

הכוכבים בחודש

2 שנה סטי

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

תיאוריות מתחרות בקוסמולוגיה

מאת ש. מלין, תל-אביב

בשנת 1959 קים שירות השדרן הבריטי (B.B.C.) סידרת שיחות שבהן הוסברו התיאוריות הקוסmolזיות הנתקינות בימם. השתתפו בשיחה ו. ב. בונור (W. B. Bonnor), ג. בונדי (G. H. Bond) ור. א. ליטלטון (R. A. Lyttleton). בונור הציג בפניו השומעים את התיאוריה הקוסmolזית המסתמכת על תורת היחסות הכללית (קוסmolזיה רלטיביסטית). בונדי הסביר את תורת המצב העמיד (steady-state) וליטלטון העלה אפשרויות לפיתוחה והרחבתה של תורה זו.

לאחר סיוםה של סידרת השיחות התכנסו המשתפים לויכוח על השאלה, איזו מן התיאוריות מתקבלת ביותר על הדעת במצב הנוכחי של המדע. ויכוח זה הונחה על ידי ג. ג'. ויטראו (G. J. Whitrow). השיחות והויכוח פורסמו בספר שיצא לאור בשנת 1960.²

ברשימה זו, ונסה להסביר עיקרי רעיונות שהועלו בהרצאותיהם של המשתפים ובחילופי הדברים ביניהם.

כדי להסביר את הנקודות השניות בחלוקת סקר ויטראו את המסקנות המוסכמות על ידי המשתתפים: שביל החלב הוא רק אחד מן הגלפסיות המרבות המפוזרות למרחב בצביר גלפסיות (clusters of galaxies). בכל כיוון שנنتقل נראה אותה תמונה כללית של מערכת הגלפסיות. הגלפסיות שאנו רואים מתרחקות מאננו ומהירות התרחקותן גדלה ככל שגדל מרחקו מאננו. כל התיאוריות הקיימות מכלילות עובדה זו וטוענות שמכל גלפסיה רואים את כל הגלפסיות האחרות מתרחקות ממנה. הכללה זו נובעת מעיקרון כללי, המופיע גם הוא בכל התיאוריות הקיימות, «העיקרון הקוסmolגי»: כל צופה בכל מקום במרחב רואה אותה תמונה כללית של העולם.

קוסmolזיה רלטיביסטית

כיצד משתמשות עובדות אלה במסגרת של תורה קוסmolזית אחת? בונור מסביר, כי עובדות אלה מתקבלות כמסקנה אפשרית מהתורת היחסות הכללית. משוואות תורה היחסות הכללית עוסקות בקשרים בין הגדים המתארים את מבנה המרחב; ולכן בבאונו לדון בתמונה הכללית של העולם ובהתנותמה בזמן, علينا לנוטות לפתח את המשוואות הללו כדי למצוא את הגדים המתארים את מבנה המרחב הכללי ובכל הזמנים.

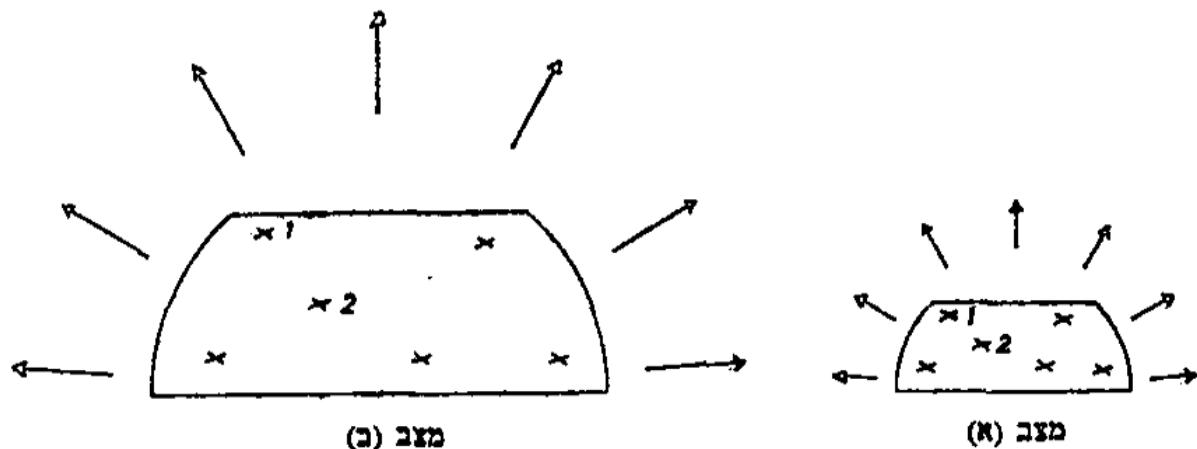
¹ אני מודה לד"ר ג. שורץ מן האוניברסיטה העברית על עזרתו בהכנות רשימה זו.

² Rival Theories of Cosmology. Oxford University Press, 1960



ברם, המשוואות הללו אינן מספקות פתרון יחיד של הבעיה. אפילו אם נוסיף עליהן את העיקרון הקוסmolוגי יתברר שקיים פתרונות אחדים. דהיינו, קיימים מודלים אחדים של המרחב, שכולם מקיימים את משוואות תורת היחסות הכללית ואת העיקרון הקוסmolוגי. אך משמעות רבה נודעת לעובדה, שככל המודלים הללו מתארים עולמות שבהם הגלקסיות מתרחחות (או מתקרבות) זו מזו.³ הם עשויים, אפוא, להמתאים לתכיפות האסטרונומיות הקיימות.

כיצד ניתן להבין באופן ציורי מרחב, שבו כל הגלקסיות מתרחחות זו מזו במרחב הגדלה ככל שגדל המרחק בינהן? נוגים זאת על ידי עוגת צימוקים בתחילת של אפייה (יעין ציור): גוש בזק שבתוכו מפוזרים צימוקים (הגלקסיות) הופת ומתנפחת. כל צימוק יתרחק מכל צימוק אחר ומהירות ההתרחשות גדולה יותר ככל שגדל המרחק בין הצימוקים. ברם, "עלום" מעין זה לא יכול את העיקרון הקוסmolוגי: צופה בנקודה (1) רואה את קצה העוגה סמוך אליו, בעוד שצופה בנקודה (2) רואה אך ורק בזק וצימוקים סבבו. תמונה עולם של שני צופים אלה לא תהיה, אפוא, דומה לעיקרון הקוסmolוגי.



העיקרון הקוסmolוגי אינו מתקיים בדוגמה שלפנינו, כיוון שיש גבול לעוגה והצופים שונים זה מזה במרקם מגבול זה. כדי לתרגם לעצמנו עולם מתפשט שבו חיים עיקرون זה, علينا לתרגם לעצמנו עולם מתפשט ללא גבולות, ללא קצוות. האפשרות הפוטה ביזהר של עולם כזה תאה עוגת הצימוקים שלנו המשתרעת עד לאינסוף בכל הכיוונים ותופהת לכל הכוונים. אך אין זו האפשרות היחידה. היתכן, למשל, קיומו של עולם שנפחו סופי ובכל זאת הוא חסר גבולות? לא נוכל, אמנם, לתרגם בדמיונו לעוגת צימוקים בעלת גוף סופי ובכל זאת חסבת קרום, אך גוף מעין זה אינו בלתי אפשרי. אחת התוכנות שתאפשר גוף כזה תאה הבאה: נצא מנקודה מסוימת, נבחר כיוון ונתקדם בו. אם נשיך בהתקדמותنا, לא נגיע לעולם גבול, אך נגיע לבסוף לנקודת המוצא.

הקורסוי העומד בפנינו לתרגם את צורתו של גוף מעין זה דומה לקושי העומד בפני יצור דיזמדי דמיוניathy התי על פני כדור ואנו מסוגל לחוש בקיומו של הממד השלישי. פני הכדור עליו הוא חי הם בעלי שטח סופי ובכל זאת אין הם מוגבלים על ידי קו גבול. אם יתקדם בכל כיוון על פני הכדור, הוא עתיד לחזור לבסוף לנקודת המוצא.

עוגת הצימוקים התופת ומשתרעת עד לאינסוף בכל כיוון מותה. אפוא, רק אחת האפשרויות של מודל לעולמו. הוכרכנו זה עתה קיומם של מודלים המייצגים

³ אלו מתייחסים למשוואות המקוריות של תורת היחסות הכללית, שבהן איתן מופיע "תקבוע הקוסmolוגי".

עולם בעל נפח סופי. ישנו מודלים רבים המייצגים עולם בעל נפח אינסופי ולחם תכונות גיאומטריות שונות ומורכבות מ אלה של העוגה האינסופית.⁴

בין כל המודלים שניתן להעלות על הדעת אלו מעווניים, במסגרת היקוסטולוגיה הרלטיביסטית, באולם המודלים שהם (א) מתאימים למשוואות חורת היחסות הכללית ולעיקרון היקוסטולוגי; (ב) מתאימים עולם מתרפש, שכן התכיפות מראות שכזה הוא עולמנו. פרושו של דבר, שייהה המודל שנבחר אשר יהיה, הוא יציג עולם חסר גבולות אשר מכל נקודותיו נראה אותה תמונה כללית: היקוסטות מתרפשות לכל עבר במהירות הנדרשה עם המרחק.

