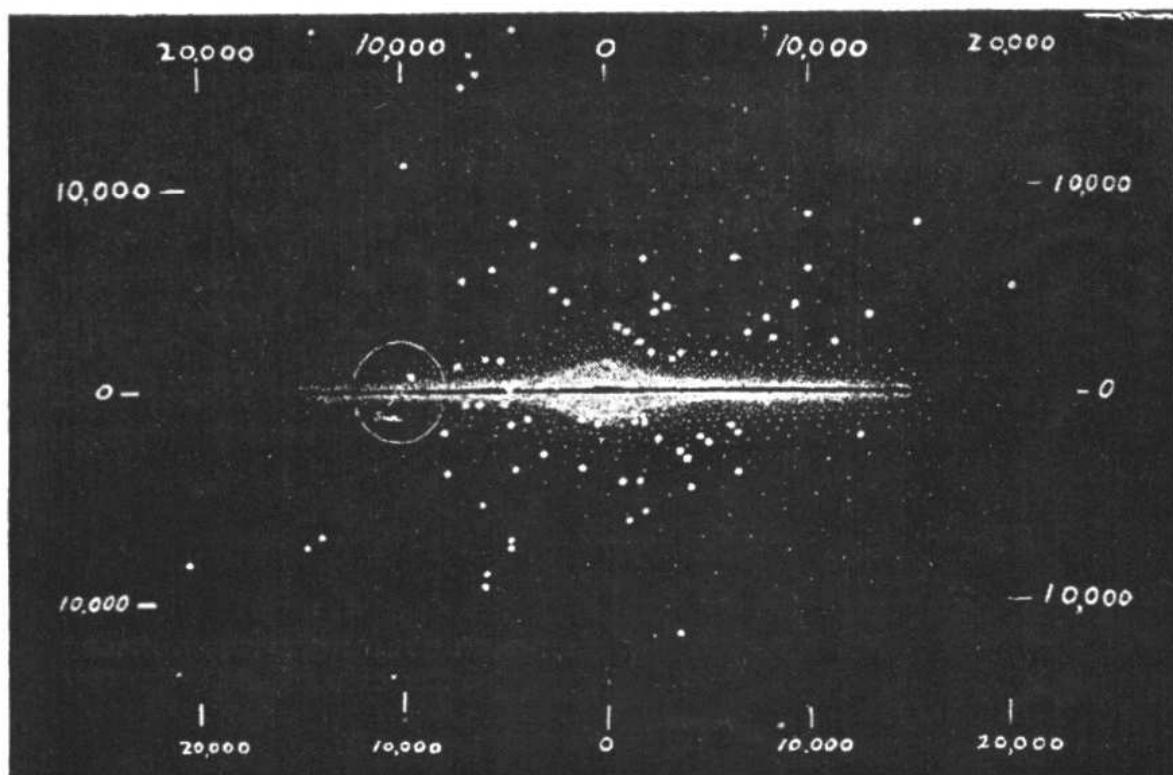


קבוץ בארי
ספרית בית הספר
חדר עיון

הברובבים בחודש



184

ויצא לאור על ידי

אגודת אסטרונומיס-חובבים בישראל

בעריכת ד. ז'ק

הכוכבים בחודש

פברואר 1966

שבט/אדר תשכ"ו

כרך יג מס' 2 (130)

الــكواكب الشهري Hakokhavim Bekhodsham (The Stars Month by Month) Vol. 13, no. 2 (130) February 1966

התוכן

התמונה בשער : מבנה מערכת שביל החלב, הגלקסיה שלנו, על פי מחקרים מודרניים, בעיקר של האRELו שאפלוי (מראה מן הצד, "מן הצדדים"). — הקוו האפל החוצה את המערכת במישור המשווה מצין את מקום החומר הבינכוכבי המאפיל. הכתמים הלבנים הגדולים הם הצביריים הגדולים, הם מהווים תחת-מערכת כדורית סביב מרכז הגלקסיה. הכתמים הלבנים הקטנים מצויינים באופן סכימטי את פיזור הכוכבים בדיסקה פחוסה מושני צדי המשווה. יחידת המרחק הוא הפארסק. מקום השימוש מסומן במרכז מעגל, במרחק 10,000 פארסק ממוקם הגלקסיה שהייתה שנות-IOR בקרוב. (ראה גם במאמר "המהפכה הגלפטוצנטרית" בעמ' 15—19 של גלון זה.)

15	המהפכה הגלפטוצנטרית — פ. ואנו דה ק אם פ
19	שדמות מגנטיים בגופים שמיימיים — ר. שטייניץ
21	מכשורי המבשלה לידעית השמיים — ש. פרבר
23	באגודה
24	הشمימים בחודש פברואר
28	מפת שמי הארץ

אגודת אסטרונומיס-חובבים בישראל

מוסדות, סניפים מקומיים וחוגים אזוריים

מרכז האגודה : אגודת אסטרונומיס-חובבים בישראל, ע"י האוניברסיטה העברית ירושלים. **מצירות האגודה :** בכל יום (א'—ה') בין השעות 5 עד 7 אחה"צ בפלנטריום ויליאמס, קריית האוניברסיטה העברית ירושלים, טלפון 30211, קו משנה 300.

מצפה-כוכבים : ירושלים — סגור באופן זמני. פלנטריום ויליאמס: ירושלים. קריית האוניברסיטה העברית. הצגות מתקימות בכל יום ב' וה' בשבוע, בשעה 17.15 בדיק! — קבועות מאורגנות חיבות להרשם לביקור לפחות שבועיים מראש במקומות האגודה, בכתב או בטלפון. — הצגות מיוחדות במועדים אחרים (ל-60 עד 100 איש) לפי הזמנה, לפחות שבועיים לפני המועד הרצוי. הדרישות תאושנה לפי מידת האפשר.

"כוכבים בחודש" : ירחון האגודה, מערכת הנהלה לפי כתובות מרכזו האגודה. **הספרייה האסטרונומית ואולמות הקריאה :** פתוחים לחברים ביום א' עד ה' בשבוע, בין השעות 5 עד 7 אחה"צ בפלנטריום ויליאמס ירושלים.

סניפים וחוגים אזוריים :

תל-אביב וגוש דן: ע"י אינגי. פוקס, רח' ז'בוטינסקי 44, גבעתיים.

גליל עברי: ע"י ד. קיש, רח' ירושלים 5 ב', נהרייה.

גליל עליון: ע"י ד. בן ליש, דפנה, דואר נס הגליל העליון.

עמק הירדן: ע"י ש. לולב, בית גורדון, דגניה א', דואר נס עמק הירדן

י"ד בשבעת תשכ"ו 4 בפברואר 66

תחזית לתקופת אקוֹן 1 בפברואר 66 - מאת ז. דרונר

(היאנגים: אותיות ומספרים - ראה גל', 129, עמ' 4
(1966 של "הכוכבים בחודש", ינואר

ב'	ג'	ד'	ה'	ו'	ז'	ט'	א'	ב'	ג'	ה'	ו'	ז'	ט'
3	13	16	40	02	55	17	3	11	15	60	05	54	
5	15	2	40	04	56	17	4	9	7	25	02	3.	
3	15	1	30	03	30	18	3	11	7	85	04	3	
5	15	2	45	05	30	18	3	10	7	45	03	0	
3	13	16	40	02	02	19	3	11	15	70	05	0	
4	15	2	35	04	02	19	3	11	7	70	03	3	
3	14	16	35	02	34	20	3	13	16	45	05	4	
5	15	2	40	04	35	20	4	10	7	40	02	1	
3	15	1	30	03	07	21	3	11	15	75	04	1	
6	15	3	55	05	09	21	3	11	7	60	02	4	
5	15	2	40	03	40	22	3	12	15	55	04	40	
7	15	3	75	05	42	22	3	11	15	85	03	1	
3	15	1	30	02	13	23	3	13	16	40	05	20	
6	15	2	50	04	15	23	3	11	15	60	03	53	
4	10	7	40	20	46	23	3	14	16	35	05	53	
4	15	2	35	02	47	24	3	11	7	85	02	28	
7	15	3	70	04	48	24	3	13	16	45	04	28	
5	9	7	15	19	20	24	3	11	15	70	03	00	10
5	15	2	45	03	20	25	3	14	16	35	05	02	10
7	15	11	85	05	20	25	3	12	16	50	03	34	11
4	9	7	30	19	51	25	3	15	1	30	05	36	11
7	15	3	60	03	54	26	3	13	16	40	04	08	12
8	15	11	50	05	53	26	3	12	15	55	02	41	13
3	10	7	50	20	24	26	3	14	16	35	04	41	13
5	15	2	40	02	26	27	3	13	16	40	03	16	14
7	15	11	80	04	27	27	3	15	1	30	05	16	14
4	9	7	25	18	57	27	3	14	16	35	03	48	15
6	15	3	55	03	00	28	3	15	1	30	05	48	15
7	15	11	60	04	59	28	3	13	16	45	02	21	16
3	11	7	75	19	33	28	3	15	1	30	04	22	16

המהפכה הגלקטוצנטרית

לפי פטר ואן דה קאמפ¹

לרגל יום הולדתו ה-80 של האRELו שאפלוי (Harlow Shapley) ב-2 בנובמבר 1965 מופיע ב-בירוסמי החברה האסטרונומית של הפזיפיק¹ סידרה של מאמרם המעלים על נס את מפעלו המדעי של החוקר הדגול. שאפלוי זכה לשם עולמי בשל עבודתו המודעתה הנחשבת כאחת התרומות הנזולות ביותר למחקר האסטרונומי במחצית הראשונה של המאה שלנו. מאמרו של פטר ואן דה קאמפ הוא הראשן בסידרת המאמרים הנ"ל. אנו מבאים כאן תמצית המאמר המعلاה בזכרון פרק חשוב מן ההיסטוריה הקרובה של המפתחות המחשبة האסטרונומית.

