל", גילויים מדהימים כאלה יתכנו.

תרגם דני בלקין  
מתוך "Astronomy" גליון מאי 1990

הקרקע ב-White Sands, ניו-מכסיקו, ומשם  
למפקחים ב-Goddard Space Center.

תנועתו ויציבותו של הטלסקופ יישלטו לא ע"י  
רקטות-דחף אלא ע"י מערכת של גלגלי-  
תגובה, שיעבירו במכשיר מומנטום, המאפשר  
לו להאיץ, לרחף ולהאט לנקודות שונות.  
לטלסקופ מערכת יציבות ומיקוד, המאפשרת  
לו להגיע ליציבות של 0.007 שניות קשת.

בפעם הראשונה בהיסטוריה יש בידי  
האנושות אפשרות לתצפית נקייה ובלתי-

## סוף שבוע בבי"ס שדה חרמון!

לאור הצלחת סוף שבוע האסטרונומיה שהתקיים בבי"ס  
שדה הר-הנגב, הוחלט לקיים סוף שבוע נוסף בבית-ספר  
שדה חרמון, בתאריכים 19-20 באוקטובר.

טפסי הרשמה ישלחו בחוברת הבאה.

למכירה -

טלסקופ מראות "4.5" במצב טוב.

נא לפנות לארבל תדמור טל. 04-333948

# מה במערכת השמש

טלה בתחילת יוני, דרך שור בחודשים יוני-יולי, שוהה בקבוצת תאומים בשלהי יולי ומרבית אוגוסט, ועובר לקבוצת סרטן לקראת ספטמבר. בהירותו קבועה כל התקופה - 3.3- וכיון שהוא מצוי מצידה השני של השמש, גודלו הזוויתי נע מ-14" בתחילת התקופה עד 10" בלבד בסוף אוגוסט. מאותה סיבה, הפאזה של נוגה היא כמעט מלאה, החל ב-0.75 ועד כמעט פאזה מלאה.

נוגה חולף ב-3 ליוולי ליד אלדברן וכן דרומית לפולוקס ב-9 לאוגוסט. בשני המקרים נוגה הינו הבהיר יותר. בשבוע השני והשלישי של אוגוסט נצמד נוגה לצדק עד שב-13 לאוגוסט, חולף נוגה כ-153" בלבד מצדק. למרות שהארוע עצמו חל בשעה 2:24 לאחר חצות, הרי שעתיים מאוחר יותר כשיזרחו שני כוכבי הלכת בישראל הם יהיו עדיין קרובים מאוד. נוגה הינו הבהיר בין השניים. הפעם הבאה בה יהיו נוגה וצדק צמודים, תהיה בשנת 2000.

**מאדים** - מאדים זורח בחודש יוני לקראת חצות. הוא שוהה בקבוצת דגים משך יוני ומחצית יולי עת הוא נע לכיוון קבוצת טלה, שם הוא שוהה עד שלהי החודש. בסוף אוגוסט מצוי מאדים בקבוצת שור. בהירותו הולכת וגדלה עת מרחקו מכדור הארץ הולך ויורד אל מתחת יחידה אסטרונומית אחת, מ=מבהירות 0.7 עד בהירות 0 בסוף אוגוסט. מאידך, גודלו הזוויתי מגיע ל-10". לבעלי מכשירים טובים, ניתן להבחין בהגדלה מלאה בכך שמאדים אינו מלא. הפאזה הממוצעת שלו בתקופה זו היא כ-0.85.

## מערכת השמש יוני-אוגוסט 1990

**כוכב חמה** - כוכב חמה נראה ככוכב בוקר מרבית חודש יוני. הוא זורח כשעה ומחצה לפני הזריחה ונראה ככוכב בהיר יחסית בקבוצת שור, בהיר אף מאלדברן הסמוך על ידו הוא חולף ב-18 ליוני. בהירותו עולה עד 1- בסוף החודש, לקראת התקבצותו עם השמש. במשך החודש, נראה כוכב הלכת בפאזה של חצי צד צפוני מואר ההולך וגדל בהדרגה.

בחודש יולי כוכב חמה קרוב לשמש לתצפית, ורק לקראת סוף החודש הוא מופיע ככוכב ערב בקבוצת אריה, ושוקע לאחר השמש כשעה. בהירותו יורדת מבהירות 1.8- בתחילת החודש עד לבהירות 0 בסופו. כוכב חמה בהיר יותר מפולוקס בתאומים, על ידו הוא חולף ב-9 לחודש, ובהיר אף מרגולוס בקבוצת אריה. כוכב חמה ורגולוס יוצרים כוכב כפול בבוקר ה-29 ליוולי, עת המרחק בינם 150" בלבד! כוכב חמה אף מתקבץ עם צדק ב-7 לחודש ושוב הוא הבהיר מבין השניים.

במשך כל חודש אוגוסט נותר כוכב חמה כוכב ערב בקבוצת אריה. בהירותו יורדת עד בהירות 1 בסוף החודש, ואז ניתן לטעות בינו לבין ספיקה בבתולה. ב-11 לחודש, מגיע כוכב חמה למרחק מירבי מהשמש.

נוגה - נוגה הינו כוכב בוקר בחודשים יוני-אוגוסט. במהלך התקופה הוא עובר מקבוצת

**אורנוס - אורנוס** משוטט לו בקבוצת קשת עד סוף השנה. בחודש יוני מצוי אורנוס פחות ממעלה צפונית לצביר הכדורי היפהפה M22 (בהירות 5.1) ובמחצית יוני הוא חולף צמוד לצביר הכדורי הקטן NGC6642 (בהירות 8.8) מרחק מספר דקות קשת בלבד. בחודש יולי מצוי אורנוס מעלה ומחצה צפונה לצביר הכדורי M28 (בהירות 7). אורנוס נראה כדיסקה כחלחלה קטנה מאוד והוא דורש הגדלות של X150 לפחות. קוטרו הזוויתי 3.7" בלבד ובהירותו 5.9 מקשה על זיהויו במיוחד בחודש יוני (ראה מפה מצורפת).

**נפטון - נפטון** שוהה קרוב לאורנוס בקבוצת קשת. קוטרו הזוויתי 2.5" בלבד והוא מצריך הגדלות גדולות מ-X200 על מנת לראותו כדיסקה. מחמת בהירותו הנמוכה יחסית, 7.7 הוא עלול ללכת לאיבוד בשדות הכוכבים העשירים של קבוצת קשת. ביוני הוא מצוי מעלה דרומית ל-פסי קשת (בהירות 4), והוא הכוכב הבהיר בשדה שלח כמעלה, לפיכך אין לטעות באוגוסט הוא מצוי כמה דקות קשת דרומית ל-31 קשת (בהירות 7) וכחצי מעלה מזרחית ל-30 קשת (בהירות 6.2) (ראה מפה).

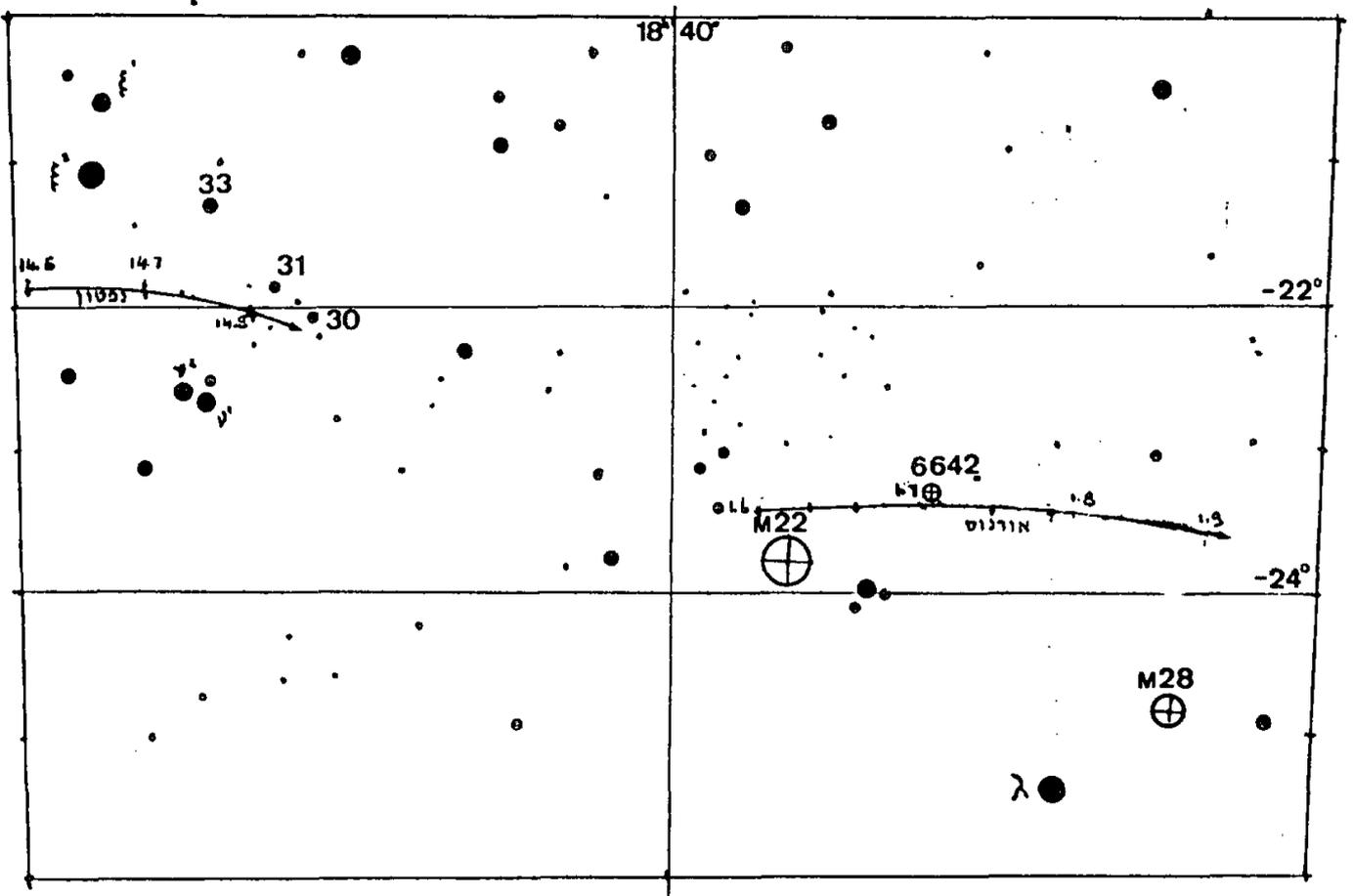
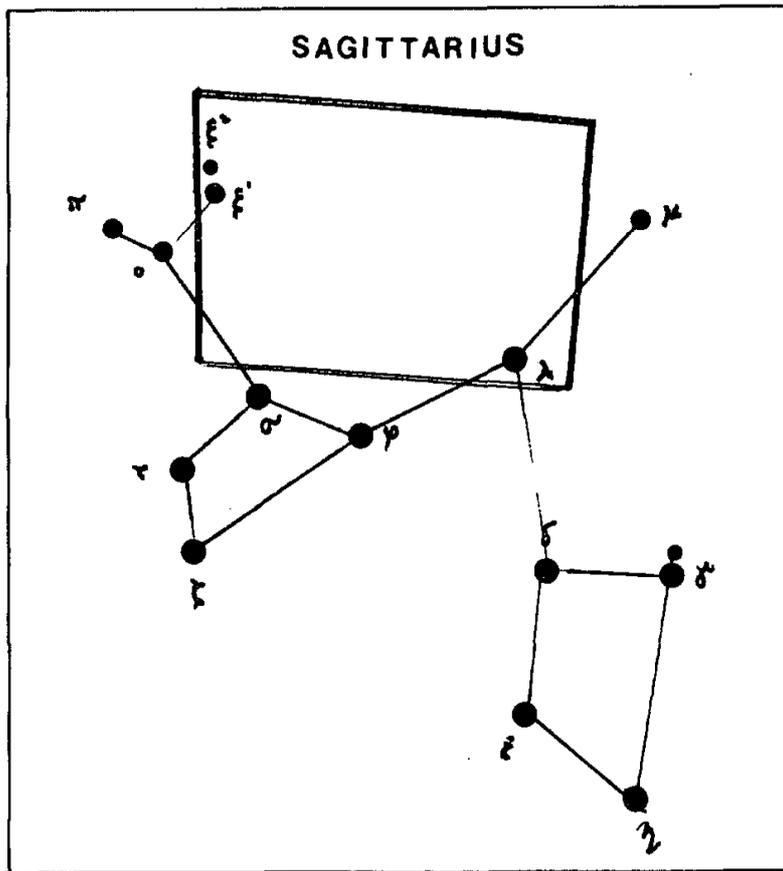
**פלוטו - מצוי** בקבוצת מאזניים וניתן לראותו בשעות נוחות כל התקופה בכיוון דרום, זאת בתנאי שמצוי בידי הצופה טלסקופ 13" לפחות. בהירותו 15 וקוטרו הזוויתי קטן משנית קשת.

