

# הכוכבים בחודש

**ט.** **1**  
שנה ט. מס.

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

## האבולוציה של הכוכבים

מאט ש. מלין, תל-אביב<sup>1</sup>

נתאר לעצמו שיש על פני מאדים יצורים אינטיגנטים ואחד מהם בא לביקור של שעות אחדות על פני כדור הארץ. בין השאר הוא מנסה בביקור זה לחזור מהו מהלך חי האדם. הוא רואה הרבה אנשים, בשלבים שונים של התפתחותם, אבל זמנו אינו מספיק, כדי לראות שינויים הקיימים באדם בודד תוך כדי התפתחותו. בואנו לחזור את עית האבולוציה של הכוכבים אנו נמצאים במצב דומה לזה של האורה ממאדים: אנו רואים כוכבים רבים בשלבים שונים של התפתחותם, אבל ומן קיום המחקר האסטרונומי הוא קצר עד מאד בהשוואה לזמן של שינויים אבולוציוניים בכוכבים. העיה שלפניו היא, איפוא, להרכיב תמונה דינמית המתיחסת לכוכב אחד לפי התמונה הסטטיסטית של כוכבים רבים שאנו רואים.

### (1) מקורות האנרגיה של הכוכבים

מדוע علينا להניח בכלל שהכוכבים משתנים? מדוע לא קיבל את השקפתם של היונינים, שהכוכבים היו מעולם יהיו לעולם כפי שהם יום? הכוכבים מאבדים אנרגיה. אנו ישנו שינוי אחד בכוכבים שאנו רואים يوم: הכוכבים מאבדים מכך קולטים يوم ושעה שעיה את הקרינה הנפלatta מן הכוכבים ואנו מסיקים מכך שאוצר האנרגיה שבכוכבים קטן במשך הזמן. השאלה היאו שינויים בכוכב גורם שינוי מתמיד זה בכמות האנרגיה שלו. עית האבולוציה של הכוכבים קשורה, אפוא, קשר הדוק לבעית מקורות האנרגיה שלהם ולכן נدون תחילת בשאלת, כיצד יוצרים הכוכבים את החום והאור שהם פולטים.

אנו מכירים תהליכיים אחדים לייצור חום ואור. הפשט מכוון היא שרפה. נמתקל לדוגמה על שרפת פחמן:  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{O}_2 + \text{C}$ . לפניה התחלת התהליך קיימות שתי מולקולות נפרדות: מולקולה של פחמן ומולקולה של חמצן. בזמן התהליך מתקרבים גרעיני האטומים זה לזה ומשתנים מסלולי האלקטרונים עד אשר נוצרת המולקולה של דותחמצצת הפחמן. שינוי זה במצב האלקטרוני גורר אחריו פליטה של אור וחום. בתהליך כימי מעין זה לא חל שינוי במבנה של גרעיני האטומים.

חשבון פשוט מראה שכמות האנרגיה הנפלatta בריאקציות כימיות היא קטנה מכדי לייצר את כמות האנרגיה העצומות הנפלatas מן הכוכבים. גם אילו הייתה המשמש עשויה כולה לחם הייתה נשרפת כליל תוך כמה אלפי שנים; ואנו יודעים הן מחקרים אסטרונומיים והן מדדיות גיאולוגיות וביוולוגיות שהמשמש מפיקה אנרגיה בקצב דומה לזו של היום במשך אלפי מיליון שנים.

<sup>1</sup> הרצאה שניתנה בכנס האסטרונומי הארץ-רביעי (ירושלים, 28 באוגוסט 1961).



את מקור האנרגיה השני נכיר תחילת על ידי דוגמה: כנסותעים באופנים במורד ארוך מתחממים הבלתיים אחד. מה הסיבה לכך? האופניים נמצאים תחילתה לעלota במנוחה, הם מואצים במורד ומהירותם קטנה והולכת. יש להם, איפוא, אנרגיה של תנועה, אנרגיה קינטית. התהליך של העצירה באמצעות הבלתיים הוא תהליך שבו האנרגיה הקינטית הזאת הופכת לאנרגיה של חום על ידי שיפוש הבלתיים בגלגול.

תהליך דומה קיים גם בכוכבים: הכוכבים אינם אלא כדורי גז גדולים. כוח המשיכה פועל על השכבות החיצונית והמולקולות שבഹן מתחילות "ליפול" — לנוע כלפי פנים. הן געירות על ידי התגשויות עם מולקולות אחרות תוך כדי פליטת חום ואור. סוג זה של אנרגיה יקראה אנרגיה גרביטציונית, כיון שהוא נוצר כתוצאה מפעולות כוח המשיכה על השכבות החיצונית של הכוכבים.

הчисובים מראים שמקור זה של אנרגיה אינו יכול להיות המקור היחיד: אילו היה זה מקור האנרגיה היחיד של השימוש, למשל, היהת היא מתכוצת תוך 50 מיליון שנה לגודל הרבה יותר קטן מגודלה הנוכחי. מצד שני מקור זה של אנרגיה שונה מן הקודם בכך, שאינו רק אפשרי אלא גם הכרחי: כוח המשיכה אמן פועל על השכבות החיצונית וההתגשויות גורמות לפליית חום ואור. תהליך זה של התכווצות קיים, איפוא, בכוכבים כל עוד לא פועלים גורמים המונעים אותו.

מקור האנרגיה השלישי מוכר לנו מזה חמיישים שנה בערך: האנרגיה הגרעינית. בשעת ריאקציות כימיות החום והאור נפלטים כתוצאה משינויים במסלולי האלקטרונים. בריאקציות גרעיניות חלים שינויים שבבנה של גרעיני האטומים. סדר גודל של כמויות החום והאור הנפלטות על ידי ריאקציה גרעינית גדול פי מיליוןים מזו של ריאקציה כימית. עוצמתו של מקור זה מספקת להסביר זמן החיים הארוך של השימוש.

הריאקציות הגרעיניות אינן קיימות באופן טבעי על פני הארץ, כיון שה坦נים להתרחשוון קיימים במרכז הכוכבים — השימוש בלבד: טמפרטורות של מיליוןים מעלות.

נחלק את הריאקציות הקיימות בכוכבים לשלווש קבוצות:

(א) ריאקציות או שרשרות של ריאקציות שבתוואה מהן גרעיני המימן והופכים לגרעיני הליום. ריאקציות אלה עשויות להתרחש החל מטמפרטורת של כ-4 מיליון מעלות.

(ב) ריאקציות או שרשרות של ריאקציות בין מימן או הליום לבין גרעינים קלילים אחרים (פחמן, חנקן, חמצן וכו'). הן אינן מתרכשות לפני שהטמפרטורה מגיעה לסדרות 20 מיליון מעלות.

(ג) ריאקציות שתוצאתן היא ברזל או גרעין קרוב לו במשקלם האוטומי. ריאקציות אלה דורשות טמפרטורות של מאות או אלפי מיליוןים מעלות.

## (2) הגישה התיאודוטית לבניית התפתחות הכוכבים

נחזור לבניית השינויים החלים בכוכבים. לשם השוואה נסתכל תחילת על בעיה אחרת: חישוב מסלולו של פגנו או של טיל. אנו יודעים את חוקים הקובעים את המסלול ולכון, כשננדע את מקום השילוח ואת, המהירות ההתחלתית, אנו יכולים לחשב, בעורת חוקים אלה, את המסלול שלו — לנבא את אשר יקרה לטיל. באופן עקרוני אפשר לגשת לבניית התפתחות הכוכבים בגישה דומה: הכוכבים הם, למעשה, כדורי גז. אנו מכירים את חוקי הת滂גות של הגזים ולכון נוכל לחשב בעזרתו את השינויים שיחולו בכוכבים, אם נדע את מצבם ההתחלתי. בכך אנו

מתרגמים, באופן עקרוני, את בעית האבולוציה של הכוכבים לבעיה מצומצמת יותר: מציאת המצב ההתחלתי של הגו המרכיב את הכוכב.

גוזר לדוגמת האורח ממאדים המנסה לחקור את התפתחות חי adam על כדור הארץ. הבעייה העומדת לפניו היא, איפוא, מציאת השלב הראשון בחי adam – adam בהיוולדו.

היכן אנו רואים בשמות כוכבים נולדים? אנו מכירים בשמות שני סוגי אובייקטים: כוכבים וחומר בין-כוכבי. אחת הצורות השכיחות של החומר הבין-כוכבי הן הערפיליות, דהיינו ריכוזי חומר בין-כוכבי. אנו יודעים שהחלקים השונים של ענן בין-כוכבי נמשכים זה אל זה. מתקבל על הדעת להניח שבמשך הזמן הענן יעשה מרוכז יותר ויותר ובמרכזו יוצר כוכב. אנו משערם, איפוא, שהכוכבים נוצרים על ידי התכווצות ענן של חומר בין-כוכבי.