ההשכה הגלקטוצנטרית שפותחה על ידי האRELו שאפלוי (Harlow Shapley) בשנת 1917 מהויה עד גדול קדימה במחשבה ובתפיסה האסטרונומית שאפשר להשוותו לניסוח ההשכה היליוונטרית על ידי ניקולאוס קופרניקוס בשנת 1543. ההשכה הגלקטוצנטרית היא כה שוגרה ומקובלת היום על הכל, עד ששוכחים, כי בשעת ניסוחה לפני כובל שנים היה צורך להתגבר על שיטות מבוססות ומשפטים קודמים מושרים וכי התקדמות הו באה לא בלבד בזכות הכמות הניכרת של חומר צפיתי שניצטבר, אלא מעל לכל בזכותו של איש אחד, האRELו שאפלוי, בזכות האינטואציה שלו, תבונתו ואומץ רוחו.

שלוש הן המגמות שהייתה להן תפקיד חשוב בדרך אל המהפכה הגלקטוצנטרית: (א) מחקרים בחלוקת ופיורם של אובייקטים טמיינים, (ב) מחקרים בתנועותיהם של אובייקטים טמיינים, (ג) השערות או תיאוריות שהתבססו על מחקרים אלה. מן ההשכה הגלקטוצנטרית משטע קיום של אסימטריה בסיסית הן בחלוקת האובייקטים והן בתנועותיהם, שאולי אפשר היה להכירה זמן רב לפני שאפלוי, אך המסיבות לא הבשילו לכך עד למאה העשרים. החלוקה האסימטרית של צבירי הכוכבים הקיימים, למשל, לא הפכה לגורם חשוב, כל עוד לא נקבעו מרחקי אובייקטים אלה על ידי שאפלוי. ובתחום של תנועות הכוכבים נשארה "התנועה המועופפת" ("preferential motion"), שנתגלתה על ידי קאפטין (Kapteyn) ב-1904, חידה עד לניסוח ההשערה על הסיבוב הגלכתי על ידי לינדבלאד (Lindblad) ב-1926.

סיבה חשובה שעיכבה זמן רב את יצירת ההשכה הגלקטוצנטרית הייתה הנוכחות של חומר מאפיר בקרבת המישור הגלכתי, שנתן את אשליית הקיום של מעין מערכת היליוונטרית — במובן, מערכת המשמש מציה בקרבת מרכז מערכת הכוכבים. את ההשפעה המפריעה של החומר המאפיין התחליו להבין ולהתחשב בה רק בשנות העשרים המאוחרות והשלושים המוקדמות של המאה שלנו.

הרשל (William Herschel) היה בזמנו הראשון שהציג מודל של מערכת גלקטיבית, מבוססת על ציפויו, והוא מצא שתכוכבים מפוזרים בדיסקה פחוסה ובה השמש קרובה למרבית הדיסקה. המערכת של הרשל נשאה למעשה בלתי מעוררת, הוכנסו בה שיכולים בלבד. היא התפתחה בעקבות הבדיקות של זיגר (Seeliger) ואחרים לקרה המערכת של קאפטין (Kapteyn), המניחה גם היא עדין מקום כמעט מרכזי לשמש; היא פורסמה בចורתה הסופית שלוש שנים אחרי ניסוח

¹ Peter van de Kamp: The Galactocentric Revolution, a reminiscent narrative. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 77 (no. 458, October 65), pp. 325—335.

ההשכה הגלפטוצנטרית על ידי שאפלוי! — הרשל השתמש בספרת כוכבים; אפטינן הלק באותה דרך, אבל הכנים גורמים נוספים, כדי לשככל את בניית המערכת שלו: תנווה עצמית של כוכבים, עוצמת-אור, חלוקת מהירויות, אך פרוש התציפות היה תלוי במידה רבה בהתאם למודל מתמטי מסוים. אלה היו השיטות המקובלות של מה שקראו או וקראים עד היום בשם אסטרונומיה סטאטיסטית. הנראה, שאפשר יהיה לנפות את קווי האופי העיקריים של מערכת הכוכבים על ידי מחקר סטטיסטי.

בשנים 1914—1918 ערך שאפלוי מחקר ממצה של הגדים והצבעים של כוכבים המזויים בצביר כוכבים כדוריים בעורף הטלסקופ הגדול ביותר בעולם בזמן ההוא, הרפלקטור של 60" אינץ' של מצפה הכוכבים בהר-זילטון. מחקר זה הרג מסגרת השיטות הקלאסיות של הסטטיסטיקה הסטלארית. הוא שם דגש על לימוד המקום של אובייקטים בודדים. השיטות לקביעת מרחקים פוטומטריים על יסוד הנוסחה של מודולוס המרחק (distance modulus)², כלומר הפרש בין הגודל המודומה לגודל המוחלט של כוכב, שימוש גם קידם כיסוי בספרות כוכבים, אך ספרות כוכבים סייפו ערכיהם של מרחקים ממויצעים המשפיעים כਮובן מן האידי דיווק הסטטיסטי. לעומת זאת הביא השימוש בשיטות אלה לגבוי כוכבים בודדים להצלחה נדולה בגילוי המבנה הגלפטטי. במיוחד, כאשר שימושו כנושא למחקרים אלה אובייקטים בעלי עוצמת-אור גבוהה שאיפשרו חדרת המחקר אל מרחקים גדולים.

בתוך מודד מרחק של הצבירים הבדוריים השתמש שאפלוי ביחס מחזר-עוצמה (period-luminosity relation)³ שנקבע על ידי הנרייטה לויט (H. H. Leavitt) לגבוי כוכבים משתנים בענן המאלני הקטן. הגדלים המוחלטים (או נכון יותר, נקודת האפס של היחס מחזר-עוצמה) נקבעו לפי השיטות המקובלות של הסטטיסטיקה הסטלארית מלימוד התכונות הפלקטיות והתנווה העצמיות של בסיס-הכל 11 כוכבים משתנים! כמודד מרחק נוסף, לגבוי הצבירים הבדוריים המרוחקים יותר, משמשו עוצמות-האור של ענקים אדומים מזהירים שבהם, וכן עוצמתם הכללית של הצבירים והקוטר הנראה שלהם.

שאפלוי לא יכול היה לבחור אובייקטים טובים יותר ללימוד המדדים והמבנה של המערכת הגלפטית, כי הצבירים הבדוריים מהווים את האובייקטים הבודדים בעלי עוצמת-האור הגדולה ביותר במערכת הגלפטית, בלימוד זה חדר למרחוקים שלא הושגו לפני כן; הוא מצא, כי מערכת הצבירים הבדוריים היא אטום סימטרית ביחס למישור הגלפטטי, אך מיקומה הוא אסימטרי באופן מובהק ביחס למערכת הגלפטית לפי חפיסטתו של אפטינן. היא מגיעה הרחק מעבר לגבולות מערכתו של אפטינן, המתווה "חוות" חלקית, קטנה יחסית, של מערכת גלפטית "גדולה".

² מודולוס המרחק (=מודד המרחק) הוא ההפרש בין הגודל המודומה לבין הגודל המוחלט של כוכב: $M - m$; הוא מידה למרחוקו של כוכב z ; ללא הבליעה הבין-כוכבית A , היה מודולוס המרחק תלו依 רק במרחק הכוכב. כאשר מבטאים את המרחק בפארטק (pc), קיימת המשוואת: $A + 5 - z = M - m$.

