

הכוכבים בחודש

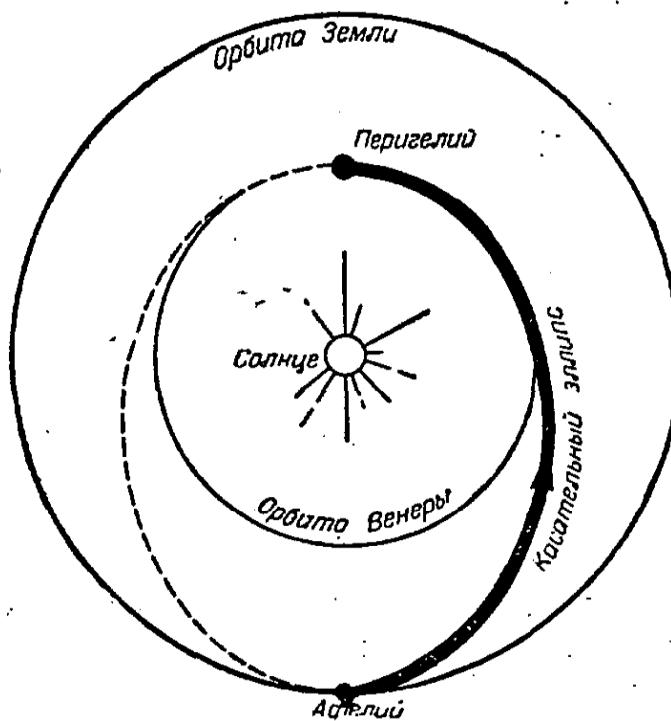
ז. ח. מ. שנה

יוצא לאור על ידי
אגודת אסטרונומים-חובבים בישראל
בעריכת ד. ז'יק

המטרה השנייה - נוגה!

מאת ד. ו. ז'יק

בזכותם של המדענים הסובייטיים עלה בימים אלה כוכב-הlection נוגה אל כוורות העתונות הימית. «התחנה הבינפלאנטרית האוטומטית» ששוגרה ב-12 בפברואר 1961 מתוך ספוטניק, שהוכנס למסלול באמצעות טיל רב-שלבי, נמצא בדרך אל כוכב-הlection וצריכה להגיע אליו ב-26 במאי, אחרי טיסה למרחב הבינפלנטרי במשך 103 ימים. מתחבר מתוך הנתונים שפורסמו עם השיגור, כי המדענים סטו מתוכנית מקורית שפורטמה קודם לכן, ושלפה תוכנן נתיב הטיסה כמחצית-אליפסה, כפי שמתואר בציור. במקרה זה היה חיבר להיות המועד הנוכחי ביותר לשיגור ה-13 בינוואר 1961 והתחנה הייתה מגיעה אל נוגה ב-7 ביוני — אחרי 146 ימים. המסלול שנבחר הוא מסווג אחר, והוא מקוצר את הטיסה ב-43 ימים, אך דורש בהכרח מהירות התחלתית גדולה בהרבה ותפחיתה משקל המשא האפשרי לגבי טיל מסוים. עצמת הטילים הרבי-שלביים הסובייטיים מאפשרת כנראה להתגבר גם על קשיים אלה ומשקל התחנה (ק"ג) מוכhit.



נתיב הטיסה אל נוגה

במרכז הציור — המשמש, המנגל הפנימי — מסלול של נוגה, המנגל החיצוני — מסלול של הארץ, בקו שמן מצוייר נתיב חיזיאלי-פטרי של תחנה ביןפלנטרית בדרכה מן הארץ אל נוגה (ראה בטכסט).



מסתבר שנבחרה הדרך הקצרה ביותר האפשרית. בטור קטע של עקומה (אליפסה או פארabolah) ארוך נתיב זה מן המרחק הקצר ביותר (בקו ישר) בין ארץ ונוגה שחל בשעת התקבצות התהונגה של נוגה עם השמש (ראא להן). מועד התקerbות זאת יהיה השנה ב-10 באפריל ונוגה יהיה מרוחק מן הארץ 42.4 מיליון קילומטר. בשעת השיגור, ב-12 בפברואר, יהיה נוגה מרוחק 88 מיליון קילומטר ובשעת הגיעת התחנה אל נוגה, ב-26 במאי, יהיה המרחק בין נוגה לארץ 75.6 מיליון קילומטר.

בונזוגה של הארץ

כוכבי-הlections נוגה (וונוס), "כוכב הערב" שולט בימים אלה בשמי הארץ. הוא עולה בזוהר על כל הכוכבים האחרים. ככוכבלכת זה, המתקרב אל הארץ יותר מכל יתר כוכבי-הlections, מכונה לעיתים ככוכבת-ח��ם או בונזוג שלה, כי הוא דומה לה גם בגודלו ובמשקלו, בצפיפותו ובמבנהו הכללי. قطرו של נוגה הוא 12,400 קילומטר לעומת עוצמת 12,800 של כדור הארץ. שטחו של נוגה קטן, אפוא, בחמשה אחוזים בלבד מזוה של הארץ.

שניתם, נוגה והארץ, הם גופים כבדים ביחס לגודלם. צפיפות הארץ היא הגדולה שבין כל כוכבי-הlections והוא גדולה 5.5 פעם מזו של המים. זאת היא הצפיפות הממוצעת של הארץ. צפיפות סלעי הארץ, שהם קרוםיה החיצוני, היא רק חצי מן הצפיפות הממוצעת שלה ולכון ציריך גרעינה להיות הרבה יותר צפוף מן הערך הממוצע. חשובים, אפוא, שפניהם הארץ מורכב מברזל מתכתי או תערובת של ניקל וברזל בדומה למטייאוריטי הברזל המגעים אלינו מרחב היקום. צפיפותו של נוגה היא בערך באותו שיעור, כ-5 פעם גדולה מזו של המים, ויש להגיה, שטחו החיצוני וגם גרעינו של נוגה דומים לשטחה וגרעינה של הארץ.

על אודוט פני שטחה של נוגה אין אנו יודעים ולא כלום, כי הוא מסתתר מפני מבטו ה ישיר על ידי מעטה אטמוספרה בלתי חדר. וגם לוחות צילום הרגושים לקרני אינפרא-אדום, שימושים בהם זמן האחרון בהצלחה רבה לצילום במרחקים גדולים ודרך ערפל ועננים, הכזיבו ולא יכלו לעبور את האטמוספירה הסמוכה של נוגה.

האטמוספירה של נוגה

מציאות של אטמוספירה צפופה זו נקבעה בדרכים שונות. בשעה שנוגה מראה לנו צורת חרמש (בדומה לצורת הירח), רואים שהוא החרמש מתמשכים יותר ממחצית הדרך מסביבו לקו הקפו של הדיסק האפל. לעיתים מתמשך קו-אור כזה כמעט מסביב לכל הדיסק, כשהכוכבי-lection קרוב מאוד לעמדתו בין הארץ ומשם, עד מהה המכונה התקבצות תהונגה של נוגה עם השמש, ואפשר היה לנוגה גם מוליך של נוגה. תופעה זו היא תוצאה של חידרת אור המשמש דרך האטמוספירה של נוגה, מסביב צידו האפל המפנה כלפינו. במקרים שנוגה עובר בדיק בין הארץ ובין השמש, נראה גוף האפל מוטל על דיסק השמש. זאת היא תופעה נדירה, שהלה בפעמים האחרונות בשנים 1874 ו-1882, ולא תחול שוב אלא בשנים 2004 ו-2012. במעבר האחרון נראה קו-אור מסביב לחלק של גוף של נוגה שהיה מחוץ לדיסק המשמש בתחילת המעבר ובסיומו, והוא נגרם על ידי שבירת האור באטמוספירה של נוגה.

האטמוספירה של נוגה נבדקה בעורת הספקטросkop, אולם בכלל אי-שיקיפותה הגדולה יש לחשב שנבדקו רק שכבותיה העליונות ביותר. מצאו בה שפע של דו-תחומות הפחמן, בכמות הגדולה אלףים אחדים פעם יותר מאשר באוירה שלנו. לעומת זאת נקבע בבדיקות אלה שנעדרים חמצן ואדי-מים, לפחות באותה מידת

הניתנת למדידה. המסקנה: כמוות החמצן בשכבות העננים הולינה היא פחות מalfaית אחת של כמות החמצן באוירית הארץ. נוכחותם של חמצן ואדיימים היא הכרחית בשבייל תופעות החיים, כפי שהן ידועות על פני הארץ. הספקטרוסקופ אמן אינו חזדר אל שכבות האטמוספירה הנמוכות שעל פני שטחו של גוגה וייתכן מאד שהן שונות מן החיצוניות. ואין לענות לפני שעה בחיווב או בשלילה על השאלה, אם קיימים חיים בכוכב-הבלת השכן שלנו. במחקר שבוצע על ידי צי ארצות-הברית לפניו נשאנו בדיקות ספקטרוסקופיות של אטמוספרת גוגה מתוך באלו מאושיש שהתרומות עד גובה 80,000 רג'ל, מעלה ל- \sim 98% של אוירית הארץ המפריעה בתכיפות מעין אלו. המסקנות מעודדות ביחס לשאלת החיים על גוגה. נקבעה כמות של אדיימים העולה כ-4 פעם על זו הכלולה בסטריאטוספירה של הארץ והיא שווה לכמות אדייהם המצוים מעל עננים גבוהים ביותר באטמוספירה של הארץ. המסקנה המתיחסת היא שאטמוספרת גוגה מתחת לשכבות העננים היא עשירה עוד יותר באדיימים.