כיצד אפשר לבדוק השערה זו? נביא כאן שלוש מבין האפשרויות הרבות:

(א) האם אנו רואים בשמות כוכבים נולדים ב佐יה? האם אנו רואים ערפיליות שבמרכזן כוכבים? הדוגמה הבולטת ביותר היא הערפילית הגדולה שבאורוון, שבה רואים לא כוכב אחד אלא ארבעה.

(ב) ראיינו שהערפילית תחיל להתחזק כתוצאה מכוח המשיכה ההדרי בין-חלקייה. האם כדור הגו הנוצר במרכז יהפך לכוכב, דהיינו לכדור גו מאיר? כאשר תארנו את מקור האנרגיה שקראנו לו בשם "אנרגיה גרביטציונית" ראיינו שבתהליך התכווצות כזה אמן נפלטים אוור וחום כתוצאה מהתנגשות בין המולקולות.

(ג) הבדיקה הרצינית ביותר: אנו זוקים להשערה בדבר השלב הראשון בחיה כוכב, כדי להסביר בעורמת את מהלך חייו. ננסה לקבל את ההשערה ולראות מהו מהלך החיים המתකבל. את התוצאות נשווה לנסיון ונראה האם הן מתקבלות על הדעת. אם נצליח, למשל, בתוצאה, שרוב הכוכבים הם ננסים כחולים במשך רוב זמן חייהם, נזחה את ההשערה שהביאה לתוצאה זו, כיון שאיננו מכירים כלל סוג כזה של כוכבים.

המשך הדיון יכול, איפוא, סקירת התוצאות שנתקבלו על סמך ההשערה הנ"ל והשוותן עם הנסיון.

### (ג) סכימה המסקנות התיודוטיות בדבר התפתחות הכוכבים

נתאר את מצב הכוכבים, כפי שנגילים לעשות באסטרופיזיקה, בעורת הדיאגרמה של הרצפרונג-ראטל (Hertzsprung-Russell diagram). הכוכב מתחילה את חייו כענן בין-כוכבי מתכווץ. תוך כדי התכווצתו עלות הטמפרטורת במרכזו. כאשר הן מגיעות למיליאני מעלות נוצרים התנאים לריאקציות הגרעיניות, והריאקציות מסוג (א), שנזכרו בסעיף 1 לעיל, נכנסות לפעולה. ראיינו לעיל, שהתכוזות הכוכב אינה רק תהליכי אפשרי, כי אם גם הכרחי: כוח המשיכה הפועל על החלקים החיצוניים של הכוכב אמן גורם להתכווצות. והנה, כאשר הריאקציות הגרעיניות נכנסות לפעולה הן יוצרות את הכוח המתנגד להתכווצות ומפסיקות אותה: לחץ הקירינה. החלק המרכזי של הכוכב הוא החם ביותר ובו מתרחשות הריאקציות. האור והחום נפלטים מן המרכז בזרם חזק כלפי חוץ וורם זה דוחף את השכבות החיצונית החוצה ומאזן את השפעת כוח הכביד. מבחינת מקומו בדיאגרמה של הרצפרונג-ראטל הכוכב הוא בסידרה הראשית (main sequence). תקופה זו היא הארוכה ביותר בחיי הכוכב, ובכל זאת השינויים הקיימים בווחר של הכוכב, בגודלו, בטמפרטורה שלו וכיו' הם קטנים, יחסית. בתקופה זו משתמש הכוכב במימן הנמצא במרכזו והופך אותו להליום, והוא נושא כל עוד קיים מימן במרכזו הכוכב.

לאחר שמלאי המימן מתدلל נחלשת יצירת האנרגיה במרכזה הכוכב, נחלש ורים הירינה כלפי חזק והכוכב מתחילה להתכווץ שוב. בתקופה זו הכוכב הוא בלתי יציב והוא עשוי להיות כוכב משנתה, ככלומר כוכב שזוהרו משתנה במחזריות קבועה (בקשר לשלב זה עיין גם בסעיף 5). הטמפרטורה במרכזו עולה ובאשר היא מגיעה לסביבות 20 מיליון מעלות ננכשות לפועלה הריאקציות מסווג (ב) — ראה סעיף 1. נוצר שוב זרם קירינה חזק, והפעם לא זו בלבד שהוא מאוזן את השפעת כוח המשיכה, הוא אף גורם להתרפשות הכוכב. הזוהר המוחלט של הכוכב עולה, אך כתוצאה מן ההתרפשות יורדת טמפרטורת השכבות החיצונית ולכון זו הכוכב ימינה ולמעלה בדיאגרמה של הרצפרונג-ראסל.

שלב זה נמשך כל עוד קיימים חומרי הגלם במרכז הכוכב. לאחריו בא התכווצות נוספת, עלייה נוספת בס temperaturot הפנימיות והריאקציות מן הסוג (ג) של סעיף 1 עשויה להיות מקור האנרגיה. כאשר כל חומרי הגלם אוזלים, בא התחכוות הסופית, המביאה את הכוכב למצב של כדור קר ומכווץ. בדיאגרמה של הרצפרונג-ראסל מटבאים השינויים הללו בעבר מהיר מאזרע הענקים האדומים לאזרע הננסים הלבנים.

תואר זה הוא כללי וסכימי ביותר, ובכל זאת יש להוסיף לו הסטייגות: השלבים הראשונים הכלולים את זמן חי הכוכב בסידרה הראשית אמורים לבדוק רב. החישובים הדרושים לקביעת מהלך חי הכוכבים לאחר מכן מסובכים במידה עצומה, שהם בוצעו רק באופן חלקי ותוך הוספת הנתונות וההערות. יתרון שהישובים מדוייקים יותר שיבוצעו בעתיד הקרוב ישנו תמונה כללית זו.

בתואר הנ"ל הונחו את הבדלים בין הכוכבים. הבדלים אלה מקרים בהבדלים במסה ההתחלתית של הערפלילית המתכווצת<sup>1</sup>. מהלך החיים של הכוכבים השונים דומה בקווים הכלליים, אלא שככל כמה המסה גדלה התהליך מואץ: השימוש, למשל, עשויה לשחות כמה אלפי מיליון שנים בסידרה הראשית, בעוד כוכב כסיריות נצל את כל מלאי המימן שברשותו תוך כמה עשרות מיליון שנים. מכאן, שאנו יכולים ללמד על גיל הכוכב לפי שני נתונים: המסה שלו ומקומו בתהליכי ההתפתחות. לדוגמה, כוכב כחול הנמצא עדין בסידרה הראשית גילו אינו עולה על מאה מיליון שנה. כוכב צהוב שעוזב את הסידרה הראשית — גילו למעטה מ-5000 מיליון שנה.

#### (4) בדיקת התיאוריה לפי החומר הניסיוני

האם מהלך חי כוכב שתואר לעיל מתאפשר על הדעת? הקשי בבדיקה הוא בכך שאנו רואים תמונה סטטיסטית, שיש בה כוכבים רבים בשלבים שונים של התפתחותם ובעורתה עליינו לבדוק מה קורה לכוכב בודד.

נזכיר למשל של היצור האינטיליגנטי ממאדים. יש בידו השערה של מהלך חי האדם והוא מנסה לבדוק אותה תוך סיור של שעות אחדות על פני כדור הארץ. הוא יכול להשתמש ברעיון הבא: לפי השערתו יש שלבים קצרים בחיה אדם ויש שלבים ארוכים. מתאפשר על הדעת שבסיורו הוא יתקל באנשים רבים הנמצאים בשלבים הארוכים ובאנשים מעטים הנמצאים בשלבים הקצרים. אילו היה משער, למשל, שהאדם הוא תינוק במשך 50 שנה ובוגר במשך 5 שנים היה מתפלא לראות כל כך הרבה מבוגרים וכל כך מעט תינוקות.

באופן דומה אנו טוענים שהשלב שבו הכוכב נמצא בסידרה הראשית בדיאגרמה של הרצפרונג-ראסל הוא הארוך בחיו; ולכון אנו מצפים שרוב הכוכבים בשמיים

<sup>1</sup> לא נדון כאן בהבדלים הנובעים מהבדלי הרכב כימי של החומר הכוכבי.

ישתייכו לסידרה הראשית ורק מיעוטם יהיה ענקים אדומיים, כוכבים משתנים וכו'. ואולם, בסביבת המשמש, למשל, למעלה מ-80% מן הכוכבים שייכים לסידרה הראשית.