³ היחס מחזר-עוצמה הוא היחס הקבוע בין מחזר שניוי-האור לגודל המוחלט (עוצמת-האור) של כוכבים משתנים מטיפוס Cephei 8 ("קפאידים קלאסיים") : הגודל המוחלט עולה עם עליית אורך הממחוזר. חס זה חשוב מאוד לגבוי קביעת מרחקים של מערכות כוכבים אבסטרא-גלפטיות: ממחזר שניוי-האור של קפאיד אפשר להסיק על גודלו המוחלט. מן ההפרש בין הגודל המודומה הנמדד לבין הגודל המוחלט מקבלים את מרחקו של הכוכב (ראה העירה 2 לעיל) ומכאן של מערכת הכוכבים שבה הוא נמצא. היחס מחזר-עוצמה יכול לסייע קפאידים שבגלuptיה שלנו שאות מרחקם קבוע באופן אחר — כלומר בדרך זו נמצאה נקודת האפס ליחס זה (ראה גם העירה 4 להלן).

יותה, אשר מבניה ומרכזו מתוארים באופן נכון הרבה יותר על ידי מערכת הצבירים הצדוריים.

את מקום המרכז של מערכת הצבירים הצדוריים קבע שאפלி במשור הגלפטיאי במרחך של 17,000 פארסק מאותנו בכיוון כוכבי מול קשת. הוא קבע גם, כי צורת המערכת של הצבירים הצדוריים היא מוארכת וצבירים אלה נעדרים בקרבת המשור הגלפטיאי.

במקביל להתפתחות הסטרוקטורלית של ההשכה הגלפטוצנטרית באו התפתח חווית קינמטיות ודינמיות שהגינו לשיאן בתיאוריה על הסיבוב הגלפטיאי ובאישור קיומו בתצפית. הרמו המובהק הראשון ניתן ב吉利ו שני "ורמי הכוכבים" על ידי אפטיךן, שכונו מאוחר יותר בשם "התנועה המעודפת" או "החלוקה דאליפסואידית של תנועות הכוכבים". ב-1904 קבע אפטיךן על יסוד לימוד של תנועות עצמאיות של כוכבים בסביבת השימוש את הנידדות והדוללה יותר של כוכבים לאורך ציר הפונה בכיוון קשת מכאן ועגלון מכאן. גם האנליזה של תנועות עצמאיות של כוכבי הקטלוג הכללי הזמני (Preliminary General Catalogue) שבוצעה על ידי אדינגטון (Eddington) אישרה באופן ברור את התופעה של התנועה המעודפת. מאז אושר הדבר שוב ושוב גם על סמך הלימוד של תנועות עצמאיות של כוכבים חלשים יותר, כלומר מרוחקים יותר.

אך היו צרכיים לחלוּפּ עשרים שנה עד שנמצא פרוש פשוט לתופעה זו. ב-1926 ניסח לינדבלאד (Lindblad) את התיאוריה אודות הסיבוב הגלפטיאי, שלפייה כל האובייקטים הנצפים (מלבד הגלפטיאיות האחרות) שייכים למערכות-משנה גלפטיאיות שיש להם מדדים משוניים אך פחיסיות שונות. כל תת-מערכות אלה סובבות סביב ציר העובר דרך המרכז הגלפטיאי בניצב על המשור הגלפטיאי. לגבי כל אחת מתח-מערכות אלה גדלתה מהירות הסיבוב עם פחיסות תחת המערכת, וכן משתנה מהירות עם המשור מציר הסיבוב. תחת המערכת הסובבת ב מהירות הגדולה ביותר, והוא גם הפחוסה ביותר, היא זו של כוכבי S, B והחומר המפוזר בקרבת המשור הגלפטיאי. תחת המערכת האיטית ביותר, שלפעה אינה סובבת כלל, היא תחת המערכת, בעלת הצורה הצדורית, של הצבירים הצדוריים. הדבר דומה למערכת השימוש, שבה מערכת כוכבי-הලכת היא פchosת, בעוד מערכת המסלולים של כוכבי-השביט היא כדורית, ובתור מערכת בשלמותה אין לה כיוון מיוחד או שעור מיוחד של סיבוב. — זמן קצר אחרי שהטאוריה אודות הסיבוב הגלפטיאי הוצאה על ידי לינדבלאד, היא אושרה על ידי התצפית בעבודותיהם של אורט (Oort) ואחרים.

שנתיים מעטות לאחר שנתגלה הסיבוב הגלפטיאי ערוו שתי תגליות נוספות לקבוע את טبع הגלפטיאיה שלנו ואת דמיונה לגלפטיאיות סיליליות: הראשונה, קביעת המרחק של הגלפטיאיה באנדרומדה והשניה, הצלחת הניסיונות למדוד כמותית בגלפטיאיה שלנו את הפסד האור הבא בגלל חומר מאפיל. לראשונה הצליחו להשתמש במידית המרחק הפוטומטרית לנבי אותם עצמים שהיו נוהגים לקרוא להם בשם ערפליות אבסטרא-גלפטיאיות או ערפליות לבנות (שאפלி הכניס לשימוש את השם גלפטיאיות לנבי אובייקטים אלה). האבל (Hubble) פירסם את קביעת המרחק המשכנעת הראשונה של גלפטיאיה סילילית ב-1926; הוא מצא את המרחק של 263,000 פארסק עברו 33 M (הגלפטיאיה בקבוצת הכוכבים משולש) על פי תצפית בקאפאים המצויים בגלפטיאיה זו.

המתקנים של סכחן (Schalén) ובמיוחד טרומפלר (Trumpler) קבעו נוכחות של חומר מאפיל בקרבת המשור הגלפטיאי ונתרבר, כי חומר זה גורם לעימום

ולאיפול של אובייקטים מרוחקים באזוריים של רוחב גלפטי נמוך. באותו הזמן הצליחו לחשב את העובי האופטי של הרובד המאפייל הגלפטית על פי הפיזור הנצפה של גלפסיות. בשנת 1932 קבעו שאפל ואמס (Ames) מתחך למד הפיזור של גלפסיות, כי העובי האופטי הוא בשעור של 0.8 של גודל פוטוגרפי. לפי ממצא זה תוקן הפיזור הנצפה של הצבירים הבודדים ובתוואה נמצא, כי פיזורם הוא כדרי עקרוני והוא בעל ריכוז חזק ביותר בכיוון אל מקום המרכז הגלפטית, כפי שהוא הוגדר כבר קודם לכן בעורת תחת-מערכת הצבירים הבודדים. המרחק אל המרכז הגלפטית צומצם בהרבה והערך המקובל היום הוא 10,000 פארסק.

הפחשת המרחק אל המרכז הגלפטית וביטול התיאוריה על המבנה המוארך של תחת-מערכת הצבירים הבודדים חיזקו את התיאורית אודות סיבוב הגלפסיה. הפחשת הגדל של מערכת הצבירים הבודדים ומצד שני הממדים המוגדלים של הגלפסיה באנדראומדה — בעיקר בעקבות המחקרים הפוטומטריים של סטיבינס וויטפורד (Stebbins and Withford) ב-1934 — יש להם חלק רב · בסילוק ההשערה, כי הגלפסיה שלנו מהווה "יבשת", בעוד שהגלפסיות האחרות הם "איים". ("island universes")

הgalpsia שלנו והgalpsia באנדראומדה, ויחד איתן galpsiot סיליות אחרות, הראו דמיון מרשים: הממדים, הגרעין, הפחיסות, שפער הסיבוב, נוכחות קפאים, "חדים", עלי-ענקים בחולים, חומר מאפיל. אורט (Oort) קבע בgalpsia שלנו גם את העליה בדחיסות הכוכבים ובעובי הדיסקה בכיוון אל המרכז הגלפטית, בדומה לgalpsiot אחרות. אנלוגיה נוספת סיפקה התגלית של 140 צבירים כדריים מסביב לgalpsia באנדראומדה על ידי האבל (Hubble) ב-1932. אך שתי בעיות נשאו בשלב זה עדין ללא תשובה. לא הופרד עדין מרכז galpsia באנדראומדה לכוכבים ולא הייתה שום אינפורמציה על מבנה סילוי אפשרי של galpsia שלנו. הצעד הבא נעשה על ידי באדה (Baade) שהצליח להפריד כוכבים בגרעין galpsia באנדראומדה ב-1944: הוא גילתה בו ענקים אדומים מזהירים מאותו סוג בדיק שכאפרי מצא לראשונה בצבירים כדריים. באדה קבע את מושג הפוּפּוֹלְצִיָּה, כלומר קיום של חלוקה שונות במרחב לנבי סוגים אובייקטים שונים. פּוּפּוֹלְצִיָּה מאנצלת את המבנה הסילילי של galpsia והיא מיוצגת באופן בולט ביותר על ידי חומר מפוזר, על ידי עלי-ענקים בחולים וכן על ידי קפאים קלאסיים. פּוּפּוֹלְצִיָּה מאנצלת את ההילה ואת הגרעין של galpsia (כולל את אורי המבנה שבין הזרועות הסיליות) והיא מיוצגת במיזוגן על ידי ענקים אדומים מזהירים, "קפאים" מטיפוס Virginis W⁺ ומשתנים מטיפוס RR Lyrae (המכונים גם "משתנים מטיפוס הצבירים הבודדים" — "cluster type variables"). הצבירים הבודדים מכילים כל אותם האובייקטים של פּוּפּוֹלְצִיָּה וויש לראות בהם ריכוזים שבתחום פּוּפּוֹלְצִיָּה זו של ההילה הכללית והגרעין.

