

הכוכבים בחודש

3 ט' ס' שנה

יוצא לאור על ידי
אגודת אסטרונומים־חובבים בישראל
בעריכת ד. זיצ'ק

אסטרונומיה ואלקטרוניקה

מאת י. מנטל חיפה¹

חשיבותה של האלקטרוניקה במחקר האסטרונומי בולטת בשלושה תחומים: (א) בקליטה ובפיענוח של האינפורמציה המגיעה אלינו מן המרחב בצורותיה השונות; (ב) במדידת זמנים קצרים; (ג) בשימוש במכשירים האלקטרוניים כאמצעי עזר למחקרים אסטרונומיים; הם מאפשרים להגדיל את דיוק המדידות ולערוך מדידות בשיטות חדשות.

האינפורמציה המגיעה מן החלל החיצון

במשך 350 השנה האחרונות היה הטלסקופ המכשיר העיקרי של האסטרונום. נוסף על הטלסקופ הוא נעזר במצלמה ובספקטרוסקופ. האור המגיע מן המרחב היה מקור כל האינפורמציה האסטרונומית. בעזרתו נמדדו גודל וצורה של גרמי השמים, המסות, הטמפרטורות שלהם וכו'. אולם האור הוא רק אחד מסוגי הקרינות האלקטרומגנטיות הרבות המגיעות אלינו מן המרחב: קרנים אינפרא־אדומות, אולטרא־סגולות, קרני רנטגן, קרני רדיו וכן מגיעים זרמי חלקיקים.

בעזרת הטלסקופ האופטי, כשמצורפת אליו מצלמה, ניתן לחקור רק את הקרינה האלקטרומגנטית בתחום האור, הקרנים האינפרא־אדומות והאולטרא־סגולות. למחקר סוגי הקרינה האחרים דרושים "טלסקופים" מיוחדים. המילה "טלסקופ" מובנה רואה־רחוק. המחקר של סוגי קרינה אלה נעשה אמנם מרחוק, אולם לא תהיה זאת על פי רוב ראייה במובן הרגיל של המילה. "טלסקופים" מיוחדים אלה הם על פי רוב מכשירים אלקטרוניים והם מאפשרים לעתים ראייה ממשית של קרינה שאינה בתחום האור ועיקוב דינמי אחרי המתרחש מחוץ לכדור הארץ, למשל באטמוספירות כוכבים ומתחתן.

נמיך את האינפורמציה המגיעה לכדור הארץ מן המרחב לשני סוגים: (א) קרינות אלקטרומגנטיות ו(ב) זרמי חלקיקים.

(א) קרינות אלקטרומגנטיות

המשותף לקרינות האלקטרומגנטיות שכולן מתנהגות לפי משוואת מאקסוול ובכולן קיים החוק:

$$c = \lambda \cdot f$$

באשר: c היא מהירות האור, 299,792 ק"מ/שנ'
λ אורך הגל
f התדירות

¹ הרצאה שניתנה בכינוס האסטרונומי הארצי הרביעי (ירושלים, 28 באוגוסט 1961).



לוח א' כולל את מיון הקרינה האלקטרומגנטית המגיעה עד לאטמוספירה של כדור הארץ לסוגיה השונים ומציינת איזה חלק מכל סוג מגיע עד לפני כדור הארץ.

לוח א'

תחום הקרינה המגיעה לפני הארץ		תחום הקרינה המגיעה לאטמוספירה		סוג הקרינה
מספר האוקטבות בתחום זה	באורכיגל	מספר האוקטבות בתחום זה	באורכיגל	
15	0.3 mm ÷ 8 m	27	0.3 mm ÷ 20 km	קרני רדיו
8	0.8 μ ÷ 300 μ	8	0.8 μ ÷ 300 μ	חום
1	0.4 μ ÷ 0.8 μ	1	0.4 μ ÷ 0.8 μ	אור
5	0.1 μ ÷ 0.4 μ	13	0.4 Å ÷ 4000 Å	אולטרא-סגול
—		7	0.003 Å ÷ 0.4 Å	קרני רנטגן
29		56		

אנו רואים בטור האוקטבות, כי רק כמחצית מכמות הקרינה המגיעה לאטמוס-פירה חודרת אותה ומגיעה עד לפני הארץ. לוח ב' מראה איזה חלק מקרינה זו ניתן למחקר באמצעות הטלסקופ בלבד ואיזה חלק — באמצעות הטלסקופ בצרוף המצלמה.

לוח ב'

מספר האוקטבות בתחום זה	התחום באורכיגל	תחום הקרינה במרחב
56	0.0003 Å ÷ 20 km	תחום הקרינה במרחב
29	100 Å ÷ 8 m	הקרינה המגיעה לפני הארץ
9	1000 Å ÷ 64000 Å	רגישות המצלמה
1	4000 Å ÷ 8000 Å	רגישות העין

קרני הרדיו וקרני הרנטגן הם שני סוגי הקרינה שעצם קיומם במרחב נתגלה על ידי המכשירים האלקטרוניים. מהם המקורות של סוגי קרינה אלה? אנו מכירים את המקורות הבאים של קרני רדיו: "כוכבי רדיו" — כוכבים אפלים המשדרים גלי רדיו חזקים; כוכבי נובה וסופרנובה (nova, supernova); הגלפסיה שלנו ובעיקר מרכזה, וכן גלפסיות אחרות; ערפיליות וערפיליות אפלות בכלל זה; כתמי שמש. כל המקורות האלה עשויים לתרום לרעש הנשמע במקלט רדיו.

בעיית המקורות של קרני הרנטגן נחקרה הרבה פחות עד כה; ניתן לשער שכוכבים רבים משדרים קרני רנטגן, אולם עד כה נתגלתה קרינת רנטגן רק מן השמש ומחגורות הקרינה הקיימות סביב כדור הארץ.

(ב) זרמי חלקיקים

מלבד הקרינות האלקטרומגנטיות קיימים במרחב ומגיעים אל כדור הארץ זרמי חלקיקים מסוגים שונים: קרניים קוסמיות, שהן בעיקרן פרוטונים מהירים מאוד; הרוח הסולארית, שהיא זרימה של חלקיקים טעונים ונויטרליים מן השמש; אבק קוסמי, שהוא אבק עדין מאוד, המגיע אלינו בקצב של כ-75,000,000 חלקיקים

כ"ח באדר א' תשכ"ב 4 במרס 1962

Comet Seki - Lines 1962 c כוכב שביט חדש

אחרי סיום הדפסת גליון מרס של "הכוכבים בחוד-
שם" הגיענו חוזר מס' 437 מ-21 בפברואר 62 של
האגודה האסטרונומית הבריטית ובו הנתונים הראשו-
נים על כוכב שביט חדש זה.

השביט נתגלה ע"י ט. סאקי (T. Seki) ביפן ב-4
פברואר כאוביקט דיפוזיבן גודל 9, כ-3° צפ' מז'
ל- ζ Puppis. הוא נתגלה באופן בלתי תלוי באותו
יום גם ע"י ר.ד. לינס (R. D. Lines) באריזונה, ארה"ב.