מתמונה זו נוכל להסיק שהתקיפות הממווצעת של היקוסטות קטנה במשך הזמן; ואם נחזור מאות ואלפי מיליון שנים לאחר מכן, נראה, שתקיפות החומר במרחב הולכת ונדרשת בעבר והמרחב הולך ומצטמך. מאליה מתעוררת השאלה: עדמתי? במילימטר אחרות: متى החלה ההתקיפות ומה היה מצבו של העולם לפני כן? בונור מתאר אפשרויות שונות לענות על שאלת זו, אך אין הן יוצאות מגדר של ספקולציות.

הבדלים בין המודלים הרלטיביסטיים השונים של העולם מתרפש נוגעים בעיקר לשתי שאלות: (א) האם העולם הוא בעל נפח סופי או אינסופי; (ב) האם ההתקיפות תמשך חmid או שמא קצב ההתקיפות יקטן במשך הזמן ולבסוף תחל התבכוות.

איזה מן המודלים הללו מייצג את העולם? בעיה זו ניתן היה לפתור באמצעות התבכוות בלבד. לדעת בונור ניתן היה לבצע את התקיפות הדורשות תוך השנים הקרובות.

תורת המצב העמיד

בונדי מציג גישה אחרת למקרה לבועה היקוסטולוגית. אין הוא רואה הכרת לפתחו אותה במסגרת תורת היחסות הכללית. תורת היחסות נוצרה על סמך הנסיוון הפיסיקלי, המוגבל לתקיפות המערכת השימוש ובסביבתה ולתקופת זמן קצרה עד מאד בקנה מידת קוסמי, וכן יתכן שאינה מספקת לתאור מבנה היקוסטוס כלו וההיסטוריה שלו במשך אלפי מיליון שנים. הוא מתייחס, אפוא, ליקוסטולוגיה נאלה עצמאי במדע. ברם, משלילה בלבד אי אפשר לבנות מודל קוסטולוגי. מה מציע בונדי במקום ההנחה שהמודל מקיים את משוואות תורת היחסות הכללית? הוא מניח קיומו של "העיקרון היקוסטולוגי השלם" (the perfect cosmological principle), שהוא הכללה של העיקרון היקוסטולוגי. העיקרון היקוסטולוגי אומר שכל צופה בכל מקום בעולם רואה אותה תמונה כללית של היקוסטוס. העיקרון היקוסטולוגי שלם אומר, כי ככל צופה בכל מקום וכך בכל זמן רואה אותה תמונה כללית. תורת המבוססת על הנחה זו נקראת "תורת המצב העמיד".

אם עיקרון זה נכון, נובע ממנו שגם לפני הרבה אלפי מיליון שנים היה העולם הנראה, כפי שהוא היום. ובמיוחד — שתקיפות הממווצעת לא הייתה גדולה או קטנה מאשר היום. ראיינו קודם לכך, כי עולמנו מתרפש. זה הי מסקנה ברורה מן התקיפות שגם בונדי אינו חולק עלייה. מעובדה זו נובע, כי המרחקים בין היקוסטות גדלים במשך הזמן וצפיפותם במרחב קטן. ממבט ראשון נראה, אפוא, שהעיקרון היקוסטולוגי שלם סותר את העובדות.

הבה נבדוק מה מקורה של סתירה זו. אנו רואים לנו עינינו תמונה של עולם שבו היקוסטות מתרחקות מאותנו ולכך צפיפות החומר סביבנו בעtid תהיה קטנה

⁴ תאור מפורט של מודלים מעין אלה נכלל בספר *The Creation of the Universe*. A Mentor Book (MD 214), New York 1957

בהרבה מאשר בדעתה, בכך הנחנו בלי ממשם, כי במקומות הגלפסיות המתרחקות מאוורנו, לא תופעה בו גלפסיות חדשות. נראה, לכוארה, שנייתן להצדיק הנחתה זו: איננו רואים למרחב גלפסיות המתקרבות אלינו. מניין תופענה, אפוא, גלפסיות חדשות, כדי למלא את מקום של אלו המתרחקות? הרי לא תיווצרנה יש מאין?

הcheidוש המפתיע בתורת המצב העמיד היא בתשובה על שאלה זו. בונדי מניח שגלפסיות אמנים נוצרות יש מאין. במילים אחרות: חוק קיום החומר (והאנרגיה) נכוון רק בקירוב. למעשה קיים בכל מקום למרחב תחילה איטי מאוד של יצירה חומר יש מאין. האטומים הנוצרים בצורה כזו באמרחב הבין-גלפטוי יוצרים במשך הזמן גלפסיות חדשות ו אלו ממלאות את מקום של המתרחקות, וכך שהציפויות המנוצעת בכל מקום בשארת קבוצה. יוצריו מודל המצב העמיד חישבו ומראו שקצב בריאת החומר הוא אותו מימן אחד ביחידת חלל, שגדלה כגדול תדר רגיל, אחת לכמה מיליון שנה. מובן מאליו שטיה כזו מחוק שימור החומר ואנרגיה אינה ניתנת לגילוי על ידי נסיבות מעבדתיים.

כיצד ניתן לבדוק, האם נכוון הוא העיקרון הקוסmolוגי השלם? הגלפסיות הרחוקות ביותר שאנו רואים נמצאות למרחק של כמה אלפי מיליון שנות-יאור מאתנו. קרני האור, המגיעות אלינו עכשו, עזבו אותן, אפוא לפני כמה אלפי מיליון שנים. אף על פי כן נובע מן העיקרון הקוסmolוגי השלם שתוכנותיהן צרכות להיות דומות לתוכנות הגלפסיות שבביבתו: אותה התחלקות לפי סוגים, אותה ציפויות למרחב וכו'. לפי המודלים הרלטיביסטיים, כמו נגזר זה, כאשרנו מסתכלים בגלפסיות הרחוקות, אנו רואים את העולם בשלבים מוקדמים יותר של התפשטו, וכך יש לצפות לאיזה ש呵护ם הבדלים בינהן ובין עולם הגלפסיות בסביבתו. עד כה לא הוכח, אמנם, קיומם של הבדלים כאלה, אך דיקות התציפות בגלפסיות הרחוקות הוא עדין יותר מדי קטן. בתציפות ממין זה יש גם קושי עקרוני: אם יתגלו הבדלים כלשהםطبع מכך שלילת תורה המצב העמיד; אך ככל הבדלים כאלה אינם מתגליים, איננו יודעים, אם הסיבה לכך היא נוכנותו של העיקרון הקוסmolוגי השלם או מידת הדיקות שלו.

ציינו לעיל את חסר ההתאמה שבין תורה והיחסות הכלליות לבין מודל המצב העמיד. מן הרاوي להוסיפה, כי פ. הוייל (F. Hoyle) הצליח לשנות את משוואות תורה היחסות הכלליות בזורה כזאת, שתורת המצב העמיד תתקבל כמסקנה מהן.

כוחות חשמליים כగורמי התפשטות?

לייטלטון ניסה להעלות בהרצאות אפשרויות להסביר את סיבת התרחיקות הגלפסיות, במסגרת מודל המצב העמיד. הוא מנסה לתלות את הקולר בכוחות חשמליים: שני החליקיקים המרכיבים את רוב החומר בעולםנו הם הפרוטון הטעון חשמל חיובי ואלקטרון הטעון חשמל שלילי. כל המדידות מראות שמטענו החiziבי של הפרוטון שווה בגודלו למטען השלישי של האלקטרון. לייטלטון מעלה את ההשערה שיש הבדל קטן בין המטען; ההבדל הוא כה קטן, שאינו ניתן למדידה מעבדתית. בغالל קיומם של "עוזף מטען" כזה, אטומי המימן, המרכיבים מפרוטונים אחד ואלקטרון אחד (וכן גם האטומים האחרים) לא יהיו נויטרליים מבחינה חשמלית וכוחות הדחיה בין כל אטום לכל אטום יתגברו על כוחות הגרביטציה ויגרמו להתפשטות.

אם כל אטום דוחה כל אטום, מדוע מצבר החומר בכל זאת לגלפסיות ולכז' כבאים? תשובהו של לייטלטון היא שהגלפסיות נוצרות באותו אזורים למרחב שבהם החומר מינגן בחלוקת, דהיינו, אטומי המימן מפורקים לפרוטונים ואלקטרונים.

באזרורים כאלה מספר החקיקים הטעוניים חיובית לא יהיה שווה למספר החקיקים הטעוניים שלילית. הבדל זה יאוזן את "עודף המטען" כך שהגלופתיה בולה תהיה נייטרלית מבחינה חשמלית וכוחות הגרביטציה יוכלו לפעול בתוכה את פעולתם. האזרורים הבלתי נויטרליים למרחבם יהוו, לפי תמנתנו זו, האזרורים הבין-גלכטיים והחומר הבין-גלכטי המתפשט ישא אותו את הгалיפות בעורת כוחות גרביטציה שיפעל עליו.

מן ראוי להדגש, כי תמנתנו זו של ליטלטן היא רעיון גרידא ואין לה כל ביסוס נסוני או צפתי.

הווכוח

עיקר טענתנו של בונר נגד תיאורית המצד העמיד הוא חוסר הפשטות שבזה. הוא רואת חסרונו גדול בהכרח להנחתה, שהוק שימור החומר ודאגרגציה נקבע רק בקידוב; מה גם שאין בהנחה זו כל צורך, שכן כל העובדות התכופיות הידועות עד כה מוסברות היטב על ידי המודלים הרלטיביסטיים למיניהם. הוא מדגיש שמודלים אלה מבוססים על תורת היחסות הכללית, שעמדת עד כה בכל המבחנים הניסיוניים. יתר על כן, ההשערה שהעולם מתפשט הועלתה תחילה באופן תיאורטי, כמסקנה מתורת היחסות, ורק לאחר מכן הוכחה על ידי התכופות. תשוכתו של בונדי היא, שאין רע בהנחות נוספות, אם ניתן להעמידן לבחינה צפפית. באשר לפשטות, הוא מצביע על הפשטות והסימטריה שבערךן הקוסmolוגי השלם.