ב-1947 הובילו סטיבינס וויטפורד (Stebbins and Withford) את הקיום של ריכוז מרכזי של כוכבים (בגרעין galpsia) על ידי ציפויות פוטומטריות בתחום

⁴ על יסוד מחקרים של באדה (Baade) ואחרים נחדר ב-1952, כי ביצל היה מחזור-עוצמה (קביעת נקודת האפס ליחס זה — ראה הערה 3) לא היה כלל פג. נמצא שני סוגים נבדלים של קפאים: הקפאים "קלאסיים", מטיפוס Cephei 8 השיכים לפּוּפּוֹלְצִיָּה וכוכבים משתנים מטיפוס Virginis W, השיכים לפּוּפּוֹלְצִיָּה; נקבע שהקפאים הקלאסיים הם מזהירים יותר ב-1.5 גלים (4 פעם) מאשר כוכבי Virginis W בעלי אותו מחזור. נתוני המרחקים של מערכות אפסטרוא galpsiot שהושג בעורת קפאים קלאסיים על סמך היחס היישן של מחזור-עוצמה (לטני 1952), היו קטנים מדי, במחצית הערך בקירות, והיה, איפוא, להכפילים בשתיים; כן היה צורך להכפיל את נתוני הממדים של מערכות כוכבים אלה.

הקרינה האינפרא-אדומה; אורך הרכזו שנקבע השתרע על 3.5° ברוחב וכ- 8° לאורך שביל החלב. שעוריו בחרנו כבר ב-1928 את המרכז הגלפטיא ומצאו בו מספר גדול של כוכבים משתנים מטיפוס Lyrae RR. ב-1954 זיהו נאסאו (Nassau) וועוריו ענקיים אדומים מוהירים בגרעין הגלפטיא.

הדמיון בין הגלפטיה שלנו לגלפטיה באנדראומדה ולגלפטיות טליות אחרות הוביל לניסוחה הייעיל של התפיסה אודוט שתי היפותיות על ידי באדה. תפיסה זו סללה את הדרך ללימוד המבנה הסלילי של המערכת הגלפטית שלנו. התרומה הראשונה בשיטה זה באה מלימוד העրפלויות המפוזרות והעל-ענקים הכהולים על ידי מORGAN, OSTERBROCK וSharpless (Morgan, Osterbrock, and Sharpless) בשנת 1951. אחרי שנותגלה באותה השנה קו הקרינה של 21 ס"מ של מימן נויטרלי עבר תפקיד המחקר העיקרי בלימוד המבנה הסלילי של המערכת הגלפטית אל הרדיו-אסטרונומיה.

סקירה זו באה להעלות בוכרון את ההתקדמות בהבנת המבנה הגלפטיא והאסטרואדי גלפטיא שהלה במחצית המאה שחלפה היאאות של הוקמה לדמות הרמה של התקופה הו: האRELו שאפלוי.

שדות מגנטיים בגופים טמיימים

מאת ר. שטייניץ, ירושלים¹

כל אחד מעתנו התנסה בשימוש במצפן — קלומר קבוע את כיוון הצפון באמצעות השדה המגנטי של כדור הארץ. כדור הארץ אינו הגוף העולמי היחיד שועליו מצוי שדה מגנטי. מסתבר, כי על פני כוכבים רבים מצויים שדות מגנטיים, אלא שאנו נתקלים לעת עתה בקשישים מרובים בנסיבות להיווך במצביהם של שדות כאלה. הימצאותם של שדות מגנטיים על פני השימוש — במיוחד בתחום רבים, על פני כוכבים, בחומר הבין-כוכבי ואף בורעות של גלפטיות ובסביבתן. כיצד יודעים אנו על קיומם של שדות מגנטיים? ומהו המבנה של שדות כאלה? — באופן כללי ניתן לומר שמודדים את השדה המגנטי באמצעות השפעתו על התוווז (המדיות) בו הוא נמצא. גנסה לבירר עתה ביתר פירוט אחדות מן השיטות הנהוגות, כדי למדוד את השדה המגנטי.

כידוע, אפשר לזהות כל אלמנט (יסוד) באמצעות הספקטרום שלו. כל אטום מסוים יכול לפולות ולבלוע אנרגיה בכמותות המוגדרות היטב. פליטת אנרגיה כזו מתבטאת בקרינה לאורך גל λ השווה:

$$\lambda = \frac{hc}{E}$$

באשר E — האנרגיה הנפלטת (או הנבלעת) על ידי האטום. λ — הקבוע של פלאנק ו. ² — מהירות האור.

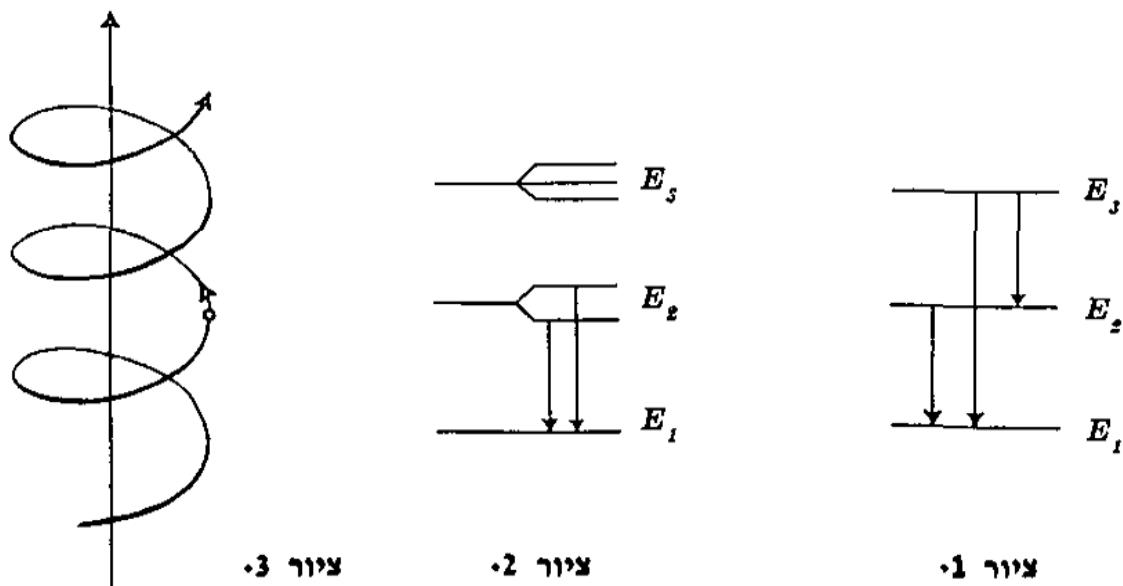
אפשר לתאר זאת גם כך: אלקטرون בתוך אטום יכול להמצא רק באנרגיות קבועות, נאמר E_1, E_2, E_3, E_4 , וכי שמתואר באופן סכמטי בציור 1. בהימצאו

¹ בעקבות הרצאותו של ד"ר ר. שטייניץ בכינוס האסטרונומי הארץ-ישראלי בירושלים, כ-24 באוגוסט 1965.

ברמת האנרגיה E , יכול האלקטרון "לקפוץ" לרמה E' או לרמה E'' . אם הוא עבר מ- E ל- E' , הוא יפלוט אנרגיה בשעור $E - E' = E'' - E$ — וכאן באורך גל $\lambda = \frac{hc}{E'' - E}$ (3→1) = (2→3) א; באותו אופן גם

וכן הלאה. כאשר האטום נחון בשדה מגנטי, רמות האנרגיה מתחפלות, כמתואר בצייר 2. מידת הפיצול תלויות בסוג האטום, ברמת האנרגיה ולבסוף גם בעוצמת השדה המגנטי — ככל שהוא חזק יותר, הפיצול גדול יותר. המעבר $E'' \rightarrow E$ יתבטא עתה בשני קווים ספקטרליים סמוכים, במקום אחד בלבד בלי שדה. במילים אחרות: אם נמדד את הפיצול של הקווים הספקטרליים, נוכל לחשב את עוצמת השדה המגנטי בו נמצא האטום. הפיצול הזה נקרא אפקט זימן (Zeeman) והוא ידוע בזמנו, הוא נגלה על ידי פ. זימן ב-1896. את השדות המגנטיים בכתמי המשמש גילו הייל (Hale) וניקולסון (Nicholson) בעורף שיטה זו. בשנים האחרונות בנה בבקוק (W. H. Babcock) מכשיר מתאים בו ניתן למדוד את אפקט Zeeman בספקטרום של כוכבים, ואכן נמצאו כוכבים בעלי שדות מגנטיים חזקים.