**צדק - צדק** שוהה בקבוצת תאומים כל התקופה. החל ממחצית יוני הוא קרוב לשמש לתצפית וניתן לראותו רק בשעות בין הערביים. החל ממחצית יולי זורח צדק לפני השמש אך עדיין הוא צמוד אליה לתצפית. רק החל ממחצית אוגוסט, זורח צדק שעתיים לפני השמש, כאשר הוא מצוי בקבוצת סרטן. בהירותו נעה סביב 1.4- כל אותה תקופה.

**שבתאי - שבתאי** תופס את מקומו של צדק ככוכב הלכת העיקרי של השמיים בתקופה זו. שבתאי נוח לתצפית ככוכב ערב בצד מזרח בקבוצת קשת, שם הוא שוהה כל השנה. בחודשים יולי-אוגוסט ניתן כבר לראותו עם השקיעה בצד מזרח. הוא מגיע למרחק הקרוב ביותר לכדור הארץ השנה ב-14 ליולי ובהירותו מגיעה ל-0.2, בזכותה הוא הכוכב הבהיר ביותר בשמיים הדרום-מזרחיים. קוטרו הזוויתי הוא כ-75% מקוטרו הזוויתי של צדק ועומד על 18".

טבעותיו של שבתאי נראים כל התקופה בנטיה של 23-24 מעלות. נטיה זו נמוכה מאוד ויש לזכור שבשנת 1995 חולף כדור הארץ במישור הטבעות. מכאן, שנטיית הטבעות הולכת וקטנה מדי שנה עד שתגיע ל-0 ב-11 במאי 1995, עת יחלוף כדור הארץ מצפון לדרום במישור הטבעות. (הפעם האחרונה היתה ב-23 ליולי 1980 עת חלף כדור הארץ במישור הטבעות מדרום לצפון)

נתונים לגבי ששת ירחיו של שבתאי הנראים מבעד לטלסקופ ניתן לראות במגיד הרקיע חלק ג'.



# דוחות תצפית

האיזור כלול בתוך "שביל החלב". חשבתי לעצמי: איך אוכל למצוא כוכב קטן אחד בתוך כוכבים רבים כל-כך? אולם מיד לאחר מכן מעיון במפות AAVSO, מצאתי שישנו, קרוב מאוד לכוכב, כוכב בהיר (זוהר 5.4), כך שמיד הבאתי אותו אל שדה הראיה.

עכשיו כבר הייתי בטוח שהמלאכה תהיה קלה מאוד, אבל משום מה התבדיתי (אם כי לא לזמן רב). מסיבה שאיני יכול היום להבינה די הצורך, פשוט התבלבלתי על ימין ועל שמאל. אולי עצם המחשבה שאני עשוי לצפות בנובה ננסית גרמה לי לבלבול-חושים... ניסיתי להבין מה לא בסדר, ובנקודה זו עברתי לעבוד עם מפה שמראה את השדה הקרוב ל-SS Cygni ברדיוס של 30'. פתאום הבנתי שאני צריך למצוא משולש קטנטן, שווה שוקיים, של כוכבים בזוהר 8.5, 9.6 ו-9.9, כש-SS Cygni, אם הוא בשיאו, ייראה על בסיס המשולש, די קרוב לנקודת אמצע הבסיס.

המשולש זוהה די במהירות, והנה כאן חיכתה ההפתעה: על בסיס המשולש, פחות או יותר באמצע, זהר כוכב בזוהר 8, מעט בהיר מהכוכב הבהיר של המשולש. האם זהו SS Cygni?

שוב בדקתי במפה והסתבר לי שכוכב זה הינו, אכן, SS Cygni.

השעה היתה עכשיו בדיוק 21:46, כלומר - מלאכת החיפוש נמשכה מעל 45 דקות!

משנרגעתי קמעה רשמתי לעצמי את זוהר הכוכב, כ-8.3, והחלטתי שאני מקדיש לו כל ערב תצפית שאני יכול. ואכן אני עוקב אחריו כבר למעלה מחצי שנה וכבר צפיתי בארבע

## הרומן שלי עם SS CYGNI

היה זה בלילה קייצי יפה. שמיים נקיים, בלי ירח. יופי של לילה עבור צופה מתוך העיר, אם להתעלם מהאורות המפריעים.

היה זה בליל שבת, 29 ביולי 1989. השעה היתה בסביבות 21:00. ימים ספורים קודם לכן קניתי בת"א ספר מאוד מעניין בשם "New Horizons in Amateur Astronomy". ספר זה מציע מספר תחומים בהם יכול חובב האסטרונומיה להביא תועלת למדע. בין השאר מקדיש המחבר פרק לכוכבים משתנים, בו מובאות מפות של ה-AAVSO לצפיה בכוכב המשנה SS Cygni.

מאחר וידעתי שכוכב משתנה זה הנו מהמעניינים ביותר (מסוג dwarf nova) החלטתי לנסות לאתר אותו. אולם ידעתי שהסיכויים לכך אינם גבוהים משום שבמצבו "הרגיל" נמצא הכוכב בזוהר 12, שהיא מעט מתחת לגבול יכולתו של הטלסקופ שלי בתנאי עיר (ברשותי טלסקופ ניוטוני 4.5 אינץ', f/8). אולם החלטתי לנסות בכל זאת.

השעה, כאמור, היתה קרוב ל-21:00. מצב הרוח היה מצויין, השמיים, כפי שצויין לעיל, היו די נקיים יחסית לעיר. כל מה שנשאר, לכן, היה למצוא את SS Cygni, או לפחות, אם הכוכב אינו במקסימום, לנסות לאתר את מיקומו בדיוק רב ככל האפשר.

במבט חטוף על הסביבה הקרובה ל-SS Cygni התברר לי, די כצפוי, שהאיזור עשיר בכוכבים (די כצפוי משום שאחרי ככלות הכל,

עופר גבז, ביאליק 21 בני-ברק 51226.

בתודה מראש,  
עופר גבז

### תאורי תצפית

המקום: נוה צדק  
משתתפים: מור אלון, שמואל וארז קרדה  
מכשירים: "3.1 MEADE, 40 מ"מ TASCו,  
משקפת 10x50  
תאריך: 19.5.90  
מזג אויר: נאה, ראות מצויינת.

יצאנו ביום שבת ב-2.30 לפנות בוקר במטרה לצפות בשביט אוסטין. התמקמנו בשטח והפננו מכשירינו מזרחה והתחלנו לנסות לצוד את השביט. השביט היה צריך להיות בין קבוצת ברבור לקבוצת פגאסוס, בהירות השביט החזויה היתה אמורה להיות 0.28 בהירות אשר היתה נראית לעין בקלות, אך השביט לא נראה. לאחר שעה של חיפושים בשעה 4.10 נראה השביט במשקפת ככתם אפור ומשולש ברור. מיד כיוונו את הטלסקופ של ה-3.1 ולעינינו נתגלה השביט, שאת בהירותו שערתי כבהירות 6. השביט נראה בברור, הילתו היתה ברורה וזנבו היה יחסית ארוך, כמו כן ניצפו בשעת התצפית כ-8 לויינים אשר חלפו במהירות רבה בשמיים. היו מקרים כאשר חלק מהלויינים עברו במקריות בשדה הראיה של הטלסקופ. לאחר מכן כיוונו את הטלסקופ של ה-3.1 לעבר שבתאי אשר נראה עם אחד מירחיו וטבעותיו המרהיבות, לעבר צדק אשר החל לזרוח באופן המזרחי ומטאורים לאין ספור שייטו בשמיים.

התפרצויות, כשעם כתיבת שורות אלה כבר אמור הכוכב להתפרץ שוב.

היום, במבט לאחור, איני תופס כיצד נמשכה מלאכת זיהויו של הכוכב 45 דקות ויותר, כשכבר למחרת זהיתי אותו לאחר שניות ספורות בלבד.

למחרת תצפית הבכורה כבר נראה SS Cygni חיזור בכחצי מגניטודה, וב-4 באוגוסט כבר לא הצלחתי לזהותו.

הכוכב התפרץ שוב לקראת סוף ספטמבר והגיע לשיאו בסביבות 24 או 25 בחודש, כששיאי ההתפרצויות האחרות היו בסביבות 13 בנובמבר ובסביבות 4 בינואר 1990.

ניתוח בסיסי של זמני שיא ההתפרצות מראה שאין אחידות בין משך שהות הכוכב במצבו הרגיל: בין 28 ביולי ל-25 בספטמבר חלפו 59 ימים, בין 26 לספטמבר ל-13 בנובמבר חלפו רק כ-48 ימים. כלומר - מנתונים מועטים אלה כבר ניתן להסיק שיש לעקוב אחרי הכוכב כבר ימים ספורים לפני המועד אותו מעריך הצופה כמועד תחילת ההתפרצות, על מנת "לתפוס אותו בקלקלתו" כבר מתחילה.

מאחר והכוכב מגיע במקסימום לזוהר 8 קל לראותו בזמן השיא גם בטלסקופ של 60 מ"מ, ואני אף הצלחתי לראותו במשקפת 12x50, אם כי בתצפית במשקפת הינה קשה.

ברצוני, לסיכום, להמליץ בפני כל חברי האגודה שאינם צופים בכוכב זה, להתחיל לעקוב. אחריו משום שזהו אחד המשתתנים המעניינים ביותר. ואולי בהזדמנות זו אקרא לכל חברי האגודה באשר הם להצטרף ל"חטיבת הכוכבים המשתתנים" שהוקמה לאחרונה ע"י מספר חברי האגודה, ועבדכם הנאמן ביניהם. אנו פועלים במספר מצומצם ביותר וזקוקים לכמה שיותר חברים שייצפו בכוכבים משתתנים רבים ככל האפשר. המעוניינים יכולים לכתוב אלי לפי הכתובת:

ולכן התמקדנו בדברים מיוחדים וכן ויתרנו על תצפית משתנים.

M3 - נראה יפה.

M13 - נראה יפה מאוד בעינית של 40

מ"מ אולם כאשר החלפנו לעינית של 20 מ"מ איבדנו את החדות והצביר לדעתנו היה מרשים פחות.

M41 - ראינו אותו ברור ויפה.

במשקפת שהבאנו עימנו נראה ככתם ערפילי.

M44 - יפה.

M81, M82 - יפה מאוד בהתחשב בתנאים.

את שתיהן ראינו באותו שדה, חיוורות ויפות וכן בצד ראינו עוד גלאקסיה בראיה מוסבת.

NGC4565 - ראינו אותה חיוורת וראינו את הגרעין שהיה בהיר יותר.

כן צפינו על עוד אובייקטים, אולם כאמור התצפית לא היתה יפה ביותר. אני מקוה שבפעם הבאה נגיע לתוצאות טובות יותר (אם המקום והשמיים יאפשרו זאת).

תאריך: 18.5.90-19.5.90

משתתפים: יהודה גפן, יובל קרימולובסקי, אוהד שמר, ערן אופק, ערן פינחסוב, עמוס בדש ואנוכי.

תנאים: שמיים נקיים בנוה-שלום ליד ירושלים וכן אובך מועט מאוד וירח שקטע את התצפית בשעה 2:30 לפנות בוקר.

מכשירים: 8" שמידט-קאסיגריין MEADE ו-CELESTRON, 8" דובסוני.