איו מן ההשערות נראהות מתאימה יותר לתכופות שחצברו עד כה ולתיאוריות בענפים אחרים של האסטרונומיה? בונדי מסביר, כי מאו נוצרה תורה מצד העמיד, והשערה פעמים הטענה שנתגלו בתכופות הבדלים בין תוכנותיהן הכלליות של הgalיפות הקרובות והרחוקות — בניגוד לערךן הקוסmolוגי השלם, וכי בשתי פעמים אלה התברר לבסוף שמידת דיק htכופות קטן מכדי להגיע למסקנות. מאידך מעלה בונר את השערתו של ז. באדה (W. Baade), כי בכל הgalיפות היהת תקופה של יצירה כוכבים לפני 60000 מיליון שנה. הוא מביא גם השערה אחרת המצביעת על התפתחותם בעולם הgalיפות: נתית צבורי הgalיפות להתפרק במשך הזמן מרמות שאף זמן קיומו הוא מאותו סדר גודל. הוא מנסה להסביר בכך, כי לפני 6000 עד 8000 מיליון שנה היה מצד העולם שונה מאשר היום. לפי התיאוריית הרלטיביסטיות התפשטות העולם החלת התקופה זו. לדעת בונדי השערתו של באדה אינה יותר מניחוש גרידא וליטלטן מdegish, כי ידיעותינו הנוכחות ביחס לדינמיקה של צבורי הgalיפות עדין מועטות, מכדי להסתמך עליה.

מהם כיווני המחקר לעתיד? ליטלטן מיחס חשיבות רבה לתכופות בחומר הבין-גלכטי. בונדי רואה כמשמעותם ביותר את הניסיונות לספר את הgalיפות בצבירם הרחוקים (דהיינו, הצבירים שאנו רואים אותם כפי שהיו בעבר הרחוק), כדי לבדוק אם מוצע מספר הgalיפות בצביר לא השתנה במשך הזמן. בונר מctrף לדעתו ביחס לחשיבות התכופות הרדיו-אסטרונומיות המנסות לגלוות, האם צפיפות מקורות הרדיו שMahon לgalיפות משתנה עם מרחקם מatan. אם לא יתגלה כל שינוי כזה, יctrף גם הוא לדעת שיש להתייחס ברצינות רבה למודל הצד העמיד. מאידך, קשה להעמיד את המודלים הרלטיביסטיים במבחן בغال מספרם הרב; אך יתכן מאוד שתכופות שתעדרכנה בשני הקרים לקביעת התלות המדייקת של שינוי מהירות התרחשותן של הgalיפות במרחבן מatan יקטינו בהרבה את מספר המודלים הבאים בחשבון.

כוכב שביט חדש Comet Ikeya 1963 a

כוכב השביט החדש נתגלה על ידי ק. איקיא (Kaoru Ikeya) במאיסaka שביפן ב-2 בינואר 1963 כ- 2° מע' לכוכב "פִי" בנחשיים (Hydrae α) והוא נראה כאובייקט מפוזר ללא דחיסות מרכזית, בן גודל 12. מ. פ. קנדי (M. P. Candy) חישב את האלמנטים והאפרמטרים על פי תצפיות מראשית ינואר 63 ממצפי הכוכבים בטוקיו ובפלאגטאי (ארה"ב). אלו מעתיקים אותם מתוך חומר מס' 444 מ-18 בינואר 63 של האגודה האסטרונומית הבריטית:

			T	1963 March 22.05543d E.T.
		ω	335.087°	
	Ω	Ω	51.099°	1950.0
	ι	ι	160.180°	
	q	q	0.628230	(מרחק הפריהליון ב"א)

נ	ס	μ	$\alpha_{1950.0}$ °	δ _{1950.0} h m	1963 0h E.T.
10.5	1.493	1.446	-29 40	13 56.0	11 ינואר
9.5	1.340	1.087	35 11	13 59.0	21
8.1	1.186	0.730	45 16	13 58.8	31
6.3	1.035	0.419	71 28	13 36.8	10 פברואר
5.3	0.889	0.365	46 20	1 20.3	20
5.8	0.756	0.641	-11 02	2 10.7	2 מרץ

— מרתך מן הדארן ב"א

בתקופת האפרמטרים הנ"ל עובר השביט במחצית הדרומית של כדור השמיים. הוא נתגלה בראשית ינואר בנחשיים ועובר משך ינואר דרך קבוצת הכוכבים קנטאור בכיוון אל הקוטב הדרומי. בראשית פברואר הוא יצא בתנועה מהירה את הקבוצות זוב, זיקית, אוקטנט, הידראוס (נחשיים קטנים) ויגיע באמצעות פברואר לפניפס (חול). בקבוצת זו הוא יתגלה לנו ב-25 בפברואר בקירוב, בשעות הערב המוקדמות, נמוך מעל לאופק בדר' מע'. בסוף פברואר הוא יגיע לתחום קבוצת לוייתן וב-2 במרס יימצא כ- 5° מ' לכוכב "זיתא" בלוייתן (Ceti ζ) וכ- 8° דר' לכוכב "מירה" (Ceti, Mira Ceti). מקום יהיה נוח לתשפיה בשעות הערב, אולם בגל אור הירח ישאר השביט אובייקט טלקופי בלבד (הירח ברבע ראשון ב-2 במרס: (α 2d 19h 18m : δ 18° 23' — 8, γ 4h 41.8m α).

כוכב השביט יתקרב לארץ באמצעות פברואר עד כדי 0.36 י"א (כ-53 מיליון ק"מ). מרתך הפריהליון שלו יהיה 0.63 י"א (כ-92 מיליון ק"מ) והוא יחול ב-22 במרס.

כוכב שביט 1961 e Comet Humason 1961 e

על כוכב שביט זה מסרנו כבר פעמים אחירות בגלגולות שלנו וחברים אחדים הספיקו לעשות אותו הכרות. הוא נתגלה ב-1 בספטמבר 61 על ידי יומאסון

¹ הכוכב "מירה" (=המורלא) בלוייתן — Ceti/Mira Ceti. (α 12° 3' — 8, γ 2h 16.8m α). כוכב משתנה בעל מחזור ארוך; מחזורו נמדד כממוצע 332 י' ; זהותו משתנה מנ' 2.0 עד 10.1, מגיע במכנים ל-2—5; השנה יהול המכנים ב-10 באפריל 63 (המכנים הבא ב-2 במרס (64) ; מ' 103 ש"א, ק' 460 השמש, ט' 2400, ס' gM6e gM6e ("ענק אדום") ; מהירות ודיאלית +64 ק"מ/שנ' ; יש לו מלואה סמוך: ג' 10, מ' 0.8, ז"מ 124° (1954).

(M. Humason) בהר פאלומר. בפעם הראשונה הגיע השביט לקרבת הארץ בסוף אוגוסט 62 ($m = 1.47$ י"א) עוד לפני הגיעו לפריהליון שחל ב-10 בדצמבר 62 ($m = 2.132$ י"א).¹

בשנת אפריל 63 יתקרב השביט שנית לארץ, עד כדי 1.8 י"א אלומ בגלל נתיתו השלילית (הדרומית) של 57° — הוא יעבור אצלו או ממש באופק ולא ייראה.

כוכב השביט הוא מזרוי, אלומ מחוזר ההקפה שלו סביר לשמש נմשך כ-2900 שנה. אלייפסה מסלולו שטוחה ביותר (אקסנטראיות 0.990), אורך הציר הארוך של האלייפסה מגיע עד כדי 407 י"א אם מרחק הפריהליון (קרבת השמש) ניתן כ-1.1 י"א (כ-300 מיליון ק"מ), מתרחק, אפוא, השביט מן השמש באפיהליון עד כדי 405 י"א, שהם כ-60 מיליארדי ק"מ ($10^{10} \times 6$ ק"מ), מרחק שהוא 8 פעמי גדול מהו של פלוטו באפיהליון.

אננו מעתיקים להלן את האפרמריס כפי שפורסם בחוזר מס' 444 מ-18 בינואר 63 של האגודה האסטרונומית הבריטית. הוא הושב על ידי מארסדן (B. G. Marsden).

α	δ	ρ	$\alpha_{1950.0}$	$\delta_{1950.0}$	1963 0h E.T.
7.3	2.216	2.899	—42 46	18 32.1	31 ינואר
			44 17	18 30.2	10 פברואר
7.3	2.290	2.642	46 08	18 25.6	20
			48 21	18 16.9	2 מרס
7.1	2.383	2.321	50 55	18 02.0	12
			53 43	17 37.8	22
7.0	2.492	2.013	56 21	17 00.3	1 אפריל
			57 58	16 06.8	11
7.0	2.615	1.832	57 26	15 01.6	21
			54 09	13 58.5	1 מי
7.3	2.748	1.892	48 50	13 09.5	11
			42 50	12 36.2	21
7.8	2.890	2.199	37 11	12 15.1	31
			32 21	12 02.4	10 יוני
8.4	3.039	2.662	28 27	11 55.3	20
			25 23	11 51.9	30
9.1	3.193	3.181	23 02	11 51.2	10 יולי
			21 16	11 52.4	20
9.6	3.350	3.691	—19 57	11 54.8	30

ρ — מרחק מן הארץ בי"א

עד אמצע פברואר 63 יגוע השביט בתחום קבועם הכוכבים כתף דרום, אחרי כך הוא יעבור לטלקופ (בשמי, האם גם לשלו?) וב-10 במרס למועדם. במשך פברואר אפשר יהיה לחפשו בשעות הבוקר לפני פניו ורחת השמש נמוך בדרומו. דרכ' למול קצר, דרום' לונב העקב.

