

# הכוכבים בחודש



יוצא לאור על ידי אגודה אסטרונומית-חובבים בישראל

טבת/שבט תשכ"ד

ינואר 1964



ויצא לאור על ידי

אגודת אסטרונומים-חובבים בישראל  
בעריכת ד. זיצ'ק

# הכוכבים בחודש

כרך י"א, מס' 1 (110) ינואר 1964

טבת/שבט תשכ"ד

כרך י"א, מס' 1 (110) ינואר 1964

## התוכן

התמונה בשער : חלק מ משתפי הכנס האסטרונומי הארץ חמישי ליד הכנסה של פלנטריום ויליאמס. הכנס התקיים בירושלים בימים ה/ו באולול תשכ"ג, 26/25 באוגוסט 1963 בהשתתפות 120 חברים. אלו מתחילה בגליל זה בהדפסת הרצאות שהושמו בכנס.

3	השגים ואימפליקציות של חקר החלל המודרני — י. נוימן
4	רדיו-ספקטראסקופיה בשירות האסטרונומיה — ד. ליטאי
10	באגודה : בסניף תל-אביב
10	חברים כותבים על התכונות נוגה
11	תחזית לתצפית אקו'ן בנואר
12	השמי בחודש ינואר
16	מפת שמי הארץ

## אגודת אסטרונומים-חובבים בישראל

### מוסדות, סניפים מקומיים וחוגים אזוריים

מרכז האגודה : אגודת אסטרונומים-חובבים בישראל, ע"י האוניברסיטה העברית ירושלים.  
מצירות האגודה : בכל יום (א-ה) בין השעות 5 עד 7acha'z בפלנטריום ויליאמס, קריית האוניברסיטה העברית ירושלים, טלפון 35281, קו משנה 300.

מצפה-כוכבים : ירושלים, רח' ז'בוטינסקי ליד צrifyi המעבדות של האוניברסיטה העברית (זואלוגיה). ערבית תצפית לקהן מתקיים בכל יום ד' בשבוע, הדרכה מתחילה בשבוע 20 בערב. התצפית מתיקית ורק כשהשמים בלתי מעוננים. קבוצות מאורגנות חייבות להרשם במזכירות האגודה לפחות שבועיים מראש, בכתב או בטלפון (ראה לעיל שעות המזכירות).

פלנטריום ויליאמס : קריית האוניברסיטה העברית. ההציגות מתיקיות בכל יום ב' וה' בשבוע, בכל פעם שתי הציגות : הראשונה בשעה 17.15 והשנייה בשעה 18.45 בדיקוק ! — קבוצות מאורגנות חייבות לביקור לפחות שבועיים מראש במזכירות האגודה, בכתב או בטלפון. — הציגות מוחdot בימים אחדים (ל- 60 עד 100 איש) לפי המנה, לפחות שבועיים לפני המועד הרצוי. הדרישות תאושנה לפי מידת האפשר.

"כוכבים בחודש" : ירחון האגודה, מערכת והנהלה לפי כתובות מרכזו האגודה.

הספרייה האסטרונומית ואולם הקריאה : פתוחים לחברים בימים א' עד ה' בשבוע, בין השעות 5 עד 7acha'z בפלנטריום ויליאמס ירושלים.

### סניפים וחוגים אזוריים :

תל-אביב וגוש דן : ע"י אינג' ג'. פוקס, רח' הפסגה 14, גבעתיים.

רחובות : ע"י ג. הלו, כפר גבtron, ע"י רחובות.

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

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

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

# השגים ואימפליקציות של חקר החלל המודרני (תקציו)

מאט. י. נוימן, ירושלים

המחלקה למטיאורולוגיה, האוניברסיטה העברית

## (א) תהליכי-עמידים

בפיזיקה ובאסטרופיזיקה מרבים לטפל בתהליכי-עמידים. התהליכיים הקשורים בקורסונה של השימוש משמשים דוגמה מובהקת לתהליכי-עמידים: הקורונה נמצאת במצב הנקרא "התפשטות הידרודינמית". הרוח הסולרית, אחת מן התגליות החשובות ביותר של השנה הגיאופיזית הבינלאומית, הנעה בייטוי לתהליכי ההתרפשות הנ"ל. בתחום מתהlixir זה, כוכבי הלכת של מערכת השמש "טוביים וטבולים" בתוך האטמוספרה החיצונית של השמש. מכאן אפשר להסביר אף את הטמפרטורות הגבוהות באטמוספרה העליונה של כדור הארץ.