התצפית עצמה היתה טובה ביותר והספקנו הרבה מאוד גרמי שמיים ובכללם השביט אוסטין, אשר נראה כמו צביר-כדורי מרוח ונראה יפה אף במשקפת. צפינו על גלקסיות

בס"ה תצפית מרהיבה, אולי אוסטין אינו שביט המאה, אך הוא בוודאי תופעה מרהיבה.

ארז קרדה, רמת-השרון

## דו"חות תצפית

תאריך: 23.3.90

מקום: שדה-משה, כ-4 ק"מ מזרחית לקרית-גת.

משתתפים: נחמיה קנטור, ירון קנטור, איציק גלובמן, אהד שמר, ערן אופק, ערן פינחסוב, מנחם בן-עזרא.

מכשירים: 8" שמידט-קאסיגריין MEADE ו-CELESTRON, 6" ניוטוני.

ביום שישי ארזנו הכל ובשעה 3:30 נסענו לנגב כדי לצפות כמו שצריך ובמקום חשוך. במהלך הדרך, לאחר קילקול בג'יפ, נאלצנו לזנוח את מסלולנו המקורי לשוב ולנסוע למקום חילופי, דבר שאיפשר גם הכרה של שטח חדש לתצפית. הגענו בשעה 18:00 לשדה-משה, סקרנו את האיזור והתמקמנו בו. מלכתחילה פסלנו את המקום בגלל האור הרב יחסית לאיזור זה. לאחר זמן מה החלו לבצבץ עננים מכיוון צפון-מזרח עד שכיסו את כל איזור התצפית, לאחר מכן החלו השמיים להתבהר והעננות ירדה ל-40% ונשארה כך כל הלילה. עקב כך חזרנו בסביבות 1 בלילה לת"א עייפים אך לא כל-כך מרוצים.

הציוד שהיה ברשותנו היה 8" מתוצרת MEADE, 8" מתוצרת CELESTRON, וכן עוד טלסקופ 8" של ערן אופק.

בתחילה צפינו על הדברים הרגילים (צדק, M42, M45). הראות לא היתה טובה ביותר

הראשון אליו כיוונו המכשירים היה, אולי, היפה מכולם. היה זה הצביר הכדורי אומגה קנטאורי שעשרות אלפי כוכביו מילאו את שדה הראיה כיהלומים קטנים. המראה היה מרשים בכל מכשיר ובכל מפתח. חבל שצביר כדורי זה, (השני בבהירותו בשמיים אחר 47 TUCANA) נמוך מדי לתצפיות באיזורים עירוניים. לאחר המראה המהמם כיוונו המכשירים לכל פיסת שמיים מעניינת. נראו בבירור גלאקסיות בצביר בתולה ושיערות ברניקה, והמראה הארוך והמיוחד של גלאקסיית השפם - NGC4565 והסומבררו - M104 שניגלה מבעד לעינית של ה-13.1 היה "כמו בתמונות".

אחת מהאטרקציות היה צביר הגלאקסיות האבל 1656 בשערות בתולה. בעזרת ה-13.1 נראו שתי הגלאקסיות העיקריות מוקפות כ-15 גלאקסיות שנספרו בספירה ראשונית, אם כי חיבורות ביותר.

מאחר והשמיים היו שמי האביב של קבוצות בתולה, אריה, דובה גדולה היו האובייקטים העיקריים גלאקסיות. המבנה הספיראלי של M51 ומלוותה נראה בבירור שלא זכור כמותו גם במפתחים קטנים! גלאקסיות כמו M101, M81 ו-M82 נראו בבירור.

בחלק השני של הערב עלו קבוצות הקיץ ועימם שביל החלב שנראה בבירור מדהים. קבוצת עקרב על שלל הצבירים הפתוחים והכדוריים שלה, משכה את תשומת הלב. בקבוצת קשת נסקרו כל הערפיליות האפשריות, שתוויהן נראו בבירור בפרטי פרטים. אחת האטרקציות היתה ערפילית כהה באחד מענני הכוכבים שבקשת (B86). הערפילית היתה סמוך לצביר כוכבים קטנטן ונראתה ככתם דיו כהה, שחור משחור על רקע השמיים זרועי הכוכבים.

באיזור הברבור נראו ערפילית המשקולת וכן ערפילית הצעיף נראתה, יפה להפליא, בכל

רבות בשערות-ברניקה וכן על גרמי שמיים אחרים. יכולנו להבחין עד עצמים בבהירות 13 וכן צפינו על האובייקטים הבאים: ערפילית המשקולת, ערפילית הטבעת M57, וכן על הגלאקסיות M98 ו-M88, הצבירים הכדוריים M13, - הצביר הכדורי בהרקולס (ראינו אותו טוב מאוד), M5 אשר נראה דרך ה-TELECOMPRESOR של יהודה גפן נהדר!!! וכן M10, M12 ועוד הרבה גרמי שמיים אחרים וראוי לציין גם את גלאקסיית ההמבורגר (NGC5128) שנראתה יפה מאוד. רוב האובייקטים המצויינים הם קלים לחיפוש ונראים אף במשקפת טובה.

מנחם בן-עזרא, רמת גן

### סוף שבוע הר הנגב

תאריך: 25.5.90

המקום: בית ספר שדה הר הנגב.

משתתפים: שבעים חברי אגודה ובני משפחותיהם.

תנאים: מצויינים. לא זכורים לי עוד לילות עם תנאים כאלו.

מכשירים: "13.1 ניוטוני (גלעד רותם), שישה מכשירים "8 שמידט-קאסיגריין, ארבעה מכשירים "8 דובסוניים, "4.5 ניוטוני, מספר רפרקטורים של 60 מ"מ ו-80 מ"מ וכן "3.5 מקסוטוב-קאסיגריין MEADE.

התאספנו כמתוכנן בבית ספר שדה הר הנגב. מסמר הערב, שביט אוסטין, היה אמור לזרוח לקראת חצות ועד אז התמקמנו מאחורי כתת הלימוד כמחסה מהרוח שנשבה והיתה החיסרון היחיד בלילה המקסים. האובייקט

ארוחת צהריים ושנת צהריים, ביקרנו במצפה הכוכבים של אוניברסיטת תל-אביב. פרופ' איליה ליבוביץ' שהיה במקום הציג "הצגת תכלית" של הטלסקופ והמכשור בחדר הטלסקופ. לאחר מכן התפזרו החברים ונותרו אותם חברים שנשארו ללילה השני.

לאחר ארוחת הערב נסענו לכיוון האתר שנבחר על ידי יוסי חורי וג'והן דן, תושב מצפה רמון. לאחר התבררות קלה בשטח (היינו חייבים לנסוע באורות נמוכים כדי לא להפריע לידידנו איליה ליבוביץ' שעבד במצפה הכוכבים בסמוך לאתר), הגענו למקום. רוח, אכן, לא הורגשה שם, אך השמיים היו מוארים מאוד יחסית לליל אמש.

למעשה, צפינו באותם העצמים של הלילה הקודם, אך ביתר פירוט. בתחילת הערב, בוצעה סריקת פרידה מקבוצות הגלאקסיות בקבוצת אריה, קבוצות הגלאקסיות של M105, הקבוצה של M65 והקבוצה של NGC3190 (ראה כל כוכבי אור 2/1989). כל הקבוצות נראו בבירור תוך הבחנה בפרטי הגלאקסיות. מאוחר יותר נערך "סיבוב" בקבוצת בתולה וזוהו רוב הגלאקסיות של מסייר וכן הרבה גלאקסיות נוספות.

ידידנו גלעד רותם ואריאל ביגון ערכו מצוד על אובייקטים חיוורים במיוחד בעזרת שני המכשירים בעלי המוקד הקצר – 13.1" ו-8" דובסוני. מבעד לעיניות, נראו עצמים חיוורים – ערפיליות פלנטריות חיוורות במיוחד כגון NGC6302 המכונה ערפילית החיפושית (BUG-NEBULA). ערפילית פלנטרית זו נראתה בצורה הדומה מאוד לגלאקסיה מוארכת.

בשימוש במסנן שמיים כהים נראו ערפילית הצעיף, ערפילית צפון אמריקה (בבירור מדהים!) דרך ה-GENESIS. כמו כן נראו היטב הערפיליות בקשת ועקרב.

לקראת בוקר, לאחר פרידה משביט אוסטין, שלא הראה כל שינוי משמעותי יחסית לערב

היקפה, תוך הבחנה בפרטים רבים מאוד. גם האובייקטים בנבל, המוזכרים בפינת החובב נראו מצויין.

גיבור הערב, שביט אוסטין, נראה לאחר חצות. הוא נראה בהיר מאוד, כתם ערפילי מרוח, כנראה בבהירות 4 אלא שגודלו הזוויתי הגדול מאוד של הגרעין (0.5 מעלות קשת) הקשה על זיהויו בעין. מערבית מהשביט נראה זנב חיוור מאוד שנמשך בצורת מניפה פרושה מאוד למרחק המוערך ב-3 מעלות לפחות, אם כי חיוור ביותר ודרש ראייה מוסבת גם במכשירים בעלי מוקד קצר – הדובסונים וה-13.1" F/4.5. אמנם לא היה זנב ברור כדוגמת השביטים הקודמים אך אין ספק ששביט זה בהיר במיוחד ולרבים מהצופים היה שביט זה הראשון שראו בחייהם, למרות שכללית, מהווה השביט אכזבה.

את הערב הראשון סיימנו לקראת 5 בבוקר לאחר תצפית על שבתאי, אורנוס, נפטון, מאדים ונוגה.

תאריך: 26.5.90

המקום: אתר תצפית, 2 ק"מ מזרחית לבית ספר שדה הר הנגב.

משתתפים: שלושים חברי אגודה ובני משפחותיהם.

תנאים: טובים, אך נחותים בהרבה מהלילה הקודם.

מכשירים: 16" דובסוני (יוסי חורי), 13.1" ניוטוני (גלעד רותם), 11" שמידט-קאסיגרין CELESTRON (ג'והן דן), 4.5" ניוטוני MEADE. שובר אור 4" GENESIS.

במשך יום השבת ביקרנו באתר הנגריה שבמכתש ולאחר מכן נסענו לכיוון עין סהרונים שהיה, למרבית הצער, חרב. לאחר

ארוכים, היו שני הערבים האלו חוויה מרשימה. בעיקר בזכות הגיבוש, מספר החברים הרב, המספר הגדול של המכשירים ומפתחיהם הגדולים.

הקודם, הצצנו בשבתאי ובמאדים, סקרנו שוב את שדות הכוכבים בשביל החלב והתקפלנו.

לסיכום, גם לנו המורגלים בלילות תצפית

יגאל פת-אל, רמת גן



'קוסמוט' זון בן נוריון (מוזיאון) 67 בני-ברק

(מול חשליסות הוואסית, רמת-גן)

מקו"מ: 10834 וסת-גן 52008

03-793 639

המבחר הגדול ביותר בארץ של טלסקופים וציוד אסטרונומי

## בתצוגה

שוברי אור 60 1-80 מ"מ

ניוטוניים  $4\frac{1}{2}$ " ודובסוניים 8" ומעלה

שמירט-ניוטוניים 6" ו-8" עם מנוע

משקפות ענק, טלסקופים קרקעיים

עיניות, אביזרי-עזר, מנועים

מפות, אטלסים, פוסטרים, שקופיות

הנחות עד 25%  
לחברי האגודה

# פרקים באסטרונומיה

## מבוא לספקטרוסקופיה

לא היה ניתן לשמוע, למשש או להריח את הכוכבים. לא יפלא איפוא, שהתורה הגיאוצנטרית, לפיה כדור הארץ מצוי במרכז היקום, היתה המסקנה ההגיונית ביותר לאור התצפיות שאישרו את ההנחה הנ"ל. הרי כל מי שעיניים בראשו רואה שכל גרמי השמיים מקיפים את כדור הארץ ממזרח למערב. ההגיון גם אסר על כדור הארץ לנוע פן יועף כל המצוי עליו לשמיים.