מקובצת הכוכבים מובה הוא יעבור באפריל דרך סרגל ומחרוגה ויגיע ב-24 באפריל לקנטאור. לתקופה שלנו הוא יתגלה שוב הtal ממוצע Mai 63 והוא

¹ ראה "הכוכבים בחודש" כרך ח' מס' 11, עמ' 125; כרך ט', מס' 6, עמ' 63/64, מס' 8, עמ' 92, מס' 10, עמ' 114/115.

יראה בשעות הערב והלילה בתנאי תצפית נוחים. ב-11 במאי הוא יעבור כ- 3° דרום' לעבר הכוכבים הדרומיים "אומגה" בקנטאור (α Centauri²). מאין ואילך הוא יופיע במהירות בתחום קנטאור, יחצה לאחר מכן בחודש יוני 63 את בחשיים ויעלם ביולי בשביל הטלסקופים שלנו בתחום שבין גביע ועורב.

² Centauri α NGC5139 ($03^{\circ} 47$ — $8^{\circ} 23.8m$) צביר הכוכבים הדרומי הקרוב ביותר; נראה בערך בכטם ממושך בן ג' 4; מ-22,000 ש"א ק' 23; הכוכבים המהירים שבו הם בני ג' 20.

○

תחזית לתקופה אקו | Echo בפברואר 63

מאת צ. דרזנר, תל-אביב¹

זמן המחוור (מחזור התקופה) של אקו 1 סכיב כדורי הארץ קרוב לשעתיים, דהיינו קטן ביחס לימה ולכון אנו יכולים, בדרך כלל, לראות משך הלילה יותר מסלול אחד שלו. מסלול הנראה בקרבת הוניט בערב מסוימים יופיע למחרת בפיגור וכנגד זה, המסלול הבא אחריו יופיע מוקדם יותר; כך המסלולים שאנו רואים מתחלפים: אחדים נעלמים וחדשים מופיעים.

בצד נמצא לפי הלוחות המובאים כאן את הזמנים שבהם ייראה אקו 1 בתאריך מסוימים? כל שלושה ימים חווורים בקירוב רב אותם מסלולים, אלא בפיגור של 48.3 דקות; לכן המסלולים הבאים בחשבון ביום מסוימים הם (לפי לוח ב'): המסלול שהתווסף באותו יום (אם יש כזה); המסלול שהתווסף 3 ימים קודם (אם יש כזה); 6 ימים קודם (אם יש כזה) וכו'; וכן (לפי לוח א') המסלול שהיה קיים ביום המתאים בתחילת החודש.

الוחות נתונים לנו את גובה שיא המסלול וכיונו לגבי כל המסלולים הללו. כדי לחשב את שעת השיא علينا להפחית מן הזמן המובא בלוח 48.3 דקות כגדל כל 3 ימים שעמדו מאחוריך המצוין בלוח.

זמן הזריחה הוא כ-10 דקות (בממוצע) לפני השיא.

זמן השקיעה הוא כ-11 דקות (בממוצע) אחרי השיא.

לא את כל המסלולים הבאים בחשבון לפי שיטה זו נוכל לראות בשלמות, שכן בשעות הבוקר הלוין ישנה בתוך צל כדורי הארץ חלק מן הזמן. אם הוא זורח שעה או פחות לפני זריחת השמש, הוא יופיע (יראה) ביציאתו מצל הארץ סמוך מאוד לאופק בלבד, אך כ-3 שעות לפני זריחת השמש הופעתו תהיה סמוכה לשיאו וכ-5 שעות לפני זריחת השמש הוא יופיע רק סמוך לפני שיקעתו.

¹ הבalon "אקו ו" (I ECHO) שהוכנס למסלול ב-20 באוגוסט 60, מקיים עדיין את הארץ כלוין ומדי פעמי מודיעים חבירי אגודתו על תצפיתם בו. פרסמו בספטמבר 60 ("הכוכבים בחודשם" כרך ז', מס' 9, עמ' 87-89) רשימה מפורטת על הבalon. — חברים רבים בקשרו שנמרס נזונים על התצפית בלוין זה בקביעות. לעיתים קרובות מגיעות גם לאגודתו (וגם לעתונות היומיות) הודיעו לויניס חדים ושאלות בקשר לתופעת דומות שניצטו, והן בדרך כלל קשורות בהופעת אקו. — מסיכות אלה בקשרנו מחרנו ז. דרזנר, בעל השיטות המקוריות למיפוי מסלולו של לוין (שנת חלון הרראשון פרסמו ב gal' דצמבר 62; החלק השני עומד להופיע ב gal' מרץ 63 של ירחוננו) שיעבר מדי תודות תחזית בלוין זה, כדי שתפורסם בהכוכבים בחודשים. ח' דרזנר נענה לבשנתנו וגנו פרסומים כאן את התחזית לפברואר. בחודשים הבאים נביא בעיקר רק את הלווחות ולא נזכיר על ההטבר הבלוי לשימוש בלווחות הכלול במאמר הנוכחי.

לוח א' : המסלולים הקיימים בתחילת החודש
(כולם מסלולי ערב)

היום	שנת חסיה	גובה היסוד	כיוון היסוד	מקומן הזרימה
	מעל לאופק (אקורב)	*	h m	
1	פברואר	דר'מע'	30	18 48
2		דר'מע'	45	17 51
2		דר'מע'	5	19 50
3		דר'מע'	15	18 55

לוח ב' : המסלולים המתווסףים במשך החודש (עמוד מסלולי בוקד)

הויס	שעת חסיא גובה השיא מעל לאופק (מזרוב)	גובה השיא	מקום הוריזה	מקום השקיעה
4	5 46	5	דר'מוי	דר'מוי
6	5 52	15	דר'מוי	דר'מוי
8	6 05	35	דר'מוי	דר'מוי
10	6 10	55	דר'מוי	דר'מוי
12	6 19	85	דר'מוי	דר'מוי
17	5 40	65	מע'דר'מוי	צ'ם'מו'
19	5 48	50	מע'דר'מוי	צ'ם'צ'פ'מו'
21	5 57	40	מע'צ'פ'מו'	צ'ם'מו'
23	6 09	35	מע'צ'פ'מו'	צ'ם'צ'פ'מו'
28	5 32	30	צ'ם'	צ'ם'מו'

דוגמאות לשימוש בלחוחות :

(1) ביום 6 בפברואר בבוקר ייראה הלוין לפי הנתונים עבור המסלול שתה:
וסוף ב-6 בחודש בלווח ב'. כדי לדעת את המסלול(ים) בעבר נעיין בלווח א'
בתאריך 3 בפברואר. שעת השיא תהא ב-07 18 = 00 48 — 18 55 והגובה 15° .²

(2) ביום 23 בפברואר בבוקר. עליינו לחפש בלווח ב' והאם התווסף מסלולים
בתרטיכים 23, 20, 17, 14 וכו'. ב-23 התווסף מסלול המגיע לשיא ב-09 06 בגובה
 35° בצפ'מע', ולכן יופיע הלוין בשעה זו). ב-20 בפברואר לא התווסף מסלול. ב-17
אם יראותו בגל הדור הרב בשעה זו). ב-23 בפברואר לא התווסף מסלול. ב-17
התווסף מסלול בשעה 05 40 ולכן אותו מסלול הגיע לשיא ב-23 בחודש ב-06 04 =
 $200 \times 2 - 05 40$. גובה השיא יהיה כ- 65° בצפ'מע'. הוא עובר למעלה משעתים
לפני זריחת השמש, לכן הלוין יופיע מעט לפני שיאו במע' בשעה 04 04 בערך.
ב-14 וב-11 בחודש לא התווסף מסלולים. ב-8 בחודש התווסף מסלול בשעה
06 50. עברו 15 ימים ולכן יש להחסיר $240 = 48 \times 5$ דקות: שיאו יהיה, כאמור,
ב-05 02 בגובה 35° בדר'מו'. 02 05 היה כ-4 שעות לפני זריחת השמש ולכן
יופיע הלוין אחרי שיאו, כשהוא עומד לש��ע במורה, בשעה 02 08 וגובהה
של כ- 20° .

² חדי עין יכולו לראותו גם כ-9 בפברואר בערב בשעה $17:48 = 2 \times 00:48$. טוביה השיא 15° .

נתוניים נוספים :

- (א) אנו רואים מן הנתונים שבלווחות של גליון א' כי יעלם בחודש פברואר משמי הערב ויתחיל להופיע בשמי הבוקר. הוא יחוור לשמי הערב ב-10 במרץ 63.
- (ב) פיגורו המשוער של א' לתחילה פברואר הוא 54.6 דקות (ב-16 בינואר 62 הייתה הפגיעה 54.74 דקות והוא קטן בכ-0.01 דקות ליום. זהה תקופת יציבה כעת. בסוף נובמבר 61 היה פיגורו גדול בשער של 0.13 דקות ליום).
- (ג) הפרש הזמן בין שתי יציאות עוקבות מצל כדורי הארץ הוא 115.6 דקות.