בגלל נטייתו הדרומית הגדולה של השביט במסך
פברואר לא נמסרו עד כה עמדות מדויקות ויתכן
שהאפמריס שחושב לפי נתונים אלה אינו בטוח כל-
שהוא, אך הוא יוכל בודאי לעזור באיתור השביט
בשמים. מעבר הפריהליון של השביט יחול ב-31
במרס או 1 באפריל והוא ייראה לפי הפרטים המובאים
להלן, אף בעין בלתי מצויידת, במסך חודש מרס
בטעות הערב עד שיעלם בדימדומים לקראת סוף החודש.

1962 0 ^h U.T.	α 1950.0	δ 1950.0	r	ρ	Mag.
March 1	4 ^h 11.3 ^m	-33°33'	1.046	0.586	5.5
5	3 35.1	-29 25			
9	3 03.2	-24 58	0.849	0.616	4.7
13	2 35.1	-20 27	0.742	0.646	4.2
17	2 09.4	-16 02	0.626	0.685	3.6
21	1 44.9	-11 45	0.499	0.733	2.8
25	1 20.0	- 7 25	0.354	0.795	1.5

מצאנו את השביט בירושלים ביום ו', 2 במרס,
בערב ללא קושי בעזרת משקפת שדה. מקומו מתאים פחות
או יותר לאפמריס, אם כי הוא נראה לפגר במשהו
ביחס לנתונים. נראה כחם די מרוכז בגודל 5-6;
זנב לא נראה, אך תנאי התצפית לא היו טובים. והנה
הפרטים:

March 2^d16^h45^m U.T. α 1950.0 4^h02.0^m δ 1950.0 -32°15'

השבוע נע בימים 1 - 4 במרס בתחום קבוצת ארידנוס, מ-4 - 9 בחודש הוא חוצה את החלק הצפ'מז' של תנור (Fornax) ונמצא לאחר מכן בתחום קבוצת לויתן (Cetus) עד סוף החודש.

שתי הרצאות אורח בפלנטריום ויליאמס

=====

הרצאת ד"ר ג. א. ל. ט. ר. , פראג, על :

" אסטרונומיה ערבית ויהודית בימי הביניים "

תקיים, כפי שהודענו לחברים בירושלים בחוזר מיוחד, ביום ב' 5/3 בשעה 18.00 בערב באולם פלנטריום ויליאמס בקרית האוניברסיטה בירושלים.

הרצאת פרופסור א. ש. צ. מ. n Professor E. Schatzman

מן המכון לאסטרופיסיקה תיאורטית בסורבון, פריז, על :

" תיאוריות חדשות על מוצא מערכת השמש "

(Recent Theories on the Origin of the Solar System)

תקיים ביום ד', 14 במרס בשעה 18.00 באולם פלנטריום ויליאמס בקרית האוניברסיטה.

(שפת ההרצאות - אנגלית)

ערבי תצפית ברמת גן :

=====

יתקיימו החודש על גג בית ההסתדרות ברמת-גן, פינת רח' הרצל - רח' יהלם :

ביום ב', 12 במרס, משעה 18 - 20

ביום ב', 26 במרס, משעה 18 - 20

חברים ואורחים מוזמנים !

הרצאות פרופ' א. ש צ מ ן באוניברסיטה העברית

פרופסור שצמן ירצה במסגרת הפקולטה למתמטיקה
ולמדעי הטבע ארבע הרצאות-אורח (בשפה האנגלית):

ביום ב', 5/3, משעה 13 עד 14 באולם פלנטריום
ויליאמס על :

" Problems of Angular Momentum "

ביום ג', 6/3, משעה 16 עד 18 באולם הגדול של
בנין הכימיה על :

" Stellar Evolution and Formation "

ביום ד', 7/3, משעה 13 עד 15 באולם פלנטריום
ויליאמס על :

" The Heating of the Solar Chromosphere and Corona "

ביום ה', 8/3, משעה 10 עד 12 באולם פלנטריום
ויליאמס על :

" Acceleration of Particles in Magnetohydrodynamic

Shock Waves "

- - - -

ביום. השיבות רבה נודעת לחגורות ון-אלן (Van-Allen), שהן חגורות חלקיקים טעונים המקיפות את הארץ וכפי הנראה גם כוכבי לכת אחרים. כשם ששדה הכובד הוא הקובע את תנועת החלקיקים הנויטרליים כך קובעים שדות חשמליים ומגנטיים את תנועתם של החלקיקים הטעונים. הכרת שדות אלה תסביר תופעות ותנועות מורכבות ומחקרם חיוני לקידום האסטרופיסיקה.

אפשרויות המחקר

האפשרות להיעזר בסוגים חדשים אלה של אינפורמציה הרחיבה את תחום המחקר בשטחי-מחקר מקובלים ופתחה שדות-מחקר חדשים. נצביע על אפשרויות המחקר בשטחים הבאים: כתמי שמש — תופעה מסובכת הקשורה בשדות חשמליים ומגנטיים וגורמת לפליטת קרני אור, קרנים אינפרא-אדומות, אולטרא-סגולות, קרני רנטגן וחלקיקים; התחלקות החומר במרחב; התחלקות מקורות הרדיו לסוגיהם; התחלקות השדות החשמליים והמגנטיים במרחב; הקרינה הקוסמית ומקורה; חגורות הקרינה — מהותן והמנגנון הפועל בהן; כוכבי נובה וסופרנובה. נציין לבסוף את נסיונם של שני מדענים אמריקאיים לגלות בעזרת רדיו-טלסקופ גדול קרינת רדיו מן המרחב שתעיד על מציאותם של יצורים אינטליגנטיים מחוץ לכדור הארץ (תכנית OZMA)².

מדידת הזמן

עד לפני שנים מספר נחשב כדור הארץ לשעון המדויק של המדע. הגדירו את השניה כ- $1/86400$ מיממת שמש ממוצעת. היתה זאת הגדרה בלתי מוצלחת, כי יממת השמש משתנה מיום ליום והשגיאה מצטברת עד ל- 16 דקות. לכן בחרו מאוחר יותר להגדיר את הזמן לפי אורך היממה הכוכבית (הסידרית). היא נמדדה על ידי מדידות מעבר (טראנזיט) הכוכבים במיצהר (מרידיאן). ברם, עוד ב-1695 גילה הלי (Halley) ליקויים בהגדרה זאת של הזמן. הוא גילה שאין התאמה בין חישובי המועדים של ליקויי השמש בתקופות קדומות לבין העדויות של ליקויים אלה, מה שמעיד על שינוי באורך היממה. יותר מאוחר, בשנים 1745—1770 גילו אסטרונומים שונים שיש להוסיף תיקון לנוסחה התיאורטית לחישוב מסלול הירח. אוילר, לאגראנז' ולאפלאס (Euler, Lagrange, Laplace) ניסו להסביר תיקון זה. לאפלאס שיער שסיבתו היא שינוי בכיוון ציר כדור הארץ ואילו קאנט (Kant) ייחס את הדבר לאי-יציבות תנועת הארץ בגלל משיכת הירח. רק לאחרונה נתברר שקאנט צדק, כי עד לאמצע המאה הנוכחית לא היו שעונים מדויקים במידה מספקת, כדי לבדוק את השינויים העדינים בתנועת גרמי השמים (ראה לוח ג').