נקודת האור הראשונה היו הפיתגוראים. פיתגורס, לו מיוחס הניסוח של המשפט הקרוי על שמו, הניח את היסודות למדע המתמטיקה. הפיתגוראים, למרבה האירוניה, ראו במתמטיקה את חוקי הטבע. מאידך, טענתם שהשמיים, לו ניתן היה לשמעם, היו מנגנים בהרמוניה מושלמת (ההרמוניה של הספירות), דוקא טענה זו היתה ראשיתו של המדע המודרני, כיון שכלי העזר הראשון להבנת חוקי הטבע, היה יצירתו האומנותית הגדולה ביותר של האדם - המתמטיקה. מדהים לחשוב, עד כמה מציית הטבע בראש ובראשונה לחוקי המתמטיקה, פרי רוחו של האדם. (אגב, בשאיפתם להרמוניה ראו הפיתגוראים את כדור הארץ ככדור, היא הצורה המושלמת לדעתם, וממשיכי דרכם - אקפאנטוס והיקוטוס סברו שהארץ סובבת סביב צירה!).

השימוש במתמטיקה ניתח את התוצאות של התצפיות ושימוש בטריגונומטריה גם סיפק אפשרות לבצע מדידות מדויקות לחישוב קוטר כדור הארץ. המרחק לשמש ולירח. באמצעות הכלי החשוב הזה - המתמטיקה, ראה אריסטראכוס מסאמוס שהשמש חייבת להיות גדולה מהארץ ולפיכך, הארץ סובבת

כשאנו מביטים בכוכבים, אנו למעשה משתמשים בחוש היחיד העומד לרשותנו ליצירת הקשר עם אותם גופים - חוש הראיה. גם כאשר אנו נעזרים בגלאים שונים על מנת לצפות בכוכבים ולקבל מהם מידע, אנו נעזרים בקרינה האלקטרומגנטית שאת חלקה, קרינת האור, אנו קולטים בעזרת הגלאי הטבעי שלנו - העין.

מאז ומתמיד, שאף האדם ללמוד על הנעשה סביבו ולפענח את חוקי הטבע. במהלך ההיסטוריה פותחו אין ספור של תורות ומודלים המסבירים את תופעות הטבע השונות. חלק מאותן תורות נשענו, בזמן העתיק, על תחושתו ואמונתו של האדם ולפיכך לא דרשה אישוש ואימות. עם התפתחותו של המדע, שוכללו התאוריות המדעיות למיניהן, אך מעל לכל, הן נדרשו לעמוד במבחן האישוש וההפרכה.

בשטחים רבים, בדיקת תקפותה של השערה מדעית היה קל יחסית, כיון שלמדען היו כלים רבים, בהם יכל לבדוק את תקפותה של השערה זו או אחרת באמצעים בלתי ישירים, כגון מעבדה. התפתחות הרפואה לדוגמה, והבנת האנטומיה של גוף האדם נבדקו על ידי הצצה לגופות ב"מעבדות" הקדומות.

ברם, אחד התחומים, בהם לא התאפשרה לאדם לבדוק ולאשש את התורות והמודלים אותם בנה היה תחום האסטרונומיה. מקור הידע על צבא השמיים היה התצפיות בלבד.

מצא יונג שיטה למדידה של אורכי הגל על ידי מדידת התאבכות קרני האור. נמצא שלכל צבע יש אורך גל משלו. עתה היה הכל ערוך לאחד הגילויים החשובים ביותר באסטרונומיה. גילוי המקביל, ואולי אף עולה, על המצאת הטלסקופ. בתחילת המאה ה-19 גילה פראונהופר, שאור השמש הנשבר אינו מראה קשת רציפה של צבעים. ברצף של הצבעים היו קוים שחורים רבים. קוים אלו הינם קוי הבליעה. בזאת הונח היסוד לספקטרוסקופיה.

לאחר מכן, ייסד מאקסוול את תורת האלקטרומגנטיות, שהסבירה את האור כחלק מספקטרום אלקטרומגנטי שהינו תנועה של תנודות בשדה אלקטרומגנטי.

בתחילת המאה ה-20 גם שנראה היה שמשוואות מקסוול פתרו כל בעיה בנושא האור חלה בעיה חמורה כאשר נוסחו חוקי הקרינה של גוף שחור, חוקים בהם אגע בהמשך פרק זה.

גוף שחור הינו גוף לוחט שצבעו ומידת פליטת האנרגיה שלו תלויים בטמפרטורה שלו. הנסיון שנערך בגופים אלו הראה התאמה מלאה בין התיאוריה למציאות בהקשר לסך כל האנרגיה הנפלטת מאותו גוף.

מאידך, התפלגות הקרינה כפי שנצפתה בניסוי, לא התאימה לתחזיות, בעיקר בתחום העל סגול. בשנת 1900 הציע מקס פלנק את ההשערה, שהקרינה אינה רצף של אנרגיות, אלא מורכבת ממנות בדידות וקצובות של אנרגיה - קוואנטים של אנרגיה. שיעור האנרגיה תלוי באורך הגל של הקרינה. ניסוח זה היה הביסוס לתורת הקוואנטים.

ההתפתחות לאחר מכן היתה מסחררת, גילוי אפקט קומפטון הראה על התנגשות בין אלקטרון שהינו חלקיק עם פוטון בצורה המסבירה את קיומו של הפוטון כחלקיק,

סביבה. כמובן, שרעיון "משוגע" זה נגד כל הגיון, ביחוד אם להגיון היו תומכים בדמותו של אריסטו הנערץ, והרעיון ההליוצנטרי נשכח עד לימי קופרניקוס.

עד כאן, נראה שהכלים היחידים לבנית התורות האסטרונומיות היו התצפיות הישירות שנעזרו בשני העזרים החשובים ביותר, אך לעיתים הבוגדניים ביותר שניתן למצוא - ההגיון ובת טיפוחיו המתמטיקה. אותנו הגיון, נעזר במתמטיקה ויסד על סמך התצפיות את תורתו הגיאוצנטרית של תלמי. עד שבא קופרניקוס ותוך שימוש באותן תצפיות ונתונים בדיוק, אך בהגיון שונה, הפך את הקערה על פיה.

עתה היה צורך במכשיר נוסף. מכשיר שיתן לנו את היכולת ללמוד על הכוכבים באופן ישיר. הכלי הטבעי ביותר היה האור.

מהותו של האור היתה כמעט בהישג יד עוד בתקופה היוונית. כבר הפיתגוראים העלו את הרעיון שהאור הינו גופיפים הפוגעים בעין ומאפשרים לנו לראות את הגוף הפולט אותם. מאוחר יותר, טען אריסטו שהאור מועבר על ידי תווך, רעיון שהיה הניצוץ לתורה הגלית של האור.

עם השקיעה באפלת ימי הביניים, עבר מרכז הכובד של הפעילות המדעית לארצות האיסלם. במאה העשירית חקר אבן אלהיתם את פעולות ההחזרה של מראות למיניהן, עדשות וכדומה.

הפיתוח הגדול בביאור תופעות האור היה על ידי אייזיק ניוטון, שמצא שמנסרה מפיצה את קרני האור ויוצרת את קשת הצבעים הידועה לאדם מאז חדל הגשם הראשון ובאה קשת בענן. ניוטון מצא שהאור הלבן מורכב מכל קשת הצבעים, אך טעותו הגדולה שהוא יחס את השבירה למשיכה בין התווך השובר לבין חלקיקי האור. רק בסוף המאה ה-18

שהינו מקרין אידיאלי. על מנת לבדוק איך תלויה רמת הקרינה של גוף מסויים בתכונותיו הפנימיות של גוף זה, היה צורך לבנות גוף שהוא מקרין מושלם. גוף זה הינו גוף סגור לחלוטין שכתליו בולעים בשלמות כל אנרגיה הנופלת עליהם ללא החזרה. מבחינה מעשית לא ניתן לבנות גוף שכתליו בולעים מושלמים אלא גוף סגור כמעט לחלוטין. הקרינה מוחזרת מהכתלים, אך באין לה מוצא היא פוגעת פעמים רבות בכתלי הגוף עד שהיא נבלעת. את הנעשה בתוך הגוף השחור בודקים באמצעות סדק קטנטן המאפשר לחלק זעיר מהקרינה לצאת החוצה.

ההנחה היתה, שגוף פולט קרינה התלויה רק בטמפרטורה שלו ללא קשר להרכבו. כאשר מחומם הגוף השחור מתחילות הדפנות לבלוע את הקרינה הנופלת עליהן עד שהן מגיעות לשיווי משקל תרמודינמי עם הקרינה הנופלת עליהן. אם נחלק את הגוף השחור למולקולות חומר, אנו נראה ששיווי משקל מושג כאשר כמות האנרגיה שכל אחת מהמולקולות סופגת ביחידת זמן, שווה לכמות האנרגיה אותה היא פולטת באותה יחידת זמן. (מצב זה נכון לגוף השחור התיאורטי. בגוף שחור מעשי מצוי אותו נקב זעיר המאפשר לחלק מהקרינה לברוח אך נקב זה הינו כה זעיר שמשקלו באיבוד הקרינה הינו שולי).

על פי ההשערה בסוף המאה ה-18, היתה כמות האנרגיה הנפלטת צריכה לגדול באורכי הגל הקצרים. כלומר, התרומה המשמעותית ביותר לסך כל הקרינה היתה של אורכי הגל הקצרים. הניבוי באשר לסך הקרינה היה נכון ותאם את התצפיות. ברם, על פי התצפיות נראה שברוב המקרים, התרומה של אורכי הגל הקצרים היתה שולית, והתנהגות האופיינית של קרינת החום היתה כבגרף 1.

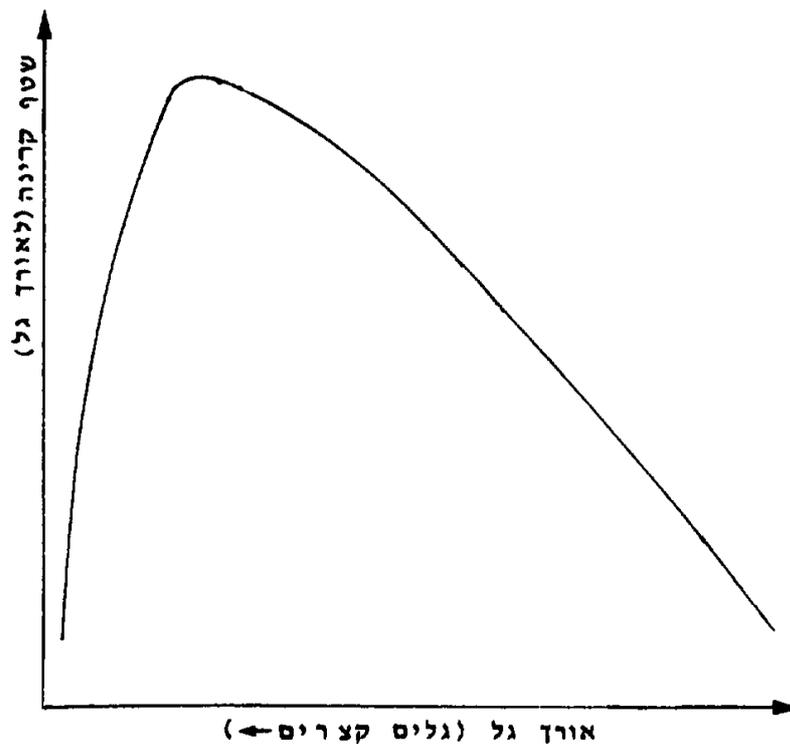
בנוסף על הגדרתו כגל, מאוחר יותר טען דה-ברולי שכשם הפוטונים עשויים להופיע כבעלי תכונות של חלקיקים, כן גם חלקיקים מובהקים כגון אלקטרונים, פרוטונים וכל חלקיק אחר עשויים להראות תכונות גליות, כאשר אורך הגל וחדירות תנועת החלקיק תלויים במסתו ומהירותו. ניסוח הדואליות של החומר הביא לניסוח משוואות שרדינגר ומכניקת הגלים.

במקביל, חלה התפתחות מרשימה בהבנת מבנה החומר. בשניה האחרונה של המאה ה-19 נתגלה האלקטרון (1897) ומטענו החשמלי קשר את הקצוות בין מבנה החומר והתורה האלקטרומגנטית. ב-1911 שיער רתרפורד שהאטום בנוי מגרעין חיובי המוקף על ידי אלקטרונים שליליים הסבים סביבו במסלולים קבועים. את הסתירה בין מודל רתרפורד לתורה האלקטרומגנטית, עליה נעמוד בחוברת הבאה, יישב נילס בוהר, בשנת 1921. הוא טען שהאלקטרון סובב במסלולים מסויימים "מותרים" המתבקשים מהנחת הדואליות של החומר.