נדגים אפשרות בדיקה נוספת האורח ממאים: נניח שהוא מגיע לאי בודד ויודע לו שבאי זה לא היו תנאים לילודה מוה עשרים שנה. הוא צפה, איפוא, של כל האנשים שיפגש באי יהיו כאלה, שלפי השערתו גלים עולה על עשרים. נניח עתה, שהוא מסיר באים רבים ממן זה. הוא יודע שכיוום אין בהם תנאים לילודה, אם כי אין הוא יודע כמה זמן נמשך מצב זה בכלל אי. קשה לו לשער שככל האיים נפסקו אפשרויות הלידה סמוך לבואו והוא מצפה לכך שככל אי יהיה גיל מינימלי: גיל זה עשוי להיות חמישים באחד האיים, עשרים באחר ואולי רק שנה אחת או פחות באחדים מן האיים; אך אם יפגש בכל האיים אנשים שלפי השערתו הם בשלב הפתיחה הראשון יראה זאת כסתירה להשערה.

נחוור מן המثل אל הנמשל. האם אנו מכירים "איהם" כאלה של כוכבים ומה ידוע לנו על אפשרויות הולדת כוכבים בהם? אנו מכירים צבירי כוכבים רבים (star clusters) המהווים קבוצות מבודדות, פחות או יותר, של כוכבים, ואפשר להניח שיש להם מוצא מסוות. הצבירים הבודדים (globular clusters) הם קבוצות מבודדות ממש. ראיינו שהכוכבים נוצרים מעננים ביןכוכבים. הצבירים הבודדים נקיים מעננים כאלה ולכון אין בהם אפשרות ליצור כוכבים. אנו יכולים להתייחס אליהם כפי שהאיש ממאים מתייחס לאיים שלו ולצפות, שככל צביר כדורי יהיה גיל מינימלי לכוכבים.

גיל מינימלי זה נראהיפה כאשר מסדרים את הכוכבים השיביכים לצביר מסוים בדיגרמה של הרצטrogram-ראש. הסידרה הראשית אינה קיימת בשלמות בצבירים: החלק העליון שלה, המתאים לכוכבים המזהירים, חסר. יש צבירים שבהם חסרים רק המזהירים ביותר מפני כוכבי הסידרה הראשית ויש צבירים שבהם נוכחים בסידרה הראשית רק כוכבים החלשים יותר מן המשמש בזורות המוחלט. זהה הדגמהיפה של קיום הגיל המינימלי, כפי שראינו בדיוננו של תלות זמן החיים של הכוכבים בזורתם: הכוכבים המזהירים מסוימים מהר אותו פרק זמן בחיהם שבו הם נמצאים בסידרה הראשית. העדר תנאי לילדה במשך מאות מיליון שנה מחייב, איפוא, את העדרם מן הסידרה הראשית. הזוהר המכיסימי שאפשר למצוא בסידרה הראשית של צביר מעיד מתי נפסקה ייצור הכוכבים בו.

## 2) נסיון לעקב אחריו שינויים אבולוציוניים בכוכבים משתנים

ונכיר, לבסוף, אפשרות שלישית של בדיקת המהלך של חי הכוכבים: נסיון לעקב אחריו שינויים סדריים החלים בהם. איננו יכולים לעקב אחריו שינויים בגדים, כגון זוהר מוחלט, מסה או רדיוס, כיון שהוא מסוגלים למדוד אותם בדיקום מועט, יחסית, מסדר גודל של אחוזים אחדים; ועוד אשר יתollow שינויים כאלה שיוורגשו במדידות יחלפו מיליון שנה. ברם, סוג אחד של מדידות ניתן לבצע בדיקום רב: מדידות זמן. כדי לדעת, למשל, את זמן המחזור של זוהר אצל כוכב משתנה, אין צורך לדיקק מאד במדידת זמן של מחזור בודד, כיון שאפשר למדוד את הזמן של אלף מחזוריים ולהקל את התוצאה באלף. בדרך כואת אפשר למדוד זמן מחזור כאלה בדיקוק של 0.01 שניות ויתר.

ראיינו בסעיף 3 כי הכוכבים עשויים להיות משתנים באחד משלבי הפתיחה. הזוהר שלהם משתנה, איפוא, במחוזיות קבועה. החישובים מראים, שתוך כדי מהלך הפתיחה מתארך זמן המחזור. השינוי התיאורטי הוא קטן מאוד, אך ניתן

למדידה — הוא מסדר גודל של חלקי שנייה במאה שנה. עד כה נערכו תצפיות בכיוון זה על מספר קטן של כוכבים משתנים. התאריכות זמן המחוורת הtgtלה בתשנים הללו, אם כי גודלה אינו מתאים לערך התייאורטי. החומר הנסיוני שנאסף עד כה אינו מספיק, כדי לקבוע האם איןנו עומד בסתריה לתיאוריה. ברם, עצם הנסיגות הנערכים בכיוון זה מעידים על מידת ההעזה של האסטרונומיים, המנסים לעקוב אחרי התפתחותם של כוכבים בודדים.

## מה חדש במחקר האסטרונומי

(לקט מעתונות האסטרונומית)

### סימפוזיון הבינלאומי לאסטרונומיה על גלבישיות

ולכן נמדדות בשיטה השנייה מהירויות גדולות בקו הראייה. מהירות הtcpshi טוטה שהשערה זו מחייבת היא כה גדולה, עד כי סדר הגודל של הזמן עבר מאוז הtcpshot הchallenge הוא כמו מאות מיליון שנים בלבד, בעודות המקבילות כיום בדבר התפתחות תיאוריות המקובלות כו. הדורשות התפתחות מושכת הרבה יותר.

לפי השערה אלטרנטיבית 99% מן החומר באוניברסום הוא חומר בין-גלפטים בלתי נראה ולכן מסת צביר הגלפסיות אינה סכום המסות של הגלפטים שבו בלבד. מכאן ההבדל בין שתי השיטות: השיטה הראשונה מודדת מסת גלבישה בודדת והשנייה — את מסת הצביר כולם, על החומר הבין-גלפטים הבלתי נראה שבו.

ב. א. מארקאריאן (B. E. Markarian) מסטס"ר הצבע על שרשרת של שמונה גלבישיות לצביר הגלפסיות שבממלכת בתולה (Virgo cluster), בהן המסה המתבלת לפי השיטה השנייה גדולה במיוחד. א. הולMBERG (E. Holmberg) משודיה ניסחה להסביר זאת על ידי שגיאות שיטתיות במדידות. אחד ה"קשיים התכופתיים" היא החשש, שמאחדות מן הגלפסיות בתחוםו של צביר גלבישיות איןן שכוכות אליו ורק נמי צאות בקו הראייה שלו. ג.スピינראד (H. Spinrad) מארה "בגילה קורלציה חזקה בין הזרה המוחלט של הגלפסיות

בעיות מחקר הגלפסיות נדונו בחודש אוגוסט 1961 על ידי כ"ז-130 אסטרו-גומים מ-15 ארצות בסימפוזיון על נושא זה שנערך על ידי האיגוד הבינלאומי לאסטרונומיה בעת האספה הכללית ה-11 שלו שהתכנסה בקליפורניה.

אחת הבעיות החשובות שנידונו בסימפוזיון הייתה בעית המסות של הגלפסיות. לפי מהירות הסיבוב של הגלפסיה סביר צירה במרחקים שונים מן המרכז אפשר לחשב את המסה שלה בעורף החוק השלישי של קפלר. מצד שני ניתן לחשב את המסה המוצעת של גלבישה השיכת לצביר גלבישיות (cluster of galaxies) על ידי מדידת ההבדלים בין המהירויות בקו הראייה של הגלפסיות השונות שבציבור. בעורף שיקולים סטטיסטיים אפשר להסיק מן המהירויות בקו הראייה על המהירויות האמתיות במרחב והן תהיינה גדולות יותר ככל שמסת צביר הגלפסיות גדולה יותר (לפי החוק השלישי של קפלר).

הבעיה שהעסיקה את משתתפי הסימפוזיון הייתה חוסר ההתאמנה בין תוצאות המדידות בשתי השיטות. מתברר שלפי השיטה השנייה המסות גדולות הרבה יותר.