קרוב לוודאי שהטמפרטורה הגבוהה מאד השוררת בקורסונה העליונה של השימוש ( $C - A^{10^{\circ}}$ ) נוצרת הודות לגלי הלם המגיעים אליה משכבות ההסעה (convection) של המימן שבשמש. הטורבולנציה חזקה שבסכבות ההסעה יוצרת גלים אקוסטיים המתעצמים והופכים לגלי הלם בזמן הגיעם לקורונה. מסתבר שבאטמוספרת השמש עוצמת הרעש האקוסטי היא גדולה ביותר.

## (ב) חוקי הפיזיקה בקנה מידה גדול

חוקי הפיזיקה של תהליכי-עמידים בעלי קנה מידה גדול שונים מאד, באספקטים אחדים, לחוקי הפיזיקה היידועים מתחilibים בעלי קנה מידה מוגבל. בדומה לכך, חוקי התהליכיים בקנה מידה קטן (למשל, בתוך הגרעין) שונים, באספקטים אחדים, לחוקי התהליכיים המוגבלים.

קנה מידה הפלנטרי של התנועה האטמוספרית גדול למדי. בתנועה זו, החום אינו זורם בכל מקרה ומקרה מאורירים חמים של האוויר אל אוורים קרירים. דוגמה אחרת לשוני החוקים היא התורה של "האוניברסום העמיד" (steady state universe). לפי תורה זו (שאין לראות אותה כਮוכחת), עיקרון שימור המסה אינו מתקיים בתהליכיים בקנה מידה קוסמי. להיפך, עיקר התורה הוא שהומר נוצר כל הזמן.

מבחינות אחדות אפשר ללמוד על פני כדור הארץ יותר על הפיזיקה של תהליכיים במספרי ריאינולדס וריליאן גודליים מאשר בגופים קוסמיים מסוימים. למשל, מספר ריאינולדס של אטמוספרת כדור הארץ (כשבקנה המידה הליניארי של האטמוספרה נבחר את רביע הקפו של כדור הארץ) גדול יותר מזה של ענני גז קוסמיים רבים.

## (ג) התהווות מערכות השמש

הלוין האמריקני, שחילף קרוב לפניו כוכב הלכת נוגה בדצמבר 1962, אישר כי רבות מן התכונות של נוגה והאטמוספרה שלו, שונות מאד מתכונות הארץ והאטמוספרה שלה. מדובר כאן בשני כוכבי לכת "קרובים" במרחב, שאף כמעט שווים בגודלם ובכפיפותיהם הממווצעת. נראה למרצה כי התיאוריות הקיימות ביחס לתהווות מערכת השמש הן פשוטניות מדי, מכדי שיוכלו להסביר את ההבדלים הגדולים מאד בתכונות שני כוכבי לכת אלה.

<sup>1</sup> על פי הרצאה שהושמעה בכינוס האסטרונומי הלאומי החקלאי בירושלים ב-25 באוגוסט 1963.

# רדיויספקטראוסקופיה בשירות האסטרונומיה<sup>1</sup>

מאת ד. ליטאי, מג'יאל—חיפה

## (1) מבוא

אחד התגליות החשובות ביותר באלקטרוגנטיקה שנעשו במהלך העולים הראשונה היא שלא ספק המצאת הרadiator. תפקידו היה לגנות מרוחק מטושים, אוניות של האויב ועצמים דומים, לקבוע את מרחקם, למצוא את מהירותם ואת כיוון תנועתם. הרadiator נועד להחליף מכשירי גילוי אחרים שהיו ייעלים פחות, בעיקר בגלל מהירות גילויים הקטנה או טווח פועלותם הקצר.