עם ביסוס מודל האטום והסברת הטבלה המחזורית עקב כך וגילוי הניוטון מאוחר יותר, הובנו כל אותם קוים שחורים אותם מצא פראונהופר בתחזית השמש. עתה, יכל האדם להביא את הכוכב למעבדה באמצעות שליח - האור. בעזרת הידע הרב על מבנה החומר והחלקיקים הקטנים ביותר ביקום, למד האדם על הגופים הגדולים ביותר ביקום.

## גוף שחור

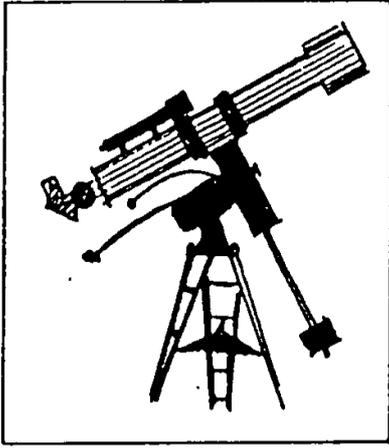
על מנת לתאר התנהגותו של גוף כלשהוא הפולט קרינה, נבנה מודל תיאורטי של גוף



קרינת חום אופיינית לגוף שחור  
ציור 1

בו). רק בשנת 1900 הניח מקס פלנק שהאנרגיה באה בחבילות בדידות, להן קרא - קוואנטים, שהן כפולות שלמות של כמות בדידה הנקראית קבוע פלנק. הנחה זו אפשרה למקס פלנק לנסח בצורה מתמטית מדויקת את חוקי הקרינה של גוף שחור. בחוברת הבאה: חוקי הקרינה של גוף שחור ומודל האטום של בוהר.

הנחה מוטעית זו נבעה מההשערה שהמולקולות הפולטות את הקרינה פולטות אותה ברצף של אנרגיות. לפי תורה זו לא היה גבול תחתון ראלי לאורך גל ולפיכך לא היה גבול לערכי אנרגיות של גלי גל קצרים שהתנהגו כאסימפטוטה אל האפס (אסימפטוטה - עקומה השואפת להשיק לקו מסוים, מתקרבת אליו אך לעולם אינה נוגעת



# פינת החובב

## קבוצת נבל

בשעות הערב הקיציות מצוי המשולש הגדול של הקיץ בזניט.

ווגה, הבהיר מבין כוכבי המשולש הינו כוכב המשמש מעין 'נר סטנדרטי' להשוואה בין כוכבים. בהירותו מוגדרת כבהירות 0 ועוצמת אורו הינה 'ראשית הצירים' בסולם הבהירויות. גם הסיווג הספקטרלי שלו מצויין כ-A0 ומהווה את נקודת ה-0 באינדקס הצבע.

ווגה הינו אחד הכוכבים הקרובים למערכת השמש. מרחקו הוא 27 שנות אור בלבד מאיתנו. הוא כבד מהשמש פי שלושה ובאותו יחס קוטרו גדול מהשמש. נקודה מעניינת הקשורה בווגה היא מיקומו בשמיים. עקב תנועת הנקיפה (פרסציה) של ציר כדור הארץ, מתווה המשכו הדמיוני של ציר כדור הארץ עגול בשמיים. כיום, מצוי כוכב הצפון בהמשכו של ציר זה. ווגה היה כוכב הצפון לפני כ-12,000 שנים וישוב להיות כוכב הצפון בעוד כ-14,000 שנים בקירוב.

אם לא די בכך, סמוך לווגה, מצויה נקודת ה-אפקס (APEX) של מערכת השמש. נקודה זו היא נקודה דמיונית בחלל אליה שועטת מערכת השמש בתנועתה בגלאקסיה שלנו, במהירות של כ-30 ק"מ בשניה. אם היה ווגה ניח במקומו ולא נע בעצמו, תגיע אליו מערכת השמש תוך חצי מיליון שנים בקירוב.

קבוצת נבל היא אחת מקבוצות השמיים הקומפקטיות והיפות שישנן. קבוצה זו חבה את הפירסום הרב שלה בזכות הכוכב הראשי שלה - ווגה, המוכר לכל חובב אסטרונומיה. כוכב זה החזיק בתואר - הכוכב הבהיר ביותר בשמיים הצפוניים. כיום, נמצא שהכוכב ארקטורוס בקבוצת רועה הדובים בהיר אך במעט ממנו.

הקבוצה המתוארת בכתבים הקדומים כעוף דורס גדול, שהכוכב ווגה הינו הכוכב המרכזי בו. מאחר יותר, בימי היוונים, שונה השם של הקבוצה לנבל. נבל זה הינו הנבל האגדי, בעל שבעת הגידים, של המשורר אורפאוס, שירש אותו משליח האלים הרמס. אורפאוס השתמש בנבל על מנת להפנט את מאזיניו והשתמש בו על מנת להציל את אהובתו אורידיס מהשאול. כדאי לציין, שהנבל מיוחס גם לאישים אחרים ביניהם המשורר היווני אריון (להבדיל מאוריון הצייד), או אפילו דוד המלך. כל זאת עקב הדמיון הרב בין צורתה של הקבוצה לנבל.

ווגה, יוצר עם הכוכבים אלטאיר בנשר ודנב בברבור את ה'משולש הגדול של הקיץ', המסמל את שמי האביב המאוחרים והקיץ.

במשקפת השדה הקטנה ביותר. המרחק בין שני הצמדים הינו "208. בטלסקופ 80 מ"מ בהגדלה בינונית, מתברר שכל אחד מכוכבי הצמד הינו כוכב כפול צמוד בעצמו!

הצמד הראשון אפסילון 1 הינו בעל הפרדה ממוצעת של "3. בהירויות הכוכבים הינם 5 ו-6 ושניהם בעלי אותו הגוון הכחלחל (סיווג A2 ו-A4). המרחק בין שני הכוכבים הינו 150 יחידות אסטרונומיות והם משלימים הקפה זה סביב זה אחת ל-1165 שנים. כיום, מצויים שני הכוכבים בזווית מצב של 90 מעלות.

הצמד השני, אפסילון 2 מורכב משני כוכבים בבהירויות 5.1 ו-5.4 מסיווג A3 ו-A5. ההפרדה הזוויתית ביניהם "3, והמרחק האמיתי 165 שנות אור. זמן המחזור כ-585 שנים בלבד. המרחק אל כל המערכת מוערך ב-180 שנות אור, הווה אומר, ששני הצמדים רחוקים זה מזה 0.2 שנות אור.

#### אובייקטים בקבוצת נבל

קבוצת נבל אינה מאכלסת בתוכה עצמים רבים, אך דומה שכמו ווגה המיוחד, מצוי בה אחד מנכסי צאן הברזל של החובבים - ערפילית הטבעת.

ערפילית זו, הידועה בשמה M57 (NGC6720), היא הערפילית הפלנטרית המפורסמת ביותר בשמיים. היא אינה הבהירה מבין הערפיליות הפלנטריות, אך צורת הטבעת שלה, הנגלית גם במכשירים הקטנים ביותר, הקנו לה את פרסומה הרב.

בהירותה של הערפילית גבוהה מאוד - 9 וגודלה הזוויתי קטן מאוד - "60/80 דבר המקנה לה בהירות שטח גבוהה ביותר. במכשירים קטנים, בהגדלות נמוכות - עד X50 לא תראה הערפילית ככתם, אלא ככוכב. מיקומה קל ביותר, במחצית הדרך בין ביתא לגאמא, קרוב יותר לביתא. בעלי ראייה חדה

מיקומה המדויק של נקודת האפקס אינו ידוע בוודאות אך הוא מוערך בין ווגה לקבוצת הרקולס.

$\beta$ -שיילאק, כוכב זה הינו אחד הכוכבים המשתנים המעניינים בשמיים. בהירותו משתנה בין הטווחים של 3.4 ל-4.1 כאשר קיים מינימום משני בבהירות 3.7. זמן מחזור ממינימום למינימום הינו 12.9 ימים ובין מינימום ראשי למשני 6.5 ימים. משתנה זה הינו דוגמה למשתנים מטיפוס לירידיים. או משתני ביתא לירה. השינויים נובעים מליקויים של בני הזוג, הראשי ענק כחול מסוג B8 E. בזמן המקסימום, שווה בהירות הכוכב לזו של הכוכב ה'שכן' גאמא, וניתן להשוות את ההבדלים בבהירויות של שני הכוכבים. הכוכב הראשי הינו מאסיבי מאוד, שמסתו מוערכת בכמה עשרות מסות שמש, מפסיד מסה העוברת לשכן קטן וצפוף יותר. מעבר זה של מסה מהכוכב הראשי למשני גורם גם לחלק מהמסה לברוח לחלל ולהקיף את המערכת. גז זה הינו הגורם לקווי הפליטה הנראים בספקטרום.

עקב הנוכחות של השכן המשני הצפוף, מתחמם הצד של הכוכב הראשי הפונה לכיוון הכוכב הצפוף ולפיכך, מראה הכוכב סוג ספקטרלי שונה בכל אחד מצדדיו. מכיון שהכוכב המשני עוטה במסת הגז ש"נגזלה" מהכוכב הראשי, אין וודאות לגבי סוג הכוכב, אך מאוד יתכן שהמדובר בכוכב קומפקטי מטיפוס ננס לבן או תת-ננס. יתכן, שעם המשכה של מעבר המסה, תגדל מסתו של הכוכב המשני והוא יעבור את הכוכב הראשי בבהירותו ומסתו, זאת בתנאי שהוא אינו צפוף מדי.

$\epsilon$  - כוכב זה ידוע בשם ה'כפול-כפול'. מערכת זו הינה מערכת של שני צמדי כוכבים כפולים. את ההפרדה בין שני הצמדים ניתן לראות גם

האחרון של חייו, עם תחילת השלב של הפיכת ההליום לפחמן וחמצן עולה הטמפרטורה בגרעין הכוכב במידה ניכרת והוא מתנפח. בשלב מסויים, גובר לחץ הקרינה הבא מהגרעין על כוח הכובד בשכבות העליונות של הכוכב. לחץ הקרינה עובר את הדרך עד לשכבות החיצוניות ללא איבוד משמעותי של קרינה תוך יצירת לחץ של חלקיקים הנדחפים אט אט מכיוון המרכז. בשלב מסויים. הודף לחץ הקרינה, תוך יצירת גל הלם, את השכבות החיצוניות של הכוכב. הכוכב מתחיל להתנפח בצורת בועה, כאשר החומר העוזב את הכוכב אובד במעמקי החלל לבלי שוב. במרכז הכוכב נותר גרעינו המצוי במצב של ננס לבן, הפולט קרינה של על-סגול שמקורה בטמפרטורה של עשרות אלפי מעלות על פני הכוכב. קרינה זו מיננת ומעדרת את האטומים בבועה. זו הסיבה לפליטה של הצבעים בערפילית הנוצרים גם מאטומי המימן, ההליום, החמצן והחנקן.

ברוב המקרים, נראות ערפיליות אלו כדיסקה, דבר המקנה להם מראה הדומה לכוכב לכת (פלנטה בלעז) ומכאן שמן - ערפיליות פלנטריות. מאחר וצורתה של הערפילית היא בועה, נראות לעיתים רק הדפנות, ועקב כך נוצר מראה של טבעת.

הכוכב המרכזי נראה לעיתים, ברוב המקרים, כגון המקרה שלפנינו יש צורך במפתחים גדולים מאוד לראותו. כל התהליך נמשך כמה עשרות אלפי שנים שבסופו הופך הכוכב לננס לבן. תהליך זה אופייני לכוכבים קלים בלבד. על פי דראייר - "!!! (אובייקט מצויין), טבעתית, בהירה, די גדולה, מוארכת".