כמוות האור והחומר שנוגה מקבל מן השימוש היא כפלים ממה שהארץ מקבלת מאותו המקור, אולם העננים הצופים שבאטמוספירה שלו, המסתירים כל כך את פני הכוכב, מונעים את הדירת האור והחומר עד לשטחו. מדידת הטמפרטורה של פני העננים של גוגה מראה קור של 25 מעלות מתחת לאפס באופן שווה על פני הכוכב. שכבות העננים העליונות שמורדים באופן כזה, הן בוודאי קרויות בהרבה מן השטח, ויש סבירה שהטמפרטורה בפני השטח בנקודתת תתי-شمישת מגיעה עד כדי 100 מעלות מעל לאפס, נקודת הרתיחה של המים, ואתה מעל לזה. אדיימים ואט אוקיינוסים של מים, הקיימים על פני גוגה, לפי ההשערה, נתונים בתנאים אלה של חום גבוה בהתאזורות חזקה והם יוצרים את שכבות העננים העבה. יש, אפוא, להסיק, שאקליםו של גוגה הוא חם ולח והמשקעים מרובים בו. את העדר החמצן אפשר אולי להסביר בחוסר צומח על שכנו. חמצן הוא יסוד פעיל ונוח מאוד להתחבר עם יסודות אחרים בתרכובות שונות. בארץ מלא הצומח תפקיד חשוב בהשלמת מלאי החמצן של האטמוספירה.

תבוננות פיסיקלית

האטמוספירה הס邏יכה של גוגה מפריעת לנו גם במצבות עובדות אחרות, החשובות בחיי כוכב-בלת, כגון אורך יומו, תקופת סיבובו סביב לצירו, תקופות השנה שלו הקשורות בנטיית צירו כלפי מישור מסלול הקפה שלו סביב השמש. עובדות אלו נקבעו, למשל, בדיקנות אצל מאדים, כוכב-הבלת השכן השני. משעריהםبعث שימושו של גוגה הוא בסדר גודל של 5, או 30 יומי' ושציר הסיבוב שלו נטו רק מעט, באופן שהשינויים שבין התקופות השונות הם קלים מאוד. — קודם חשבו שנוגה מפנה תמיד את אותו הצד כלפי השימוש, כמו הירח שלנו ביחס אל הארץ. אילו היה זה כך, כייאו היו הבדלי הטמפרטורות שבין צידי היום והלילה צריכים להיות כה גדולים, עד שאפשר היה להסביר את הטמפרטורה האחדה של שכבות האטמוספירה העליונות שנמדדנו.

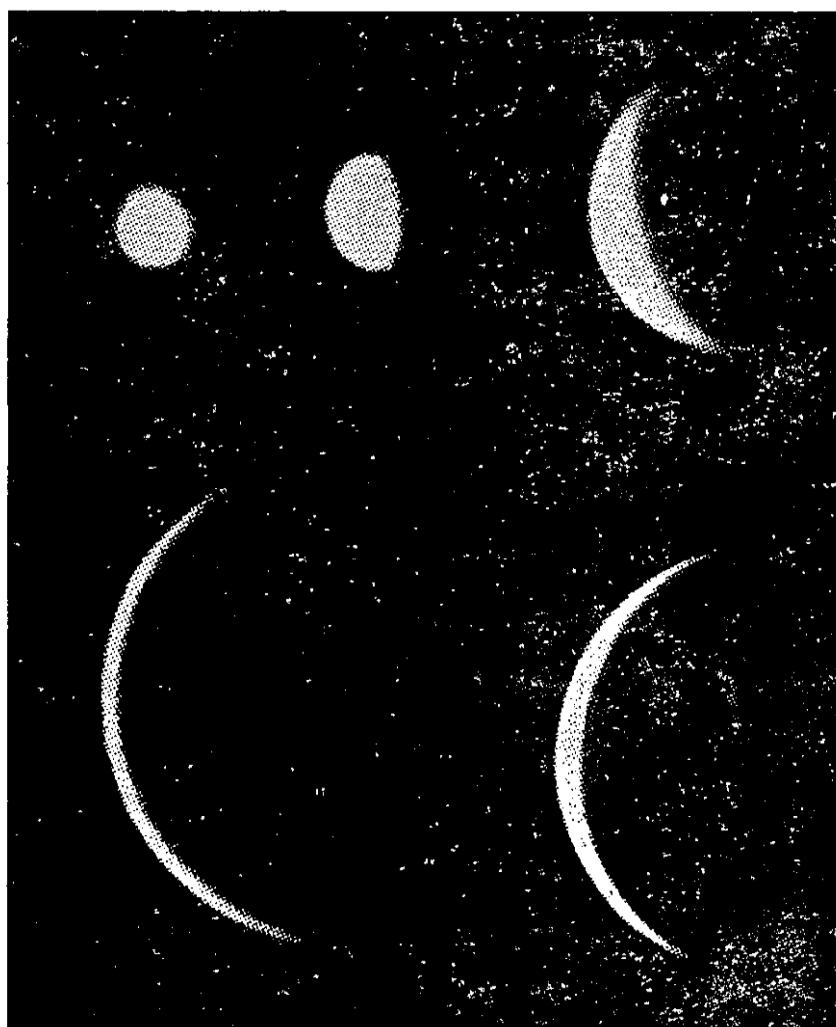
גוגה בתכיפות טלקופית

בשביל הצופה מן הארץ גוגה הוא הכוכב המזוהיר והמבהיק ביותר והשלישי בזוהרנו בין גורמי השמיים, אחרי שמש וירח. בלילה בהיר ללא ירח הוא מטיל צל. צופה חד-עין, שמודע את מקומו של גוגה בדיקוק, ימצא אותו גם באמצעות היום ללא ציוד אופטי, אם השימוש איננו בסביבתו הקרובה.

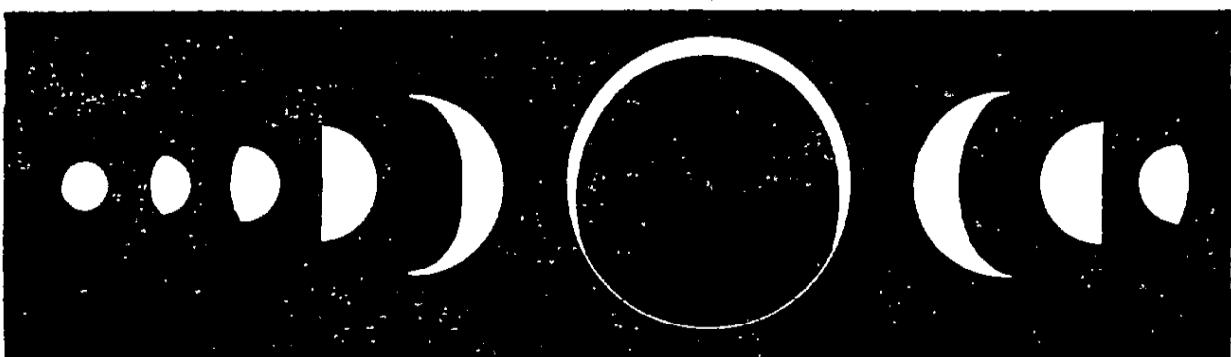
² ראה "סיבוב גוגה סביב צירו" — כרך ו', מס' 5, עמ' 49 של "הכוכבים בחודש".

בטלסקופ מראה נוגה צורות בדומה לירח, כי מסלולו מסביב לשמש נמצא בפנים כלפי מסלול הארץ. עובדה זו נקבעה לראשונה על ידי גאלילי, כשהוא היפנה את המשקפת שלו אל נוגה, והוא ראה בה הוכחה מובהקת לאmittות תורתו של קופרניקוס. בהיותו בקרבתו הגדולה אל הארץ — וזה חל בהתקבצותו התחתונה של נוגה כשהוא עובר בין הארץ והשמש — צורתו היא של המולד. מרחקו מאתנו באותה שעה הוא כ-42 מיליון קילומטר. בהתקבצותו העליונה עם השמש, כשהוא עובר בדרךו מהורי השמש בשביל הצופה מן הארץ, צורתו היא צורת הירח במלואו ומרחקו הגדל ביותר, בשער 250 מיליון קילומטר. אז הוא כרובן הרבה פחות מזהיר (כשהוא בכלל נראה בקרבת השמש). אולם גם אז הוא עוד עולה בזוהר על כל יתר כוכבי-הלקת. למרחקו הזוטרי המורחוי והמערבי הגדל ביותר מן השמש הוא מראה את צורת הירח ברבעו הראשון או האחרון. הוא יכול להתרחק אז עד כדי 47 מעלות מן השמש והוא נראה כשלוש וחצי שעות אחרי שקיעת השמש או לפני זרחתה.

בקרבתו הגדולה ביותר לארץ הוא נראה כחרמש דקיק וככל שהמרחק גדל והולך, כך נראה שטח הדיסק שלו מואר יותר. המרחק הגדל גורם להפחחת אורה, אולם שינוי הצורה פועל בכיוון הפוך. כתוצאה משתי פעולות אלו גודל והולך זוהרעד ל-36 יום לפני התקבצותו התחתונה ושוב עד ל-36 יום אחריה. צורת נוגה בטלסקופ נראהת אז דומה לצורת הירח חמישה ימים אחרי המולד. זה יחול השנה ב-5 במאי, לפני התקבצות התחתונה, כנסוגה "כוכבי-ערב", ויחולשוב ב-16 במאי, 36 יום אחרי התקבצות כנסוגה יהיה "כוכבי-שחר".



תצלומי נוגה (בצורות שונות) שנעשו במצפה-כוכבים על שם לוזל.



9 8 7 6 5 4 3 2 1

צורות של נוגה כפי שהן נראות בטלסקופ הופך (דרומ למעלה) — דצמבר 60 עד ינואר 62 :

(בשמי הערב) :

1 — סוף דצמבר 60	— 2
29.1.61 — 2	
5.3.61 — 3	
11.4.61 — 4	
7 מעלות צפוניות לשמש,	
התקבצות תחתונה	
נוגה בלתי נראה מאחוריו השמש,	
התקבצות עליונה	

שנת נוגה, ככלומר הזמן שכוכב-לכת זה צריך כדי להكيف את השימוש (השנה הסידרית), היא 225 يوم מימי הארץ, אולם תקופת הזמן שהוא צריך כדי לשוב מצורה מסוימת, בגון התקבצות תחתונה לאויה צורה עצמה בעיני הצופה מן הארץ, היא 584 יום (השנה הסינודית). תקופה זו מושפעת כמובן גם על ידי תנועת ההקפה של הארץ מסביב לשמש.