באגדה

ביום א', 3 בפברואר, בשעה 18.00 —
בתכנית : הירח
ביום א', 24 בפברואר, בשעה 20.00 —
בתכנית : מאדים
ביום א', 3 במרץ, בשעה 19.00 —
בתכנית : הירח.
הומנה לפעולות הסניף בחודש פברואר 63 נשלחה לחברי האגודה בתל-אביב והסביבה.
(כתובת הסניף : ע"י אינט' יוסף סוקס, גבעתיים, רחוב הפסגה 14).

בחוג האזרוי בעמק הירדן
בבית גורדון, בית לטבע ול-חולאות, דגניה א', יתקיים מהוחר של 5 הרצאות באסטרונומיה בשיתוף עם ועדת התרבות האוורית. ההרצאה הראשונה נקבעה ליום א', ז' אדר תשכ"ג (3.2.63) בשעה 9.00 בערב והרצאות הבאות תתקיימנה ביום א', אחת לחומי' דש. המרצה הוא ח' דן ליטאי (חיפה—מנדייל) וושא הרצאה הראשונית יהיה: "השמש — תוכה ובריה".
תכנית הרצאות הבאות : (ב) "יסודות הפסיקה של כוכבים", (ג) "הgan-לפסיה (מערכת שביל-החלב) שלנו", (ד) "מבנה הגלקסיה וגלקסיות חיצונית", (ה) "האבולוציה של הכוכבים והיקום".

תקון טעות

הכתבה על פעולות החוג האזרוי של אגודה גליל המערבי בעמ' 5 של גליון הקודם של "הכוכבים בתודשים" (ינואר 63), נושא בטיעות את הכותרת "בגליל העליון" במקומות "בגליל המערבי".

יום העיון

עריכת יום העיון, שהתקיים ב-26 בדצמבר 62 (ה' דchanוכה) בגמנסיה "הרצליה" בתל-אביב, מצאה הרבה חיובי הציבור חברי אגודתנו. מעידה על כך השתתפותם העירה של 55 חברים שבחו מ-35 (!) מקומות מכל חלקי הארץ. הפגישה נתנה לכל המשתתפים עידוד רב בשבייל עיסוקם האסטרונומי במקו-מותיהם. בטור נסיון ראשון הצליח "יום העיון" במידה רבה והוא מצדיק ערך מות עיון נוספים לעתים מזומנים ובמקו-מות שונים בארץ.

בשנייה תל-אביב

ביום ד', 6 בפברואר, ירצה ח' דוד ז'יצ'ק (ירושלים) על הנושא: "המח-קר האסטרונומי בתקופת החלל". ההרצאה תהיה מלאה תמוןנות-אור, היא תתקיים באולם "בית ליסין" ותתיחיל בשעה 20.15.

ביום ב', 18 בפברואר, ירצה מהנדס שמואל מנדל (תל-אביב) במסגרת פגישות המועדון על הנושא: "רדיו-אסטרונומיה" (רדיו-טלסקופ; עקרון השידור והקליטה; בהשוויה עם הטלסקופ האופטי; תוצאות שהושגו עד כה). ההרצאה תתקיים באולםعيشות של "בית דבר", רח' שינקין 45, בשעה 20.15.

ערבי תצפית ליד הטלסקופ יתקיימו: על גג בית ההסתדרות ברמת-גן, פינת הרחובות הרצל ויתלם:

¹ תכנית יום העיון הובאה בגלויון דצמבר 62 של "הכוכבים בחודש", עמ' 24.

השמים בחודש פברואר 1963

תופעות מיוחדות

יום	שנה (לפי שעון ישראל)	
5	נוגה בזרמו, כ $^{\circ}$ 47 מ' למש.	1
18	זדק בזרם ע.	1
19	מאדים במזצ'טס', נוח לתצפית — ראה להלן ביום 3 ו-4 בחודש.	1
19	הירח דר'ם ע' לכימה. ¹	1
21	מאדים: Mare Erythraeum במצהר המרכזי. ²	1
19	הירח דר'ם ע' לכימה, ¹ מ' לאלאדיברן. ³	2
8	נוגה מצהיר בשעה 08:36 בענבה של כ $^{\circ}$ 56 מ' מעל לאופק הדרומי. ⁴	3
5	מאדים בקרבת הארץ, מ' 0.67 י"א = 100.4 מיליון ק"מ : ק' 13.96. ⁵	3
11	שבתאי מתבקש עם השמש.	3
22	מאדים: Mare Erythraeum במצהר המרכזי. ²	3
14	מאדים בנייגוד לשם. ⁵	4
22	מאדים: כבשעה 22:35 עובר Mare Erythraeum במצהר המרכזי. ²	4
5	נוגה כ $^{\circ}$ 2 אמ' לערפיליה המשולשת כ $^{\circ}$ 20, כ $^{\circ}$ 4 צ' לערפיליה הלאונגה כ $^{\circ}$ 18. ⁷	6
6	בערב הירח דר'ם ע' לקאסטור/פולוכס.	6
19	הירח מעיררמ' למאדים.	7
23	מאדים: בשעה 22:45 עובר Sinus Margaritifer במצהר המרכזי. ²	7
8	מאדים מתבקש עם הירח, מאדים צ' צפ.	8
19	הירח מע'צ'טס' לרנגלווט, ⁸ דר'מו' למאדים.	8
10	כוכיחמה מצהיר בשעה 10:08 בענבה של כ $^{\circ}$ 09 מ' מעל לאופק הדרומי. ⁴	9
20	זדק מתבקש עם הכוכב "פסי" ברדי 9' ועובר 3' צפ' לו.	9

¹ M45 Pleiades — כימה (פליאדות), כ $^{\circ}$ 45, צביר כוכבים פתח ממול שור, כ $^{\circ}$ 23 כוכבים בני ב' עד 14 (7 עד 10 נראים בעין), מ' 410 ש"א, קוorder הצביר 30 ש"א; הכוכב הראשי אלקיאונה, בן ב' 3.0 הוא כוכב כפול-ארבעה. ראה מפה בכתב ר' (1959) עמ' 116.

² עין בראשימה "מאדים 1963" ובמפת מאדים, "הכוכבים בחודש", כרך י', מס' 1, עמ' 4 (ינואר 63) וכרך ג', מס' 7 (יולי 56).

³ α, Tauri Aldebaran (אלדебאראן) = שבא אחריו, קלומר הכוכב העולה אחורי כימה: ג' +1.1, נ' מוחלט 0.2 — מ' 53 ש"א, ק' 35 X שם, ט' 3500°, תנועה עצמית כ $^{\circ}$ 0.203 בז' 160, מהירות רדיאלית +55 ק"מ/שנ'; מלחה בן ב' 13, מ"ז 31; סט' gK5.

⁴ נוגה נוח לתצפית לאור היום (גם כשאים נוערים טלסקופ שיש בו מעגלי תלווה): מחותפים את נוגה בעוררת משקפת שדה (ואף בעין) בשעת צהירתו (מעבדו במצהר, מרידאן, הקילומטריה שלו) מעל לאופק בדרום. שעת הצהירה רשומה לכל 10 ימים בלוח כוכבי-הכלת בעמ' 26: את הגובה מעל לאופק הדרומי אפשר לחשב על ידי חיסור נטיתו (השלילית) מגובה המשווה של מקום התצפית (גובה המשווה כ $^{\circ}$ 90° פחות הרותב היגיאנטרי, ככלומר הקולאטיטודה: למשל בידושלים: לגשם כולאטיטודה כ $^{\circ}$ 14 = 58° = 31° 46' — 90°).

⁵ עין בראשימת "מאדים 1963" שבגלילון הקודם (ינואר 63), עמ' 1-5.

⁶ M20/NGC6514 Trifid Nebula, (המלך הקטן) כ $^{\circ}$ 2° — 8° 23' 59.3m α: ערפיליה מפוזרת, ג' 8.5, ק' 29' 20 = 3200 ש"א, מהירות רדיאלית +23 ק"מ/שנ'.

⁷ M8/NGC6523 Lagoon Nebula, (הlagoon Nebula) כ $^{\circ}$ 24° 23' — 8° 24h 00.6m α: ערפיליה מפוזרת ולידה צביר כוכבים קטן, ג' 5.9, ק' 36' 36, מ' 3600 ש"א; מסת הערפיליה כ-3 גזולה מ' של השמש, מהירות רדיאלית +8 ק"מ/שנ'.

⁸ Leonis α, Regulus (=מלך הקטן): השם ניתן על ידי קופרניקוס: ג' +1.3, ג' מוחלט מ' 0.7 ש"א, ט' 13400, תנועה עצמית כ $^{\circ}$ 0.247 בז' 269°, מהירות רדיאלית +7 ק"מ/שנ', עוצמת-אור כ $^{\circ}$ 97 X שם; מלחה בן ב' 8.4, מ"ז 176; סט' B8.

⁹ Aquarii α: כוכב כפול, ג' 10.3/4.5, מ' 2° 49', נ' מ' 312°, מ' 105 ש"א, סט' K0.