M56 (NGC6779) - צביר כדורי יפה, קומפקטי וקטן. בהירותו הרבה יחסית, גרמה לנו לחשוב באחת מהתצפיות שקיימנו בנוה

יבחינו שמדובר בעצם לא נקודתי גם בהגדלות נמוכות. יש לכוון את המכשיר בדיוק בנקודה ואז יש להשתמש בהגדלה הבינונית - X50 על מנת להביא את הערפילית לשדה הראיה. בהגדלה זו כבר תראה הערפילית ככתם עגלגל, המזכיר טבעת עשן.

מאחר ובהירות השטח של הערפילית גבוהה ביותר, ניתן לראותה גם בהגדלות גבוהות וכן מאיזורים עירוניים מוארים. בהגדלות גדולות ובמכשירים בינוניים, ניתן לראות בבירור את המרכז האפל שלה.

במכשירי גדולים, 8" ומעלה, כבר נראית צורתה הסגלגלה של הערפילית והמרכז כבר אינו חשוך כי אם ערפילי, אם כי חיזור במידה ניכרת יחסית לאיזור החיצוני שלה. בהגדלה של X320 נראו גוונים באמצעות טלסקופ 8" שמידט-קאסיגריין. בתצפיות שערכנו בסוף השבוע בהר הנגב, נראה בבירור גוון אדמדם חיזור באמצעות הטלסקופים 13.1" ו-16" וכן הגוון הכחלחל ירקרק של הטבעת החיצונית שנראה בבירור גם ב-8" ומעלה.

למשתמשים במסננים מיוחדים מומלץ השימוש במסננים שמונעים זיהום אור. כמו כן עשויים מסננים המעבירים אור ירוק להבליט את הערפילית במידה ניכרת. רוב אורה של הערפילית מגיע מאטומים של חמצן המיוננים פעמיים וזוהרים באור צהבהב-ירקרק באורכי גל של 5007 אנגסטרם (קוי פליטה אלו נוצרים אך ורק בתנאי צפיפות נמוכים הקיימים רק בערפיליות גזיות, תנאים שאינם יכולים להיווצר במעבדה על פני כדור הארץ. לפיכך מכונים קווים אלו - קווים אסורים).

הערפיליות מסוג זה הינן תוצאה של התנפחות כוכב מטיפוס ענק אדום. בשלב

המרכז בהדרגה, מופרד בקלות (המדובר בתצפית שערך דראייר במפתח של 18" - המערכת), כוכבים בבהירות 11-14."

NGC6791 - צביר פתוח יפהפה, עשיר במיוחד בכוכבים. מצוי מעלה מזרחית לטיטא נבל. גודלו של הצביר 20' והוא מכיל מאות כוכבים. בשל בהירותו הנמוכה - 11 - קשה לראותו במפתחים קטנים אך הוא בהחלט שווה מאמץ תוך המלצה לשימוש במפתחים של 8".

על פי דראייר - "חיוור מאוד".

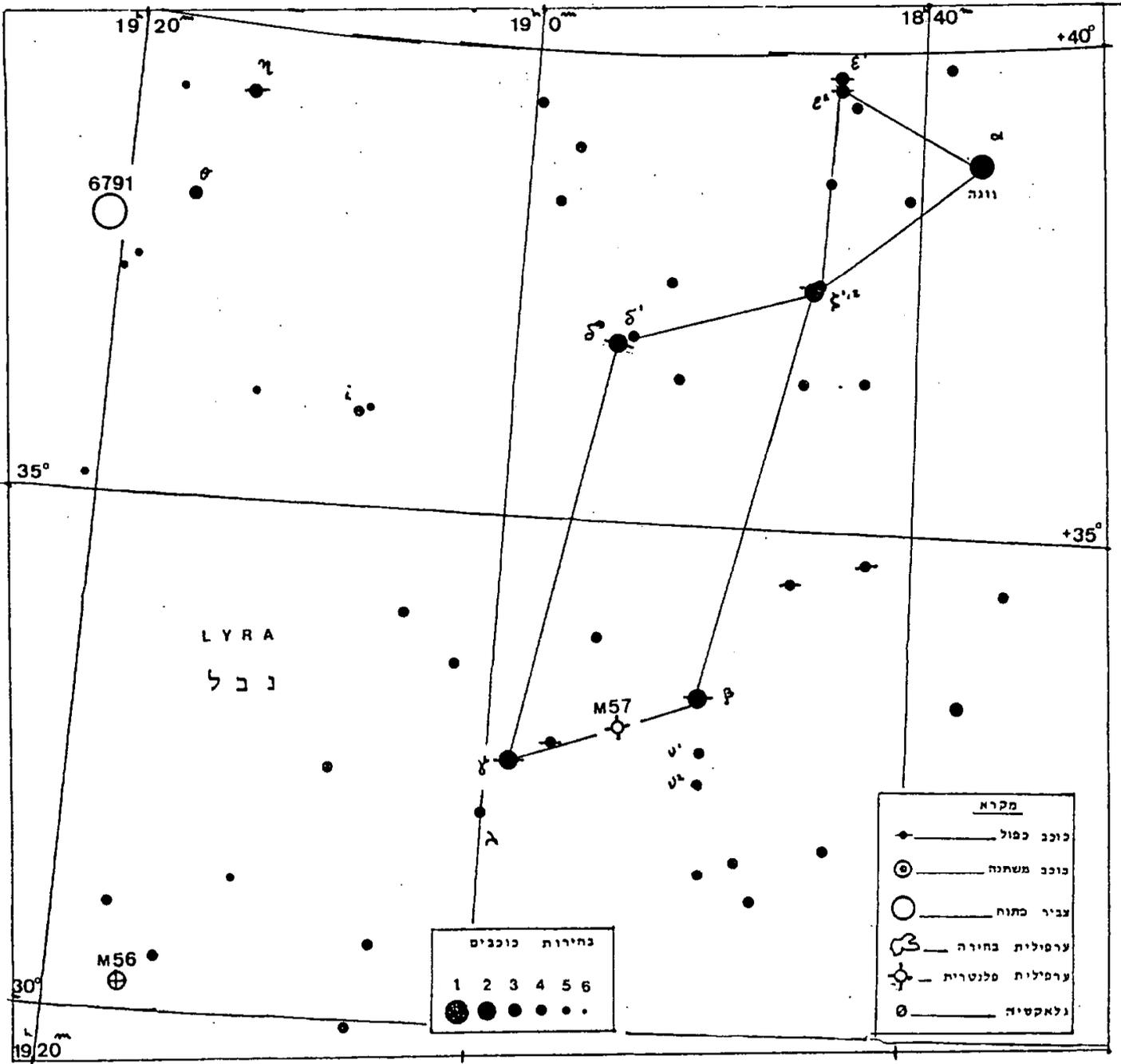
צמוד לקצהו המערבי מצוי הכוכב המשתנה U LYR המשתנה בין הבהירויות 8.3-13. משתנה זה הינו ארוך מחזור.

שלום, שהמדובר בשביט. קיומו של הצביר נשכח מעימנו ומראהו הבהיר מאוד, כפי שנראה במכשיר ה-8" דובסוני גרם לנו לשגות מספר דקות באשליות שהמדובר בשביט. הצביר מצוי על הגבול המזרחי של קבוצת נבל. למציאתו יש להמשיך את הקו מביתא לגאמא פעמיים. הצביר יראה בשדה אחד של מעלה עם כוכב בבהירות 6 המצוי בדיוק במרכז הדרך בין גאמא נבל לאלביראו (ביתא ברבור הכפול היפהפה). גודלו הזוויתי הקטן כ-5' ובהירותו 8 הופכים אותו מטרה קלה גם למפתחים קטנים. ניתן להפריד את הכוכבים בקצוות החל ממכשירים של 4" אך להפרידו עד למרכז יש צורך ב-8" ומעלה.

על פי דראייר - "צביר כדורי, בהיר, גדול, עגול בצורה לא סדירה, צפיפותו גדלה בכיוון

### רשימת קואורדינטות

שם האובייקט	עליה ישרה	נטיה	בהירות	גודל זוייתי	סוג
ווגה	18 36.9	+38 47	0.0		
ביתא	18 50.1	+33 32	3.34-4.34		כוכב משתנה
NGC6720 (M57)	18 53.6	+33 02	9.7	70"/150"	ע. פלנטרית
NGC6779 (M56)	19 16.6	+30 11	7.7	9'.1	צביר כדורי
NGC6791	19 20.7	+37 51	9.5	16'	צביר פתוח



LYRA  
נבל

- מקרא**
- ◆ ————— כוכב כפול
  - ⊙ ————— כוכב משתנה
  - ————— צביר בתוח
  - ☁ ————— ערפילית בחורה
  - ⊕ ————— ערפילית סלנטרית
  - ⊛ ————— גלאקסיה

**בחירות כוכבים**

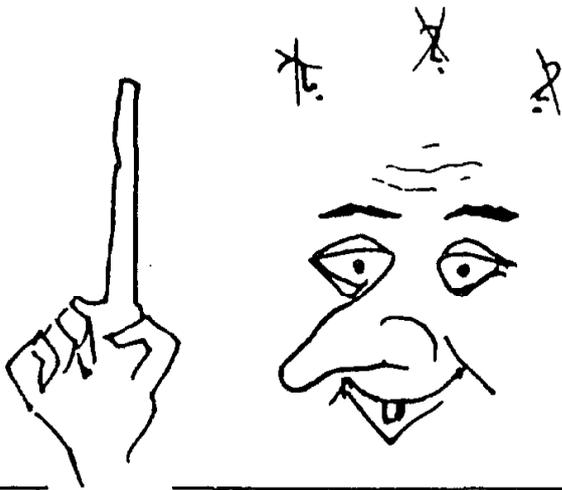
1	2	3	4	5	6
●	●	●	●	●	●

6791

M56

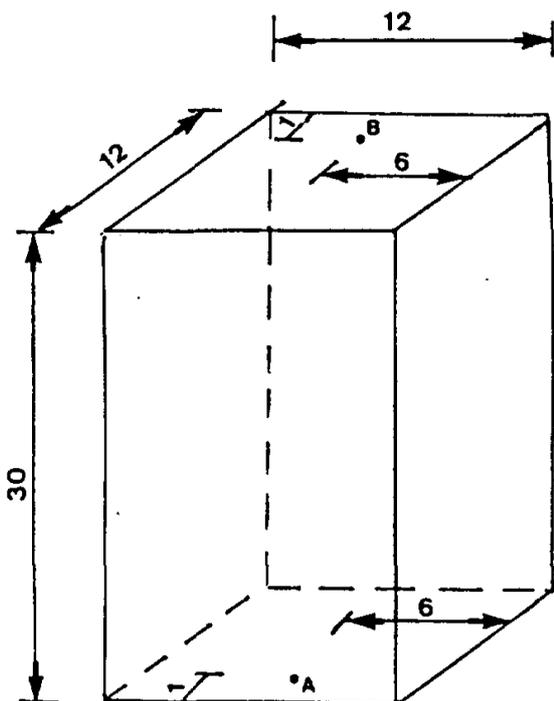
M57

1111



# פינת החידה

## חידת חוט החשמל הקצר (חידה מס' 11)



אתם זוכרים את ספינת החלל המאויישת, שנבנתה בראש טיל שגובהו כגובה בנין בן 15 קומות? זו הספינה של האגודה, שדבר קיומה פורסם בחוברת 1/89 בפינת החידה, כשהובאה לידיעתכם בעיית החשמלאי המפוזר?

ובכן מסתבר שאותה מערכת הביאה לנו מספר בעיות לא מבוטל והבעיה השניה שעליכם, חברי האגודה, לפתור היתה שוב בעיה שניתקל בה אותו החשמלאי המפוזר - מר שלומיאל.

דרך קירות התיבה (אסור בכלל שהחוט יעבור בחלל התיבה).

מסתבר שמר שלומיאל השאיר עבור משימה זו חוט שאורכו 40 מ' בדיוק, ועתה אין הוא מצליח להסתדר עם חוט זה למשימה זו.

ובכן חברים יקרים, התוכלו לעזור למר שלומיאל? האם בכלל ניתן לבצע את המשימה? ואם כן, הכיצד?

על העזרה שתגישו להגיע למערכת עד 15.7.90.