האโซציאציות והתחוות הכוכבים

אי-עמידותן של אסוציאציות

בסיום רישימתנו האחרונה¹ הגענו על פי שיקולים דינמיים למסקנה שהכוכבים המהווים את האסוציאציות הם צעירים באופן יוצא מגדר הרגיל. המסקנה על גילם הצעיר מוצאת אישור נוסף נוסף בנחותם אסטרופיזיקליים. כפי שכבר הזכרנו כוללות האסוציאציות כוכבים המציגנים בכך שנפלט מהם חומר בעוצמה רבה; אלה הכוכבים מטיפוס O, B ובמיוחד כוכבי וולף-ראיט, (Wolf-Rayet)², Be, P Cygni, ועוד. כמוות החומר הנפלט מכל אחד מן הכוכבים האלה בשנה שהוא 10^{5-6} עד 10^{7-8} פעם המשה של השמש. ברורו, שתהליך זה לא יכול להמשך יותר מאשר 10^6 עד 10^7 שנים. علينا להסביר, אפוא, שכוכבים הפלוטים חומר במידה כזו חייבים לעبور בהירות רבה מזב עמיד אחד, שבו המשה גדולה, אל מזב עמיד אחר, ובו משה קטנה יותר. אך ידוע גם, שכוכבים בעלי משה העולה על זו של כוכבים מטיפוס וולף-ראיט, Be, P Cygni, הם נדירים ביותר. מכאן علينا להסביר שוב, כי הכוכבים שבהם אנו דנים, והאסוציאציות המכילות אותם, נוצרו במישרין מן הפואת התרומם-כוכבית של החומר ושהדבר קרה לפני זמן לא רב.

¹ ראה "אסוציאציות של כוכבים" בגלויון ינואר של "הכוכבים בחודש", כרך ח' (1961), עמ' 4-7, 10.

² כוכבי וולף-ראיט Wolf-Rayet stars (כוכבים שנתגלו בשנת 1867 במשותף על ידי וולף וראיט בפארץ) הם כוכבים מרווחים בעלי עוצמת אור נבואה מאוד. אומדן גודל

היות שהגיל הבינוני של כוכבי הגלקסיה הוא מסדר גודל של מיליארדי שנים אחדים והיות שהאסוציאציות אינן יכולות להיווצר מכוכבים עצמאיים שהיו קיימים קודם לכן, علينا להסיק שהתחווות כוכבים בגלקסיה שלנו היא עדין בעיצומה. מסקנה זו חשובה במיוחד בכך, כי היא עומדת בנגד לתיאוריות על התהווות של כל הכוכבים בעת ובוונה אחת.

אפשר להוכיח, שאסוציאציה של כוכבים, המתפרקת והולכת בהשפעת כוחות גאות ושלל, תקבל צורה מוארכת מאוד לפני שתגיע להתרוקות סופית. אך רבota מן האסוציאציות בעלות מדדים נכבדים (כגון האסוציאציה "פרסיוס ו"), הן כמעט כדוריות. ההסבר היחיד האפשרי לעובדה זו הוא, שהכוכבים בכל אסוציאציה כזאת נורקו בזמן התהווותם מן האзорים המרכזיים שלהם במהירות בסדר גדול של עשרות קילומטרים לשניה. ערך זה נגור באופן תיאורטי על סמך מדדי האסוציאציות.

ב-1952 מצא האסטרונום ההולנדי בלאוו (W. A. Blaauw) אישור מופלא להטפסות אסוציאציה, כפי שהיא נדרשת על פי השיקולים התיאורתיים. בylimוד תנועות הכוכבים באסוציאציה "פרסיוס ו" (17 כוכבים בסביבת הכוכב Persei ג, כולם בתחום תחום של 100 שנות-אור) הוא מצא שתנועותיהם העצמיות³ ומהירותיהם הרדיאליות⁴ של כוכבים אלה מעידות על כך, שהכוכבים מתרחקים ממרכז האסוציאציה בשערם ממוצע של 12 ק"מ/שניה. באותו שער של התפשטות הגיעה האסוציאציה לגודלה הנוכחי אחרי 1,300,000 שנים. רוח זמן זהה הוא באמת קצר מאוד במובן האסטרונומי, אך מתබל מאוד על הדעת, שגיל האסוציאציה הוא מסדר גודל זה, וכן גם גילם של כוכבי O, B, תחמים שבתווך האסוציאציה. הם נוצרו בминן התפוצצות לפני כמיליון שנים, או בשעה יותר, ונורקו לאחר מכן למרחב.

הופעת התפשטות נקבעה מאוחר יותר גם באסוציאציות אחרות. כך נמצא שעור התפשטות בסדר גודל 8 ק"מ/שניה לגביו קבועה של כ-30 כוכבים בסביבת הכוכב מטיפוס O, Lacertae 10, מה שמרמז על גיל מסתבר של האסוציאציה (I) (Lacerta) מסדר גודל של 4,200,000 שנים.

מוחלט שלהם, בתחום מ-4—עד 8—מבוססים על מדידות של אחדים מהם הנראים בעיניהם המנגננים ובגלקסיות קרובות אחרות אשר מרחקיהם ידועים. הם גם בין הכוכבים החמים ביותר המוכרים לנו, הטמפרטורות של פניו שטחים נאמדות ב- $60,000^{\circ}$ עד $100,000^{\circ}$. הרדיוסים שלהם הם גדולים במיוחד פעמיים מזה של השמש. ידועים כיום כ-200 כוכבי וולף-ראיט. — הסימן הספקטרוסקופי המובהק של כוכבי וולף-ראיט (במין הספקטראלי מצינינים אותו באוט W) הם קווי מליטה ממוצא אטומי, לעיתים ברוחב כה גדול כ-60 עד 100 אングסטרום ובוואר העולה 10 עד 20 מונים על הספקטרום הרציף המתחרב אליהם. רוב הקווים המזהירים הם של אטומים בעלי יוניזציה גבוהה של תילו, חנקן, חמצן, צורן ופחמן. מבדלים בהם בין שתי סידרות: סידרת פחמן וסידורת חנקן, לפחות שכיחותם היחסית של שני יסודות אלה בתחום. קווי הפליטה הרחבים מוסכרים כקליפות נז מתרשות המקיפות את כוכבי וולף-ראיט בזרת מעתות כדוריות.

³ תנועה עצמית (proper motion) של כוכב היא תנועתו הזוויתית (שינוי מקום) בכיפת השמיים לצדדים (בזווית ישרות לגביו ביחס לראייה — תנועה משיקית), הנגרמת על ידי תנועתו האמיתית במרחב. מבטאים אותה בשניות-קשת לשנה. התנועה העצמית הגדולה ביותר הידועה היא של כוכבו של ארנארד (Barnard's star), כוכב בן ג' 9.4 בקבוצת נושא-נחש, שנקבעה בשנת 1916; שעורה 10.25; תוך 350 שנה כוכב זה את מקומו בשמיים במעלה שלמה.

⁴ תנועה רדיאלית של כוכב היא תנועתו בכיחס לראייה, בפלנו או מאטנו ולהלאה. מהירותו הרדיאלית (radial velocity) היא תנועתו הרדיאלית מבוטאת בקילומטרים לשניה. קבועים אותה בעורת הספקטרוסקופ על יסוד האפקט של דופלר. בתנאים נוחים מגע וריך המדידה עד כדי חצי קילומטר/שניה; + משמש לציון התרחקות, — לציון התקרכות.

במקרים מסוימים נקבעו באסוציאציות⁵ הידועות גרעינים אחדים, כי לא ניתן ליחס את תנועת הכוכבים כמתפשקת ממרכז אחד. טبعי, אפוא, להניח שהגרעינים השוניים הם מרכזים נבדלים של התהווות כוכבים והתמונה הכללית של תנועות הכוכבים באסוציאציות כאלה-פחות פשוטה. את הרמו הראשון לכך מצאה ארטיווחינה (M. Artyukhina) ⁶ שהראתה שבאסוציאציה "קפיוס ו" יש שני מרכזים מהם מתפשקים ומתרחקים הכוכבים.

האסוציאציה הנושאת את השם "אוריוון" מורכbat עוד יותר. באוצר של קבוצת הכוכבים אוריוון (כטיל), הכול ערפיליות מזהירות ואפלות ושפע של כוכבי ס, B,⁶ יש אסוציאציות אחדות; מורגאן (Morgan) מכנה אותן בשם "צבר של אסוציאציות (aggregate)". כאן מצאו בלאואו ומורגאן (Blaauw and Morgan) את תופעת ההתפשטות המפתיעה ביותר. לשושנת הכוכבים Columbae, AE Aurigae, 53 Arietis נקודה הנמצאת בקרבת הערפילית. הגדולה של אוריוון על 100 ק"מ/שנה. מסתבר שם הקליעים החמים והמהירים ביותר שנרוו למרחוב בתופעות אוריוון האדירה שקרה לפני 2,500,000 שנה. — מחקר אחר, של סטרנד (K.A. Strand), העלה שצביר הכוכבים סביב הטראפז (Trapezium) מתפשט בשעור של 5 ק"מ/שנה בקירוב. פרישתו של הדבר, שגיל הצביר אינו יכול לעלות על $10^5 \times 3$ שנים. נקבע, אפוא, שאסוציאציה אוריוון כוללת שתי קבוצות מתפשטות ואפשר אף להניח שיש בה עוד קבוצות כוכבים אחרים שתנועותיהן שונות מן הנ"ל. כך למשל קיימת עדות חזקה לכך שלlobby ההגירה של אוריוון יש מוצא משותף. אך לפי שעה אי אפשר היה להבהיר את חוקיות התנועה בקבוצה זו בגלל שעורן הזעיר של המהירות היחסיות.

nocחות של קבוצות נפרדות באסוציאציות⁵ שנוצרו בזמנים שונים ומתרחשות ללא תלות הדית היא עובדה חשובה שיש לזכור בחשבון כשניגשים לשזר את המהוותן של אסוציאציות⁵.