ו. א. אմברצומיאן מבירת-המוסדות (V. A. Ambartsumian) מצפה פוראי-קאן, הנחבר באספה הכללית לנשיאות האיגוד הבינלאומי לאסטרונומיה, העלה את ההשערה שצבירי הגלפסיות מתפשטים

הרדיו הם מחוץ לגלקסיה שלנו והקירה תלות צפיפותם בעוצמה מראה שמספר המקורות החלשים רב יותר מזה הנבע מתיאוריות קוסmolוגיות. הסבר הדבר יהא אחד מנושאי המחקר של הרדיו אסטרונומיה בשנים הקרובות. — (לפי: (Sky and Telescope 22, 1961, 258 ff.

## התפוציות בגרעיני גלקסיות

מה עשרים שנה בעבר ידוע שהגלקסיה שלנו היא מקור של גלי רדיו. אנו מכירים מקורות חזקים בתחום, כגון ערפילית הسرطان (Crab nebula) במול שור או מקור גלי הרדיו המכונה התפוצות סופרנובה (super-nova). אנו קולטים אף "קרינה רקע" מן הפוטוניות כולה. קרינה זו ניתנת להפריד הגלקסיה כולה. קרינה זו אינה מוסרת לשני סוגים: (א) קרינה הנוצרת על ידי החומר הבין-כוכבי; (ב) קרינה שמקורה בתפוציות כוכבי סופרנובה בתחום פוטוניות; קרינתם נראה לנו רצוי פה רק כיון שהמכשור אין מסדר גלים להפריד ביניהם.

גם הגלקסיות האחרות הם מקורות קרינה ואחדות מהן פולטות כמויות עצומות של קרינת רדיו הדומה באופייה לקרינה מן הסוג (ב) הנ"ל. האמן נפל לטמת הקרינה באמצעות מכוכבים שהיו כוכבי סופרנובה? בגלקסיה שלנו התפוצות סופרנובה היא מאורע הקורה אחת לכמה מאות שנים. כמות הקרינה הנקלטה מאותן "רדיו-галקסיות" חזקה פי עשרה עד מאות מיליון מן הקרינה המתקבלת מכוכבי סופרנובה הנוצרות בקצב הנ"ל. היתכן שהיחס בין קצב התפוציות הסופרנובה בגלקסיות שונות הוא מסדר גודל של עשרה מיליון ויותר?

מחקרים שנערכו בשנים האחרונות על מבנה גרעוני הגלקסיות מצביעים על קיום אפשרות כזאת. לפני כשנתים נתגלה, שהגרעין המרכזי של הגלקסיה הגדולה באנדראומדה מז' 3 מסתובב סביב

לבין עצמת קווי הבלייה A של הנתרן בספקטרום שלהן; בעודתה אפשר יהיה להתגבר על קושי זה בעתיד.

נושאים אחרים שנדונו בסימפוזיון היו: השלבים הראשוניים של התפתחות האוניברסום לפי מודל האוניברסום המתפשט; אפשרות היוצרות גרעין מרכזי בצדדים גלקסיות בגלקסיות המשיכת הדזית; תנועות הגז הבין-כוכבי בסביבת גרעין הגלקסיה; גילוי סופרנובה (super-nova) מטיפוס חדש. א. ר. סאנדאג' (A. R. Sandage) מאירה"ב הביא בפני הכינוס ערך חדש של קבוע ההתחפשות של האבל (Hubble's constant):  $15 \pm 98 \text{ ק"מ לשניה למגה-פארסק}$ . ערך זה, כאמור, מבוסס על ההנחה שהקשר בין הוורל לבין זמן המזור של הקפאים ה-קלסים הוא שווה בגלקסיה שלנו ובגלקסיות אחרות — ומידת הריזוק שבהנחה זו מוטלת בספק.

מקום השוב בסימפוזיון תפסו מה-קרים הרדיו-אסטרונומיים. החשוב ש-בهم הוא מחקרו של מ. רายיל (M. Ryle) מקמברידג', שבאנגליה שהשתמש ברדיו-טלסקופ אינטראומטרי חדש שהושלם ב-1958 והוא בעל כושר הפרדה הטוב ביותר. המחקר כלל סקירת פיזור מקו-רות הרדיו על פני השמיים. נערכו כבר קודם לכן מספר נסיעות לסקור את פיזור הגלקסיות במסים באמצעות אופטיים. מעין בioter לקבוע את תלות צפיפות הגלקסיות במרחב למרחק מאתנו, שכן הקרינה המגיעה מן הגלקסיות הרחוקות עזבה אותנו לפני מיליון שנה ועל-ידייך ניתן לקבוע את צפיפות הגלקסיות למרחב אותו עבר רחוק. המחקר באמצעות אופטיים קשה לביצוע בגלaxy הקשי לממדוד את עצמת האור הכוללת המגיעה מגלקסיה, בעוד מדידת עצמתו של מקור רדיו קלה, יחסית, ונitin לגלקסיות רדיו רוחקים יותר מאשר הגלקסיות הרחוקות ביותר שנתגלו בדרך אופטית.

賴爾 הוכיח ש מרבית מקורות גלי

פרינובת תגורים לעליה גדולה בטמי פרטורת הפנים של שכנו — עד למאה מיליון מעלות. שנייה זה עשוי לגורם לכך שגם הם יהפכו לכוכבי סופר-נובה, מה שמשפיע שוב על שכניהם וחוזר חלילה. היוצרות כוכב סופר-נובה אחד בגרעין הגלקסיה תגורים להתפוצצות כל כוכבי הגרעין תוך 150 שנה ואף פחות מזה.

השערה זו מסבירה את ההבדל בין כמות הקרים המגיעות מן הגלקסיות השונות: אלה שבן ארעה התפוצצות כוות בגרעין לפני זמן קצר, יחסית, עדין פולטות כמות עצומה של קרידנה בוגוד לאחרות שבן לא ארעה התפוצצות אותה או שעבר זמן כה רב מאז התפוצצות, עד שהקרים נחלשה בינהים והגיעה לממדים נורמליים. (לפי Sky and Telescope 22, 1961, 248-250

צирו כך שמחוז הסיבוב של החלקו החיצוניים הוא 500,000 שנה ומתרומות כ-90 ק"מ לשנית. לפי החוק השלישי של קפלר מתכבל, שהצפיפות הממוצעת היא כ-1700 מסות שמש בפארסק מעורק. אישור למסקנה זו מתכבל ממה קרים רדיואסטרונומיים של גרעין הגלקסיה שלנו.

בגרעין בעל צפיפות כזו תងשו יות בין כוכבים תחינה שכיחות למדי: בموقع התנגשות אחת בשנה. על אף הצפיפות הגדולה עולה מספר הכוכבים בגלקסיה מחוץ לגרעין בהרבה על מ涕 פרם בתוכו, בגל ממדי הקטנים, יחסית; لكن סיכוי היוצרות סופר-נובה בתוכו אינם גדולים.<sup>1</sup> אך אם תקרה התפוצצות סופר-נובה בתחום הגרעין, עשוייה צפיפות הגדולה לגורם לתגובה שרשרת — האנרגיה הנפלטת מן הסוד-

<sup>1</sup> קיימת גם השערה שהתנגשויות כוכבים עשויות לגרום להתפוצצות סופר-נובה.

## באודה

נוסף על כך ימוך האורח, על פי הזמנת אגודתנו ובמסגרת פעולותיה, הרצאות על פרקים מובהרים מן המחדך האסטרונומי המודרני, במיוחד על נושאים שבהם הוא עסק בעבודתו המדעית, כגון צבירי הכוכבים galaxy-systems, אסוציאציות של כוכבים, חומר בין-כוכבי gas. אנו מקיימים שוגן להזדיע בקרוב' לחברים על מועד הרצאות אלה בירושלים, בתל-אביב ובחיפה.

בג'יון אוגוסט 1959 של "כוכבים בחודש" (כרך ו', מס' 8, עמ' 78-80) הבינו קטע מדברי הקדמה של ד"ר ג. אלטר למחקרו ההיסטורי על "שני אסטרונומים יהודים מתקופת הרנסאנס — דוד גאנז ויוסף דלמדיゴ", אחד המחוקרים האחרנים שלו שיצא לאור

**הרצאות אסטרונום אורח**  
ד"ר גיאORG אלטר, אסטרונום יהודי מפראג, הגיע לביקור בארץ וירצה בטריימスター השני (אמצע ינואר עד אמצע מרץ 1962) במסגרת המכלה לולדות ולפילוסופיה של המדעים באוניברסיטה העברית בירושלים. נושא סידרת הרצאות שתינתן על ידי ד"ר אלטר יהיה: "התפתחות האסטרופיזיקה במאה ה-19" (שפת הרצאות תהיה האנגלית). הקפ' הקורס יהיה שעתיים בשבוע במשך 10 שבועות. השעור הראשון יתקיים ביום ב', 15 בינואר 1962, בשעות 13 עד 15 אח"צ, באולם 45 של בניין הכימיה בקרית האוניברסיטה העברית בירושלים. חברי אגודתנו מעוניינים יכולים להשתתף בקורס.