בהצלחה,

שלכם

יוסף יהלם

חלקו העיקרי של הטיל בנוי מבפנים כתיבה ששירטוטה נתון. אורך התיבה 30 מ' וכל בסיס שלה הוא ריבוע בעל צלע של 12 מ'. בבסיס התחתון ממוקמת נקודה A במרחק 1 מ' מהפאה הקידמית הקרובה אלינו (בציור) ובמרחק שווה משתי הפאות הצדדיות, דהיינו במרחק 6 מ' מכל פאה צדדית. בבסיס העליון ממוקמת נקודה B גם כן במרחק שווה משתי הפאות הצדדיות, דהיינו במרחק 6 מ' מכל פאה צדדית, אולם שלא כמו נקודה A נקודה B נמצאת במרחק 1 מ' מהפאה האחורית, הרחוקה מאיתנו (בציור).

על מר שלומיאל לקשר את הנקודה A לנקודה B על ידי חוט חשמל, שחייב לעבור



## פתרון חידת הכתם

(חוברת 4/89)

### פיתרון חידת המנהל שהקדים

(חוברת 5-6/89)

כאמור זרח ברקאי הגיע לתחנת המחקר 10 דקות יותר מוקדם. זמן זה נחסך עקב העובדה שהרקטה המהירה פגשה אותו בדרכה לתחנת החלל ולכן לא השלימה את נסיעתה עד לתחנת החלל.

הזמן החסוך הזה מורכב משני חלקים שווים: מזמן הנסיעה מנקודת הפגישה ועד תחנת החלל ועוד זמן הנסיעה חזרה מתחנת החלל ועד נקודת הפגישה (פירוש הדבר שלכל צד נחסכו 5 דקות מנסיעת הרקטה וסה"כ  $10=2 \times 5$  דקות).

מכאן ברור עתה שנקודת הפגישה ארעה 5 דקות לפני מועד הגעתה הקבוע של הרקטה לתחנת החלל, דהיינו 5 דקות לפני השעה 17.00, כלומר הפגישה ארעה בשעה 16.55.

כיון שנזרח ברקאי יצא בשעה 16.00 לקראת הרקטה המהירה, הרי ברור לכן שעד מועד פגישתם (בשעה 16.55 כאמור) הוא טס ברקטה האישית שלו 55 דקות.

לחידה זו הגיעה במועד תשובה אחת בלבד, שלשמחתי היתה נכונה ולכן ללא הגרלה זכה סיון אריאלי באטלס שמיים.

בהצלחה בעתיד,  
שלכם,  
יוסף יהלם

נעתיק במדוייק את הכתם ללוח שקוף (נניח עשוי פלסטיק) שעליו משורטטים הריבועים שעל הלוח המקורי.

עתה נגזור את לוח הפלסטיק לאורך צלעות הריבועים. כמובן שבפעולה זו גם גזרנו את הכתם, מתוך הנחה שהכתם כיסה לפחות נקודת צומת אחת.

לאחר הגזירה נניח את הריבועים זה על גבי זה, תוך שמירה על כיוונם המקורי, לערימה אחת.

כיון ששטחו של הכתם קטן משטח ריבוע אחד, הרי תמיד תהיה נקודה אחת לפחות, שתישאר שקופה כשנביט מלמעלה על הערימה כנגד אור הבא מלמטה.

נדקור בסיכה נקודה זו דרך כל הערימה, כך שבכל ריבוע וריבוע היא תהיה מסומנת.

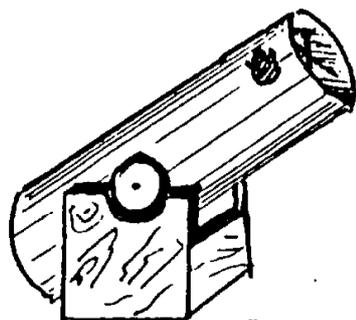
עתה, נחזור ונפרוס את הריבועים למשטח אחד שבו משורטט שוב הכתם. בכל ריבוע תהיה נקודה שלא שייכת לכתם ושסומנה על ידי הדיקור בסיכה.

לא נותר לנו אלא לפרוס את הרשת או את לוח השחמט כך שעל כל נקודת דיקור "תתלבש" נקודת צומת של הרשת וזו ההוכחה שהכתם לא יכסה לעולם את נקודות הצומת.

רק פותר אחד השתמש בעיקרון האלגנטי הנ"ל (של הלוח השקוף). שאר הפותרים ניסו דרכים מתמטיות מסובכות (תוך שימוש בדלתא, בלימיט ובהשאפה לאינסוף), שכידוע אינן דרכים אלגנטיות כל כך.

לכן, ללא הגרלה זכה חברנו גדי מרגלית באטלס שמיים.

# ציוד לחובב



## קוטר חיצוני של העינית (O.D.)

עיניות הן למעשה זכוכיות מגדלת, המורכבות מעדשה אחת בעיניות הפשוטות ביותר ועד 8 עדשות בעיניות היקרות והמתוחכמות ביותר. מערכת עדשות זו נתונה בתוך צינור מתכת המותאם למחזיק העינית של הטלסקופ. קוטרו החיצוני של צינור זה ומכלול העדשות שבתוכו, שלצורך פשוטות נקרא לו העינית, מופיע בכמה גדלים סטנדרטיים הנמדדים באינצ'ים (").

0.965" - מופיעות בעיקר בשוברי אור קטנים.

1 1/4" - מופיעות ברוב הטלסקופים מ-3" ומעלה.

2"- מופיעות בעיקר בטלסקופים מעל 12" או כאופציה בטלסקופים בהם יש עיניות של 1 1/4". עיניות אלו מופיעות בדרך כלל, עם שדה רחב מאד.

כמובן שכל שקוטר העינית גדול יותר, כן מחירה יקר יותר. הקוטר החיצוני של העינית מסומן בדרך כלל על כ-O.D. (OUTSIDE DIAMETER).

## עיניות

רבים טוענים, שהחלק החשוב ביותר בטלסקופ הינו העינית. כשם שהרמקולים מהווים את ליבה של מערכת הסטריאו, העיניות הן נקודת התורפה של טלסקופ. תהיה האופטיקה של הטלסקופ טובה ככל שתהיה, עינית לא טובה תקלקל את המראה. אמנם, אין הכוונה שעיניות ישפרו את האופטיקה של טלסקופ גרוע אך עינית טובה תאפשר לנצל את מלוא תכונותיו של הטלסקופ.

העינית הינה מערכת עדשות המגדילות את הדמות המתקבלת במישור המוקד של הטלסקופ. כאשר אנו רוצים להתאים עינית לטלסקופ, הקריטריונים הראשונים יהיו אורך המוקד של העינית, על מנת לקבוע את ההגדלה של המכשיר, והקריטריון השני יהיה שדה הראיה של העינית על מנת לקבוע את שדה הראיה הנראה. לבסוף, נקבע את סוג העינית, שיקול המושפע על ידי בעיות התקציב.

בשלב ראשון נדון במאפיינים של העיניות השונות ובשלב שני אביא את סוגי העיניות המוכרות בשוק.

הערך הממוצע למיקום העין הינו בתחום של 80% ממרחק המוקד של העינית. בעיניות שמיקום העין קטן מ-8 מ"מ יש צורך בתזוזה של האישון על מנת לראות את כל שדה הראיה.

### שדה הראיה הנראה

שדה ראייה נראה הינו מאפיין של העינית והוא נמדד במעלות. מאפיין זה קובע את גודלו של שדה הראיה האמיתי שהוא היחס בין שדה הראיה הנראה ובין ההגדלה -

שדה ראייה נראה של העינית

הגדלה

שדה ראייה אמיתי במעלות קשת.

שדה הראיה הנראה של העינית הינו השדה בו העין זזה מקצה אחד לקצה שני של שדה הראיה של העינית. שדה הראיה הנראה הינו כאשר העינית הינה ללא טלסקופ. מאפיין זה קובע את גודלו של שדה הראיה הנראה של הטלסקופ בהגדלות שונות. לדוגמה, אם ניקח שתי עיניות בעלות אורך מוקד של 10 מ"מ הן תיתנה את אותה הגדלה באותו הטלסקופ, נאמר X100. אך אם שדה הראיה של האחת הינו  $40^\circ$  ושל השניה  $80^\circ$  הרי שהעינית הראשונה, בעלת שדה נראה של 40 תיתן שדה אמיתי של  $40/100=0.4^\circ$  והעינית בעלת שדה נראה של  $80^\circ$  תיתן שדה אמיתי של  $80/100=0.8^\circ$ .

שדה הראיה הינו גורם חשוב ביותר לתצפיות בשמיים עמוקים וככל שעינית הינה בעלת שדה ראייה גדול יותר היא יקרה יותר.

### אורך המוקד

אורך המוקד של עיניות נע החל מ-4 מ"מ ועד 60 מ"מ. אורך המוקד של העינית קובע, למעשה, את ההגדלה של הטלסקופ. הגדלה של טלסקופ מחושבת כ-

$$F/f = \text{הגדלה}$$

כאשר F - מרחק המוקד של הטלסקופ.  
f - מרחק המוקד של העינית.

### סוג עינית

סוג העינית נקבע על ידי מספר העדשות המרכיבות את העינית. אני אגע בסוגי העיניות בסוף הפרק.

### מיקום העין (EYE RELIEF)

מושג זה מתייחס למרחק מהעינית בו יש למקם את העין על מנת לראות את כל שדה הראיה. מיקום עין רחוק טוב לצופים חובשי משקפיים. מיקום עין קרוב מאפיין בדרך כלל, את העיניות בעלות אורך המוקד הקצר. (צופים החובשים משקפיים עקב קוצר או רוחק ראייה יכולים להסיר את משקפיהם ולהסתייע במיקוד הדמות. הדמות שתראה לעיניהם לא תסבול מכל עיוות. לעומתם, צופים הסובלים מבעיות של מבנה העין כגון אסטיגמציה, חייבים להשתמש במשקפיהם תוך כדי התצפית, בכדי למנוע את עיוות הדמות).

## אלומת האישון (EXIT PUPIL)

מושג זה הינו חשוב ביותר בשימוש בהגדלות נמוכות. צופים רבים מעדיפים שימוש בהגדלות קטנות ככל האפשר בצפיה בשמים עמוקים, משיקולי בהירות שטח ושדה ראייה. אלומת האישון הינה גורם שיש לקחתו בחשבון בשימוש בהגדלות נמוכות. מושג זה מתאר את קוטר אלומת האור היוצאת מהעינית. קוטר האלומה הינו פונקציה של קוטר הטלסקופ וההגדלה.

$$\text{קוטר הטלסקופ (מ"מ)} = \frac{\text{אלומת אישון}}{\text{הגדלה}}$$

מכיון שהגדלה נקבעת על ידי מרחק מוקד העינית, הרי שככל שהעינית הינה בעלת מרחק גדול יותר היא בעלת אלומת אישון רחבה יותר. ככל שאלומת האישון הינה רחבה יותר, הרי שהדמות המתקבלת הינה בהירה יותר. מאידך, אלומת אור רחבה מדי הינה ללא תועלת, מאחר וקוטרו המקסימלי של האישון בעין האדם הינו כ-7 מ"מ. אלומת אישון רחבה מערך זה פירושה אור ההולך לאיבוד, כיון שאינו נכנס לעין הצופה. גדל זה של אלומת האישון קובע את ההגדלה המינימלית של טלסקופ. לדוגמה, בטלסקופ בעל מפתח 8" (203 מ"מ) ההגדלה המינימלית תהיה לא קטנה מ-

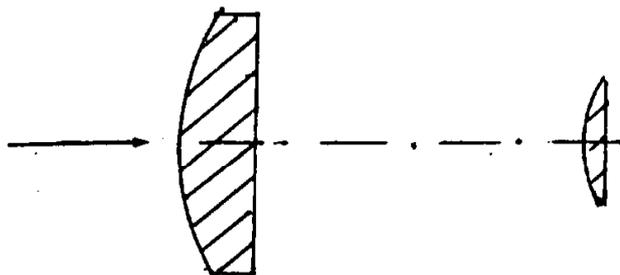
$$203/7=29$$

נניח שהטלסקופ הינו בעל מוקד קצר (F 4.5) שפירושו 914 מ"מ, הרי הגדלה כזו תושג בעינית של 31 מ"מ  $913/29=31$ . הווה אומר, שימוש של עיניות בעלות מרחק מוקד של 40 מ"מ בטלסקופ מסוג זה כרוך באיבוד אור, כיון שההגדלה המתקבלת, X23, הינה בעלת אלומת אישון הגדולה מ-7 מ"מ ( $203/23=8.82$ ).