התהווותן של אסוציאציות⁵

הנה השיקולים של אמברצומיאן ביחס להתהווותן של האסוציאציות: כשנוגה לעקב אחרי התפתחותה של אסוציאציה אחורה בזמן, נמצא שככל אחת מן הקבוצות המתפשטות הייתה חייה לתפש בזמן מן הזמנים נפח קטן באופן ניכר מוה שהיא

⁵ N. M. Artyukhina. Astr. Zhurnal 30,6,1953
⁶ כל חocab כוכבים מכיר את הערפילית הגדולה באוריון (42) ואת צביר הטראפז (Trapezium cluster) שבתוכה. הערפילית עצמה היא ענן נרחב של גז מימן מינון שנעשה מאיר הודות לקרינה האולטרא-סגולית הנפלטה מן הכוכבים החמים של צביר הטראפז. באותו אזור השם קיימת אסוציאציה דלילה של כוכבי ס, B, בעלת צורה מוארכת, התופשת נפח גדול הרבה. בתצפית של רדיוטלסקופים מצאו שככל העצים האלה נמנונים בתוך ענן גדול ביותר של מימן נויטרלי שקווטרו בסדר גודל של 300 שנות-יאור והוא בעל מסה כללית של 50,000 עד 100,000 פעמי השם; ערפילית אוריוון המפורסמת, בעלת מסה כללית העולה לכל היותר כ-1000 פעם על זו של השם, מהויה כהם זעיר בלבד של מימן מינון בתוך הקומפלקס הגודל הזה. הקומפלקס הזה, הניתן בתנועת סייבוב אדריה על כל הערפיליות והכוכבים שבו. כולל עצמים של גז ואבק אחדים הידועים יפה, כגון ערפילית "ראש הסוס" (Horsehead nebula), קימרון של ערפל שצולם לראשונה על ידי אדרנארד. מקומה בשולי ענן הגודל של מימן נויטרלי ומסתבר שהוא נוצרה במקום שבו נתקلت המסת העצומה המתפשטת של הגנו (המתפשטת בשעור של 10 ק"מ/שנה; בקירוב) בחומר הבינוכובי שמסביב. יש, אפוא, לראות בארגינאט של אוריוון "סיר בישול" ביןכוכבי עוזם העשוី בעיקר גז מימן נויטרלי שחילק ממנו החעבה וייצר כוכבים צעירים. אלה גורמים ליווניזציה של הגנו שבקרכתם ובזה לקרינה. בכל הקומפלקס מפוזר אבק ביןכוכבי בשפע.

תופשת בהוותה. השאלה העיקרית היא, מה היה הנפח של הקבוצה המתפשטת בשעה שהכוכבים שללה נפרדנו מגוף הירולי אליו הייתה השווא, כדי להוות אובייקטים מבודדים. יש להניחס, מן הסתם, שעוצמת האור של אובייקטים אלה בשלבים המוקדמים הייתה חיבת להיות שונה לחלוטין מזו שהיתה באה כתוצאה מהפיקתו של כל אחד מהם לכוכב במצב פחות או יותר עמיד.

העובדת שמערכות מטיפוס הטראפו ניצפות באסוציאציות — מערכות שהן בלתי עמידות ושיש להן יחד עם זה מדדים של 0.1 פארסק בלבד — מרמות על כך שנפחן המקורי של האסוציאציות היה קטן מאד. אם גוסף ונניח שמערכות מטיפוס הטראפו היו בשלבים המוקדמים של התפתחותן קבוצות דחוסות עוד יותר, אנו מגיעים למסקנה שאותו גוף תרומס-כוכבי, ממנו נוצרה הקבוצה המתפשטת, היה בעל דחיסות גבוהה. הוא היה בהכרח גם בעל מסה גדולה, בשעור של מאות או אלפי פעם יותר ממסת המשם. לא התמצפית ואך לא התיוריה מרימות ששירות בשיוי משקל, בעלות מסות גדולות כל כך תוכלנה להתקיים כשמדיין יהיו בדרגת גודל של רדיוסי כוכבים או בדרגות גודל אחדות גדולות יותר. וזה הביא את אמברצומיאן להשערה, שהגוף התרומס-כוכבי היה במצב של "דחיסות יתר" (superdense). דחיסותו של הכוכב הירולי (protostar) הייתה אולי מסדר גודל דחיסות גרעין האטום. נסתבר שלכוכבים הירולים יש במצב זה עצמת אור נמוכה ביותר ולכון הם לא נצפו עד כה. אך אמברצומיאן מוסיף: אין לנו היום תיאוריה הגיונית על מבנה של כוכב הירולי, מעין תיאוריה שהיתה מסבירה, כיצד החומר שבתוכם הופך במרוצת הזמן לכוכב רגיל המתפרק למקום היוצרתו במהירות ניכרת.

דרך פתוחת היפותטית שלפיה יכולו להתהוו אסוציאציות של כוכבים הוצאה על ידי י. ה. אורט (H. J. Oort). לפיו גורם כוכב מטיפוס ס', הנמצא בתחום ערפילית בעלת מסה גדולה, לכך שהחלקים הפנימיים של הערפילית יתחממו ויתפשטו. כהוצאה מזה חלה התכווצות של גז באזורי גבולי בין החלקים הפנימיים המוחומים והחיצוניים. בغالל איזה יציבות הגרביטציונית של התערבויות הנובעות מכך, נוצרים כוכבים בשולי הערפילית ותנוותם מרחיקה אותם מן המרכז. תיאוריה זו עומדת, לפי אמברצומיאן, בניגוד לנכפה, שמערכות מכופלות (multiple systems) מטיפוס הטראפו, כולן קבוצות של כוכבים צעירים מאד, נמצאות במרכזן הערפיליות ממש.

הרעيون שכוכבי האסוציאציות נוצרים מערפיליות גזים עומד בהתאם לתיאוריות הקוסמוגוניות המקובלות, שכל האובייקטים השמיימיים נוצרים מערפיליות. אך הנחתו של אמברצומיאן, שאסוציאציות כוכבים נוצרות מכוכבים הירולים בעלי "דחיסות יתר" מביאה למסקנה שכוכבים וערפיליות נוצרים בעת ובונה אחת מן הכוכב הירולי. לפי תיאוריה זו התפשטותה הניתן של קבוצת הכוכבים והן של הערפילית הניתן תופעות קרובות המסובבות על ידי התפרקות הכוכב הירולי. ואפשר לציין כאן, שהרעيون על התהווות הערפיליות המתפשטות מאובייקטים דחוסים, כמו במקרה של חדש-ענק (supernova) וערפיליות פלנטרית (planetary nebula), הוא מקובל משכבר באסטרונומיה. התיאוריה של אמברצומיאן עומדת, אפוא, בהתאם למגמה שקיומה ידוע בטבע.

כוכבים בלתי עמידים

כוכבי ס' אינם סוג הכוכבים היחיד המהווה אסוציאציות וארגינאטים. הוכרנו? את אסוציאציות-ד' שנתקלו על ידי אמברצומיאן וקיבלו את שמן על ידו. חברותם

⁷ ראה בגלאון ינואר של "כוכבים בחודש", כרך ח' (1961), עמ' 6.

הם כוכבים מטיפוס Tauri-T המציגים شيئاו זוהר בלתי סדרים באופן קיזוני. בדומה, אפוא, שהם אינם במצב עמיד. הדבר הוא טבעי כי חפרי אסוציאציית-D הם כוכבים צעירים. חולופוב (Khlopov, N.P.)⁸ בספרו "חריגות רשיימה של אסוציאציות T העיקריות ומזה שכוכבים המשתנים מטיפוס Tauri-T מצוים במיוחד בשולי ערפיליות אפלות. אסוציאציות T נחקרו, נוספת על האסטרונומים הסובייטיים, גם על ידי הארנו (G. Haro) במצפה-כוכבים טונאנצינטלה (Tonantzintla) שבמקסיקו ועל ידי הרביג (G. H. Herbig) במצפה-כוכבים ליק (Lick).

הספקטרומים של אחדים מאובייקטים אלה מראים פרטימ מסוימים המבאים למסקנה, כי הם פולטים לא קרינה תרמית בלבד, ככלומר קרינה כפי שהיא נפלטה מכוכבים רגילים, אלא גם קרינה שאינה תרמית (קרינית-סינכרוטרון-synchrotron-radiation). הקרן הבלתי-תרמית מקורה בסיבת בלתי ידועה הפועלת מזמן לזמן באטמוספרות של כוכבים בלתי-עמידים. מגנון הפליטה אינו ידוע, אך ברור, שהקרן כוללת אנרגיה שהשתחררה ממוקורות אדירות אותן שהם שמקורם בשכבות החיצונית ביותר של הכוכב. חלים, אפוא בכוכבים אלה תהליכי של שיחזור אנרגיה לא רק באזורי המרכזים, אלא גם באטמוספירה שלהם.

הארנו במקסיקו גילתה שבין הכוכבים הבלתי-עמידים של אסוציאציות D יש ככל היותר מ-100 פעמיים יותר משך דקות מעטות כמה מוניות. במקרים אלה נפלטה האנרגיה המשוחררת באטמוספירה הכוכב ממוקורות בלתי ידועים תוך זמן קצר ביותר והתהליך הוא של התפוצצות. — כיצד אפשר להסביר תופעה זו? היהות שהכוכבים הבלתי-עמידים הנדונים כאן הם אובייקטים צעירים שנוצרו זה לא כבר מן החומר התרומ-כוכבי בעל דחיסות-היתר, נוכל להניח ששמהו מהומר זה נשאר בתוכם והוא עדין לא הפך לחומר כוכבי רגיל. כשי-אים"-שרידים אלה של חומר בעל דחיסות יתר מגיעים אל השכבות החיצונית של האטמוספירה, הם הופכים לחומר רגיל תוך שיחזור כמויות עצומות של אנרגיה. כך מגיע אמברצומיאן לרעיון של קיום התכוביות כאלו-עמידות של חומר בעל דחיסות יתר, המתפרקות באופן ספונטני בשכבות החיצונית ומשחררות אנרגיה בكمיות מסויימות — בניגוד להתקחות הרציפה השוררת בכוכבים רגילים בעקבות תהליכי תרמו-נוקליריים. שיחזור אנרגיה פתאומי זה גופה כהתפרצותם של כוכבים בלתי-עמידים.