חידשתי את תצפיותי ב-26 בנובמבר בערב בעורת הטלסקופ שלי. נתקلت באוותה הבועייה שנמסר עליה ע"י ח' ד. זיצ'ק בגליון דצמבר: לא הייתה בטוחה אם אמנים מצאתי את השביט או אם ראייתי את הגלפסיה NG7755, אך למתרת יכולתי להבחין בתנועת האובייקט לגבי מצבו בליל הקודם ולכון לא נשאר עוד ספק ש"תפסתי" את השביט שוב. מראהו תואר יפה ע"י ח' ד. וכך. — בלילות הבאים עקבתי אחרי השביט באופן סדר, תנועתו נע-שתה איטית ואורו קטן והלך. כאובייקט מתאים להשוואת גודלו השתמשתי בערפילית הסרטן שבמול שור (Crab nebula) מ-: כבר ב-27 בנוב. בمبر היה גודלו שווה לזה של מ-. בימים הבאים נחלש זהרו במידה ניר-כרת. ב-2 בדצמבר ערכתי את התצפית המוצלחת האחורה ורשמתי ביום התצ-פיות שלי: 10° 20' (לפי שעון ישראל), שביט סקי, ' 50° 27° — 8° 23h 30m ; נראתה רק אחרי חיפוש של דקות מספר ואחרי הסתגלות מוחלטת לחושך : קצת גבול הראייה של הטלסקופ שלי בתחוםים הקיימים. למהורת (ב-3 בחודש) כבר לא יכולתי לגלוות את השביט, על אף היפושים ממושכים, וב-4 בחודש היה מעונן.

\*

ח' מ. אלון, קב' יבנה, כותב לנו: ב-26 בדצמבר צפיתי בהתגלות רגוי-לום מאחוריו הירח. הוא הופיע בקרבת הטרמינטור, הצד הדרומי של דיסק הירח, ב- 53° 21m 21h. — בעבר שלוש שעות לאחר חצאתה, ראייתי גם את התגלות אורבנוס ב- 46° 17m 0h.

ב-27 בדצמבר, משעה 17:40 עד 18:00, צפיתי בהתכסות ירח ו- של צדק על ידי ירח ו- ברפלקטורי "4" שלי, בהגדלה 120, יכולתי לעקוב אחרי התקרכבות ההדידית. של הירחים עד שנראו להתמזג לנקודה אחת בשעת ההתכסות. לפני ואחרי ההתכסות היה ממשית נראהה הנΚודה מוארת.

ב-1958 על ידי האקדמיה למדעים הצ'כוסלובקית בפראג. ציבור חובבי האסטרונומיה בישראל מברך את האורח הנכבד והיקר לריגל בואו לישראל.

## אספת חברים בתל אביב

ביום א', 7 בינואר 1962, בשעה 8 בערב, התקיים אספת חברים של סניף תל אביב והסביבה. בתכנית: 1. דברי פתיחה — ח' דוד זכאי; 2. שאלות ארגוניות; 3. הצגת סרטים אסטרו-גומיאים.

האספה התקיימה במועדון שMRIHO (של ארגון עולי מרכז אירופה), רח' הירקון 49. בגולל האיחור בהופעת גליון זה של הירחון נשלהו הזמנות בדואר לכל החברים בתל אביב והסביבה.

## ערבי תצפית ברמת-גן

ערבי תצפית יתקיימו החודש על גג בית הסתדרות ברמת-גן, פינת רח' הרצל — רח' יהלם:

ביום ב', 15 בינואר, בשעה 18:00  
ביום ב', 29 בינואר, בשעה 18:00  
הברים ואורחים מוזמנים!

## תצפית החברים

ח' מ דביב, הורע, שלח לנו דוח על תצפיותיו בכוכב שבית Seki 1961: בימים 11 עד 13 בנובמבר בר תחaltı לעקוב אחרי כוכב השביט לפי הנתונים שנמסרו בגליון נובמבר של "כוכבים בחודש". צפיתי בשעות הבוקר מ-02:45 עד 03:30 בمشקפת שדה (גם בעין אפשר היה לעקוב אחרי השביט). השביט נראה באור קבועת הכוכבים נחשימים, ב-12 בבוקר קרוב מאד לכוכב Hydrae. תנועתו הייתה מהירה מאוד וניכרת הייתה הפתחת והתרו תוך שלושת הימים הנ"ל. מקומו היה בהתאם טובہ עם הנתונים שנמסרו.

# רשימת החברים — חברים חדשים<sup>1</sup>

ההרשות  
שנת

תשכ"ב	הררי יעקוב	אביחיל :
תשכ"ב	מתוקי נחן	בן יהודה :
תשכ"ב	תגר אבי, רח' המעלים 1	באר שבע :
תשכ"ב	אברמס יהודה, דאור נע הגליל המערבי	גשר חיזיו :
תשכ"ב	הרשברג דוד, רח' יד לגולת 10	חולון :
תשכ"ב	גולדנברג דן, קריית שפרינצק 7/23	חיפה :
תשכ"ב	הלהולץ יוסף, מהתנדט, בת-גלים, שכונן צה"ל 1	
תשכ"ב	מאוסקופף שלמה, ת.ד. 1538	
תשכ"ב	ברזלי אריה, דאר יפעת	יפעת :
תשכ"ב	ארצוי משה, גבעת שאול א', רח' ישראל גנזרה 40	ירושלים :
תשכ"ב	גינוסר צבי, בית הכרם, שדרות הרצל 90	
תשכ"ב	גרינברג מנחם, קטמון, רח' יורי הסירה 9	
תשכ"ב	חפץ חיים, עוז, רח' בית וגן 49	
תשכ"ב	לייבנט דניאל, רח' בית הכרם 1	
תשכ"ב	רויטל שמואל, קריית משה, רח' שושנה 14	
תשכ"ב	פודולי שחיר, רח' התוויש 29	כפר שמריהו :
תשכ"ב	גלוון משה, דאר נע חוף כרמל	מנגן מיכאל :
תשכ"ב	כרמי מיכאל, רח' אחד העם 65	נהריה :
תשכ"ב	ליק אבשלום, רח' שמואל הנציב 60	נתניה :
תשכ"ב	סגל מרימ, דאר נע אשורת	עבנון :
תשכ"ב	פורטר יואב, דאר נע אשורת	עין המפרץ :
תשכ"ב	פרידמן יאיר, ביה"ח המרכז בעמק	עפולה :
תשכ"ב	נחום גיורא, רח' ויצמן 13	ראשון לציון :
תשכ"ב	בית ספר אורי, (המנהל א. אלוני), דאר נע אשורת	רgebba :
תשכ"ב	חרלי"פ אברהם, רח' שפינואה 19	רחובות :
תשכ"ב	ברש חיים, רח' הראה 200	רמת נן :
תשכ"ב	הופרט יורם, רח' הזיתים 3	
תשכ"ב	גרטי אברהם, רח' אהובה 43	רעננה :
תשכ"ב	בלום איתמר, דvir, רח' רב הוו 10	תל אביב :
תשכ"ב	גרונדנולד מנחם, רח' שלמה המלך 77	
תשכ"ב	הקה מרדי, רח' דהיהו 13	
תשכ"ב	פרוייס רבקה, רח' בריכוכבא 29	
תשכ"ב	קפלאן ברוך, רח' בן יהודה 53	
תשכ"ב	שנוייס אדרם, שורות נורדאו 47	
תשכ"ב	שרעבי נפתלי, רח' עינوت 5	

<sup>1</sup> הרשימה המלאה הופיעה בגלי 4 (1959), השלמות בגלי 6, 10 (59), 1, 3, 6, 12, 4 (60), 9 (61).