לוח ג'

השגיאה היחסית	השגיאה (שניות ליממה)	סוג השעון	בזמן העתיק
5×10^{-2}	4000	שעוני מים, נרות מנורת זמן	1581 (בלילי)
1×10^{-2}	1000	שעון מטוטלת	1656 (הויגנס)
2×10^{-6}	0.2	שעון קפיץ	1900 ÷ 1925
2×10^{-8}	0.002	שעון מטוטלת מדויק	1960
2×10^{-10}		שעון קרצה	1961
2×10^{-12}		שעון אטומי	1962
2×10^{-15}		שעון אטומי	

² ראה "הכוכבים בחודשם" כרך ו' (1960), מס' 12, עמ' 116—118.

כבר ב־1940 היו שעוני הקורצה מדויקים במידה מספקת, כדי לאשר סופית שכדור הארץ אינו מסתובב סביב צירו במהירות קבועה. ב־1950 כבר ניתן היה להפריד בין הגורמים לסטיות מן המהירות הקבועה: אושר קיומו של שינוי שנתי כתוצאה מחיכוך במים רדודים (בעיקר במיצר ברינג) — שינוי שג'פריס (Jeffreys) חישב אותו ב־1920, ולדעת יורי (Urey) הוא נובע גם מהתכווצות הארץ; הוכח קיומו של שינוי עונתי — המהירות בסתיו גדולה יותר ובאביב קטנה יותר מאשר מחודש יולי. גודל השינוי הוא ± 1 מיליסקנדה ליממה; הוכח ששינויים טקטוניים בקליפת כדור הארץ גורמים לשינוי פתאומי במהירות הסיבוב; נתברר ששינוי צורת כדור הארץ ומומנט האינרציה שלו לרגל משיכת הירח גורמים לשינויים מחזוריים במהירות הסיבוב, במחזורים של 0.5, 12.7 ו־27.6 ימים; כמו כן נתברר ששינויי טמפרטורה משנים את קוטר הארץ ולכן גם את מומנט האינרציה ואת זמן הסיבוב. שינויי הטמפרטורה הם כיום בכיוון של התקררות איטית של כדור הארץ, והם נכללים במחזוריות אסטרונומית ארוכת־טווח.

ניתוח מענין של דארווין (Darwin), הבן, מראה שתחילה כדור הארץ הסתובב סביב צירו בקצב של סיבוב אחד בארבע שעות, עד אשר נפרד ממנו הירח. מאז מעבירה הארץ לירח לאט לאט, על ידי חיכוך (בימים רדודים), מומנטום זוויתי, כך שזמן המחזור של הארץ קטן ואילו הירח מתרחק והולך מן הארץ. תהליך זה ימשך עד ששניהם יסתובבו באותה המהירות (בעוד אלפי מיליונים שנה במחזוריות של 50 יום).

ההפרשים בין אורך יממה אחת לשניה עשויים להגיע לסדר גודל של 1 מילי־סקנדה. קשה למדוד את השגיאה היומית (ההפרש בין אורך יממה לאורך הממוצע של יממה) ולכן מודדים את השגיאה המצטברת, המגיעה כרגיל ל־0.6 שניות לשנה ולעתים עד כדי 1.6 שניות לשנה. על פי דארווין היממה מתארכת בשעור של שניה כל 120,000 שנה. ההפרשים בין העדויות על ליקויים בזמן העתיק וחישוב הזמנים של ליקויים אלה מאשרים את השערתו של דארווין.

כדי לתקן שגיאות אלה שונה בסיס הזמן והוכנס לשימוש זמן האפמריס, שבו נלקחים בחשבון כל השינויים הידועים כיום. מידת הדיוק שהוא מאפשר במדידות מיום ליום הוא 10^{-7} . השגיאה היחסית במדידות הנמשכות 3 שנים היא 3×10^{-9} . נשווה זאת לדיוקו של שעון אלקטרוני — 10^{-12} .

כיום מקובל במדע למדוד זמנים ארוכים בשיטות אסטרונומיות וזמנים קצרים בשיטות אלקטרוניות. בהקשר זה נתעוררה בעייה עקרונית: האם השעון המבוסס על תהליכים אסטרונומיים, דהיינו על חוק המשיכה העולמית, והשעון האלקטרוני, המבוסס על תהליכים חשמליים וגרעיניים, הם זהים? מנסים להשוות סוגי שעונים שונים, כדי לראות, אם השגיאה אינה מתבצרת — מה שיראה שיש בסיסי זמן שונים. יש להניח שתוך עשר שנים תהיה תשובה לבעייה זאת הנראית היום כמטפיסית.

המכשירים האלקטרוניים בשרות האסטרונומיה

מכשירים אלקטרוניים מסוגים שונים משמשים לקליטה ולפיענוח של סוגי אינפורמציה שהטלסקופ האופטי אינו רגיש לגביהם. נזכיר בתחום זה, פרט לרדיו־טלסקופ את טלסקופ צרנקוב (Cerenkov) הרגיש לחלקיקים קוסמיים מהירים. ברם, חשיבות המכשירים האלקטרוניים באסטרונומיה בולטת גם בתחומי המחקר הבאים: (א) כאמצעי עזר לפיענוח האינפורמציה המגיעה באמצעות קרני האור; (ב) בפיתוח שיטות מדידה חדשות בעזרת שיטות ראדאר.

(א) מכשירים אלקטרוניים עשויים להיות רגישים לאור הרבה יותר מלוח צילום ולכן ניתן להגיע בעזרתם לדיוק רב יותר במדידות פוטומטריות (תוך שימוש

במכפילי אור אלקטרוניים), במדידות ספקטרוסקופיות ובמדידת ורישום הזמן של תופעות. זמן המעבר של כוכב, למשל, ניתן להיקבע בשיטות אלקטרוניות בדיוק גדול יותר פי 1000 מאשר באופן מכני. כמו כן נעזרים במכשירים אלקטרוניים לשם יצוב טלסקופים וכן לשם שמירת אופיקטים מהירים (כגון ירחים מלאכותיים, שביטים ואף מטיאורים) במרכז שדה הראיה של טלסקופים. לשיטות אלקטרוניות נודעת חשיבות מיוחדת כשהאופיקטים חלשים (שביטים). לטלביזיה נודעת באסטרונומיה חשיבות של הגדלת הנוחיות בעבודה: הגדלה רבה, מספר צופים רב, צילום סימולטני וכו'.

(ב) מכשירי הראדאר המשמשים באסטרונומיה מבוססים על שילוח קרינת רדיו אל גרמי השמים ופיענוח האינפורמציה הכלולה בקרינה המוחזרת. הזמן העובר מרגע השילוח עד רגע חזרת הקרינה מן האופיקט משמש למדידת המרחק. בדרך זו נמדדים במהירות ובדיוק מרחקי מטיאורים וזוהי אף השיטה היחידה המאפשרת לעקוב אחר מטיאורים ביום. המרחק אל הירח ואל כוכבי הלכת נמדד אף הוא בדרך זו. מדידת המרחק אל הירח נעשתה לראשונה בדרך זו אף על ידי חובבים. חשיבות מיוחדת נודעת למדידת גודל היחידה האסטרונומית. מידת הדיוק במדידה זו בעזרת הראדאר היא ± 1600 ק"מ, כנגד $\pm 150,000$ ק"מ בשיטות המסורתיות — הגדלת הדיוק פי 100 בערך. השג זה מגדיל את הסיכויים לשילוח טילים אל כוכבי הלכת.