האובייקטים של הרביג-הארנו

ראינו לעיל ששאסוציאציות-S המכילות מערכות מכופלות מטיפוס הטראפון, הן קבועות צפיפות וייש להניח שהן עשויות אובייקטים צעירים מאוד. אסוציאציית-D המכילות אובייקטים שהם במידה מה מקבילים לאובייקטים מטיפוס הטראפון. אלה הם האובייקטים של הרביג-הארנו: ערפיליות וערירות בעלות קוטר העולה כמה עשרות אלפי פעם על היחידה האסטרונומית וכל אחד מהם מכיל התכוביות אחדות דמיות-כוכב. התכוביות אלה מסודרות בדומה לכוכבים שבמערכות המכופلات מטיפוס הטראפון.

ספקטרומי הערפיליות המכילות התכוביות אלה דומים לספקטרום של הערפילית הקטנה שבביב Tauri-T. כמה קווים המיחדים ערפילית זו בולטים עוד יותר באובייקטים של הרביג-הארנו. ניתן, אפוא, להסיק, שכן לפנינו מיני כוכבים שהם בראשית חיים בדמות כוכבי Tauri-T.

⁸ ראה העלה 4 בעמ' 6, כרך ח' (1961), גל' 1 של "הכוכבים בחודש".

דעה זו קיבלה אישור חוק בעבודתו של הרביג שמצא באחד האובייקטים האלה בשנת 1954 שתי התויות דמיות-כוכב חדשות, שלא נראו קודם לכן בתצלומים. קשה להגיד, האם הינו אכן עדים ישרים להתחוות כוכבים חדשים או שמא תצפית זו העלה את התהיליכים המופלאים, בעלי העוצמה החלים בחויי כוכב המוקדמים ביותר. אין ספק, שלימוד תהליכיים אלה יקרב אותנו בהרבה להבנת הדרך שבה נולדים הכוכבים.

הערות לסיום (לפי אמברצומיאן)

מחקריהם של האסטרופיזיקאים בעשר עד חמיש עשרה השנים האחרונות ובמיוחד הנזונים אודות אסוציאציות הכוכבים, קירבו את פתרון השאלות הקשורות בМОץ הכוכבים. התוצאות החשובות ביותר ביותר הן (א) המסקנה, כי תהליכי התחוותם של כוכבים הוא עדין בעיצומו דן בגלקסיה שלנו והן בגלקסיות סליליות אחרות (ב) כי כוכבים נוצרים בקבוזות. אין ספק גם שהתחוותם של קבוצות מהפשות ב.TODO ואסוציאציות קרובות במוחות להתפשתון של ערפליות גזים שבתוכן.

עם כל זאת קיים כלל שתנוועות הכוכבים שנוצרו בתחום אסוציאציות אינן מובידות אוטם הרחק מן המשור הגלפט. תהליכי שתוואר כאן, מסביר, אפילו לכל היוטר את מוצאו של אותו חלק של אוכלוסיית הכוכבים המהווה את "תת-המערכת המשורית" (plane sub-system), דהיינו הדיסק הגלפטית והזרועות הסליליות.

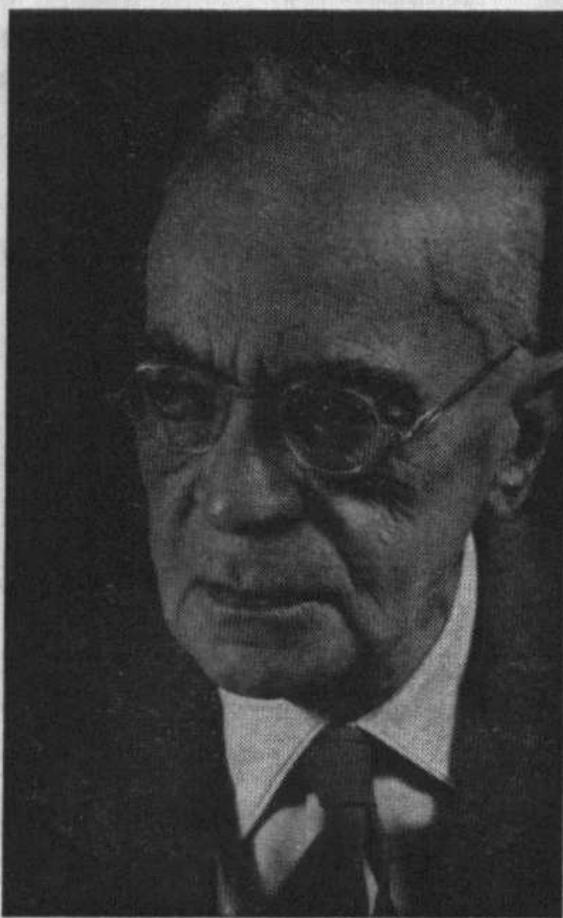
אך נוסף על כך קיימת עוד תת-מערכת אחרת, "תת-המערכת הядורית" (spherical sub-system), או יותר נכון אולי אחדות כאלה, שרכיביהם עשויים להתרחק הרחק מן המשור הגלפט. אחת מתת-המערכות הядוריות כוללת את הצבירים הядוריים. תת-מערכת אחרת כוללת את הקפאים בעלי המחוור הקצר מטיפוס Lyrae RR — כוכבים משתנים שהוחזרו ההשתנות של זוהרם נשך פחות מיום אחד.

מתעוררת, כאמור, השאלה על מוצא האובייקטים השונים האלה. לפי תיאוריה אחת (של ו. באדה, מ. שורצשילד, ל. שפיצר W. Baade, M. Schwarzschild, L. Spitzer) כל האובייקטים בתת-המערכות הядוריות הם זקנים, בני גילים העולים על $10^9 \times 3$ שנים. הם התחוו מأובייקטים שבתת-המערכת המשורית ורכשו מהירות שאפשרו לאחדים מהם לעبور הרחק ממישור הגלקסיה. דעה אחרת (של קווקארקין B. V. Kukarkin) שאליה מצטרף גם אמברצומיאן, אומרת שגילם המוצע הגובה של הכוכבים בתת-המערכת הядורית אינו מונע את קיומם של אובייקטים צעירים בתוכם.

ההשערה שהתחוות קבועות כוכבים חלה גם בין אובייקטים אלה מוצאת אישור בנסיבות של צבירים כדוריים בתוכם. היה שאלת האחרונים אינם קשורים אף פעמי ערפליות גזים בולטות, ברור, שאלת הדוגלים בזיהה המסורתית שכוכבים נוצרים מערפליות, חייבים לשולב את הדעה שכוכבים צעירים אינם יכולים להתקיים בין חברי תת-מערכות כדוריות; אך אלה, החושבים לסביר יותר שכוכבים וערפליות גם יחד נוצרים. ממיין אובייקט אחר שלישי, הכוכבים ההיוליים, אלה לא יראו נימוק נגד התחוות הנמשכת של כוכבים אף באוכלוסייה של תת-מערכות הядוריות.

יש ל��ות שהשנים הבאות יביאו את הפתרון לשאלת זו. ואנו נוכל אולי לקבוע, אם אותן "האסוציאציות" המופלאות קיימות אף בין רכיבי תת-המערכות הядוריות.

לזכר עמנואל אולסבנגר



ד"ר עמנואל אולסבנגר שנפטר בירושלים בכ"א בשבט תשכ"א (7 בפברואר 1961) נמנה עם חברי אגודת אסטרונומים-חובבים בישראל מראשית פעולתה.

ד"ר עמנואל אולסבנגר, הטופר והמשורר, הוגה הדעות והבלשן, הגואם והעסקן, הקדיש התעניינות ומחשבה רבה לבעיות הקשורות בטיסה למרחב והצדקה כאחד החברים הראשונים לאגודה האינטראפלנטרית הבריטית, הוותיקה מבין האגודות המדעיות בשדה זה.

הופיעתו הראשונה כמרצה מטעם אגודתנו הייתה קשורה בבעית הטישה הביני-פלנטרית והיתה זו גם הפעם הראשונה שרעיוון הטישה למרחב הובא בפני הציבור בארץ והוסברו הבעיות הכרוכות באחת השאייפות הנעלמות של המין האנושי, בהרצאה ובסרט ("הטישה אל הירח"). דבריו של ד"ר אולסבנגר במעטם זה השאירו רושם חזק על קהל השומעים הרב שהתאפשר באולם ההרצאה ובאולם הקולנוע (בימים 24 באפריל, 1 ו-7 במאי 1952).

ונזכיר כאן את תרומתו של המנוח בתכנית "על סף תקופת המרחב" שנערכה על ידי האגודה ושודרה ב"קול ישראל" ב-21 בינואר 1959 במסגרת "היום האקדמי". דבריו של ד"ר אולסבנגר כללו את ה"אני אמיתי" שלו באנושות, בעמידה, בקידמה ובתקופה חדשה שלקראתה היא צועדת, שבה ההכרה האזונולוגית, הכרת האינסוף, הנצח, תהיה מורשת האדם. אנו מביאים להלן את נוסח דבריו של המנוח.

כבוד ויקר לזכרו!