		יום	שעה (לפי שעון ישראל)
8	נוֹגָה מִצְהָרִ בְּשָׁעָה 41' 08" מֵעַד 37' 33" מַעַל לְאֹסֶף הַוּדוּמִי. ⁴	10	
22	מְאָדִים : Sinus Sabaeus בְּמִצְהָר הַמִּרְכָּזִי. ²	11	
24	הַירָּח צְפִ'מְעָן לְ"נָמָא" בְּכַתּוֹלָה. ¹⁰	11	
12	צָהָרים בַּיּוֹם זֶה חָלָה הַצְהִירָה המאוֹתָרָה בַּיּוֹתֶר שֶׁל הַשֵּׁם (כִּירּוֹשָׁלָם בְּשָׁעָה 11' 53"). משוחאת הַזָּמָן 14.3m —.		
1	הַירָּח צְפִ'מְעָן לְסִפְקַת ¹¹ , מֵעַד לְ"נָמָא" בְּבַחוֹלָה. ¹⁰	13	
5	נוֹגָה 0° 45' צְפָן לְאַכְלֵר הַכּוֹכָבִים הַכְּדוּרִי M 22. ¹²	13	
17	כּוֹכֶב חָמָה בְּאַלְוּגָצִיה, בְּמִזְיוֹן מַעַן הַגּוֹל בַּיּוֹתֶר שֶׁל 26°.	13	
18	הַירָּחִים וְ, וְ רַזְוּוֹ שֶׁל צָדָק נִמְצָאים כּוֹלָם בְּקַרְבָּת הַאַלְוּגָצִיה (הַמִּזְיוֹן הַגּוֹל בַּיּוֹתֶר) שְׁלָהָם.	13	
21	אוֹרְנוֹס נָוָח לְתִצְפִּית — עד ל-25' בְּחָודֶש ; רָאָה גַם ב-22' בְּחָודֶש.	14	
3	הַירָּח צְפִ'מְעָן לְ"אַלְפָא" בְּמַאֲזְנִים. ¹³	15	
24	מְאָדִים : Sinus Sabaeus בְּמִצְהָר הַמִּרְכָּזִי. ²	15	
21	נְפָטוֹן, בְּמַול מַאֲנִים, עַוְבָר מַתְנוֹעָה קְדוּמָנִית לְאַחֲרוֹנִית.	16	
5	הַירָּח צְפָן לְ"בִּיתָא" בְּעַקְרָב ¹⁴ , צְפִ'מְעָן לְאַנְטָארֶס ¹⁵ .	17	
5	הַירָּח צְפִמְזָוֵן לְאַנְטָארֶס. ¹⁵	18	
24	מְאָדִים : Syrtis Major בְּמִצְהָר הַמִּרְכָּזִי. ²	19	
5	הַירָּח מַעַן לְנוֹגָה.	20	
20	לְנוֹגָה אֵיךְ נָוָח לְתִצְפִּית לְאוֹר הַיּוֹם (מֵעַד לְירָח).	20	
17	נוֹגָה מַתְקִבָּץ עַמְּדָה, נָוָה 0.8° צְפָן ; הַתְכָתוֹת בְּכַפְּזָהָרִין.	20	
2	נְפָטוֹן נָוָח לְתִצְפִּית — עד 2' בְּמֻרָס.	21	
8	כּוֹכְבִתָּמה מַתְקִבָּץ עַמְּדָה, כּוֹכְבִתָּמה 0.1° דָּרָן ; הַתְכָתוֹת בְּאַפְּרִיקָה, אָוקִינָוָס הַוּדי וְדָרְמוֹן-אַסְתָּה.	22	
17	אוֹרְנוֹס בְּגִינְגּוֹד לְשָׁמֶן ; מַרְחָקוֹ הַגְּיאָוּצָנְטָרִי 17.325 י"א = 2,590 מַילְיָהן ק"מ ; אוֹרוֹן מַגִּיעַ אַלְגָּנוֹ אַחֲרִי 25m 2h 24m 24'; ג' 5.7, קוֹטוֹרָה הַמִּדְוָמָה "3.96". מָקוֹמוֹ בְּרָאשֵׂית פְּבָרוֹאָר כִּי-5° מַזְּדָרְמָוּן לְרָגְלָוָס (מַשְׁקָפָת שָׂוָה !) בְּטַלְסָקָופּ קָטָן נְרָאָה הַדִּיסָּק של אוֹרְנוֹס בְּבָדוּר ; הַוָּא בָּעֵל גּוֹן יַרְקָק אָפְּיִינָה.		
21	שְׁבָתָאי מַתְקִבָּץ עַמְּדָה, שְׁבָתָאי 0.7° צְפָן ; הַתְכָתוֹת בְּוַילְנָדִיה תְּרָשָׁה, דָּרָן פְּצִיפִּיק וְוּרְגַּ' אַמְּרִיקָה.	22	
21	מְאָדִים : בְּשָׁעָה 21' 30" עַוְבָר Mare Cimmerium בְּמִצְהָר הַמִּרְכָּזִי. ²	23	
2	מְאָדִים : בְּשָׁעָה 20' 15" עַוְבָר Syrtis Major בְּמִצְהָר הַמִּרְכָּזִי. ²	24	
24	מְאָדִים : Mare Cimmerium בְּמִצְהָר הַמִּרְכָּזִי. ²	27	
11	כּוֹכְבִתָּמה מַתְקִבָּץ עַמְּדָה שְׁבָתָאי וְעַוְבָר 0.8° דָּרָן לְגַן.	28	

¹⁰ Virginis ז' : כּוֹכֶב כְּפֹלֶל, ג' 3.7/3.7, מִזְיוֹן 5.3, זָהָם 0° 310', מִזְיוֹן 178' ש', מ' 40 ש"א. שני המריליבים זהובים. ספ"F0/F0

¹¹ Virginis α, Spica (שְׁבָוֹתָה : ג' +1.2, ג' מַוחְלָט 1.6—, מ' 120 ש"א, ט' 00° 200000, תָּנוּעָה עַצְמִית "0.055, מהירות רזיאלית +2 ק"מ/שנ' ; כּוֹכֶב כְּפֹל סְפַקְטְּרוֹסְקוֹפִּי, מִזְיוֹן 4.014 B2 + B5 ; ספ" 2.

¹² M22/NGC6656 23° 57' — 8 33.3m α) : צְבִיר-כוכבים כְּדוּרִי ג' 5.9, ק' 34' = 230 ש"א, מ' 22,000 ש"א, הַכּוֹכָבִים המהוּרִים שָׁבוּ בְּנֵי ג' 13.

¹³ Librae α₁/α₂: כּוֹכֶב כְּפֹל, ג' 2.9, 5.3/2.9, מִזְיוֹן 231, זָהָם 314 (מַשְׁקָפָת שָׂוָה !), מ' 58 ש"א.

¹⁴ Scorpii β: כּוֹכֶב כְּפֹל, ג' 2.9, 5.1/2.9, מִזְיוֹן 14, זָהָם 23, מ' 400 ש"א, ספ" B1; מְלוֹהָה שני, ג' 9, סְמוּךְ מְאֹוד.

¹⁵ Scorpii α, Antares (מַתְחָרָה של מָארֶס, מְאָדִים) : ג' 0.9—1.8, מְשַׁתְנָה סְדִיר לְמַחְזָה, מַחְזָה שִׁינְיוֹן האור 1733 י', ג' מַוחְלָט 3.3—, ק' 330×330ASH, וּזְמַתְיָאָר 1900×1900ASH, מ' 250 ש"א, ט' 0° 3300, תָּנוּעָה עַצְמִית "0.034, מהירות רזיאלית 3— ק"מ/שנ' ; ספ" gM0; מלחה לבן : ג' 5.2, מִזְיוֹן 3.1, זָהָם 275, ספ" A3.

שימוש

פברואר	עליה	נטיחה	נטיחה	שעתי-כוכבים	זריחת	צהרה	זריחת	שעתי-כוכבים	נגיון	נגיון	נגיון	פברואר
1963	ישראל	(ל-ט שנות זמן עולמי)	אחרי	במיוחד של	זמן גובת	זמן גובת	זמן גובת	גוריינץ ²	גוריינץ ²	גוריינץ ²	ישראל	1963
				(לפי שעתן ישראל ואופק ירושלים)	hh mm	hh mm	hh mm	hh mm	hh mm	hh mm		
17 13	41	11 53	6 32	8 41 55.4	—	—15 54	—17 22	20 55.4	—	—	1	
17 22	44	11 53	6 25	9 21 20.9	—	—12 39	—14 20	21 35.6	—	—	11	
17 31	48	11 53	6 16	10 00 46.5	—	— 9 04	—10 54	22 14.6	—	—	21	
17 36	50	11 52	6 08	10 18 22.3	—	—	— 8 19	22 41.2	—	—	28	

¹ בטoor זה מובאת הנטייה ב-6°, 16° ו-26° של כל תודש.

² לכל ° אורך מ° מגוריינץ יש להוסף 4m (למשל זמן כוכבים בשבייל אורך גיאוגרפי של ירושלים $35^{\circ} 13' + 2h 20m 52s = 35^{\circ} 13' + 3m 56.56s + 9.86s$). השינוי למטה: $+3m 56.56s$; השינוי לשעה: $+1h 22m$.

אורך היום גדול מ-10 שעות 41 דקות בראשית החודש עד 11 שעות 28 דקות בסופה.
הדמיומים האסטרונומיים (המשמש 18° מתחת לאופק) נמשכים ברוחב הגיאוגרפי של ירושלים 1h 22m.
חצי קוטר המשמש: ב-16' פברואר ב-16' 16' וב-28' ב-10' 16' (חצי הקוטר הבינוני הוא $10^{\circ} 01' 16'$, כפי שהוא נראה במרקח של 1 י"א).