# השימים בחודש ינואר 1962

## תופעות מיוחדות

יום	שנה (לפי שעון ישראל)	
1	17	שבתאי במעירםע' שוקע בראשית החודש בשעה ורביע אחריו השמש ונעלם כמהרה בDIRMI הערוב; ראה להלן ב-7 וב-22 בחודש.
18	1	זרק במעירםע' שוקע בראשית החודש בשעתם ורביע אחריו השמש; במחצית השנייה של החודש הוא נעלם כבר בשעת הרימונמים.
2	(= 0.983 י"ג) — לעומת 152 מיליון ק"מ (= 1.017 י"א) באפלילון, מרחקה הגדול מן השמש שיחול השנה ב-4 ביוויל.	
3	(8 + 50° 15h 30m α)	קחדרנטדים, מטר מטיאורים, בשיא: מוצא הקירינה בקבוצת רועה-זובים עד 40 מטיאורים בשעה; יש לצפות בשעות אחר הצההרא.
5	4	קרס, פלנטואיד (1), במול טלה, חורר מתנוועה אחורונית לקדומנית. <sup>1</sup>
15	7	כוכב-חמה מתבקש עם ירת, כוכב-חמה 4° דר.
15	7	שבתאי מתבקש עם ירת, שבתאי 2° דר.
18	7	כוכב-חמה מתבקש עם שבתאי, כוכב-חמה 1.7° דר, לשבתאי; שבתאי שוקע ב-17, השמש ב-16, יש לצפות סמוך אחריו שקיעת השמש, באופק פניו במערב ובעורת משקפת; כוכב-חמה בגודל 0.8 —, שבתאי 0.9+, זהרו של כוכב-חמה עולה על זה של שבתאי כמעט 5 פעם.
18	7	הירח מע' לצדק, דר' לאלפא/ביתא" בגדי. <sup>2</sup>
10	8	זרק מתבקש עם ירת, זrk 1° דר; התכשות זrk על ידי הירח בספס"ר.
13	8	ואסטה, פלנטואיד (4), במול טלה, חורר מתנוועה אחורונית לקדומנית. <sup>1</sup>
20	15	הירח דר' לכימה. <sup>3</sup>
17	16	התכשות אלדיברן על ידי הירח — תיראה בישראל, באם אפריקה, אירופה וצפון אסיה; ההלם מות (לפי שעון ישראל) ב-17h 18.0m, ז"מ 114°, ספירה 6.1; גובה הירח 43.7°, התגולות ב-18h 15.5m, ז"מ 206°, ספירה 3.3; גובה הירח 55.1°; הירח בן 10.2 ימים וחלקו המואר 0.8 (חישוב ד. ז'ק אי' בשבייל אופק מוזיאביב); בהתקבצות הגיאומטרית עובד הירח 0.6° צפ' לאלדיברן.
19	16	כוכב-חמה מתבקש עם זrk, כוכב-חמה 0.4° דר, לצדק; הזרונות טובה למזווא את כוכב-חמה; כוכבי הלכת שוקעים בשעה ורביע אחריו שקיעת השמש, יש לצפות, אפוא, ב-30, גובה הירח 17, כמחצית שעה אחריו שקיעת השמש, באופק פניו במערב ובעורת משקפת; כוכב-חמה בגודל 0.7 —, זrk 1.5 —, זהרו של זrk עולה על זה של כוכב-חמה כפלים.
22	19	הירח דר' מע' לקאסטור/פולופס.
2	21	כוכב-חמה באלונגציה, ב-18 מז' הגודל ביותר של 19°; הוא שוקע ב-27 (המשב ב-17.04); ג' 0.3.
20	22	שבתאי מתבקש עם השמש.
22	22	הירח מע' לרוגולום.

<sup>1</sup> ראה לוח פלנטואידים בעמ' 13 של גליון זה.

<sup>2</sup> Capricorni α₁/α₂: כפול אופטי הנראה כבר בעין. ג' 3.8/4.5, מז' 376, ז"מ 291°; מ' של α₁ α₂ Capricorni 3000 ש"א, ג' מוחלט 5.4.—.

<sup>3</sup> Capricorni β: כוכב כפול, ג' 3.3/3.6, מז' 205, ז"מ 267°, מ' 500 ש"א. לשני המרכיבים צבעים שונים — צהוב וכחול (משקפת שווה!).

<sup>4</sup> כימה (פליאדות), מ-45, צביר כוכבים פתוח במול שור, כ-30 כוכבים בני ג' 3 עד 14 עד 10 נראים בעין), מ' 410 ש"א, קוטר הצביר 30 ש"א; הכוכב הראשי,ALKAIONA, בן ג' 3.0 הוא כוכב כפול-ארבעה. ראה מפה בכרך ו' (1959), עמ' 116.

7 23 ה תכשות רגולוס על ידי הירח — בישראל תיראת העהלות בלבד, התחסות בצד' אמריקה, אירופה וצד' אפריקה; ה ה עולם (לפי שעון ישראל) ב- $7h\ 07.7m$ , זמ'  $93^{\circ}$ , סיפרה  $10.9$ ; גובה הירח  $12.9^{\circ}$ ; התחגשות לא תיראה; הירח בן  $16.6$  יומם וחלקו המואר  $0.94$ ; בהתקבצות הגיאו-Zenitrit עובד הירח  $0.6^{\circ}$  צפ' לרוגולוס.

8 23 ה תכשות אורנוס על ידי הירח — בצד' אמריקה וצד' אפריקה, לא תיראה בישראל; בהתקבצות הגיאו-Zenitrit עובד הירח  $0.3^{\circ}$  לאורונוס.

4 27 כוכביהם, בمول גדי, עובד מתנוועה קדומנית לאחרונית.

12 27 נוגה מתקבץ עם השמש, התקבצות עליונה.

23 27 הירח מז'דר/מד' לספיקת.

## שימוש

ינואר	עליה	נסיפה	שעתיים/כוכבים	זריחה	ציהירות	זמן	זמן	נובח	שקיעה
	ישרה	אחרי	במיוחד של	גראני <sup>2</sup>	ימייס <sup>1</sup>	מ-ה	מ-ה	מ-ה	
	(ל' שעות זמן עולמי)								
	m h	m h	m h	m h	m h	m h	m h	m h	
16 47	35	11 42	6 38	6 40 39.6	—22 35	—23 04	18 43.9		1
16 55	36	11 47	6 39	7 20 05.2	—21 04	—21 55	19 27.8		11
17 04	38	11 50	6 38	7 59 30.8	—18 53	—20 03	20 10.7		21
17 12	41	11 52	6 33	8 38 56.3	—	—17 34	20 52.3		31

<sup>1</sup> בטור זה מובאת הנסיפה ב- $6^{\circ}$ ,  $16^{\circ}$  ו- $26^{\circ}$  של כל חודש.

<sup>2</sup> לכל  $1^{\circ}$  אורך מוי' מגראני<sup>2</sup> יש להוסיף  $3m$  (למשל זמן כוכבים בשבייל אורך גיאוגרפי של ירושלים  $35^{\circ} 13' + 2h\ 20m\ 52s = 3m\ 56.56s$ ). השינוי ליממה:  $s\ 56.56s + 9.86s$ .

אורך היום גול מ- $10$  שעות 9 דקות בראשית החודש עד  $10$  שעות 49 דקות בתום הדימויים האסטרונומיים (המשמש  $18^{\circ}$  מתחת לאופק) נמשכים ברוחב הגיאוגרפי של ירושלים  $25m\ 1h$ .

חצי קווטר השמש: ב- $1^{\circ}$  בינואר  $18^{\circ} 16'$  וב- $1^{\circ}$  צ'ו  $16^{\circ} 16'$  (חצי הקוטר הבינוני הוא  $01^{\circ} 16'$ , כפי שהוא נראה במרקח של  $1^{\circ}$  י"א).

## פרסומי האגודה

חמישה כרכים של "הכוכבים בחודש" הושלמו עד כה: הכרכים א' (1954), ב' (1955), ג' (1956) מהיר כל כרך (מכור במעטפת קרטון) 2.50 ל"י; הכרכים ה' (1958), ו' (1959), מהיר כל כרך (מכור במעטפת קרטון) 3.00 ל"י.  
הטלבות של החזבב", מאמרי פ. סלומון וביהם חומר מפורט על בית טלקופר רסלקטור ( $11$  גליונות מתוך הכרכים ב' וכ' במחיר 3.00 ל"י).  
"הכינוס האסטרונומי הראשון בישראל", תקצירי הרצאות ודיניזומשון מבוקס האגודה שהתקיים ב-1956. תפאיס מסך ג' (1956) גל' 10/9 — במחיר 1 ל"י לא-חברים,  $80$  אגורות לחברים.

הערות ללווח כוכבי יכת שבעמ' 13

\* ראה בראשית התופעות המיוודות בתאריך זה.

<sup>1</sup> כאן רשם שם המזל שבתחומו נע בוכביהלכת. לפי תיחסם קבועות הכוכבים המקביל היום עוברים המסלולים של בוכביהלכת גם בכוכבות שאין נמנות עם גלגליהם.

<sup>2</sup> א' = תנועה אחוריית (ממי' למוי').

ע' = עומס מתנוועה (בעליה ישרה), עובד מכיחן אחד למשנהו.