האדם מול המרחב

מאט עמנואל אולסבנגר

בשנת ארבעים וחמש חודשה האגודה הבריטית האינטראפלנטרית לאחר הפסקת פעולותיה במשך המלחמה. נרשמתי בה כחבר מס' ש. אז כתב לי פרופסור א. מ. לו (A. M. Low), נשיא האגודה בשנים אלו «הטישה לירח תיתכן בעוד מאתיים או שלוש מאות שנה». בקשתיו לקצר את המועד לפחות במאה שנה, כי קצחה רוחי לחכות. ושנתיים לפניו שליח הירחיה הראשונה, הוא הספוטניק, כתב האסטרונום פרד הויל בספרו «חוויות האסטרונומיה»: «האסטרונום לא יכול לנوع מסביר לכוכב המעניק אותו ולחקרו». ועתה טיסות כאלה יבוצעו בעוד שנים-מספר, או אף חודשים-מספר! לדברי אז קיבל עם על הדבר הזה, מה רבו הבדיקות העולות מעצמן, על שטח המחשבה הדלה! ועתה מקבלים בשוויון-רוח אף ירחה, הנעה מסביר לשמש, לדבר רגיל, ומתעלמים מלהבין שזאת היא פתיחת תקופה חדשה בקורות האנושות, אשר בה האדם ירגע עצמו כארוח של היקום כולו, של הנצח, של האeon (*אואן*) — אותה האחדת המדהימה של הזמן והמרחב. הדיות עני מדעת אני ולא אבין את דרכי המחקר, אשר הביאו לפתח התקופה הזאת, ועל כך ידברו תלמידים מומחים. אך אני רואה בדבר התגשות חלום, אשר מאז ומוקדם רבו אגדות-עם בכל העולם על יצורים בעלי שלל, היורדים מן הלבנה ארצה ושבים אל כוכב מוצאים. הדבר הזה ישנה שינוי עיקרי את השקפותינו הפילוסופיות והדתיות. הכרה אונזולוגית חדשה תכה שורשים בנפש האדם, ולעומתה ימסו מריבות קלוקלות בין עמים ואנשים, כי היא תחייב פועלות שכט-אחד בעולם כולו. גם אם חורש-משחית בוערים ינצלו את ההשג הזה למען האנרכונים של תוקפנות מלחמה והרס. אך לא זה ערכנו, כי ערכו במחפה הנפשית העילאית. תנסו-נא פעם להבית השמייה בערב בהיר, וראותם את הכוכבים לאין ספור, — כולם סייגומי עבר רחוק, משמונה ועד אלף רבעות שנים, ואף לא אחת מן ההוות — מסירות ועד לערפלית באנדראומדה ויוטר ממנה. ידענו את זאת מכבר. אך הטישה האינטראפלנטרית בעליל, מקרבת את זאת להכרתנו החיה. ואם האינסוף המORGש מקטין אותנו במידת סנטימטרים ושניות, הלא הוא מגדל אותנו לאין חקר, אם נבין את האינסוף-האeon בנסיבותנו ונדע כי גם את העולם נתן האלוהים בלבנו. גם נראה לי, כי החיים והרוח הם עצם עצמותו של הטבע וכי בעלי-של חים גם על פלנוטות אחרות — אם במערכות שמשונו או במערכות שימושות אחרות — ואמונתי איתנה, כי עוד נחלה רעיוןות אתם, גם אם ההצלפות תמשכה שנים או הרבה רבבות שנים. כאשר הכרה אונזולוגית זו תהיה מורשת האדם, מבלי להסיח את דעתו מחובות חייו עליה-האדמות, אזי ישא את ראשו גאה כבונ-דורם של כל דורות העבר והעתיד ותשלוט בו שלוחות-רוח כשלות האeon הנצח, ואチ נפשו ת מלא רוח היוצר, החי בו, כי הוא חי באeon כולם. ולדורנו הצעיר הנני קורא: היכן לkrat זוהר התקופה החדשה ובו תבורך!

(הצלומו של ד"ר ע' אולסבנגר — האחרון — צולם בנובמבר 1960 על ידי עליוה הולץ ירושלים)

סניף חיפה—אספת חברים

ביום ד', 15 במרץ 1961 בשעה 20, התקיימה אספת חברים
בבית המדרש למורים, כרמל צרפתי, רח' טשרניחובסקי
(אוטובוסס מס' 25 עוזר ליד כניסה בית'מ)

כל חברי האגודה בחיפה והסביבה ואורחים מוזמנים!

בסניף גוש דן

ערבי תצפית ליד שני טלסקופים (של האגודה ושל
ד"ר שפניר-הרפורד) יתקיימו החודש על גג בית ההסתדרות
ברמת-גן, פינת רח' הרצל — רח' יהלום:
ביום ב', 13 במרץ, בשעה 18:30 (נווה אורנות, ריגל)
בימים ג', 21 במרץ, בשעה 18:30 (ירח)

הרצאה: ביום ב', 27 במרץ, בשעה 18:30, התקיימים
במקום הנ"ל הרצאות של אינג' י. פוקס על הנושא "חומר
בינוכבי".

חברים ואורחים מוזמנים!

(כתובת הסניף: ע"י אינג' י. פוקס, רח' הפסגה 14, גבעתיים).

תצלומים מליקוי החמה

ליקוי החמה ב-15 בפברואר 61 נצפה במקומות שונים בארץ על ידי
חברים רבים, על אף הענינים שכיסו את השימוש לעיתים קרובות במכשיר
הליוקוי. היו גם מקומות, וביניהם ירושלים, שבהם השימוש הייתה מכוסה
במשך כל הזמן ואף לא הורגשה הפחתת האור סיבב שיא הליקוי בغالל
כיסוי עננים בלבד.

ח' צבי הראל, תל אביב שלח לנו את התצלומים המודפסים כאן
והוא כותב לנו: לצערי לא יכולתי לצלם יותר מפה מגוון הגושים.
צלמתי במלצת "פרاكتיקה" מ/3 על פilm 35 מ"מ. האובייקטיב היה
מאולתר (מעשה אימפרוביזציה) מכל מיני עדשות (גム ממתקפים) שהיו
נתונם בתחום צינורות קרוטון. כצמצם שימוש חור קטן בקרטון עשוי
במסגר. צולם ללא פילטר. זמן החשיפה היה בתצלומים 1, 2, 4, 6
1/500 שניה, בתצלומים 3, 5 — 1/100 שניה.

ח' י. גבאי, ירושלים, כותב מכפר-זעה: אני נמצא כאן במסגרת
השרות הלאומי. השמים באוויר היו מעוננים בלילה ובבוקר ואף ירדנו
מטרות שוטפות, אך בבוקר נתבהרו השמיים לעיתים, כך הצלחתי לצלות
בראשית הליקוי בשעה ~35.6 ~8.4 נס. לאחר שיא הליקוי התחלו השמיים
להתבהר ולהליקוי נסתהים ב- ~13.0 ~11. הומניט שנצפו הקדימו את
הזמן המוחשבים לגבי תל אביב בדקות אחדות. את שעוני כיחסוני
וביקרתי בשעות 00:00 ו-00:09 לפני אותן של גריינץ. צפיתי בליקוי

צורות הליקוי.
ב-15.2.61

9h 03m	— 1
9h 18m	— 2
9h 33m	— 3
9h 43m	— 4
9h 55m	— 5
10h 26m	— 6

צילם צ. הראל

הליקוי ביוגוסלביה בתוספת מפות מפורטות, נתונים דרושים לעירית נסיעות מוקצחות למקומות בחוף הים האדריאטי ובאים שבהם הסיכויים למזג אוויר גוט לתמצית היין הגדולים ביותר. לא חסרו גם פרטי על מקומות היסטרוריים ומקומות נוף ונופש בחוף היוגוסלבי בתוספת תמונות יפות; וכן כתובות, תכניות מסע, מחירים וכיו"ב.

נוסף על המאמרים בקשר לליקוי החמה יש בחוברת מידע על פעילות חוג האסטרונומיים האספראנטיסטים, כגון תרגום ספרי מדע לאספראנטו, הסרתת סרט מדובר אספראנטו, הדרכה סידרה באספראנטו במצפה הכוכבים של זאגרב. החוג יומם גם את הצעה להנצחת את שמו של מציא האספראנטו זאמנהוף בצד השני של הירח. האקדמיה למדעים של סטפן קבעה את השמות "זאמנהוף" ו"אספראנטו" לשני לוות של צדו הנתר של הירח. חברי החוג מקיימים גם תחנת רדיו של חובבים המשדרת באספראנטו והמשמשת לתעולה לשפה זו.

אספראנטיסטים מבין חברי אגודתו מוזנים בזה לבוא ב מגע עם החוג היוגוסלבי לפני הכתובת:

*Junaj astronomojoj-esperantistoj,
Astronomia observatorio,
Opaticka 22, Zagreb I,
Jugoslavio.*

בمشקפת א' שהרוכבת עליה גנטיבים שחוריים כפולים של פילים. הקואורדינטות של המקום: אורך 32°34' ורוחב 41°29'+

ה' ד. ליטאי, חיפה-מנדריאל, כותב: חייתי בליקוי מודירתי בנווה שנאן ליד קרית הטכניון. אף כי ירדו מטרות קלים במשך הבוקר, התבהרו השמים לפקרים ואני ניצמתי "הוזדמנויות" אלה, כדי לחתות בליקוי במשך הדקות ולפעמים השניות הספורות בטרם כוסה תה המשמש שנית מאחרי העננים. הענינים עצם שמשו לרגעים פילטר מזוין, שבעוודו אפשר היה לראות את השימוש הלוקה ולא היה צורך כמעט בזוכחת מפויית וכיו"ב, ואפשר היה להסתפק בمشקפי שימוש כהות בלבד.

ליקוי חמה ואספראנטו

באמצעות מר אוטה גינז בקרית ים הועברת אלינו חברה מענית שיצאה לאור על ידי חוג אסטרונומיים-אספראנטיסטים צעירים ביוגוסלביה. עניה ראשית כל ליקוי החמה מ-15 בפברואר 1961 שנראה ברוב חלקי יוגוסלביה ככל הופיעה כמובן לפני הליקוי, הופצה בכל העולם ובמיוחד במדינות אירופה שהן יוצאות משלוחות רבות ליוגוסלביה, כדי לצפות בליקוי המלא. בחוברת נתונים מדויקים על מהלך

השנים בחודש מרץ 1961

תופעות מיוחדות

יום	שנה (לפי שעון ישראל)	תופעה
1	5 צדק ושבתאי בדר'מי' בשכנות קרובה (כ-10'), זורה של שבתאי חלש כ-10' פעם מזה של צוק (התקבצות חלה ב-18 בפברואר, ראה גל' פברואר, עמ' 25).	
1	16 רגолос מתבקש עם ירח, רגолос 1° צפ' ; התכשות באנטארקטיקה.	
1	19 נוגה במעצפ'מע' (42° מז' לשמש).	
2	אותה"צ ליקוי ירח חלקי ; לא יראה בישראל, כי הירח בשעת הליקוי מתחת לאופק. הירח עובר דרך הצל המלא של הארץ בין השעות 12:51 ל-13:05, שיא הליקוי חל ב-28°14' (הצורה 0.806). ראשית הליקוי יראה בצפון אמריקה, באוקיינוס השקט, באוסטרליה ואסיה המזרחית, סופו יראה באסיה, אוסטרליה, אסיה ואירופה המזרחית (רוסיה).	
4	התכשות הכווכב "גמא" בכתוליה ¹ ע"י הירח ; ההעלמות לא תיראה, כי היא חלה לפני זרימת הירח ; התגלות (בחיפה) ב-36.9° 20' לפי שעון ישראל. ז"מ 313°, סירה 12 (11.6). הירח בן 17.5 יומם והוא גבוה לעת התגלות 50° 13' מעל לאופק. החלק המואר 0.95 (חישב ד. זכאי).	