ציור 1. כיוון השדה



ציור 2. ציור 3.

קיימים הבדל עקרוני בין השדות המגנטיים בשמש ובכוכבים. השימוש היא בעלת שדה מגנטי כללי חלש — מסדר גודל של 1 עד 10 גאוס — ובכתמי המשמש השדות יכולים להגיע לכמה אלפי גאוס. אנו יודעים זאת, היוות שאפשר לצפות בשמש בפרטיהם. כוכב, לעומת זאת, נראה כמקור אור נקודתי, ולכן אנו מודדים בספקטרום תכונות "משמעות" על פני הכוכב. אילו הסתכלנו בשמש למרחק רב, לא היינו מבחינים בשדה המגנטי, כי שטחם של הכתמיים הוא קטן מאוד ביחס לכל פני שטחה של השמש. אבל על פני כוכבים מסוימים נמדדנו שדות מגנטיים שעוצמתם מגיע עד כורי אלפי גאוס (בכוכב אחד נמדדת עוצמתה של 30,000 גאוס!) ופירוש הדבר, שדודות אלה אינן כתמים קטנים כמו על פני השמש, אלא הם בעלי מידות הדומות לגודל הכוכב עצמו.

את תנועתו של חלקיק טעון בתוך שדה מגנטי אפשר לתאר בקירוב טוב בתנועה בורגית לאורך קווי השדה: החלקיק ינוע לאורך קווי השדה וتون כדי כך יהיה סביר כיון ההתקדמות המומוצעת שלו (ראה ציור 3). מן האלקטרודינמיקה ידוע, כי חלקיק טעון מואץ מקרן אנרגיה. ואכן, התנועה הסלילית של החלקיק

הטעון גורמת לתחזקה צנטריפוגלית של החלקיק, ולכון הוא יקרין, הקרן תהיה חזקה במיוחד, כאשר מהירותו של החלקיק תהיה גדולת מאוד.

קרן זו נקראת קרינת סינכרוטרואן (synchrotron radiation), משום שגילו אותה לראשונה בסינכרוטרואן, מאיצ' חלקיקים בו נעים החלקיקים במסלולים מעגליים ובנוכחות שדה מגנטי. קרינה זו מופענית בעיקר על ידי שתי תכונות: (א) הספקטרום שלה, הכולר התחלקות האנרגיה המוקרנת כפונקציה של אורך גל ו(ב) הקרן המוקוטבת שלה במישור הניצב לשדה המגנטי. אפשר, אף-או, בעזרת תכונות אלה לוזות קרינת סינכרוטרואן. יתרה מזו — אם נמדד את כיוון הקטבה של קרינת סינכרוטרואן, יוכל ללמידה מהו על כיוון השדה המגנטי במקור הפלט את הקרן. בשיטה זו גילו את נוכחותם של שדות מגנטיים בתחום ערפיליות (כמו למשל ב-*Crab nebula*) שהן נראות שרידים של על-חדשים (*supernovae*). הקרן במקרה זה היא בתחום אורכי גל נראים, הכולר תנועת החלקיקים הגורמים לקרינה היא רלטיביסטית — דהיינו קרובה ל מהירות האור. מסתבר, כי בתוצאה מן הקרן מפסידים החלקיקים אנרגיה, ומכאן יש להסיק, כי מקור קרינה מעין זה הוא "צעיר" יחסית או שבתווך מקור הקרן קיים תהליכי מספק לחלקיקים אנרגיה חדש.

גם השדה המגנטי של כוכב הלכת צדק נתגלה באופן דומה, אלא שבמקרה זה נפלטה קרינת הסינכרוטרואן באורכי גל בתחום גלי הרדיו — בין סנטימטרים אחדים עד כמה עשרות מטרים.

השדה המגנטי בסביבת מחט ממוגנתת נקרא בשם שדה דיפול (=דרוקוטב). את השדות המגנטיים של כדור הארץ, צדק ואת השדה הכללי של המשמש אפשר לחתור בקירוב טוב כshedot difol, אם כי בכל שלושת המקרים ברור כבר היום, כי מבנה השדה מtbody יותר. השדות המגנטיים בכוכבים מגנטיים ובערפיליות נראות מורכבים עוד יותר.

אחד הביעות הקשות הקשורות כיוון את החוקרם היא מקור השדות המגנטיים האלה. במיוחד מעוניינים לדעת, אם מקור השדה המגנטי של הכוכבים הוא בינו ובחומר הבין-כוכבי שהם נוצר הכוכב או אם השדה נוצר בשלב מאוחר יותר. במקרה הראשון יוכל אולי השדה המגנטי לתת אינפורמציה על ההיסטוריה של הכוכב.

מכשורי המחשאה לידענות השמיים

מאט ש. פרבר, חיפה¹

המכון הביולוגי — בית פנחס, המדור להשתלמות מורים

זו הפעם השנייה שמכשורי המחשאה אלה מובאים בפני הפורום זהה. השנה, לרגלי פתיחת החוגים לידענות השמיים, במכון הביולוגי — בית פנחס בחיפה, הtospose מכשוריים חדשים, שלא לדבריהם כמעט שאין להסביר תופעות ומצבים של גשמי השמיים.

תכנית הלמורים הממלתית, לבית הספר היסודי, אינה מקדישה זמן מתאים לידענות השמיים. רק בכתות היסוד, עת היקף ידיעותיהם של התלמידים מועט,

¹ דבריהם שנאמרו בכינוס האסטרונומי הארץ השישי בירושלים, לרוגל תערוכת המכשוריות, שנערכה ביום 24/8/1965.

וחפישת עולם מצומצם, ניתנים פרקים אחדים על ידיעת השמים, בשלוב עם מזג האוויר. אמנם בכתה ח', במקצוע היגיינרפה, מציעה התכנית חומר למודי בידיעת השמים, אבל פרקים אלה אינם מצטרפים למסכת שלמה ומקיפה. בתחוםנו, מן הראי לשנות את המצב מעיקרו, ולהקדיש לפך זה, החשוב לחינוכו של הילד והנערה, יותר זמן, בכתות הגבותות של בית הספר היסודי ובבית הספר התיכון. עד שיחלו שינויים בתכנית הלימודים, יש לארגן חוגי נוער חובבים, שיעסקו בשעות הערב — השעות הנוחות להסתכלות — בידיעת השמים. בשיחתי עם התלמידים, במועדון לטבע, שקיים זה 3 שנים, ובשיעוריו שנתתי למאות מורים מן העיר, ומן התנועה הקיבוצית, נתקלתי בקשימים, בעת הסברת המשגיים המופשטים, שאין התלמידים והמורים מתמצאים בהם. הרazon למצוא דרך קלה ונוחה להסבירה, ולהמחיש את הטעון המכחשה, הכריח אותו ליצור מכשירי ההכחשה האלה שהם נוחים לטיפול ופשוטים במבנה, «למען יrox המסתכל בהם». את רוב המכשירים יש לרכז ב»פינה לידעית השמים«, שהופכת משך הזמן למקום משיכה לכל התלמידים. התלמידים נעשים סקרנים ומתחלים להעתין בפעולות המכשירים, ובמדידות שאפשר לעשות בהם.

ואלו הם המכשירים לאחדים מהמכשירים:²

1. **התיאודוליט.** משמש לקביעת תנוחתו של עצם למרחב.
2. **סולריון.** משמש להסברת המסלול המדומה של השימוש ברכיע באربع תקופות השנה; הוא מראה את מקום זריתה ושייטתה של השימוש ואת זווית הגובה אליה מגיעה השימוש בצהרים. את הנתונים הנ"ל אפשר להציג לגבי כל רוחב גיאוגרפי.
3. **טוריון.** את המכשיר מכון המורה, בלי מגנון מיוחד: «קרנים» מיוחדות מצינו את הזווית של קרני השימוש, הנפלות על פני כדור הארץ, ברוחב גיאוגרפי שונה, באربع תקופות השנה. זווית מיוחדת מראה את נתית צירו של כדור הארץ.
4. **לונריון.** ממחיש את מופיעי הירח בכל ימות החודש. על בסיס המכשיר — טבלה, עליה מצוירים בעיגול 30 צורות הירח: במרכז העיגול עומד גליל, הנושא בראשו את הירח, שחלקו האחד מואר (לבן) וחלקו השני חשוך (שחור). על ידי סבוב הגלגל, שבתחתיו מhog, מתגלות לצופה בשופרת, צורות הירח, אותן מראה המהוג על הבסיס.
5. **הארץ והשמיים.** במרכזו של כדור זכוכית שקוף, נתון «כדור הארץ», נתוי לפי הזווית המתאימה. על הכדור מסומן קו המשווה. מן הכדור בולט הציר, המגיע עד לכיפת השמים, ומציין את מקומו של כוכב (הציר) הצפון. על כדור הזכוכית מסומן קו המשווה של השמים, במישור אחד עם קו המשווה של כדור הארץ. בזווית המתאימה, מסומן קו המילקה (אקלייפטיקה). על כדור הכוכית ניתן לסמן, בעפרון שחור (לזוכוכית), את גרמי השמים, כפי שראה אותם הצופה על כדור הארץ.
6. **גולובוס להטלים.** רשת קווי הרוחב והאורך במפות הן חומר לימודי בלתי מובן לילדים בבית הספר היסודי, ובבית הספר התיכון. מעתים התלמידים היודעים, שעל מפת «מרקטור», ארץ גרננדיה גדולה בערך

² את כל מערכת המכשירים, או מכשיריםבודדים, אפשר לרכוש באמצעות המחלקה הכלכלית של הסתדרות המורים, תל-אביב, רח' ארלוורוב 93.