על ידי שילוב מדידת המרחק בשיטות ראדאר עם מדידת אפקט דופלר כתוצאה מן הליברציה של הירח ניתן לערוך מיפוי גבהים של הירח (וכוכבי הלכת) על ידי ראדאר בעל כושר הפרדה נמוך. מיפוי הירח נעשה בשיטות אופטיות על ידי בולדוין (Baldwin) שהצליח להגיע לדיוק של 2270 רגל במדידת הגובה. מצפים להגדלת מידת הדיוק בעזרת הראדאר.

מן הראוי להזכיר אף את מדידת מחזור הסיבוב של כוכבי הלכת ואת גילוי חגורות הקרינה של שבתאי בעזרת הראדאר.

ניתן אולי להצביע אף על זיקה הפוכה בין האסטרונומיה והאלקטרוניקה — האסטרונומיה, או ביתר דיוק, גרמי השמים בשרות האלקטרוניקה. ניתן ליצור קשר רדיופוני בגלים קצרים מאוד לטווח ארוך על ידי החזרתם ממטיאורים. גלים קצרים מ-8 מטר מוחזרים אף מעקבות מטיאורים (שיטת JANET הקנדית). ולבסוף, האסטרונומיה והאלקטרוניקה בשרות הניווט (נאביגציה). אחת השיטות לנווט קליעים וטילים לטווח ארוך היא על ידי מדידת מצבן ביחס למספר כוכבים. בקליע לא מאויש נעשה ניווט זה באופן אוטומטי בעזרת מכשירים אלקטרוניים.

המכשירים האלקטרוניים בלווינים

פרשה בפני עצמה היא השימוש באלקטרוניקה בלווינים. בשטח זה אנו עדים לשימוש ברוב העקרונות והשיטות שתוארו לעיל. עצם הקשר בין הלווינים במרחב לבין הארץ לשם העברת האינפורמציה האסטרונומית והפיסיקלית שהושגה (תצ' לומים, תוצאות של מדידות וכו') נעשה על ידי מכשירים אלקטרוניים, וגם המדידות לסוגיהן השונים מבוצעות בשיטות אלקטרוניות: צילום הצד הנסתר. של הירח על ידי התחנה הקוסמית הסובייטית לוניק Lunik III; מדידת שדות חשמליים ומגנטיים במרחב וכן במדידות של קרינות ומטיאורים עד למרחק 36 מיליון ק"מ ע"י פיוניר Pioneer V; מדידות רעש רדיו-אסטרונומי (הטיל הראשון למטרה זו נורה ב-1959); מדידות תרמו-דינמיות במרחב הבינפלנטרי — חילופי חום בין כדור הארץ והמרחב ובין הקטבים וקו המשווה על ידי אקספלורר Explorer VII;

מדידות קרינה קוסמית. מדידות של שינויים באלבדו של כדור הארץ ובעוצמת הקרינה האינפרא-אדומה ממנו (Tiros I, II, III) איפשרו לעקוב אחרי הוריקנים בדרך זו בתחזיות מזג האויר.

חשיבות אסטרונומית ראשונה במעלה נודעת לשילוח טלסקופים לגובה. שילוח זה נעשה תחילה בבאלונים, לשם צילום השמש ונוגה, ומאוחר יותר בלוויינים (SAMOS — Satellite And Missile Observation System). ניתנת כאן אפ"י שרות לערוך תצפיות בטלסקופ שלא דרך מעטה האטמוספירה.

נזכיר אף את מדידת לחץ הקרינה. חישוב לחץ הקרינה נעשה על ידי מדידת הסטייה של ואנגארד Vangard I ממסלולו (בשעור של מיל בשנתיים).

באשר לעתיד — קיימות תכניות לערוך מדידות פיסיות בירח על ידי שילוח טיל רינג'ר Ranger עם סייסמומטר ותרמומטרים לשם. כמו כן הועלתה תכנית אנטי-אסטרונומית של יצירת חגורת מחטי מתכת ועירות סביב כדור הארץ שיהיה להם שימוש צבאי-אלקטרוני לצרכי טלה-קומוניקציה. חגורה מעין זו עשויה להפריע קשות לתצפיות אסטרונומיות.

על הרגישות הגדולה שהושגה כיום בשימוש במכשירים אלקטרוניים לצרכי קשר תעיד העובדה שפיוניר Pioneer V שידר ממרחק של 36 מיליון ק"מ (מרחק הגדול פי 10000 מן המרחק מכאן ללונדון) בעוצמה של 150 וואט (הספק הקטן פי 1000 מזה של קול לונדון) ושידוריו נקלטו.

חובבות ומקצוענות

החובב אינו מצוייד אמנם במתקנים העצומים העומדים לרשות המדענים המקצועיים, כגון הרדיו-טלסקופים בג'ודרל בנק או גרין בנק (קוטרו של האחרון 300 מ' ומחירו 400,000 דולר), מחשבים אלקטרוניים, מקלטים אטומיים וכו'. אולם על האפשרויות הרבות שבידי החובבים יעידו ההשגים הרבים שרשמו לזכותם עד כה, הן בתיאוריה והן בפרקטיקה.

בתחום התיאורטי — חובב יווני היה הראשון ששיער את קיומן של חגורות ון-אלן; שני חובבים אמריקאים תכננו שיטת ניווט המבוססת על אפקט דופלר של שידורי רדיו מלוויין. השיטה דורשת את הכרת מסלול הלוויין והיא מהירה מן השיטה האופטית ומדוייקת ממנה פי 4. בעזרת לויינים מיצהריים (מרדיאניים) ומשווניים (אקואטוריאליים) נבנית עתה שיטת TRANSIT לניווט צוללות אטו-מיות ואף אוניות. בעזרת ואנגארד Vangard I הצליחו לאתר מקום איים באוקיינוס השקט בדיוק של 15.25 מטר!

בתחום המעשי — המרחק אל הירח נמדד על ידי חובבים בשנת 1960 בעזרת ראדאר; כאשר שוגר ספוטניק Sputnik I באוקטובר 1957 עקבו אחריו החובבים בימים הראשונים עד שהרדיו-טלסקופים הגדולים נכנסו לפעולה; ובאשר לשימוש בלוויינים לשם העברת גלים קצרים למרחקים גדולים — זמן רב לפני ששוגר הבאלון אֶקו Echo I למטרה זו הצליחו החובבים להתקשר ביניהם על ידי החזרת גלים מן הלוויינים אֶכספלורר Explorer VIII ולוניק Lunik III — בקרוב מתע"י תדים לשגר את הלוויין OSCAR (Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio) שתוכנן בשיתוף חובבים ויהיה בו משדר בנוי על ידי חובבים!