¹ Virginis ע: כוכב כפול, ג' 3.7, מ"ז 5.3, ז"מ 310°, מ"ה 178 ש', מ' 40 ש"א שני המרכיבים צהובים. סט' F0/F0.

4	21	התכסות הכוכב 1825 נ צי הירח ; ההעמלות ב- ^{20h} 44.5° ו"מ ⁰ , 74°, סיפה 7.7 ; התגלות ב- ^{21h} 37.9°, ו"מ ⁰ , 332°, סיפה 11 ; גובה הירח לעת ההעמלות 26°, לעת התגלות 27° 25° ; הירח עולה ב- ^{34°} 19 (חישב ד. וכאי).
5	5	בערב נוגה בזורה הגדל ביוטר ; ג' 4.3 — צורה 0.27 ; שוקע ב- ²⁰ 47°. בלבד הירח צפימי' לספיקה.
5	5	בלילה הירח צפימי' לספיקה.
6	7	כוכב חמה במול גדי, חזור מתנוועה אחורנית לקדומנית.
7	1	הירח צפימי' לאלפא" במאזנים. ²
8	19	נוגה : שינוי צורה מהיר.
9	2	הירח צפימי' לאביתא" בעקרוב ³ , צפימי' לאנטארס.
12	12	בבוקר הירח צפימי' לשבתאי/צדק.
12	22	שבתאי מתבקש עם ירח, שבתאי ⁰ 3° דר'.
13	2	צדק מתבקש עם ירח, הצד ⁰ 3° דר'.
14	19	נוגה כ- $\frac{1}{2}$ מעדרים' לכוכב "גאמה" בטללה. ⁴
14	22	התכסות כוכב-חמה על ידי הירח ; תיראה בקמצטקה וצפ' אמריקה.
18	18	בערב הירח דריידרים' לנוגה, התקבצות חלה בשעה 21:00 והירח עובר ⁰ 12° דר' לנוגה.
19	20	נוגה, במול דגים, עובר מתנוועה קדומנית לאחרורנית.
20	21	הירח דריידרים' לכימה. ⁵
20	22	כוכב-חמה במרקח זוויתו הגדל ביוטר ⁽²⁸⁾ ; תכפית לאור היום !
20	22	התחלת האביב האסטרונומי בחזיתהכדור הצפ' של הארץ והסתוי בחצי הcorner הדר'. בשעה זו נכנסת השמש לסימן טלה (ט' — ^{20d} 22h 32m) וחוצה את משור המשווה בכחון לצפון. זהו שוויון האביב — אורך היום והלילה שווים על פני כדורי הארץ. נקודת החיתוך של מסלול השמש המודומה (מלךה, אקליפטיקה) עם המשווה היא נקודת האביב (0°, 0° ^a) ומוקמה בשם שני בין כוכבי מול דגים. בירושלים מגיעה השמש בצהרים לגובה של 14° 58' מעל לאופק והוא גובה האשווה ב민צ'ה ירושלים (90° פחות 46° 31', הרוחב הגיאוגרפי של ירושלים).
21	21	הירח מע' לאלדיברן.
21	21	מאדים 30° צפ' לאפסילון" בתאומים, ראה מפה בכרך ז' (1960), גל' 10, עמ' 99 של "כוכבים בחודשים".
22	6	התכשות אלדיברן על ידי הירח ; תיראה בהזו המז' ואמריקה.
24	5	צדק דר' לאלפא/ביתא" בגדי. ⁶
24	20	מאדים מתבקש עם ירח, מאדים ⁰ 7° דר' ; הירח דריימי' לאסטור/פולופס.
25	20	הירח דר' לאסטור/פולופס.
28	23	התכשות רגולים על ידי הירח, תיראה באנטארקטיקה ; רגולוס ⁰ צפ'.
31	21	הירח מע' לאגאמה" בבחוללה. ⁷

² Librae α₁/α₂: כוכב כפול, ג' 5.3/2.9. מ"ז 314° (משקפת שדה ?).

מ' 58 ש"א, קרוב למילקה.

³ Scorpīi β: כוכב כפול, ג' 5.1/2.9, מ"ז 14°, ו"מ⁰ 400 ש"א, ספ' B1; מלחה שני, ג' 9, סמוך מאוד.

⁴ Arietis γ: כוכב כפול, ג' 4.8/4.7, מ"ז 8°, ו"מ⁰ 200 ש"א, שני המרכיבים לבנים.

⁵ Pleiades, M45 — כימה (פליאדות), ו"מ⁰ 45°, צביר כוכבים פתוח במול שור, כ-30° כוכבים בני ג' עד 3° עד 14° (7 עד 10 נראים בעין), מ' 410 ש"א, קוטר הצביר 30° ש"א ; הכוכב הראשי, אלקיאונה, בן ג' 3.0 הוא כוכב כפול ארבעה. ראה מפה בכרך ז' (1959), עמ' 116.

⁶ Capricorni α₁/α₂: כפול אופטי, הנראה כבר בעין. ג' 3.8/4.5, מ"ז 376°, ו"מ⁰ 291° ; מ' של Capricorni α, 3000 ש"א, ג' מוחלט 5.4 —.

⁷ Capricorni β: כוכב כפול, ג' 6.1/3.3, מ"ז 205°, ו"מ⁰ 267°, מ' 500 ש"א. לשני המרכיבים צבעים שונים — אזהוב וכחול (משקפת שדה !).

שנת

מספר 1961	עליה ישראל	נטיה במצהר של גראניצ'ק ¹	שעת כוכבים לפי שעון ירושלים ואופק ירושלים ²	זמן גובה זמן גובה במץ' ש. 5 ימים ³							
					צירה	זריחה	זריחה	זריחה	זריחה	זריחה	זריחה
17 37	51	11 51	6 06	10 34 14.0	— 5 50	— 7 45	22 46.8	1			
17 44	55	11 49	5 55	11 13 39.5	— 1 55	— 3 53	23 23.9	11			
17 51	58	11 46	5 42	11 53 05.0	+ 2 02	+ 0 03	0 00.5	21			
17 58	62	11 43	5 29	12 32 30.5	+ 3 59	0 36.9		31			

¹ בטror זה מובאת הנטיה ב-° 16 ו-° 26 של כל חודש.

² לכל ° אורך מ' מגראניצ'ק יש להוספה 4m (למשל זמן כוכבים בשבייל אורך גיאוגרפי של ירושלים ' 13 ° +2h 20m 52s = 35 ° +3m 56.56s). השינוי ליממה: +9.86s לשעה: +9.86s.

אורך היום גדול מ- 11 שעות 31 דקות בראשית החודש עד 12 שעות 29 דקות בסופה. הדימודים האסטרונומיים (המשמש ° 18 מתחת לאופק) נמשכים ברוחב הגיאוגרפי של ירושלים 21m 4h.

חצי קווטר השמש: ב- 1 במרס ° 10 ' 16 וב- 31 בו ° 02 ' 16 (חצי הקוטר הבינוני הוא ° 01 ' 16), כפי שהוא נראה במרקח של 1 י"א).

כוכבי לכת

מספר 1961	עליה ישראל	נטיה במצהר של גראניצ'ק ⁴	זמן צהירה לפי שעון ירושלים ואופק ירושלים ⁵	זמן צהירה ב- ° אורך ב- ° אורך ⁶	זמן צהירה גודל (לפי שעון ירושלים ואופק ירושלים)	זמן צהירה גודל (לפי שעון ירושלים ואופק ירושלים)	זמן צהירה גודל ב- ° אורך ב- ° אורך ⁶					
16 27	10 52	5 17	+ 1.7 0.11	5.1	0.650	א	גדי	9 57	21 50.2	1	¶	
15 59	10 28	4 57	+ 1.1 0.23	4.8	0.701	ע	גדי	-11 38	21 44.2	* 6		
15 42	10 13	4 44	+ 0.8 0.35	4.4	0.768	ק	גדי	-12 28	21 48.7	11		
15 35	10 05	4 35	+ 0.5 0.52	3.7	0.900	ק	דלי	-11 53	22 15.3	* 20		
15 53	10 13	4 33	+ 0.2 0.67	3.2	1.056	ק	דלי	-8 11	23 05.9	31		
20 52	14 20	7 48	- 4.3 0.32	18.0	0.466	ק	דגים	+12 48	1 15.8	1	¶	
20 47	14 11	7 35	- 4.3 0.27	19.2	0.439	ק	דגים	+14 12	1 23.6	* 5		
20 37	13 56	7 15	- 4.3 0.23	21.0	0.400	ק	דגים	+15 59	1 32.4	11		
20 15	13 29	6 43	- 4.2 0.16	23.8	0.353	ע	דגים	+17 35	1 37.7	* 19		
19 18	12 32	5 46	- 3.7 0.05	28.0	0.301	א	דגים	+17 39	1 28.3	31		
2 30	19 16	12 04	+ 0.3 0.92	4.8	0.985	ק	תאומים	+26 25	6 13.0	1	§	
1 50	18 36	11 25	+ 0.6 0.90	4.2	1.128	ק	תאומים	+25 56	6 32.5	16		
1 13	18 03	10 54	+ 0.9 0.90	3.7	1.275	ק	תאומים	+25 12	6 57.6	31		
14 05	9 01	3 57	- 1.5	15.7	5.845	ק	קשת	-20 54	19 57.5	1	¶	
12 32	7 25	2 18	- 1.7	16.9	5.452	ק	גדי	-19 50	20 19.8	31		
14 00	8 56	3 52	+ 0.9	7.0	10.722	ק	קשת	-20 52	19 52.8	1	¶	
12 14	7 08	2 02	+ 0.9	7.2	10.302	ק	קשת	-20 26	20 02.9	31		
5 46	22 44	16 07	+ 5.7	2.0	17.416	א	אריה	+14 34	9 42.6	1	¶	
3 45	20 42	14 04	+ 5.8	1.9	17.679	א	אריה	+14 53	9 38.6	31		
9 08	3 42	22 12	+ 7.8	1.2	29.838	א	מאזניים	-13 29	14 37.5	1	Ψ	
7 08	1 42	20 12	+ 7.7	1.2	29.466	א	מאזניים	-13 19	14 35.6	31		

* ראה בראשית התופעות המיווחות בתאריך זה.