כ-30 פעם, משיהיא צריכה להיות ב„מציאות“ על מפה בעלת השלכה חרותית. בגלובוס השקוף אפשר להציג ולהוכיח, כי אכן מתאפשרות רשות, שהזויות של מלכניה ישרים. כמו כן אפשר להציג את ההשלכה האיזומוטאלית, החרותית (קונית), וכו'.

7. **הצופה והאופק.** להסביר שושנת הרוחות.
8. **מד-צל — מوط.** להסביר התנועה המדומה של השימוש ברקיע.
9. **מד-צל משולש.** להסביר התנועה המדומה של השימוש ברקיע.
10. **מד-צל נייד.** נוה לשימוש בטווילים.
11. **שעון שם ישראלי.** מצין את שעת השימוש המדויקת בכל רוחב גיאוגרפי של ארצנו ושל כל הארץות במחצית הצפונית של כדור הארץ.
12. **שעון שם עולמי.** מצין את שעת השימוש המדויקת בכל רוחב גיאוגרפי בעולם.
13. **שעון עולמי.** שעון אゾורי, המציין את הבדלי הזמן בכל מקום, במחצית הצפונית של כדור הארץ.
14. **שעון חול על בסיס.** להדגמה בכתה.
15. **מד-עננות — מראה.** במד-עננות משתקפת כיפת השמים על ענינה.
16. **מד-עננות — כיפה.** הכיפה מחלקת את כיפת השמים ל-4 או ל-8 או ל-10 חלקים. הצופה דרך רשת הכיפה, קובע את מקום תנוחותם ותנוחותם של העננים.
17. **מסילה למשקפות קפלר וגלילי.** (עם שלוש עדשות). משמשת להדגמת המשקפות. המשקפות מקרבות את הדמיות ויוצרות דמיות ממשיות ומדוימות.
18. **מצפן.** על בסיס.
19. **בסיס נייד להדגמות.** על הבסיס אפשר לערוֹך מערכת מכשירים ולכוון אותם אל מול התלמידים, בכל הכוונים.
20. **המדף.** של' הפינה לידיית השמים. על המדף מעמידים חלק מן המכשירים, שנמצאים בפעולה.

ב א ג ו ד ה

התכשיות כוכבים

המשך הלוח, שנתרפסם בגליוון הקודם (עמ' 129), למחצית השנה השנייה, ניתן בגליוון הבא.

גלויה צבעונית של הפלנטריום
הויפויה גלויה צבעונית של פלנטריום ויליאמס. החברים יכולים לקבלה במו-כירות האגודה במחיר הנחה בהזמנות של 25 גלויות ומעלה (מחיר הгалויה 12 אג').

ב ס נ י פ ת ל - א ב י ב

ערבי תצפיות ליד הטלסקופ יתקיימו במשך החודש על גג בית ההסתדרות ברמת-גן, פינת הרחובות הרצל ויהלום:
 ביום ה', 10 בפברואר, בשעה 18.00
 ביום ה', 24 בפברואר, בשעה 18.30 (חצפית בכוכב-חמה וירח)
 ביום ג', 1 במרץ, בשעה 18.30 (חצפית בכוכב-חמה וירח)
 ביום ד', 16 במרץ, בשעה 20.00 (חצפית בירתי צדק)

השמיים בחודש פברואר 1966

תופעות מיוחדות

יום	שעה (בפי שעון ישראל)	תופעה
1	0 0h 06.2m	התכשות הכוכב Tauri 56 על ידי הירח, ג' 5.3 : העלומות ב- ז"מ 50° . ¹
1	1 1h 13m	הירח צפימי' לאלדייברן, ² נוגה במזידרמן, 13° צפימי' לשמש.
1	6 17h 58.2m	התכשות הכוכב Tauri 103 על ידי הירח, ג' 5.5 : העלומות ב- ז"מ 22° , מארדים בדור/מע, 20° מוי לשמש.
1	18 18h 34m	שב תא' בדור/מע, 34° מוי לשמש.
1	18 18h 130m	זדק בדור/מע, 130° מוי לשמש.
2	2 22h 02m	זדק מתבקש עם הירח, זדק 2° דר.
4	5 22h 05m	הירח דר' לפולופס.
5	22 22h 05m	הירח צפימי' לרגולוס. ³
6	(5) 20 22h 05m	כוכבתמה מתבקש עם השמש, התקבצות עליונה.
10	2 22h 02m	הירח צפ' לספיקה. ⁴
10	20 22h 05m	פלנטואיד (4), ואסטה, נוח לתצפית עד 21 בחודש. ⁵
10	22 22h 05m	אורנוס נוח לתצפית עד 22 בחודש.
11	4 22h 04m	HIRATH צפימי' לאלפא" במאזניים. ⁶
12	19 22h 04m	שבתאי מתבקש עם הכוכב הכהול "פסי" בDALI ⁷ ועובר $\frac{1}{4}$ צפ' לו.
13	5 22h 05m	HIRATH דר' ל"ביתא" בעקרוב ⁸ , צפימי' לאנטארס. ⁹

- (הסוגרים) סביר סימון השעה מסמנות תופעות שיש בהן עניין, אך הן אין ניתנות לתצפית.
- ¹ ראה רשימה «התכשות כוכבים על ידי הירח» בעמ' 3 של גליון מס' 129 (ינואר 66).
- ² Tauri α, Aldebaran = שבא אחריו,(Clomer הכוכב העולה אחרי כימה) ג' +1.1, ג' מוחלט 0.2 — מ' 53 ש"א, ק' 35 × שמש, ט' 0.203, תנוצה עצמית 0.055 km/s , מהירות רדיאלית 160° , מהירות רדיאלית $+55 \text{ km/s}$; מלחה בין ג' 13, מ"ז 31 : ספט K5.
- ³ Leonis α, Regulus (= המלך הקטן : השם ניתן על ידי קופרניקוס) ; ג' +1.3, ג' מוחלט 0.4 —, מ' 70 ש"א, ט' 13400, תנוצה עצמית 0.247 km/s , מהירות רדיאלית $+97 \text{ km/s}$, עצמת-אור $97 \times$ שמש ; מלחה בין ג' 8.4, מ"ז 176 : ספט B8.
- ⁴ Virginis α, Spica (=שבלות) : ג' +1.2, ג' מוחלט 1.6 —, מ' 120 ש"א, ט' 20000, תנוצה עצמית 0.055 km/s , מהירות רדיאלית $+2 \text{ km/s}$; כוכב כפול ספקטרוסקופי, מה' 4.014 ג' ; ספט B5 + B2.
- ⁵ ראה לוח פלנטואידים בעמ' 26 של גליון זה.
- ⁶ Librae α₁/α₂ : כוכב כפול, ג' 5.3/2.9. מ"ז 231, ז"מ 314° (MASKFT שורה ?), ג' 58 ש"א, קרובה למליקה.
- ⁷ Aquarii α¹: כוכב כפול, ג' 9.6/4.5, מ"ז 312 (1923), מ' 117 ש"א, ספט K0 ; מלחה שני, ג' 11.3, סמוך מאוד. — בסביבה : Aquarii β¹: ג' 4.6, ספט B5. Aquarii β²: כוכב כפול, ג' 11.0/5.2, מ"ז 1.2, ז"מ 226° (1888), ספט A0.
- ⁸ Scorpii β: כוכב כפול, ג' 5.1/2.9, מ"ז 14, ז"ה 23, מ' 400 ש"א, ספט B1; מלחה שני, ג' 9, סמוך מאוד.
- ⁹ Scorpii α, Antares (=מתחרה של מרס, מארס) : ג' 1.8—0.9, משתנה סדרי למחצית, מתחור שניוני האור 1733 י', ג' מוחלט 3.3 —, ק' 330 × שמש, עצמת-אור 1900 km/s , ג' 250 ש"א, ט' 0.034 km/s , תנוצה עצמית 3 — 0.034 km/s ; ספט 0 M0 ; מלחה לבן : ג' 5.2, מ"ז 3.1, ז"מ 275° , ספט A3.