ק' = תנועה קוורנית (ממי' למוי').

<sup>3</sup> י"א (יחידה אסטרונומית) =  $200\ 504\ 149$  ק"מ.

<sup>4</sup> אצל כוכביהלכת צדק ושבתאי מובא כאן חצי הקוטר מקוטב לקוטב.

<sup>5</sup> שמות הפלנטואידים: (6) האבא, (1) קרס, (4) ואסטה, (27) אויטרפה, (5) אסטראה, (20) מאסאליה, וג'וז ב- $2^{\circ}$  בחודש.

(6) Hebe, (1) Ceres, (4) Vesta, (2) Euterpe, (5) Astraea, (2) Massalia.

## כוכבי לכת

ינואר 1962	עליה ישראל	נטיה	מזל <sup>1</sup>	תנוועה <sup>2</sup>	מרחך	חצי צורה גודל	ב'יא <sup>3</sup>	קוטר <sup>4</sup>	(ל' שנות זמן עולמי)		ט
									m	"	
17 19	12 25	7 31	— 0.8	0.96	2.5	1.360	ק	קשת	—24 12	19 24.5	1 ♀
17 58	12 53	7 48	— 0.8	0.86	2.8	1.210	ק	גדי	—20 40	20 32.9	11
18 27	13 06	7 45	— 0.3	0.56	3.4	0.971	ק	גדי	—15 19	21 26.5	* 21
18 20	12 52	7 24	+ 0.5	0.28	4.1	0.809	ע	גדי	—12 37	21 38.7	* 27
18 10	12 40	7 10	+ 1.4	0.11	4.6	0.720	א	גדי	—11 51	21 33.2	31
16 12	11 16	6 20	— 3.4	0.99	5.0	1.695	ק	קשת	—23 37	18 16.5	1 ♀
16 29	11 31	6 33	— 3.5	1.00	4.9	1.705	ק	קשת	—23 03	19 11.3	11
16 48	11 45	6 42	— 3.5	1.00	4.9	1.711	ק	גדי	—21 18	20 05.1	21
17 01	11 53	6 45	— 3.5	1.00	4.9	1.713	ק	גדי	—19 44	20 36.6	* 27
17 09	11 58	6 47	— 3.5	1.00	4.9	1.713	ק	גדי	—18 30	20 57.2	31
16 17	11 22	6 27	+ 1.5	1.00	1.9	2.427	ק	קשת	—24 05	18 24.0	1 ♀
16 10	11 13	6 16	+ 1.5	1.00	2.0	2.398	ק	קשת	—23 14	19 13.8	16
16 06	11 03	6 00	+ 1.5	1.00	2.0	2.365	ק	קשת	—21 25	20 03.2	31
19 01	13 49	8 37	— 1.6	15.6	5.882	ק	גדי	—18 15	20 52.4	1 ♀	
17 37	12 19	7 01	— 1.5	15.3	6.026	ק	גדי	—16 16	21 20.3	31	
18 09	13 04	7 59	+ 0.9	6.8	10.914	ק	גדי	—20 32	20 07.7	1 ♀	
16 59	11 52	6 45	+ 0.9	6.8	10.974	ק	גדי	—20 02	20 18.0	* 22	
16 29	11 21	6 13	+ 0.9	6.8	10.964	ק	גדי	—19 47	20 22.4	31	
9 38	3 08	20 34	+ 5.8	1.9	17.695	א	אריה	+12 06	10 10.4	1 ♀	
7 38	1 07	18 32	+ 5.7	2.0	17.402	א	אריה	+12 28	10 06.6	31	
13 05	7 41	2 17	+ 7.8	1.2	30.850	ק	מאזנים	—14 04	14 44.2	1 ♀	
11 09	5 45	0 21	+ 7.8	1.2	30.360	ק	מאזנים	—14 11	14 46.1	31 ♀	

## פלנטוואיזדים<sup>5</sup>

(1950.0) (1950.0)

9.7	1.581	ק	לייתן	— 7 22	2 04.7	6	(6)
9.9	1.697	ק	לייתן	— 4 54	2 15.5	16	
10.2	1.816	ק	לייתן	— 2 26	2 27.9	26	
8.1	2.159	ק	טלה	+11 18	2 46.3	6	(1)
8.4	2.278	ק	טלה	+12 10	2 48.0	16	
8.6	2.403	ק	טלה	+13 09	2 52.2	26	
7.9	1.895	א	טלה	+11 50	3 11.3	6	(4)
8.1	2.013	ק	טלה	+12 32	3 12.0	16	
8.3	2.141	ק	טלה	+13 23	3 15.4	26	
10.1	1.034	א	שור	+22 11	4 50.0	6	(27)
10.3	1.098	ק	שור	+22 18	4 47.1	16	
10.5	1.178	ק	שור	+22 31	4 48.4	26	
10.0	1.192	א	תאומים	+16 53	6 26.5	6	(5)
10.0	1.209	א	תאומים	+17 31	6 17.5	16	
10.2	1.250	א	אורוון	+18 13	6 10.7	26	
9.1	1.078	א	תאומים	+21 45	6 45.7	6	(20)
9.2	1.092	א	תאומים	+21 55	6 35.8	16	
9.3	1.131	א	תאומים	+22 04	6 28.1	26	

ההערות ללוח כוכבי לכת — בעמ' 12

## ירוח

זורה	גובה h m	זריחה h m	קולונג'ן, <sup>1</sup> (לפי שעון ישראל ואופק ירושלים)	הצי קסודר	נשייח (ליד שעת זמן עולמי)	עליות ישrho	ינואר 1962	
6 14 36	●	12 58	1 16	206.3	15 10	- 7 05	14 01.2	1
13 07 02	◆	16 59	6 16	267.2	16 15	-19 50	18 34.5	6
20 20 17	○	22 59	10 21	328.1	16 18	- 6 05	23 32.5	11
29 01 37	◐	2 35	13 38	28.9	15 30	+15 10	3 56.4	16
		6 55	17 48	89.6	14 54	+18 09	8 20.3	21
8 16	פריגיאום	9 51	22 12	150.3	14 46	+ 2 24	12 15.2	26
24 15	אפוגיאום	12 52	1 55	211.1	15 34	-16 01	16 13.5	31

<sup>1</sup> קלילונגיטורה סלונגרטית של השמש.

• d (U.T.)	• (U.T.) d
—6.7 2.4	ברוחב :
+6.8 15.6	באורך :
—6.8 29.7	ברוחב :
+ שפה צפ' מגוללה	+ שפה מז' מגוללה
— שפה דר' מגוללה	— שפה מז' מגוללה
	ליפראציה מכטימלית
	באורך : 2.6
	+6.0 16.0
	—7.4 30.9
	טרוש הסימנים :

## ירוחי צדק

ראשי תיבות ראה ב글ון מס' 9, עמ' 110 (ספטמבר 1961)

d	h m	d	h m	d	h m	d	h m	d
1	1 17 40	14	17 10	1	1 17 27	1	1 17 27	1
	או מ"ז מז'		או מ"ז מז'		או מ"ז מז'		או מ"ז מז'	
	18 18 45	18	18 46	2	18 00 13	18	18 45	

<sup>1</sup> האללים של ירחים זו זוivid על פני צדק !

## מצוב ירחי צדק

בימים 1 עד 15 בחורש בשעה 18:00 (לפי שעון ישראל) \*

1 : 1 ○ III VII ; II עובר 6 : VII ○ II III ; I לוקה 11 : VII III I ○ I
2 : ○ I II IV ; III ליקה 7 : VII II ○ I III I ○ II
3 : III (I II) ○ VII 13 : VII II I ○ III 8 : VII III II ; I מכוסה
4 : III III II ○ I VII 14 : VII ○ I II ; III מכוסה 9 : VII ○ I (IV) III
5 : III I ○ (II VII) 15 : VII III I ○ 10 : VII II (II VII)