עיקרון הפעולה של הרadiator פשוט בתכלית. משדר רב עצמה משדר אותן (פולסים) בಗלים קצריים מאד, וכאשר גל כזה נתקל בעצם כלשהו, הוא מוחזר והדר נקלט שוב על ידי המכשיר באמצעות אותה אנטנה הפועלת כמקלט ברוחה הזמנית. הקצר בין שידוראות אחד לשניהם.

כדי לקבל החזרה טובת מעצם כלשהו דרוש (באופן גס) שאורך הנל שבו משדר מכשיר הרadiator יהיה יותר קטן מן העצם אותו רוצים לגנות. מכאן שאורך גל של שירות מטריים ויותר איןנו בא בחשבון, כמו כן, כדי שאיתורו של העצם שנתקלה יהיה מדויק, ככלומר הכיוון שבו הוא נמצא ידוע בדייקנות מסוימת, צריך להשתמש באורך גל יותר קצר ממידת השגיאה המותרת.

מן האמור לעיל ברור, מדובר מתחמשים ברadiator באורך גל של  $1 \div 0.1$  מטר, ואפילו פחות. פריסקופים של צוללות, למשל, ניתנים לגילוי על ידי מטושים מרחק רב ברadiator באורך גל של 3 ס"מ.

כדי עוד להוכיח שימוש באורך גל קצר מאפשר לבנות מכשירים קומפקטיים יותר ואנטנות קטנות יותר, מה שמקל על התקנת מכשירים אלה במטוסים למשל. מайдן, קשה יותר להשיג הסתקים גבוהים במכשירים המשדרים באורך גל קצר מאוד. לכן כאשר רוצים להפעיל מכשירים בעלי טווח ארוך במיוחד, משתמשים באורך גל של מטר בערך.

ברם, אם הניסיונות לבנות מכשירי radiator באורך גל יותר ויותר קצרים הצלicho עד 3 ס"מ, הרי הניסיונות לבנות מכשירי radiator ישדרו באורך גל של 1.25 ס"מ נכשלו לחלוטין.

הכשלון הזה הוא אבי הרדיויספקטראוסקופיה.

## (2) הספקטרום המולקולרי

בשלון הניסיונות ברadiator באורך גל של פחות מ-2 ס"מ התבतטו בכך, שהגלים סבלו אטנואציה (attenuation, חחלשה) חמורה באטמוספירה, או במילימטרות הטווח הייעיל של המכשיר היה קצר מאד וgemäß תלוי בתחוםים אטמוספריים.

המחקרים שנעשו, כדי למצוא את הגורם לכך, הראו שעיקר האטנואציה נגרם עקב הבליעה הגדולה של הגלים על ידי המים שבאטמוספירה, ככל שלוחות התאוויר הייתה גדולה יותר, היתה גם הבליעה גדולה יותר והטוווח הייעיל של המכשיר היה יותר קצר.

משמעות, אפוא, שלא רק לאטומים יש ספקטרום בליעה אופייני, אלא גם למולקולות, וספקטרום זה אינו מוגבל לתחום האור הנראה לעין, אלא ממש הרחק אל חום האינפרא-אדום ועד לתחום הרדיין.

<sup>1</sup> על פי הרצאה שהושמעה בכנס האסטרונומי הארץ-המייש בירושלים ב-25 באוגוסט 1963.

את הספקטרום המולקולרי מחלקים לשלווה סוגים או תחומיים :

- (א) ספקטרום סיבובי — rotational spectrum
- (ב) ספקטרום של סיבוב ותנודות — vibration-rotation spectrum
- (ג) ספקטרום אלקטרוני — electronic spectrum

(א) אילו המולקולה הייתה קשיה לגMRI והמטען החסמי היה מפולג על פניה באופן שהייתה נוצר מומנט חשמלי, הרי במקורה שה מולקולה הייתה מסתובבת, היה נפלטה קרינה אלקטרומגנטית בתדריות השווה לתחדירות הסיבוב (כשם שאלקטרון המסתובב בمعال פולט קרינה). מאידך, אילו פגעה קרינה אלקטרומגנטית הייזוגית במולקולה כזו, היה המולקולה בולעת קרינה זאת ומתחילה להסתובב בתדריות המתאימה. המולקולה איננה יכולה לבלוע קרינה בכל התדריות. אלא רק בתדריות המתאימות לרמות האנרגיה המותרות של המולקולה. בשביב מולקולה דיאטומית, למשל, נתונה אנרגיית הסיבוב ( $E$ ) של המולקולה על ידי הנוסחה הפשוטה :

$$E_r = \frac{\hbar^2}{8\pi^2 I} (J+1) J \quad (1)$$

שבה  $I$  הוא מומנט האינרציה של המולקולה,  $J$  — הקבוע של פלאנק ו-  $\hbar$  יכול לקבל הערכים ... 0, 1, 2, 3, ... .