ירח

צורה	זריחת	שעתי-כוכבים ²	קולונג.	הציג	קוטר	גזיון	עליה	פברואר
hh mm	hh mm	(לפי שעתן ישראל ואופק ירושלים)	hh mm	hh mm	hh mm	hh mm	ישראל	1963
1 10 50	▷	(24 42)	11 16	353.1	16 08	+ 8 45	2 23.9	1
8 16 52	○	4 43	15 19	53.9	15 35	+21 16	7 05.3	6
16 19 39	☾	8 11	20 02	114.6	14 56	+ 8 07	11 24.8	11
24 04 06	●	10 49	23 35	175.3	14 50	—12 35	15 09.8	16
		14 46	4 10	236.2	15 44	—21 02	19 31.5	21
14 06	20 18	7 55	297.2	16 30	— 3 03	0 18.6	26	
26 02	20 33	9 14	321.6	16 22	+ 7 33	2 09.0	28	

¹ קולונגטורה טלונגומטרית של השימוש.

² ליבורציה מכטימלית באורך: $+5.0$ 6.1 (U.T.) d
—6.8 14.4 (U.T.) d
+6.6 27.7 —6.6 20.5

באורך: + שפה מע' מגוללה ברוחב: + שפה צפ' מגוללה
— שפה מ' מגוללה — שפה דר' מגוללה

ירחי-צדק

ראשי תיבות ראה בגליוון מס' 8, עמ' 96 (אוגוסט 1962)

h	m	d	h	m	d	h	m	d	h	m	d
17 52	20	17 17	16	1	מ"ה	18 50	9	כ"ה	19 27	1	
18 04	21	18 02	17	1	ל"ס	18 51	10	צ"ה	17 31	2	
				1	כ"ה	18 06	18	מ"ס	19 04		
				1	צ"ס	17 25	11	ו"ו צ"ס	17 25		
17 46	25	18 14	17 26	12	כ"ה	17 26	18 39	צ"ה	18 39	5	
				1	ל"ס	17 26	17 26	ו"ו צ"ה	17 26		
				1	כ"ה	17 26	17 26	צ"ה	17 26		
				1	מ"ז מע'	17 26	17 26	ו"ו צ"ה	17 26		

זמןן מינימום של אלגול

זמןן מינימום נוהם לתצפית יהולו החודש: ב-2 בתודש בשעה 18.0, ב-19 בשעה 22.9 וב-22 בשעה 19.7.

כוכבי לכת

פברואר עלייה נסיה מזלי חנווה ¹ מרחק חצי צורה גודל זריחה צהירה שקיימת (לפי פסקו ישראל ביא"ס קווטר ²)												1963 ישרה (ל' ט שנות זמן עולמי) ג' מ' h
ב' m	ב' m	ב' m	מ'	"	"	"	"	"	"	"	"	
13 33	10 23	5 13	+0.7	0.30	4.4	0.766	פ	קשת	-19 08	19 27.7	1	♀
15 15	10 08	5 01	+0.2	0.59	3.4	0.971	פ	קשת	-20 09	19 57.8	*13	
15 25	10 16	5 07	+0.1	0.71	3.1	1.092	פ	גדי	-19 19	20 36.6	21	
15 42	10 27	5 12	0.0	0.77	2.8	1.181	פ	גדי	-17 29	21 15.8	28	
13 42	8 35	3 28	-4.0	0.54	11.4	0.740	פ	גושציגש	-20 08	17 37.8	1	♀
13 47	8 42	3 37	-3.9	0.59	10.3	0.816	פ	קשת	-20 43	18 24.1	11	
13 57	8 51	3 45	-3.8	0.63	9.4	0.891	פ	קשת	-20 28	19 12.0	21	
14 05	8 57	3 49	-3.7	0.66	8.9	0.943	פ	קשת	-19 46	19 46.0	28	
7 12	0 18	17 19	-1.0	1.00	7.0	0.671	א	אריה	+20 16	9 21.0	1	♂
6 56	0 01	17 01	-1.0	1.00	7.0	0.671	א	סרטן	+20 39	9 16.2	* 4	
5 44	22 50	15 51	-0.9	0.99	6.8	0.699	א	סרטן	+21 53	8 57.3	16	
4 54	21 49	14 48	-0.6	0.98	6.4	0.737	א	סרטן	+22 30	8 42.6	28	
19 46	14 03	8 20	-1.6		16.0	5.755	פ	זלי	- 6 48	23 07.4	1	♀
18 29	12 40	6 51	-1.6		15.5	5.925	פ	זלי	- 4 20	23 30.5	28	
17 14	12 00	6 46	+1.0		6.8	10.905	פ	גדי	-17 31	21 04.9	1	♂
17 08	11 53	6 38	+1.0		6.8	10.906	פ	גדי	-17 27	21 05.9	* 3	
15 44	10 27	5 10	+1.0		6.9	10.827	פ	גדי	-16 37	21 17.7	28	
7 49	1 22	18 51	+5.7		2.0	17.403	א	אריה	+10 44	10 25.4	1	♂
6 24	23 45	17 17	+5.7		2.0	17.326	א	אריה	+11 03	10 22.0	*22	
6 00	23 28	17 00	+5.7		2.0	17.329	א	אריה	+11 09	10 21.0	28	
11 13	5 51	0 29	+7.8		1.2	30.381	פ	מאזניים	-14 49	14 54.7	1	Ψ
10 14	4 52	23 26	+7.8		1.2	30.123	ע	מאזניים	-14 50	14 54.9	*16	
9 27	4 05	22 39	+7.8		1.2	29.924	א	מאזניים	-14 48	14 54.8	28	

פלנטואידים³

m	p	m	(1950.0)	(1950.0)
		7.0	1.454	כלב גדול פ
7.6	7.1	1.496	כלב גדול פ	-22 53 6 18.2 10 (2)
		7.1	1.551	כלב גדול פ -19 05 6 19.8 20
9.0				תאומים א +16 48 6 56.5 10 (7)
9.3				תאומים ע +16 52 6 54.9 20
9.5				תאומים פ +16 55 6 56.7 (III) 2
	6.5		1.645	אריה א +20 31 11 32.2 10 (1)
7.1	6.5		1.604	אריה א +21 50 11 25.9 20
	6.4		1.589	אריה א +23 01 11 17.9 (III) 2
	9.0		1.812	בתולה א - 0 27 11 38.4 10 (3)
9.7	9.0		1.769	אריה א + 1 05 11 32.4 20
	9.0		1.754	אריה א + 2 38 11 24.9 (III) 2
	6.3		1.497	בתולה א + 8 53 12 16.0 10 (4)
6.8	6.2		1.417	בתולה א +10 05 12 12.8 20
	6.1		1.358	בתולה א +11 28 12 06.8 (III) 2

* ראת ברישימת התופעות המיוחדות בתאריך זה.

¹ כאן נרשם שם המזל שבתחומו נע כוכביהלכת. לפי תיחסות קבוצות-הכוכבים המקובל היום וوبرים המסלולים של כוכביהלכת גם בקבוצות שאין נמנות עם גלגול-הمولות.

² א = תנואה אחורנית (ممוי' למע').

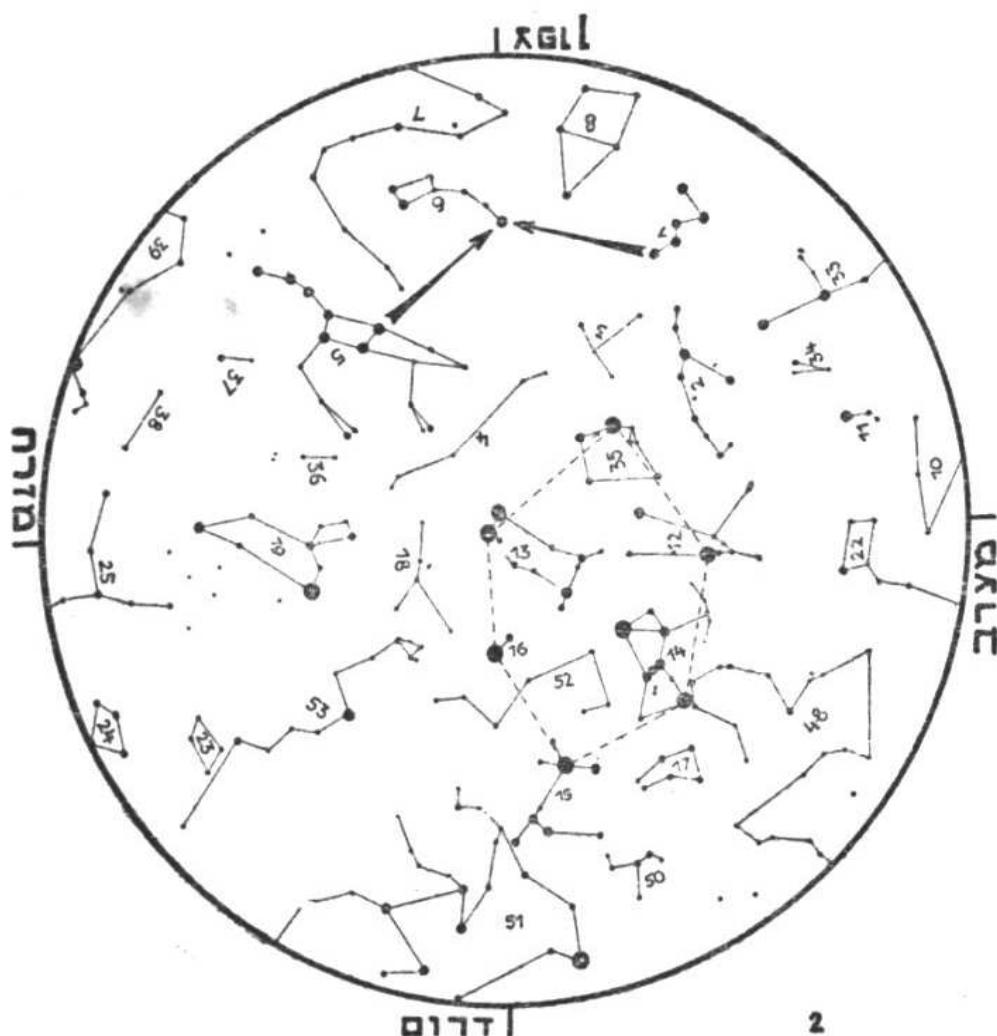
ע = עומד מתנואה (בעליה ישירה), עובי מכוחן אחר למשנהו.