יום	שנה (לפי שטון ישראל)
15	(3) פלנטואיד (4), ואסתה, במול שור, חזר מתנוועה אחורנית לקדומנית. ⁵
15	(10) זוק, במול שור, חזר מתנוועה אחורנית לקדומנית.
15	(11) נוגה, במול קשת, חזר מתנוועה אחורנית לקדומנית.
5	5 הירח זריזרימע' לנוגה (סמרק מאד לאופק במזורי'מו').
14	נוגה מתקבץ עם הירח, נוגה 12° דר' ; תצפית לאור היום : נוגה עבר את המיצחר בשעה 47' 09 בגובה של 50° 44' מעל לאופק בדור, ג' 4.2, צורתו 0.15.
18	hirah זריזרימע' למאדים/שבתאי — ניתן לראות רק באופק פניו במערב, סהר צר של הירח, 29 שניות אחרי המולד ; המשך שוקעת ב-17, הירח ב-18.
18	מאדים מתקבץ עם הירח, מאדים 4° צפ'.
(19)	שבתאי מתקבץ עם הירח, שבתאי 3° צפ'.
18	מאדים מתקבץ עם שבתאי ו עבר 07° צפ' לו (בשעה 15) — נראה טלסקופ בלבד.
(24)	ונטזון, במול מאוניים, עבר מתנוועה קרומנית לאחורנית.
18	בוכב חממה במזורי'מו' מתקבץ עם שבתאי ו עבר 1.17° צפ' לו ; ג' של כוכב חממה 1.0, — של שבתאי +1.3.
(15)	כוכב חממה מתקבץ עם מאדים ו עבר 40° צפ' לו (תצפית טלסקופ לקראת שעה 18).
20	hirah זריזמו' לכימה ¹⁰ , מע'צפ'מו' לאלדייברן ² .
20	hirah צפ'צפ'מו' לאלדייברן ² , מע' לזרק.

כוכבים בני ג' עד 14 (7 עד 10 נראים בעין) מ-410 ש"א, קווטר הקוטר 30 ש"א : הכוכב הראשי, אלקיאונה, בן ג' 3.0 הוא כוכב כפול-ארבעה. ראה מפה בכרך ו' (1959), עמ' 116.

שימוש

מספר או רישום	עליה ישראל 1966	נסיפה	נסיפה	שקיעה	זהירה	זריחה	זמן גובה	שעת כוכבים במייצחד של גרייניך ²	גראיניך ² במייצחד של גרייניך ²	נסיפה אחרי 5 ימים ¹	שעת כוכבים (לפי שטון ישראל ואופק ירושלים)			
											ט	מ	ס	ה
17 13	41	11 53	6 32	8 43 00.0	—15 49	—17 17	20 56.6	1						
17 23	44	11 53	6 24	9 22 25.6	—12 34	—14 14	21 36.7	11						
17 31	48	11 53	6 15	10 01 51.2	— 8 58	—10 48	22 15.6	21						
17 36	50	11 52	6 08	10 29 27.0	—	— 8 13	22 42.2	28						

¹ בטור זה מובאת הנסיפה ב-6, 16 ו-26 של כל חודש.

² לכל 1° אורך מוי' מגראיניך יש להוספה 4m (למשל זמן כוכבים בשל אורך גיאוגרפי של ירושלים 13° 35' = 20m 52s + 2s). השינוי לדוגמה : 56.56s + 3m +; השינוי לשעה : +9.86s.

אורך היום גדול מ-10 שעות 41 דקות בראשית החודש עד 11 שעות 28 דקות בסופה. הדימויים האסטרונומיים (המשם 18° מתחת לאופק) נמשכים ברוחב הגיאוגרפי של ירושלים 22m 1s.

חצי קווטר השימוש : ב-15 בפברואר 15' 16' וב-28 בו 10' 16' (חצי קווטר הבינווני הוא 16' 16', כפי שהוא נראה למרחק של 1' י"א).

זמן מינימום של אלגול

ב-2 בחודש בשעה 22.2, ב-4 בשעה 23.0, ב-7 בשעה 20.8, ב-25 בשעה 00.7, ב-27 בשעה 21.6.

כוכבי לכת

פברואר עלייה נסיה מולן חנוועה ² מרחק חצי צורה גודל										ישרה 1966 (ל' שנות זמן גולמַן)		
ב'א ³	קוטר ⁴	ב'א ³	קוטר ⁴	ב'א ³	קוטר ⁴	ב'א ³	קוטר ⁴	ב'א ³	קוטר ⁴	ב'א ³	קוטר ⁴	
h m	h m	m	"	m	"	m	"	m	"	m	"	
16 48	11 42	6 36	—0.9	1.00	2.4	1.413	ק	גדי	—20 15	20 44.1	1	♀
17 11	11 57	6 43	—1.1	1.00	2.4	1.398	ק	גדי	—17 49	21 19.1	* 6	
17 33	12 11	6 49	—1.2	0.99	2.5	1.364	ק	גדי	—14 47	21 54.0	11	
18 23	12 41	6 59	—1.1	0.88	2.7	1.227	ק	דלי	—7 05	23 02.0	21	
18 51	12 54	6 57	—0.7	0.68	3.1	1.064	ק	לגיימ	—1 11	23 43.4	28	
16 36	11 06	5 36	—3.5	0.02	30.6	0.275	א	גדי	—12 10	20 12.5	1	♀
15 40	10 12	4 44	—4.0	0.08	27.4	0.307	א	קשת	—12 52	19 56.9	11	
15 22	9 55	4 28	—4.1	0.12	25.9	0.325	ע	קשת	—13 13	19 55.3	* 15	
14 59	9 34	4 09	—4.3	0.18	23.5	0.358	ק	קשת	—13 43	19 57.9	21	
14 40	9 16	3 52	—4.3	0.24	20.9	0.402	ק	גדי	—14 08	20 07.5	28	
18 41	13 11	7 41	+1.7		2.1	2.270	ק	דלי	—11 57	22 15.0	1	♂
18 37	12 56	7 15	+1.8		2.0	2.308	ק	דלי	—7 27	22 59.3	16	
18 34	12 43	6 52	+1.8		2.0	2.337	ק	דלי	—3 41	23 34.0	28	
3 22	20 16	13 14	—2.1		20.7	4.445	א	שור	+22 55	5 23.5	1	♀
2 47	19 20	12 18	—2.0		19.8	4.636	ע	שור	+22 56	5 22.0	* 15	
1 57	18 30	11 28	—1.9		19.0	4.835	ק	שור	+22 59	5 23.1	28	
19 44	14 03	8 22	+1.3		7.1	10.437	ק	דלי	—7 30	23 09.1	1	♂
18 13	12 29	6 45	+1.3		7.0	10.600	ק	דלי	—6 16	23 20.8	28	
8 30	2 17	20 20	+5.7		2.0	17.492	א	אריה	+ 5 06	11 20.8	1	♂
6 41	0 27	18 29	+5.7		2.0	17.306	א	אריה	+ 5 30	11 17.0	28	
11 32	6 15	0 58	+7.8		1.2	30.484	ק	מאזנים	—16 36	15 20.4	1	Ψ
10 10	4 53	23 33	+7.8		1.2	30.122	ע	מאזנים	—16 37	15 21.0	* 22	
9 47	4 30	23 09	+7.8		1.2	30.022	א	מאזנים	—16 36	15 20.9	28	

פלנטוואידים⁵

m_p	m_v		(1950.0)	(1950.0)
7.4		1.746	א	שור + 23 41 5 54.5 4 (4)
	6.9	1.844	ע	שור + 24 04 5 52.5 14
7.7		1.954	ק	שור + 24 24 5 53.8 24

* ראה בראשית התופעות המינוחות בתאריך זה.

¹ סאן נרשם שם המול שבתחומו נע כוכביהלכת, לפי תיחסם לכוכבים המוכובל היום עוברים המסלולים של כוכביהלכת גם בקבוצות שאין נמנות עם גלגל המילוט.

² א = תנועה אחורנית (מזרע לעמ"ר).

³ ע = עומד מתגעה (בעליה ישרה), עובי מכיוון אחר לשנהו.

⁴ ק = תנועה קדומנית (מעמ' למזרע).

⁵ י"א (יחידה אסטרונומית) = 149 504 200 ק"מ.

⁶ אצל כוכביהלכת זך ושבתאי מובא כאן חצי הקוטר מקוטב לקוטב.

⁵ שמות הפלנטוואידים : (4) ואטנה ; הנחותם בטור ג' (גודל) הם גודלים ראותיים (m_v) ונודלים פוטוגרפיים (m_p)
(4) Vesta.