## סוגי עיניות

### HUYGHENIAN (H) הויגנס

עיניות אלו הינן הפשוטות ביותר. בצורתן הפשוטה ביותר הן עיניות המורכבות מעדשה אחת בלבד בעלת מבנה מיוחד (ציור 1). צורה זו של עיניות הויגנס הינן נדירות ביותר כיום, והן אינן מצויות בצורה זו. כיום, בנויות עיניות מסוג הויגנס על ידי שתי עדשות, חצי-קמורות (ציור 2). עיניות אלו הינן הפשוטות והזולות ביותר בשוק. בדרך כלל, משתמשים בעיניות אלו בטלסקופים זולים. צרה נוספת היא, שבייצור מסחרי משתמשים בזכוכית או פלסטיק, ברוב המקרים ללא ציפוי אופטי והתוצאה, עיניות גרועות. עיניות מסוג הויגנס סובלות בעיקר מסטייה כדורית. השימוש העיקרי הינו בשוברי אור קטנים וזולים, שאינם מצדיקים שימוש בעיניות יקרות יותר וכן במיקרוסקופים קטנים.



הויגנס  
ציור 2



הויגנס מוצקה  
ציור 1

המטאורים המגיעים לכדור הארץ נשרפים באטמוספירה, אולם ישנם גם כאלה מסיביים דיים לחצות אותה לפגוע בקרקע ולהתנפץ (אלה הם המטאוריטים). דוגמה מפורסמת לתוצאותיה של פגיעה כזאת הוא המכתש באריזונה שקוטרו 1200 מטר. כימית ומינרלוגית מבחינים בין שני סוגים של מטאורים, אלה הם המטאוריטים הכונדריטיים והמטאוריטים האכונדריטיים. הכונדריטים הם הנפוצים ביותר (כ-90% מסך כל המטאורים שנפלו על כדור הארץ). הם מכילים 40% אוליבין, 30% פירוקסן, 10% פלגיוקלז, 6% טריליט ובין 10-20% נתך של ברזל-ניקל. ישנה קבוצה קטנה ומשמעותית של כונדריטים קרבונטיים המכילים בעיקר סרפנטין או כלוריטים עם כמות קטנה של אוליבין, תחמוצות ברזל, סולפטים ותרכובות פחמניות.

האכונדריטים מהווים 10% מהמטאוריטים והם מכילים בעיקר פירוקסן ופלגיוקלז עם כמויות קטנות של אוליבין (כ-10%) ונתך של ברזל-ניקל. הרכב זה של המטאוריטים הכונדריטיים והאכונדריטיים נותן תמונה מסוימת על הרכבם של האסטרואידיים. בדיקה מפורטת אפשרית כמובן רק מקרוב.

הארגונים שהחלו ללמוד את הנושא הם NASA, ESA (ארגון החלל האירופי) והרוסים.

חקירת האסטרואידיים תתמקד בשלושה תחומים: המרחב האסטרואידי, האסטרונומיה שלהם והגיאולוגיה שלהם. בדיקת המרחב האסטרואידי תתמקד בחקירת נוכחות רבק במגזר זה של מערכת השמש. המחקרים האסטרונומיים יכללו את מדידת המסה של כל אסטרואיד, הנפח שלו, צפיפות ממוצעת, צפיפויות מקומיות, היסטוריה של התנגשויות, תכונות מגנטיות ובדיקת הסביבה שלו.

## מסעות לאסטרואידיים

מזר חיים

בשנים האחרונות החל להתעורר עניין מיוחד באסטרואידיים וזאת על רקע ההנחה שגופים אלה יתנו בידי החוקרים הזדמנות ללמוד על תהליכים שונים הקשורים להיווצרותה של מערכת השמש. מעבר לעניין המדעי הטהור שבהם, לתוצאות המחקרים יהיו היבטים כלכליים עתידיים כמו היותם מקור פוטנציאלי למחצבים שיימצאו להם שימושים תעשייתיים והפקת מתכות שתהיינה חיוניות לבניית מתקנים בחלל - לא יהיה צורך לשגר מטענים אלה מכדור הארץ.

האסטרואידיים הם כל אותם גופים המקיפים את השמש במרווח שבין מאדים לצדק. מספרם המדויק איננו ידוע, אם כי הוא מוארך בעשרות אלפים. בשל קוטרם קשה לצפות בהם טלסקופית. הם יראו כנקודות אור בלבד. הגדול שבהם, צרס, קוטרו כ-960 ק"מ. רובם של האסטרואידיים, קוטרם אינו עולה על קילומטרים ספורים. לגבי מקורם של האסטרואידיים רווחות שתי דעות. הדעה המקובלת טוענת כי הם מלווים את מערכת השמש משחר בריאתה וכי הם שאריות של חומר שלא הצליח להתגבש לכוכב לכת. על פי תפישה זו, גופים אלה עשויים מהחומר הבראשיתי שממנו נוצרו השמש, כוכבי הלכת וירחייהם ולכן מבדיקת האסטרואידיים ניתן יהיה ללמוד על מהותו של חומר זה ומאפייניו. הדעה השניה היא שהאסטרואידיים הם תוצר לכוכב לכת שהתפוצץ מסיבה כל שהיא. בשל צפיפותם הרבה של האסטרואידיים במגזר תנועתם הם מתנגשים זה בזה, כותשים אחד את משנהו ופעמים רבות גם מתרסקים ושבריהם נעים לכל עבר. חלקם מגיע לכדור הארץ. רוב

א. הכנסת חללית למסלול סביב השמש ברצועת האסטרואידים.

ב. הכנסת שתי חלליות למסלול סביב השמש ברצועת האסטרואידים בכיוונים מנוגדים.

ג. הכנסת חללית למסלול סביב השמש כאשר היא מקיפה את רצועת האסטרואידים במסלול לוליני תוך כדי הקפת השמש.

ד. ניתן לקבל מיפוי מפורט מאוד של הרצועה על-ידי הכנסת מספר חלליות למסלול שמשי. חלקן נעות בתוך הרצועה וחלקן במסלול לוליני כאשר הן נעות במסלולים מנוגדי כיוון.

NASA על מנת לצמצם בעלויות פיתוח הפרוייקט, אינה מתכננת לפתח חללית מיוחדת לצורך זה, אלא תשתמש בחללית קיימת שתואם למטרות המחקר. הכוונה היא להשתמש בלויין המטאורולוגי TIROS.

ESA לעומת זאת מתכננת לבנות חללית מיוחדת לצורך זה. שם החללית AGORA ראשי תיבות של Asteroid Gravity Optical and Radar Analysis. התוכנית הרוסית – תוכנית ווסטה היא תוכנית משותפת להם ולצרפתים. מדובר בשתי חלליות צרפתיות לחקירת אסטרואידים ושביטים צמודות למקפות מאדים רוסיות שתשוגרנה כל צמד (חללית רוסית וחללית צרפתית) ברכבי שיגור מדגם פרוטון ב-1994. משתנתקנה מקפות המאדים תמשכנה החלליות הצרפתיות לעבר האסטרואידים. התוכנית אמורה היתה להתחיל ב-1992 אך צרפת לא הגיעה עדיין לידי החלטה סופית באם להצטרף. בחלליות הצרפתיות יהיו חודרנים (Penetrators) רוסיים. חודרנים אלה הם מתקנים המתוכננים לחדור לתוך קרקע האסטרואיד – לחקור אותה ולשדר את הנתונים ארצה. האסטרואידים שמתוכנן "ביקור" אצלם הם

המחקרים הגיאולוגיים יכללו את בדיקת המבנה הטופוגרפי והמבנה המורפולוגי של האסטרואידים, מדידת התכונות התרמיות של פני השטח, בדיקת ההרכב הכימי כמו בדיקת נפיצות יסודות בשכבת הקרום ונוכחות ברזל וניקל ובדיקת הרכב מינרלוגי כמו נוכחות סיליקטים ומינרלים הידרטיים.

קיימות שתי שיטות לחקירת האסטרואידים. שיטה אחת היא השיטה הפרטנית והשיטה השניה היא השיטה הכוללת. בשיטה הפרטנית בוחרים אסטרואיד אחד או קבוצת אסטרואידים ובוחנים אותם כל אחד חקירה יסודית ביותר. אם בוחרים לחקור אסטרואיד אחד בלבד משגרים אליו חללית אשר תכנס למסלול סביבו ותחקור אותו ככל שמקורות הכוח ומיכלי הדלק שלה יאפשרו לה זאת. אם בוחרים לחקור מספר אסטרואידים משגרים חללית למספר נבחר מהם. אחרי הגיעה לאסטרואיד הנבחר הראשון החללית נכנסת למסלול סביבו, מקיפה אותו תקופה מסוימת ואחר כך ממשיכה לנוע לעבר האסטרואיד הבא. מטבע הדברים מבצע כזה ימשיך מספר שנים וזאת הטכניקה שבעצם נבדקת על ידי NASA ו-ESA כמתואר בצירור מס. 1. כפתרון ביניים עד למימושה של תוכנית כזאת נשקלה האפשרות לנצל את הגלילאו כך שבדרגה לצדק תחליף על פני אחד האסטרואידים. הבחירה נפלה על AMPHITRITE, אסטרואיד שמרחקו מהשמש 2.5 יחידות אסטרונומיות, קוטרו כ-200 ק"מ, וסובב סביב צירו אחת ל-5.39. הגלילאו תחלוף במרחק שבין 10,000-20,000 ק"מ מפניו. אסון הצ'לנג'ר הביא לדחיית השיגור ולביטול המעבר. תוכניות חדשות מדברות על מפגש עם שביט ומעבר ליד אסטרואיד ב-1994.

השיטה הכוללת מיועדת למיפוי רצועת האסטרואידים. קיימות ארבע אפשרויות לחקירה מעין זו:

יהיה מידע ראשוני ובסיסי בלבד. הוא יהיה בבחינת הצצה לעולמות זעירים וכפי הנראה שונים לחלוטין ממה שהוכר עד כה במערכת השמש. מידע זה ישמש לתכנון של חלליות עתידיות שתטוסנה לעבר האסטרואידים וחלק מהן תשתמשנה בשיטת החקירה הכוללת.

2335 ג'ימס ב-1997, Felicitus 109, 139 Mandeville ב-4 ווסטה ב-1999. באם הצרפתים לא מצטרפים לתוכנית, הרוסים מתוכננים לאפשרות של נחיתה על אסטרואיד והחזרת דגימות קרקע ממנו.

המידע שישודר ארצה על-ידי חלליות אלה

### מקורות

מזרז הייטס-"כוכב הלכת של בודה" כל כוכבי לוח 2/1988 עמ' 39-56

"Asteroid Mission Studies" Spaceflight Vol.25 No. 1 January 1983 p. 7

"ESA Looks to the Future" Spaceflight Vol. 25 No. 4 April 1983 p. 138

"Galileo Asteroid Encounter" Spaceflight Vol. 26 No. 4 April 1984 p. 154

"Galileo Asteroid Flyby" Spaceflight Vol. 27 No. 4 April 1985 p. 150

"Low Cost Planetary Missions" Spaceflight Vol. 24 No. 9&10 Sept/Oct 1982 p. 343

Craig Covault-"Soviets in Houston Reveal New Lunar, Mars, Asteroid Flights" Aviation Week and Space Technology April 1 1985 p 18-20

A. Balogh-"AGORA: Asteroid Rendezvous" Spaceflight Vol. 26 No. 6 June 1984 pp 242-245

Louis Freidman and Carl Sagsn-"Missions to the Asteroids" Science Digest March 1984 pp 58-61, 98

Ronald Maehl-"The Tiros Based Asteroid Mission" Spaceflight Vol. 25 No. 12 December 1983 pp. 430-435

Tim Furniss-"countdown to Co-Operatinn" Flight 5.12.87 pp. 30-33