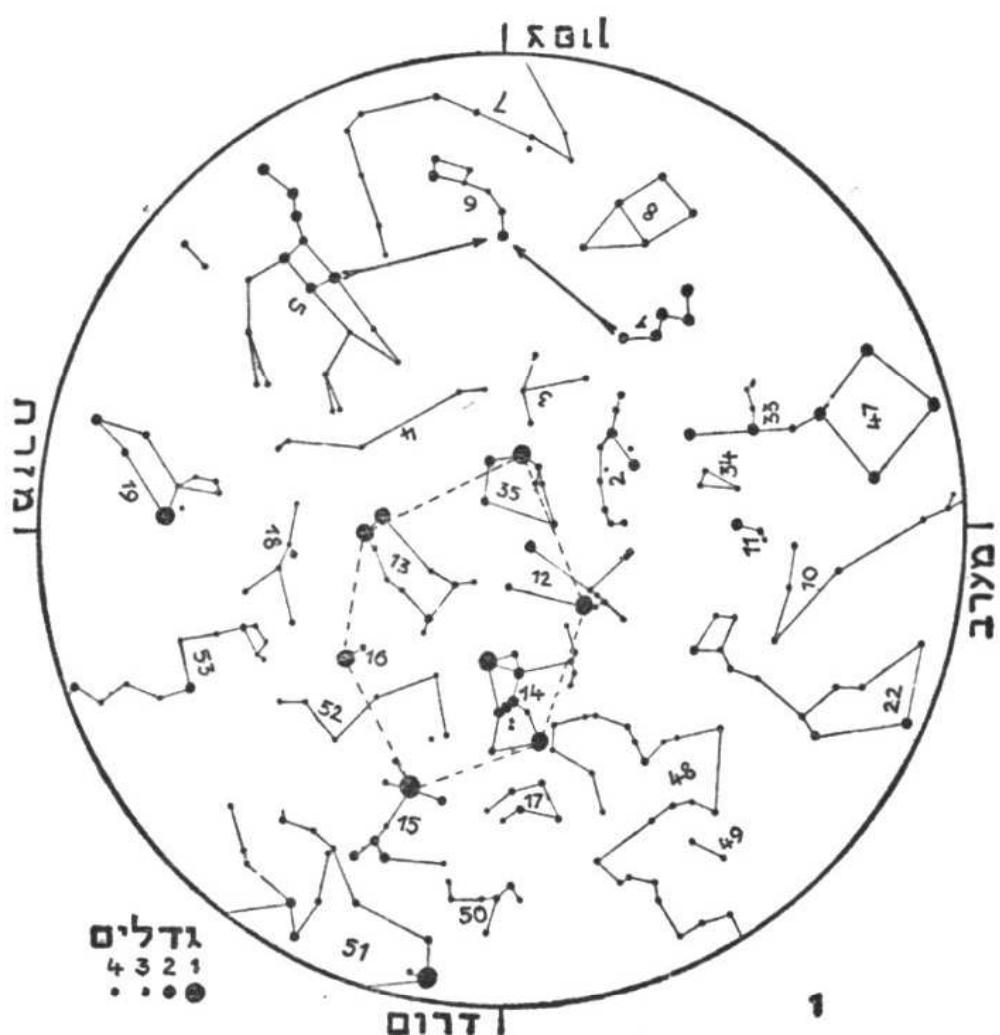
\* סדר הירחים נתן, כפי שהוא נראה בטסקופ הופך, מז' מימיין, מע' משמאל.  
העיגול ○ מסמן את צדק, המספרים הרומיים את ארבעת הירחים הגדולים. מספרי הירחים בסוגרים מסמנים עמדת קרובה (התכזות).

## זמן מינימום של אלגול

זמן מינימום נוחים לתצפית יהלו החודש: ב-3 בשעה 02.0, ב-5 בשעה 22.9, ב-8 בשעה 19.7, ב-17 בשעה 10.2, ב-26 בשעה 00.7, ב-28 בשעה 21.5, ב-31 בשעה 18.3.

מפתח שמי הערב ב-15 בינוואר ב-00:22

**בראשית החודש ב-00 23 ובסופה ב-00 21 = שעת הכוכבים : 05 40**



מד ומע' מסומנים במפות כוכבים הפוך מן הנחtag במפות הארץ, כי אלו צופים על פני הארץ "מלמעלה" (מבוחר), על השמים "מלמטה" ( מבפנים). יש אפוא להזכיר את מפת השמים מעל בראש. צריך לדאוג שהקו צפ'-דר' יהיה מכוחן אל-ינכוון (בנזרת כוכביה הקוטב המסתובן בחיצים) ואז יתאימו נקודות זו' זמם' של המפה. קבוצות הכוכבים מסוימות ממפה במספרים המופיעים בתואר שמי העדב בסוגרים אחרי שמות הקבוצות. הכוכבים הראשונים הנזכרים בתואר הם הכוכבים המזהירים בכל קבוצה וקובוצה.

המספרים במאפה מציינים את קבוצות הכוכבים אלהן:

1	קסיאופיה	7	דראקון	14	אורוון	22	לויתן	49	תנוור
2	פרסיאוס	8	קפיוס	15	כלב גדול	33	אנדרומודה	50	יונה
3	ג'יראפה	10	דגים	16	כלב קטן	34	מושולש	51	ספינית-ארגו
4	לינקס	11	טלה	17	ארנבת	35	עגלון	52	ראם
5	דובה גדולה	12	שור	18	סרטן	47	פגאוס	53	נחש-מים
6	דובה קטנה	13	תאוומים	19	אריה	48	ארידיאנוס		

## סימנים אסטרונומיים

י' התקבצות (קוניוונקציה). אותו אורך גיאוגרפי (התקבצות כוכב-ילכת עם שמש) או אותה עלייה ישירה (התקבצות כוכב-ילכת עם כוכבים, עם ירח).  ניגוד (אופוזיציה). האורך הגיאוגרפי נבדל ב- $180^{\circ}$ (כוכב-ילכת בניגוד המשם).  ריבוע (קוואדרנטורה). האורך הגיאוגרפי נבדל ב- $90^{\circ}$ .  קשר עולה. ירח או כוכב-ילכת חוצה את האקליפטיקה בכיוון צפוני.  קשר יורך. ירח או כוכב-ילכת חוצה את האקליפטיקה בכיוון דרומי.	ה' התקבצות (קוניוונקציה). אותו אורך גיאוגרפי (התקבצות כוכב-ילכת עם שמש) או אותה עלייה ישירה (התקבצות כוכב-ילכת עם כוכבים, עם ירח).  ניגוד (אופוזיציה). האורך הגיאוגרפי נבדל ב- $180^{\circ}$ (כוכב-ילכת בניגוד המשם).  ריבוע (קוואדרנטורה). האורך הגיאוגרפי נבדל ב- $90^{\circ}$ .  קשר עולה. ירח או כוכב-ילכת חוצה את האקליפטיקה בכיוון צפוני.  קשר יורך. ירח או כוכב-ילכת חוצה את האקליפטיקה בכיוון דרומי.	כוכב-חמה (מרקורי) נוגה (וונוס) ארץ מאדים (mars) צדק (יופיטר) שבתאי (סатурן)	♫ ♫ ☉ ☉ ☉ ☉
		אורנוס נפטון פלוטו שם ירח ירח, מולד ירח, רביע ראשון ירח מלא ירח, רביע אחרון	☉ ☉ ☉ ☉ ☉ ☉ ☉ ☉ ☉

## סימני גלגל המזלות

Libra	תשבי	ס' מאוניים	Aries	♈ טלה	ניסן
Scorpius	חשון	ז' עקרב	Taurus	♉ שור	אייר
Sagittarius	כטלו	נ' קשת	Gemini	♊ תאומים	סיוון
Capricornus	טבת	כ' גדי	Cancer	♋ סרטן	תמוז
Aquarius	שבט	ב' דלי	Leo	♌ אריה	אב
Pisces	אדר	א' דגים	Virgo	♍ בתולה	אלול

## ראשי תיבות וקיצורים

ג'	גודל, דרגת-גודל (זוהר מדומה) צפ'	צפון, צפונית
דר'	דרום, דרוםית	דרומית
ז"מ	זווית-מצב, נמדדת מצפ' מכיוון ק"ת	ק"ע
מ"ז'	מזר' דר' מע'	ק"ת
ח'	יום (על פני השטח)	יום
י"א	יחידה אסטרונומית ( מרחק ממוצע של ארכ'ישמש = 149.504.200 ק"מ, שנ'	שנה
	לפי הפרלפסה של השמש בשועור	שועור
"8.80"		(8.80)
מ'	מרחק (מן הארץ)	מ"ה
מ"ה	מחזור הקפה	מחזור
מ"ז'	מרחק זוויתי (בין כוכבים, בשניות)	מרחק זוויתי
ט	קשת = אלונגציה אצל כוכב-ילכת	קשת
מ"ז'	מורה, מורהות	מורה, מורהות
מכס.	מכסימלי	מכס.
מע'	מערב, מערבית	מערבית
ספ'	מחלקה ספקטרלית	מחלקה

כחות המערכת וההנלה : אגודה אסטרונומית-חובבים, ע"י האוניברסיטה העברית, ירושלים  
דף קוואופרטיבי "אהווה" בע"מ, ירושלים