האפשרויות בארץ

מחיר ציוד אלקטרוני מעודפי הצבא הוא נמוך. מכשיר ראדאר מחירו כ-100 לירות. עובדה זו מאפשרת לבודדים לעסוק ברדיו-אסטרונומיה וכדאי לשים לב לכך בתכנון מצפה הכוכבים.

רשימה זו מראה כמה נרחב וחשוב תחום פעולת האלקטרוניקה באסטרונומיה הן בהווה והן בעתיד. אם ימצאו מעוניינים בחובבות בכיוון זה, נוכל ליצור קבוצה מקצועית קטנה לשם עבודה והשתלמות עצמית והדדית ונוכל לבנות במו ידינו ציוד פוטומטרי ורדיו-אסטרונומי ולעזור בציוד מצפה הכוכבים העתיד לקום.³

³ חברים המעוניינים להצטרף לחוג לאלקטרוניקה ולרדיו שיפעל במסגרת אגודתנו, מתבקשים להודיע על כך לועד האגודה.

על התצפית במטיאורים

מאת א. מצגר, רמת-חן¹

שלושה היו הגורמים שהביאוני לפני כשמונה שנים לתצפיתי הראשונה במטיאורים. ראשית, לא היה בידי טלסקופ, וגם לא הרגשתי עצמי כבעל סבלנות מספקת לבנותו לעצמי. שאלתי את עצמי, אפוא, איזה שטח באסטרונומיה פתוח לפעולה אף לחובב חסר הציוד האופטי. חיפושי הובילוני לשטח זה של המטיאורים שבגלל שדה הראיה הרחב הדרוש לו לשם תצפית לא יצלת לעבודה בטלסקופ.

שנית, מכל ענפי האסטרונומיה אולי זהו הענף שפותח יותר מכל על ידי חובבים, ואפשר לומר — בעיקר על ידי חובבים. דווקא העובדה שהתצפית כאן נעשית כולה בעין בלתי מצוידת או באמצעי צילום פשוטים, היא שהגיעה חובבים רבים להקדיש מזמנם לתצפיות במטרות המטיאורים הגדולים והיא שסיפקה את מירב ידיעותינו אודותם. אף כיום, עם שימוש הנרחב של הרדיו-טלסקופ במחקר המטיאורים, לא פחתה חשיבותה המדעית של תצפית החובב. בחזור האחרון של החברה האמריקאית של צופי המטיאורים מודגשת עובדה זו ומצוין, כי רבות הנקודות בהן הרדיו-טלסקופ לא יוכל להחליף את העין הרגילה. בהמשך הרשימה אפרט כמה משטחי התצפית שראוי כי יקדישו להם החובבים מזמנם.

שלישית משכה את לבי העובדה, כי מכל סוגי התצפיות האסטרונומיות, זוהי התצפית היחידה שהיא דינאמית ביסודה. נכון, גם כשאתה צופה בליקוי חמה, או בהתכסות ירח של צדק, או במחזור האור של כוכב משתנה — גם בכל אלה משתנה משהו עם הזמן; אבל השינוי בכל אלה הוא איטי ביחס. בה בשעה ש"כוכב נופל" פולח לפתע את דרכו כחץ לרוחב השמים — וביחוד אם הוא מזהיר ומשאיר אחריו עקבות לכמה שניות — הרי הפתאומיות שבתופעה שחלפה ואיננה תשאיר רושם בל ימחה בלב הצופה. ומה עוד כשהמדובר באחד המטרות הגדולים — הרי אז ימלאו השמים פעילות והתרחשות בלתי פוסקת ולכל רוחבם. מתח הציפיה והאפתעה שתצפית כזאת טומנת בחובה הם חוויה גדולה לצופה.

אילו תופעות ראויות במיוחד לתשומת לב הצופה? ראשית, חסרה עדיין אינפורמצייה מלאה על הפעילות המטיאורית בלילות רגילים, חסרי מטרות מטיאורים. כן נחקרו מעט יחסית לילות החורף. בשני אלה יכולה עבודת חובבים להוסיף הרבה על ידיעותינו. כל מה שעליך לעשות הוא לצאת בלילה בהיר וחסר ירח, לצפות במשך שעתיים או יותר באזור כלשהוא בשמים ולרשום כל מטיאור שנפל על פרטיו — זמן, זוהר, צבע, מקום ואורך מסילה, עקבות אור; ורצוי מאוד שתשרטט גם את מסילתו במפת כוכבים. — אבל זכור — לשם זאת עליך להתמצא היטב באזור השמים שבחרת ולהכיר בו כל כוכב לפחות עד גודל 4.

¹ דברים להקמת החוג לתצפית במטיאורים.

בעבודה שיגרתית כזאת תמיד קיים הסיכוי לגילוי מטר חד-פעמי חדש, בלתי ידוע עד כה, בעל תופעה קצרה של כמה שעות. ב־15 בספטמבר 1952 הודיע צופה מטיאורים חובב בפנסילבניה שבארצות-הברית על גילוי מטר קצר-תופעה כזה: במשך זמן של כשעתיים החל מטר זה בפעילותו, הגיע לשיא של 7 מטיאורים ב־45 דקות ושוב שכך. מוצא הקרינה היה במזל דגים והמטיאורים כולם בעלי אור חלש למדי, מגודל +3 ומטה.

בשעת התצפית קיימת האפשרות של "תפיסת" כדור אש מזהיר — מתזה שהוא תמיד מרהיב עין. "כדור אש" מכונה כל מטיאור בן גודל 3- ומעלה. לעתים קרובות הוא משאיר אחריו עקבות למשך כמה שניות, או אף דקות. במקרה כזה חשוב מאוד לשרטט בדיקנות את מסילת המטיאור ולרשום את כל פרטיו; ואם הזנב מחזיק זמן רב, יש לציין בתרשים את השתנות צורתו כל דקה לפחות. פרטים אלה חשובים, כי הם משמשים אינפורמציה על תנאי האטמוספירה בגבהים גדולים. בחברה האמריקאית של צופי מטיאורים מתנהל מחקר מיוחד על מטיאורים ארוכי-משך כאלה וכבר פורסמו עבודות אחדות בנידון.

בתצפית הליאונים שערכתי בחודש נובמבר האחרון התגלתה תופעה מענינת ביותר: המטיאורים של מטר זה נראו כשהם נופלים קבוצות-קבוצות, שנים עד שלושה מטיאורים בקבוצה תוך מספר שניות, אחר-כך הפסקה של כעשר דקות, ושוב קבוצה כזאת. במקרה אחד נפלו ששה מטיאורים בבת אחת ובאותו אזור בשמים, וכולם בעלי אותן התכונות. בגליון פברואר 1960 של כתב-העת "סקאי אנד טלסקופ"² מצאתי עדויות מאת צופי מטיאורים אחרים שאף הם הבחינו בחלוקה בלתי אחידה זאת של מטרות מטיאורים. הצטברות מטיאורים בצבירים משמשת נושא למחקר ותרומתו של החובב הצופה בשיטתיות יכולה להיות רבת ערך עבורו.