פ = תנואה קדומנית (ممוי' למו').

המפתח הבהירות בעמ' 27

מפת שמי הערב ב-150 בפברואר ב-00 22

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



2

מד' ומני מסומנים במפות כוכבים הפוך מן הנהוג במפות הארץ, כי אלו צופים על פני הארץ "מלמעגה" (מבחוץ), על השמים "מלמטה" (מבפנים). יש אפוא להזכיר את מפת השמים מעג' לראש. צרייך לדאוג שהקו צפ'—דר' יהיה מכובן אלינכוון (בעזרת כוכב־הקוטב המסומן בחיצים) ואז יתאמו נקודות זו ומע' של המפה. קבוצות הכוכבים מסומנות במפה במספרים המופיעים בהתאם שם' העדב בסוגרים אחריו שמות הקבוצות. הכוכבים הריאשיים הנזכרים בתואר חם הכוכבים המזהירים בכל קבוצה וקבוצה.

המספרים במפה מציגים את קבוצות הכוכבים כליהן :

39	רוועה־יזובים	25	בתולה	16	כלב קטן	8	קאסיטיפיה	1
48	אוריאנוס	33	אנדרומה	17	ארנבת	10	פרסואוס	2
50	יונה	34	משולש	18	סרטן	11	גיראטה	3
51	ספינת ארגו	35	עגלון	19	אריה	12	לינקט	4
52	דובה גדולה	36	אריה קטן	22	לויתן	13	תאוומים	5
53	דובה קטנה	37	בלבייציד	23	గביע	14	אורוון	6
7	דראקון	38	שער־בירוניקה	24	עורב	15	כלב גדול	7

3 י"א (יחידה אסטרונומית) = 200 504 149 ק"מ. המשך ההערות מעמ' 26

4 אצל כוכבי־האלכת צדק ושבתאי מובא כאן חז' הקוטר מקוטב לקוטב.

5 שמות הפלנטואידים: (1) קרס, (2) פאלאס, (3) יונו, (4) ואסטה, (7) איריס. הנתונים בטור ג'

(גודל) הם גודלים ראותיים (m) וגודלים פוטוגרפיים (m_p).

(1) Ceres, (2) Pallas, (3) Juno, (4) Vesta, (7) Iris

מונחים וערבים (ז)

אַפְהָלִיּוֹן (aphelion) היא הנקודה המרוחקת ביותר מן השמש במלולו של כוכב-לכת או שביט. המסלולים של רוב גופים שמיימים אלה הן אלייפסות שבאחד מוקדיהן נמצאת השמש (החוק הראשון של קפלר). באפליאISON נע הכוכב לאט יותר מאשר בפריהליון (כפי שנובע מן החוק השני של קפלר). — ראה גם ערכיים פריהליון ואפסידים.

אֶפְגַּיָּאֹן (apogaeon), ריחוק הארץ של ירת ולויניט מלאותיים היא הנקרה המרוחקת ביותר במלול הקפה שלהם סביב הארץ. בהיוו באפוגיאון, זמן מה לפני ואחריו, נראה הירח כנע באטיות יחסית בין הכוכבים, כ¹² לימה. — ראה גם ערכים פריגיאון ואנטיפריגיאון.

אפסידים (apsides) הן אותן הנקודות במסלולו של כוכב בתנועת הקפתו סביב כוכב אחר, שבהן המרחק בין שני הכוכבים הוא הגדול או הקטן ביותר. היישר המחבר את האפסידים הוא קו האפסידים (line of apsides). במסלול אלייפטי זהה קו האפסידים עם הציר הארוך (סימנו a ; major axis) של האלייפסה. מחצי אורך של קו האפסידים מכונה חצי-הציר הארוך (semi-major axis) של מסלול הכוכב והוא מבוטא ברגיל ביחידות אסטרונומיות ("א"); חצי-הציר הארוך הוא אחד התמנים של המסלול. — במסלול הקפה של גוף שמיימי (ירח, לווין) סביב הארץ האפסידים הם אפוגיאון (ריחוק הארץ) ופריגיאון (קרבת הארץ), במסלול הקפה סביב המשמש — אפלהיון ופריהליון, במסלול הקפה של מלאה סביב המרכיב הראשי של כוכב כפול — אפסטרון ופריאסטרון; במסלול הקפה של כוכב סביב מרכו הנלפסיה — אפוגלטון ופריגלטון.

גודל, דרגת גודל (magnitude) של כוכב היא מידת לוהרו הנרא או המותלט (ראה הערכבים: גודל מודומה וגודל מוחלט). סימנו האות m הנרשמת אחרי הציון המספרי של הגדל ומעל לשורה; למשל גודלו של כוכב אלדיירן הוא $m = 1.1$, כלומר הוא בן ג' 1.1. — היהס בין דרגות הגדל לבין עצמות האור (אנרגיות הקרן) הנקלטות נקבע כך, שההפרש שווים בדרגת גודל ($m_1 - m_2$) מתאימים יתר עוצמה שווים (I_1/I_2). סולם דרגות הגדל נקבע לפי המשווה: $(I_1/I_2)^m = c \log(m_1 - m_2)$. הערך $c = 1/0.4 = 2.512 = 1/\log(1.1)$.

נבחר על ידי האסטרונום האנגלי פוגסון (Pogson, 1857) בטור קבוע c . קביעעה זו מותאמת במיוחד לפוטומטריה הרואית שבה מערכאים את זהה הכוכב בעין; כי הרשימים הנקלטים בעין עומדים בהתאם עם הלוגריתמים של הגירויים המעוררים רשותם אלה, כלומר עם הלוגריתמים של עוצמת הקרן (חוק ובר-פנקר Weber-Fechner). במקרים אחרים, אנו מרגשים הבדלים שווים בין זההם של כוכבים במידה שיחס העוצמות שלהם שווים. — כוכב בן גודל כלשהו הוא 2.512^m פעמי מהויר יותר מכוכב שגודלו נמור בדרגת גודל אחת; כלומר כוכב בן גודל 1 מוהיר 2.512^m פעמי מכוכב בן גודל 2; כוכב בן גודל 6 מוהיר 2.512^m פעמי יותר מכוכב בן גודל 7 או 2.512^m פעמי פחות מכוכב בן גודל 5. הקבוע בסולם הווהר של פוגסון מותאם הן לנחותים ישנים של גדי הכוכבים והן לנוחות החישוב: ההפרש של 5 דרגות גודל מתאים ליחס עוצמה של $100:1$. — לפי סולם זה מתאימים למספרים הקטנים של הגדלים ערבי זהר גדולים ולהפך. מזאת שיטה זה הווא מיימי קדם. הכוכבים המזהירים כונו "כוכבים בני גודל ראשון", הכוכבים החלשים שנראו עוד בעין "כוכבים בני גודל שני". הכוכבים החלשים ביותר שניתן עוד לצלמים היום בטלסקופים הגדולים ביותר הם בני ג' 23, בעוד שהכוכב ואגה (Vega) גדול 2.5 מג' 1.0 וגודלו נקבע ל- 0.1 . לכוכבים מזהירים עוד יותר, יש גודל שלילי, למשל סידריוס הוא בן ג' 1.6, נוגה בזוהרו הגדל ביותר מגע עד ג' 4.4, הירח המלא עד ג' 12.6 והמשש לג' 26.8. ההפרש בין השם לכוכב החלש ביותר שאורו נקלט מהו 50 דרגות גודל הפרש המתאים ליחס בעוצמה נקלטה של $10^{20}:1$.

פריגיאון (perigaeon), קרבת הארץ, אצל ירח ולוויננס מלאכותיים, היא הנקודה הקרובה ביותר במסלול הקפה שלהם סביב הארץ. בהיותו בפריגיאון, וזמן מה לפחות ואחריו, נראה הירח בגע מהירותיחסית גדולה בין הכוכבים, כ°15 ליממה. — ראה גם הערכות אפוגיאון ונטקינדיום.

פריהליון (סימנו π , perihelion) היא הנקודה הקרובה ביותר לשמש במסלולו של כוכב-לכת או שבית. בפריהליון נע הכוכב מהר יותר מאשר באפלהיון. — ראה גם **ערכיהם אפלהיון** ו**אפסידים**.