ירח

מספר או 1966	עליה ישירה	נסעה (ל'ו שנות זמן עולמי)	הציגי קוטר	זריחת (לפי שעון ירושלים ואופק ירושלים)	צורה		d h m	h m	h m	d
					h	m				
5 17 58	○	2 19	12 44	34.2	15 52	+22 10	4 24.6			1
12 10 53	☽	7 17	18 20	94.9	16 45	+19 00	9 42.4			6
20 12 50	◐	10 14	23 55	155.5	15 51	-11 07	14 13.8			11
28 12 16	◑	13 48	3 49	216.4	14 53	-26 15	18 37.2			16
		18 26	7 02	277.4	14 42	-13 11	22 45.7			21
6 00	פריגיאום	23 06	9 22	338.3	15 10	+12 36	2 26.1			26
19 23	אפוגיאום	0 07	10 36	2.7	15 33	+21 20	4 06.7			28
² קולונגיוטודה סלונגראפית של המשך.										
•	ביבראציה מסימלית	d	(U.T.)	•	d	(U.T.)				
-6.5	ברוחב :	6		+7.7	11		באורך :			
+6.5	ברוחב :	20		-7.7	28		באורך :			
	+	שפה צפ' מגולחה					פירוש הסימנים :			
	-	שפה דר' מגולחה								

ירחי זדק

ראשי חיבوت דאה ברגליון מס' 129, עמ' 11 (ינואר 1966)

h	m	d	h	m	d	h	m	d	h	m	d
18 03	22		18 44	15	ל"ס	0 59	8	17 מ"ז מע'	20 22		1
20 39			21 44	III	ל"ס	ו ו ל"ס	1	22 28			2
22 44			19 59	16	ל"ס	IV מ"ז מז'	9	0 39			4
1 45	23		20 17	II	מ"ס	17 49		1 40			
20 07			22 42	II	צ"ס	20 05		2 50			
22 36			17	I	מ"ה	2 28	11	20 22			
22 48			1 38	19	כ"ה	23 47		21 57			
1 19	24		22 47	I	מ"ה	23 59		23 13			
19 30	25		23 59	I	צ"ה	20 56	12	0 34			5
IV מ"ז מז'			0 59	20	צ"ה	22 04		1 14			
0 39	26		2 12	I	מ"ס	23 08		19 05			
1 45			20 06	I	צ"ס	0 16	13	20 09			
21 59	27		23 34	I	ל"ס	18 15		21 18			
1 29			18 23	21	צ"ה	20 00		22 21			
19 08	28		19 27	I	ל"ס	21 38		1 54			6
10 23			20 40	I	צ"ס	18 45	14	19 43			
21 20			1 00	22	כ"ה	22 31		20 05			
22 36			3 15	IV	ק"ע			7			

סדר הירחים בהערות הבאות ניתן, כפי שהוא נראה בתلسקופ הופך, מז' מימין, מע' משמאלי. העיגול ○ מסמן את זדק, המספרים הרומיים את ארבעת הירחים הגדולים. מספריו הירחים בסוגרים מסמנים עדמה קרובות (התקבצות).

¹ כל ארבעת הירחים מז' לזרק : (I) (III) ○

² מעבר זרומי של ירח זו בשעת התקבצותו התתמונה.

³ כל ארבעת הירחים מע' לזרק : (O) (II) (III) ○

⁴ לפנות ערב : כל ארבעת הירחים בקרבת האלונגציה הגדולה ביותר של הגאות.

⁵ עד להתקבשות של ירח ו נמצאים כל ארבעת הירחים מע' לזרק : (O) (I) (IV) III

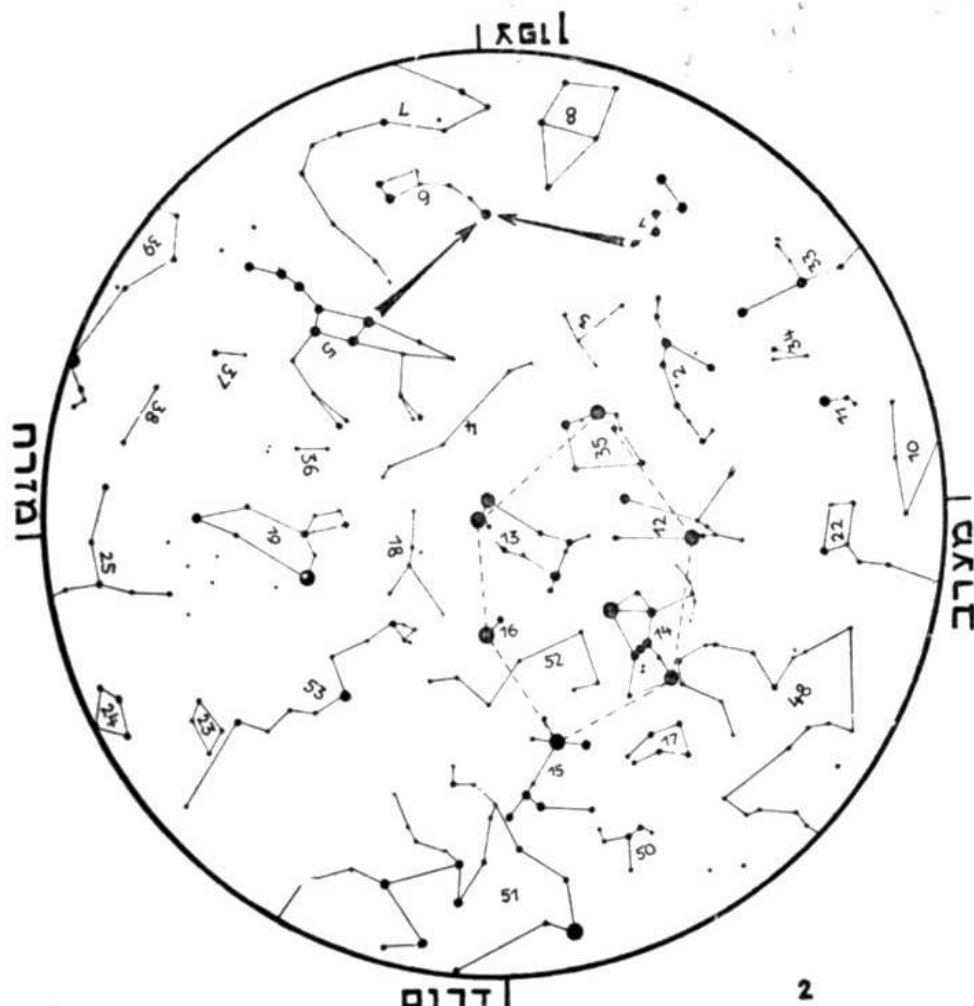
⁶ כל ארבעת הירחים בצפיפות מע' לזרק : (O) (I) (IV) ○

⁷ מעבר צפוני של ירח זו בשעת התקבצותו העליונה.

⁸ כל ארבעת הירחים מז' לזרק : (II) (IV) (III) ○.

מפת שמי הערב ב-15 בפברואר ב-00:22

בראשית החודש ב-00:23 ובסופה ב-00:21 = שעת הכוכבים 07:40



מו' ומע' מסומנים במפות כוכבים הפוך מן הנהוג במפות הארץ, כי אלו צופים על פני הארץ "מלמטה" (מבוחן), על השם "מלמטה" (מבפנים). יש אפוא להחזיק את מפת השמיים מעל גראש. צריך לדאוג שהקו צפ'-דר' יהיה מכובן אל-ינכוו (בעזרת כוכב הקוטב המסומן בחיצים) ואז יתאיימו נקודות מז' ומע' של המפה. קבוצות הכוכבים מסומנות במפה במספרים המופיעים בהתאם שמי הערב בסוגרים אחרי שמות הקבוצות. הכוכבים הראשונים הנזכרים בתחום הסהרכובים המזהירים בכל קבוצה וקבוצה.

המספרים במפה מצינים את קבוצות הכוכבים כללו:

1	קסיאופיה	8	כלב קטן	16	כלב קטן	25	בתולה	39	רועה-זובים
2	פרסיאוס	10	דגים	17	ארנבת	33	אנדרומדה	48	ארידנוס
3	גיראפה	11	טלה	18	سرطان	34	משולש	50	יונגה
4	ליינקס	12	אריה	19	עגלון	35	עגלון	51	ספינת ארנו
5	דובה גדולה	13	תאומים	20	שור	36	אריה קטן	52	ראם
6	דובה קטנה	14	אורION	21	לויתן	37	כלבי-צד'	53	נחש-מים
7	דראكون	15	כלב גדול	22	אריה	38	עורב	15	שר-בירוניקה

כתובת המערכת וההנוגה: אגודה אסטרונומית-חובבים, ע"י האוניברסיטה העברית, ירושלים
דפוס קוואופרטיבי "אחוות" בע"מ, ירושלים