הצילום פותח אפיק רב ענין לצופה המטיאורים. פרט לסיפוק הרב הנותן כל מטיאור המופיע אחרי הפיתוח על התמונה, הרי לצילום המטיאורים חשיבות בקביעה המדוייקת של מוצא הקרינה של המטר ושל מסילתו של המטיאור שצולם. למעשה כל בעל מצלמה רגילה יכול להגיע להשגים בשטח זה, אם אך יהיו לו הסבלנות והנסיון הדרושים.

ארצנו מתאימה לעבודת חובבים בכל שטחי האסטרונומיה ובמיוחד בשטח של תצפית המטיאורים. תנאי הראות הטובים השוררים כאן, ביהוד בחודשי החורף; האחוז הנמוך יחסית של לילות מעוננים; הרוחב הגיאוגרפי המאפשר לראות גם אזורים גרתיים של שמי הדרום נוסף על מחצית כדור השמים הצפונית; וכן המרחקים הקצרים מן הערים למקומות חסרי אורות — כל אלה עושים את ארצנו לאידיאלית לצופה המטיאורים. החוג לתצפית במטיאורים שהוקם בכינוס האחרון של אגודתנו, לקח על עצמו לנצל תנאים מצויינים אלה לקידום המחקר המטיאורי. עוד לפני הקמת החוג התארגנה בשנת 1959 קבוצה של חמישה חברי האגודה שהקדישה עבודתה לתצפית במטר הפרסאידים. מספר המטיאורים שקבוצה זו רשמה — 1026 — היווה אחוז ניכר מאוד מן המטיאורים שניצפו על ידי כל צופי החברה האמריקאית גם יחד. הופעת שמה של ישראל בפירסומי החברה האמריקאית של צופי מטיאורים כמדינה היחידה מחוץ לארה"ב שמסרה דו"ח על תצפיותיה גרם אז לכולנו סיפוק רב. עתה עם התארגנותנו לחוג מסודר אנו מקווים להמשיך בעבודה זו ולהגבירה.

בתכנית עבודתנו: (א) לקיים בחודש אוגוסט מדי שנה בשנה את התצפית

Otto Struve, Visual Observations of Meteors, Sky and Telescope, ² February 1960, pp. 200—204

המשותפת במטר הפרסאידים, תצפית שהוחל בה בכינוס השני של האגודה ב-1958 ואשר כבר נהפכה למסורת בין חברי החוג. אנו מקווים שתצפית זו תמשוך אליה גם חברים נוספים ותגביר את העניין בתצפית המטיאורים בכלל. (ב) בימי חופש הקיץ בדעתנו לרדת במשותף לנגב ולצפות שם במרוכז במשך 2 עד 3 לילות במטר מטיאורים שיבחר בהתאם לעונת השנה, מצב הירח, אפשרויות החברים וכו'. התועלת שבמשלחת כזאת היא כפולה ומכופלת — להכיר איש את רעהו, לפתח עבודת צוות, לשכלל את שיטות התצפית, — ובעיקר — להכיר היטב את השמים! באותה הזדמנות בדעתנו גם להמשיך בנסיונות הצילום שעד כה לא עלו יפה. (ג) לארגן תצפיות בודדות בין החברים בלילות רגילים. (ד) לקיים קשר עם חוגים של צופי מטיאורים של ארצות אחרות, לשם החלפת אינפורמציה ונסיון בתצפית, ואולי אף לשם תאום התצפיות במטרות מסויימים.

כל עבודותינו נשלחות לחברה האמריקאית של צופי המטיאורים לשם ניתוח, ותמצית מהן תמסר ב"הכוכבים בחודש" לידיעת כל חברי האגודה. בהזדמנויות מיוחדות — לקראת פעולות ולקראת המטרות החשובים — אנו מפיצים חוזרים בין חברי החוג.

בידינו מלאי גדול של מפות, גליונות רישום והוראות תצפית שנשלחו אלינו במיוחד מן החברה האמריקאית ושמתכים לידיים עובדות. מה שדרוש לנו ביותר הוא תוספת של כוח אדם ואנו מקווים לעניין בעבודתנו גם חברים אחרים של האגודה ומצפים להצטרפותם³. מה שנדרש מצופה-המטיאורים אינו ציוד אופטי יקר ואף לא ידע מקצועי רב, כי אם למעשה רק מעט רצון לצפות והרבה סבלנות; אבל אם ישקיע את המאמץ הנדרש — אין ספק שיבוא על גמולו המלא.

³ כתובת מרכז החוג: אלי מצגר, רח' רוזן 21, רמת-חן (רמת-גן).

השמים בחודש מרס 1962

תופעות מיוחדות

יום	שעה	(לפי שעון ישראל)
1	5	כוכב-חמה בדרימו ליד האופק; הוא עולה בשעה 04:51, כשעה ורבע לפני זריחת החמה, ג' +0.4.
3	7	כוכב-חמה במ"ז מע' הגדול ביותר (אלונגציה) של 27°; מוארים 0.57 של הדיסק שלו, ג' +0.4.
4	0	שבתאי מתקבץ עם ירח, שבתאי 1° דר'.
4	15	כוכב-חמה מתקבץ עם ירח, כוכב-חמה 0.7° דר'; התכסות כוכב-חמה על ידי הירח תיראה באמריקה, צפ'מע' אפריקה ואירופה.
5	4	מאדים מתקבץ עם ירח, מאדים 0.5° דר'; התכסות מאדים על ידי הירח תיראה בדר' אסיה ובצפ' פציפיק.
5	5	צדק מתקבץ עם ירח, צדק 0.1° דר'; התכסות צדק על ידי הירח תיראה באי הודו המז' ואוסטרליה.
6	16	מאדים מתקבץ עם צדק ועובר 0.4° דר' לו.
12	7	אלדיברן מתקבץ עם ירח; בהתקבצות הגיאוצנטרית עובר הירח 0.6° צפ' לאלדיברן; התכסות אלדיברן על ידי הירח תיראה במז' אסיה ובצפ' אמריקה.
13	6	כוכב-חמה מתקבץ עם צדק ועובר 1.0° דר' לו.
18	15	אורנוס מתקבץ עם ירח; בהתקבצות הגיאוצנטרית עובר הירח 0.1° צפ' לאורנוס; התכסות אורנוס על ידי הירח תיראה במז' אסיה ובפציפיק.