ספקטרום סיבובי מתקובל, איפוא, כאשר מולקולה בולעת קרינה בתדריות  $\nu$  הנתונה על ידי  $E_r = \hbar\nu$ , הקווים הספקטרליים המתאימים לתחדירות אלה נמצאים עמוק בתחום האינפרא-אדום.

(ב) הויל והמולקולה בדרך כלל איננה קשיה לחלותין, והאטומים המרכיבים אותה יכולים לסבול ויברציות סיבוב למצב הקבוע שלהם במולקולה, הרי שוב, במקורה של קשר יוני בו נמצאים במולקולה אטומים בעלי מטען כולל חיובי ואחרים בעלי מטען שלילי, יכולים אטומים אלה לקלוט קרינה אלקטרומגנטית השווה לתחדירות התנודות. במקרה של שני אטומים המתנדדים לאורקן המחבר אותם, אפשר בקרוב ראשון לראות את התופעה כתגובה הארמונית פשוטה. במקרה זה ניתנת אנרגיית התנודות ( $E$ ) על ידי הנוסחה :

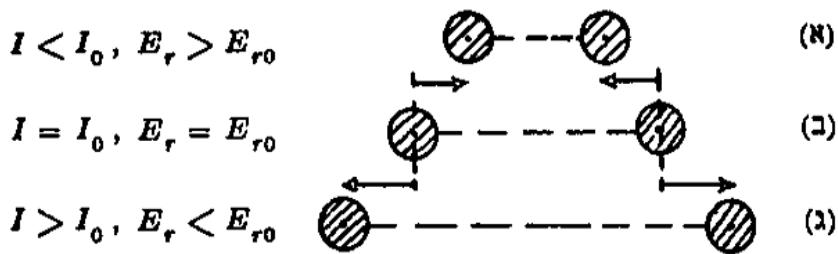
$$E_v = \frac{\hbar}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}} \quad (2)$$

שבה  $A$  הוא קבוע האלסטיות של המולקולה, כלומר היחס בין הכוח הגורם לתזוזת האטום וגודל התזוזה,  $\mu$  היא המסה הכוללת של שני האטומים המרכיבים את המולקולה

$$\mu = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2}$$

בעריכים מספריים שלמים ( $\pm 1 = \Delta$ ).

במקורה של תנודות טהורות תהיה תדריות הקרינה הנפלטה או הנבלעת שווה לתחדירות התנודות, אך אם המולקולה גם מסתובבת, נוספה לכך התחלקות של הקווים הספקטרליים לשניים (splitting) משני צידי תדריות התנודה הטהורה. את זה אפשר לראות ב刳ור 1 המתאר תנודות של מולקולה דיאטומית. מומנט האינרציה של המולקולה משתנה תוך כדי התנועה, כך ש-  $E$ , בנוסחה (1) משתנה גם הוא, וערכו מתנדנד מסביב לגודלו הנורמלי, במצב הייצב של המולקולה.



ציור 1. מולקולה דיאטומית מתנדנדת.

- (א) האטומים קרבים זה לזה.
- (ב) האטומים במצבם הנורמלי.
- (ג) האטומים מתרחקים זה מזה.

במקרה של חנודות באפליטודה גבוהה, אלה כבר לא תהיינה חנודות הארמוניות פשוטות והן כוללות תדריזיות רבות, אשר קויהן הספקטרליים יתחלקו ויתרחבו גם הם עקב סיבוב המולקולה. מיותר לציין שככל המולקולה גדולה יותר ומכלולה מספר אטומים גדול יותר, גם הספקטרום יילך ויסתבהר.