¹ כאן רשם שם המול שבתוכונו נע כוכבי הלכת. לפי תיבות קבוצות-כוכבים המקובל היום וverbis המסלולים של כוכבי הלכת גם בקבוצות שאינן נמנות עם גלגול המזלות.

² א = תנועה אחורנית (ממ"ד למא').

ע = עומד מתנועה (בעליה ישראל), עבר מכיוון אחר לשנהו.

ק = תנועה-קדומנית (ממ"ד למא').

* י"א (יחייה אסטרונומית) = 200 149 504 ק"מ.

⁴ אצל כוכבי הלכת זך ושבתיי מובא כאן חצי הקוטר מוקטב לkopub.

י'ב

¹ קולונגייטורה סלנוגרפיה של המשם.

ליבראציה מכטימליות	ברוחב :	באורך :	ליבראציה מכטימליות	ברוחב :	באורך :		
—6.8	9.2	—6.3	7.5	+6.8	21.9	+6.2	20.7
+6.8		+ שפה צפ' מגוללה	+ שפה מע' מגוללה	— שפה מז' מגוללה	— שפה דר' מגוללה		

ירח' צדק

רashi תיבות ראה בगליון מס' 7, עמ' 77 (יולי 1960)

h	m	d	h	m	d	h	m	d	h	m	d			
I	3 08	25	IV	מ"ז מ"ז	16	צ"ה	I	3 44	9	ל"ת	I	4 37	1	
צ"ס	4 15		מ"ס	I	3 26	18	מ"ה	I	4 42	צ"ס	I	4 06	2	
מ"ס	5 23		צ"ס	IV	4 56	19	כ"ס	I	4 17	10	מ"ס	I	4 59	
לה	5 26		ב"ה	III	3 38	22	צ"ה	III	5 06	11	מ"ה	II	5 03	
צ"ס	3 12	27	ה	I	4 47	24	כ"ס	II	5 09		צ"ס	III	4 32	4
לה	3 01	29	מ"ז מע'	IV			צ"ה	I	5 38	16	מ"ה	III	4 50	
										מ"ז מצ'	IV			

מצב ירח' אדק

¹ בימיים 1 עד 15 במרס בשעה 05, בימיים 16 עד 31 במרס בשעה 04 (לפי שעון ישראל).

IV III II ○ I : 21	I ○ III : 11	○ (III II) IV : 1
IV I ○ II : 22	III ○ I II IV : 12	(I ○ II) IV III : 2
IV ○ I III III : 23	III I II ○ IV : 13	II IV ○ I III : 3
IV II (I ○) III : 24	III II ○ I IV : 14	IV I ○ II : 4
IV (II ○ I) III : 25	I ○ III II IV : 15	IV III ○ I II : 5
IV III ○ I II : 26	(○ I II) III IV : 16	IV III (I II) ○ : 6
III IV I (II ○) : 27	II ○ III IV : 17	IV (III II) ○ I : 7
III II ○ IV I : 28	(I ○) III IV : 18	IV I ○ III II : 8
I ○ II IV : 29	III ○ (I IV) II : 19	IV (○ I) III III : 9
○ I (II III) IV : 30	III (IV I) II ○ : 20	(II IV) (○ I) III : 10
(III I) ○ III IV : 31		

¹ סוד הירחים ניתן, כפי שהוא נראה בטלסקופ הופך, מז' מימין, מע' משמאל.
העיגול ○ מסמן את אדק, המספרים הרומיים את ארבעת הירחים הגדולים. מספרי הירחים בסוגרים מסמנים עמדת קרובותה (התקבצות).

ירחי שבתאי

VI (Titan)

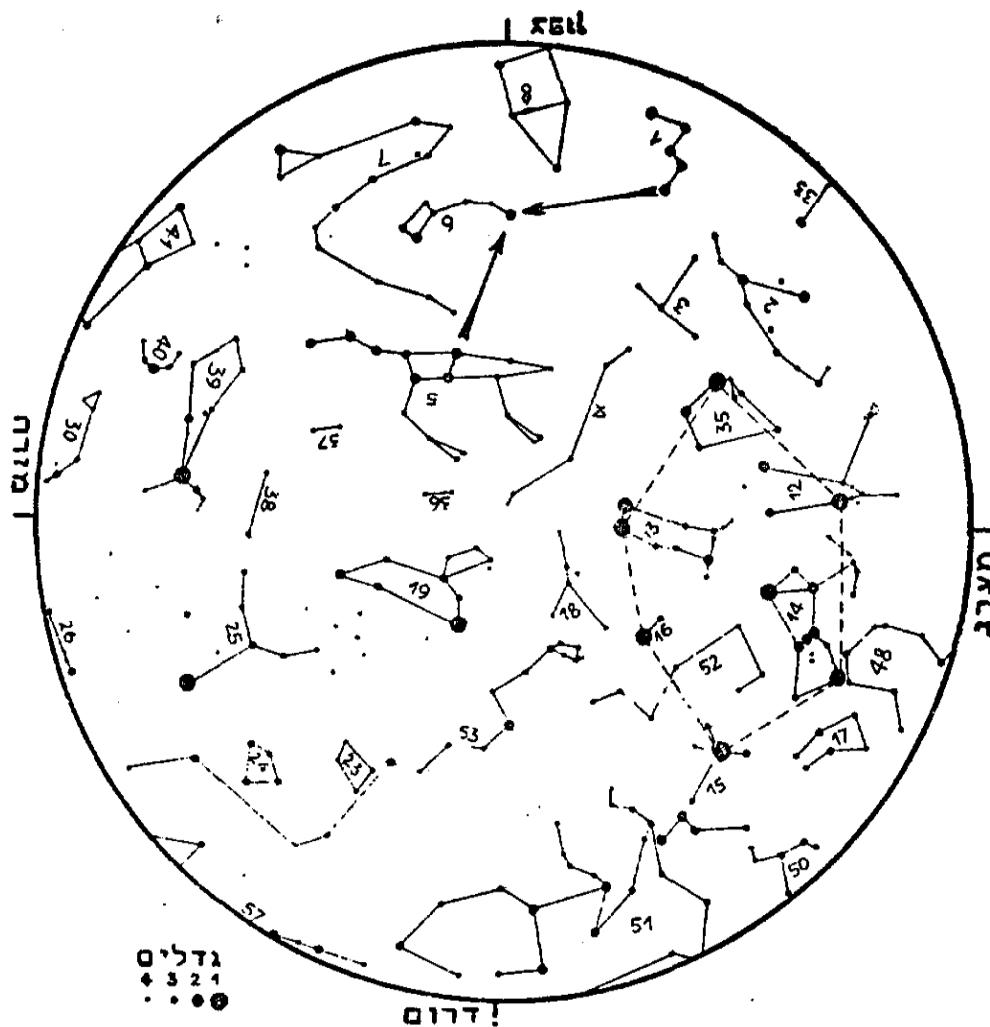
h	d	h	d	h	d	h	d				
מ"ז מע'	13.8	14	ק"ת	09.5.	10	מ"ז מע'	06.8	6	ק"ד	11.0	2
מ"ז מע'	13.7	30	ק"ת	09.6	26	מ"ז מע'	06.9	22	ע"ד	11.1	18

V (Rhea) רֵיאָה

זמן מ"ז מז' : ב-4 בשעה 07.3, ב-8 בשעה 19.9, ב-13 בשעה 08.4, ב-17 בשעה 20.9,
ב-22 בשעה 09.5, ב-26 בשעה 22.0, ב-31 בשעה 10.5.

מפת שמי הערב ב-150 במרס ב-00 22

בראשית החודש ב-00 23 ובסופה ב-00 21 = שעת הכוכבים : 09 40



מד ומען מסומנים במפות כוכבים הופיע מן הנחוג במפות הארץ, כי אנו צופים על פני הארץ "מלמעגה" (מבחוץ), על השמים "מלמטה" (מבפנים). יש אפוא להחזיק את מפת השמים מטה גראש. צריך לדאוג שהקוו צפ'—דר' יהיה מכוכון אלינוכן (בעזרת כוכב הקוטב המסתמן בחיצים) ואז יתאיםו נקודות מד' זמ' של המפה. קבוצות הכוכבים מסומנות במפה במספרים המופיעים בהתאם שם העדב בסוגרים אחרי שמות הקבוצות. הכוכבים הריאשיים הנזכרים בהתאם הם הכוכבים המזהירים בכל קבוצה וקבוצה.

המספרים במפה מצינים את קבוצות הכוכבים כלהלן :

1	קאסיאופיה	8	קפטיאוס
2	פרטיאוס	12	שור
3	גיראפה	13	תאומים
4	לינפס	14	אורION
5	דובה גדולה	15	כלב גדול
6	דובה קטנה	16	כלב קטן
7	דראקוון	17	ארנבת
8	אנדרומדה	18	סרטן
9	אירידאנוס	19	אריה
10	ספינית-ארט	20	ערוב
11	קלבי-ציד	21	עריבירוניקה
12	יונה	22	ראם
13	עגלון	23	גביע
14	צלב קטן	24	אורION
15	צדקה	25	בתולה
16	צדקה	26	מאוניים
17	צדקה	27	נחשניים
18	צדקה	28	רוועיזובים
19	צדקה	29	נחשניים
20	צדקה	30	נחש
21	צדקה	31	צדקה
22	צדקה	32	צדקה
23	צדקה	33	צדקה
24	צדקה	34	צדקה
25	צדקה	35	צדקה
26	צדקה	36	צדקה
27	צדקה	37	צדקה
28	צדקה	38	צדקה
29	צדקה	39	צדקה
30	צדקה	40	צדקה