19	18	רגולוס מתקבץ עם ירח ; בהתקבצות הגיאוצנטרית עובר הירח 0.6° צפ' לרגולוס ; התכסות אורנוס על ידי הירח תיראה במז' אסיה ובפציפיק.
19	18	כוכב-חמה מתקבץ עם מאדים ועובר 1.0° דר' לו.
4	21	התחלת האביב האסטרונומי בחציהכדור הצפ' של הארץ והסתיו בחציה הכדור הדר'. בשעה זו נכנסת השמש לסימן טלה ($21d\ 04h\ 30m - \gamma$) ועוברת את המשושה השמימי בכיוון לצפון. זהו שחיון האביב — אורך היום והלילה שווים על פני כדור הארץ. נקודת החיתוך של מסלול השמש המדומה (מילקה, אקליפטוס) עם המשושה היא נקודת האביב ($\alpha\ 0h, \delta\ 0^{\circ}$) ומקומה בשמים בין כוכבי מזל דגים. בירושלים מגיעה השמש בצהריים לגובה של $58^{\circ}\ 14'$ מעל לאופק וזהו גובה המשושה במיצהר (מרידיאן) של ירושלים (90° פחות $31^{\circ}\ 48'$, הרוחב הגיאוגרפי של ירושלים).
21	24	נפטון מתקבץ עם ירח, נפטון 3° דר'.
13	31	שבתאי מתקבץ עם ירח, שבתאי 1° דר' ; התכסות שבתאי על ידי הירח תיראה בצפ'מז' אמריקה ובצפ'מז' אירופה.

שמש

מרט 1962	עליה ישרה	נטייה	נטייה אחרי 5 ימים ¹	שעת-כוכבים במיצהר של גריניץ' ²	זריחה	צהירה זמן גובה	שקיעה
	(ל"ס שעות זמן עולמי) h m	' "	' "	h m s	h m	h m °	h m
1	22 45.8	— 7 51	— 5 56	10 33 16.4	6 07	11 51	17 37
11	23 23.0	— 3 59	— 2 01	11 12 41.9	5 55	11 49	17 44
21	23 59.6	— 0 02	+ 1 56	11 52 07.4	5 42	11 46	17 51
31	0 36.0	+ 3 53	—	12 31 32.9	5 29	11 43	17 58

¹ בטור זה מובאת הנטייה ב- 6° , 16° ו- 26° של כל חודש.
² לכל 1° אורך מז' מגריניץ' יש להוסיף $4m$ (למשל זמן כוכבים בשביל אורך גיאוגרפי של ירושלים $35^{\circ}\ 13' = 2h\ 20m\ 52s +$). השינוי ליממה : $+3m\ 56.56s$; השינוי לשעה : $+9.86s$.

אורך היום גדל מ- 11 שעות 30 דקות בראשית החודש עד 12 שעות 29 דקות בסופו. הדימומים האסטרונומיים (השמש 18° מתחת לאופק) נמשכים ברוחב הגיאוגרפי של ירושלים $1h\ 20m$.

חצי קוטר השמש : ב- 10° כמרט $16^{\circ}\ 10'$ וב- 31° בו $16^{\circ}\ 02'$ (חצי הקוטר הבינוני הוא $16^{\circ}\ 01'$, כפי שהוא נראה במרחק של 1 י"א).

ירח

מרט 1962	עליה ישרה	נטייה	חצי קוטר	קולונג. ¹	זריחה	שקיעה	צורה
	(ל"ס שעות זמן עולמי) h m	' "	' "	' "	h m	h m	
1	17 44.2	—19 16	15 45	203.9	1 40	12 22	●
6	22 44.1	—10 02	16 44	264.9	6 03	17 49	◐
11	3 26.9	+13 26	15 58	325.9	9 34	23 20	◑
16	7 54.8	+18 57	14 56	26.8	13 38	2 52	◒
21	11 51.6	+ 4 27	14 43	87.6	18 02	5 54	
26	15 43.5	—14 34	15 09	148.4	22 35	8 45	פריגיאוים
31	20 20.4	—18 18	16 09	209.3	2 16	13 09	אפוגיאוים

¹ קולונגיטורה סלנוגרפית של השמש.

•	d (U.T.)	ברוחב :	•	d (U.T.)	באורך :
+6.7	10.6		+7.6	12.6	
—6.7	25.2		—7.2	28.5	

פרוש הסימנים : באורך : + שפה מע' מגולה — שפה מז' מגולה ; ברוחב : + שפה צפ' מגולה — שפה דר' מגולה

כוכבי לכת

זריחה צהירה שקיעה (לפי שעות ישראל ואופק ירושלים)			גודל	חצי צורה קוטר ⁴	מרחק בי"א ³	תנועה ²	מזל ¹	נטייה	עליה ישרה	מרט 1962	
h m	h m	h m	m	"	"	"	"	"	(ל"ס שעות זמן עולמי) ° ' m h		
15 23	10 07	4 51	+ 0.4	0.53	3.7	0.915	ק	גדי	-16 53 21 01.4	1	♀
15 25	10 08	4 51	+ 0.4	0.57	3.5	0.946	ק	גדי	-16 40 21 09.4	* 3	
15 36	10 14	4 52	+ 0.2	0.68	3.2	1.061	ק	גדי	-14 52 21 47.1	11	
16 03	10 30	4 57	- 0.1	0.79	2.8	1.185	ק	דלי	-10 36 22 42.2	21	
16 41	10 52	5 03	- 0.5	0.88	2.6	1.282	ק	דגים	- 4 17 23 43.2	31	
18 09	12 24	6 39	- 3.4	0.99	5.0	1.695	ק	דלי	- 6 08 23 17.4	1	♀
18 27	12 30	6 33	- 3.4	0.98	5.0	1.680	ק	דגים	- 1 04 0 03.1	11	
18 46	12 36	6 26	- 3.4	0.98	5.1	1.660	ק	דגים	+ 4 03 0 48.5	21	
19 05	12 42	6 19	- 3.4	0.97	5.1	1.636	ק	דגים	+ 9 01 1 34.1	31	
16 01	10 41	5 21	+ 1.5	1.00	2.0	2.295	ק	גדי	-15 30 21 35.4	1	♂
15 58	10 27	4 56	+ 1.5	0.99	2.1	2.258	ק	דלי	-11 31 22 21.0	16	
15 54	10 12	4 30	+ 1.4	0.98	2.1	2.220	ק	דלי	- 7 06 23 05.2	31	
16 16	10 52	5 28	- 1.5		15.4	5.988	ק	גדי	-14 06 21 47.5	1	♃
14 50	9 20	3 50	- 1.6		15.9	5.773	ק	דלי	-11 50 22 13.7	31	
14 50	9 40	4 30	+ 0.9		6.9	10.796	ק	גדי	-19 02 20 36.0	1	♃
13 06	7 54	2 42	+ 0.9		7.2	10.433	ק	גדי	-18 22 20 47.4	31	
5 40	23 04	16 32	+ 5.7		2.0	17.366	א	אריה	+12 54 10 01.8	1	♂
3 40	21 02	14 28	+ 5.7		2.0	17.590	א	אריה	+13 17 9 57.6	31	
9 15	3 51	22 23	+ 7.7		1.2	29.873	א	מאזניים	-14 09 14 46.1	1	♏
7 16	1 52	20 24	+ 7.7		1.2	29.486	א	מאזניים	-14 00 14 44.3	31	

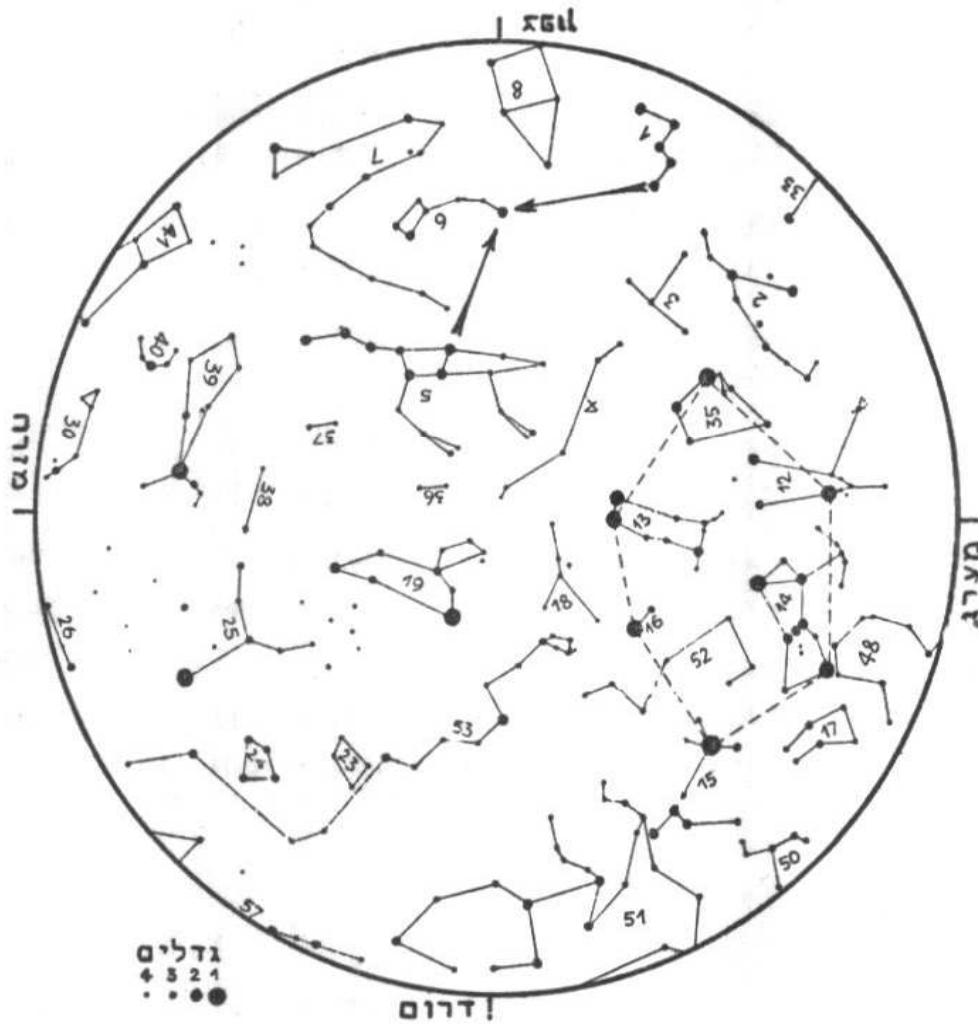
פלוטואידים⁵

				(1950.0)	(1950.0)		
8.5	2.910	ק	שור	+17 43	3 28.1	7	(1)
8.6	3.026	ק	שור	+18 53	3 40.8	17	
8.6	3.134	ק	שור	+20 00	3 54.7	27	
8.4	2.670	ק	שור	+17 22	3 50.3	7	(4)
8.5	2.795	ק	שור	+18 23	4 03.0	17	
8.6	2.913	ק	שור	+19 20	4 16.9	27	
10.9	1.575	ק	תאומים	+20 49	6 18.0	7	(5)
11.1	1.678	ק	תאומים	+21 16	6 28.0	17	
11.4	1.785	ק	תאומים	+21 36	6 40.4	27	
10.1	1.464	ק	תאומים	+22 14	6 34.0	7	(20)
10.5	1.574	ק	תאומים	+22 08	6 43.8	17	
10.7	1.691	ק	תאומים	+21 57	7 55.7	27	

- * ראה ברשימת התופעות המיוחדות בתאריך זה.
- 1 כאן נרשם שם המזל שבתחומו נע כוכב-הלכת. לפי תיחום קבוצות-הכוכבים המקובל היום עוברים המסלולים של כוכבי-הלכת גם בקבוצות שאינן נמנות עם גלגל-המזלות.
- 2 א = תנועה אחורנית (ממז' למע').
 ע = עומד מתנועה (בעליה ישרה), עובר מכיון אחד למשנהו.
 ק = תנועה קדומנית (ממע' למז').
- 3 י"א (יחידה אסטרונומית) = 149 504 200 ק"מ.
- 4 אצל כוכבי-הלכת צדק ושבתאי מובא כאן חצי הקוטר מקוטב לקוטב.
- 5 שמות הפלוטואידים: (1) קרס, (4) ואַסטה, (5) אַסטרֶאָ, (20) מאסאליה. Ceres, (4) Vesta, (5) Astraea, (20) Massalia.
- הנתונים בסור ג' אצל הפלוטואידים הם גדלים פוטוגרפיים; הגדלים הראותיים הם בדרך כלל גבוהים יותר: ב-27 במרט — (1) קרס, ג' 8.0; (4) ואַסטה, ג' 7.9.

מפת שמי הערב ב־15 במרס ב-00:22

בראשית החודש ב־00:23 ובסופו ב־00:21 = שעת הכוכבים : 09:40



מד' ומע' מסומנים במפות כוכבים הפוך מן הנהוג במפות הארץ, כי אנו צופים על פני הארץ „מלמעלה“ (מבחוץ), על השמים „מלמטה“ (מבפנים). יש אפוא להחזיק את מפת השמים מעל לראש. צריך לדאוג שהקו צפ-דר' יהיה מכוון אלינכון (בעזרת כוכב־הקוטב המסומן בחיצים) ואז יתאימו נקודות מד' ומע' של המפה. קבוצות הכוכבים מסומנות במפה במספרים המופיעים בתאור שמי הערב בסוגריים אחרי שמות הקבוצות. הכוכבים הראשיים הנזכרים בתאור הם הכוכבים המזהירים בכל קבוצה וקבוצה.

המספרים במפה מציינים את קבוצות הכוכבים כלהלן :

1	קאסיופייה	8	קפיאוס	18	סרטן	33	אנדדומדה	41	הרקולס
2	פרסיאוס	12	שור	19	אריה	35	עגלון	48	ארידאנוס
3	גיראסה	13	תאומים	23	גביע	36	אריה קטן	50	יונה
4	לינכס	14	אוריון	24	עורב	37	כלבי־צייד	51	ספינת־ארגו
5	דובה גדולה	15	כלב גדול	25	בתולה	38	שער־בירוניקה	52	ראם
6	דובה קטנה	16	כלב קטן	26	מאזניים	39	רועה דובים	53	נחש־מים
7	דראקון	17	ארנבת	30	נחש	40	כתר	57	קנטאור

זמני מינימום של אלגול

זמני מינימום נוחים לתצפית יחולו החודש : ב־10 בשעה 00.3, ב־12 בשעה 21.1, ב־15 בשעה 17.9.

כתובת המערכת וההנהלה : אגודת אסטרונומים־חובבים, ע"י האוניברסיטה העברית, ירושלים
דפוס קואופרטיבי „אחזה“ בע"מ, ירושלים