(ג) לבסוף, גם אלקטרון כלשהו הנמצא במולקולה יכול להתנדנד ולפלוט או לקלוט קרינה. הקרןת תושפע, כמובן, על ידי התנודות של האטומים בתחום המולקולה ועל ידי סיבוב המולקולה כולה. גם כאן נקבל התחלקות של הקוים עקב סיבוב המולקולה. קווים אלה ידועים בתחום האור הנראה לעין ואף האולטרא-סגול. לסיכום, אפשר לומר, כי קווי הספקטרום המולקולריים נמצאים בכל תחום האינפרא-אדום עד  $2\text{ cm}^{-1}$  בערך, והם מסתבכים והולכים ככל שמבנה המולקולה מורכב יותר. פרוש הדבר שהמולקולות משדרות בתחום הרדיו (תדרות נמוכות) הוא, שהשינויים במצב האנרגטי שלהם הם נמוכים.

### (3) ספקטросקופיה מיקרו-גלית

ראינו, כי הקוים הספקטרליים הנוצרים על ידי המנגנונים שהכרנו בפרק הקודם ממלאים את תחום האינפרא-אדום ומגיעים לתחום הרדיו. בתחום אורכי הגל שבין  $1\text{ mm}$  ל- $30\text{ cm}$ , בדרך, נהנים לקרוא מיקרוגליים. כיוון שקיימים ספקטרליים רבים מת侃לים בתחום זה, אפשר להשתמש בטכניקות של מיקרוגליים לגילויים וכן נוצרה הספקטросקופיה המיקרוגלית (microwave spectroscopy).

כאן יש צורך להזכיר עוד אפקט אחד הקשור בהופעת קוויים ספקטרליים והוא האפקט של ראמאן (Raman effect): כאשר פוטון בתדרות  $\nu$  מפוזר על ידי אטום או מולקולה מבלי לשנות את מצבם הקוונטי, יהיה הפוטון המפוזר גם הוא בעל אותה תדרות. אבל אם עקב התנוגשות הפיזור עברת המולקולה מרמה אנרגטית  $W_1$  לרמה  $W_2$ , הרי חוק שימור האנרגיה דורש כי:

$$\hbar\nu_1 + W_1 = \hbar\nu_2 + W_2 \quad (3)$$

כלומר:

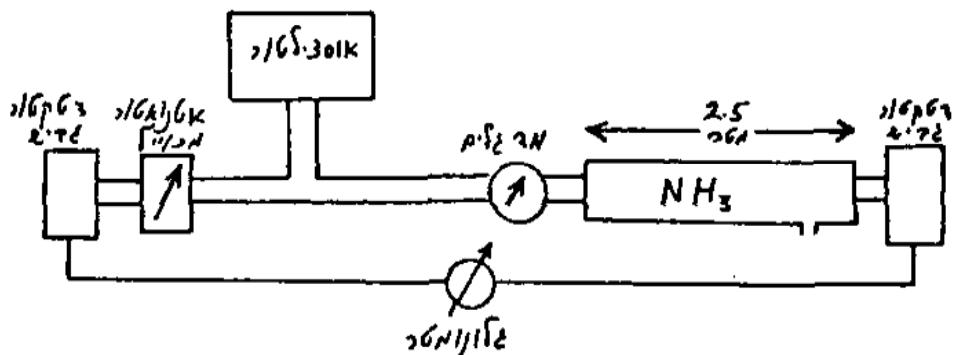
$$\nu_2 = \nu_1 + \frac{W_1 - W_2}{\hbar} \quad (4)$$

ויש שינוי בתדרות של הפוטון המוחזר. הגודל  $\frac{W_1 - W_2}{\hbar}$  הוא התדרות האקזיאלאנטית של הקרןה שה מולקולה בלעה או פלטה מעבר ממצב קוונטי נמוך

לגבוה יותר או להפוך (ambil לציין את המנגנון המעורב בכך). הקווים בתדריותם ו-<sup>1</sup> ו-<sup>2</sup> נקבעים קווי ראמאן והפרש ביניהם ישווות לדיירוט ספקטרלית של המולקולה או האטום הקשור בכך.

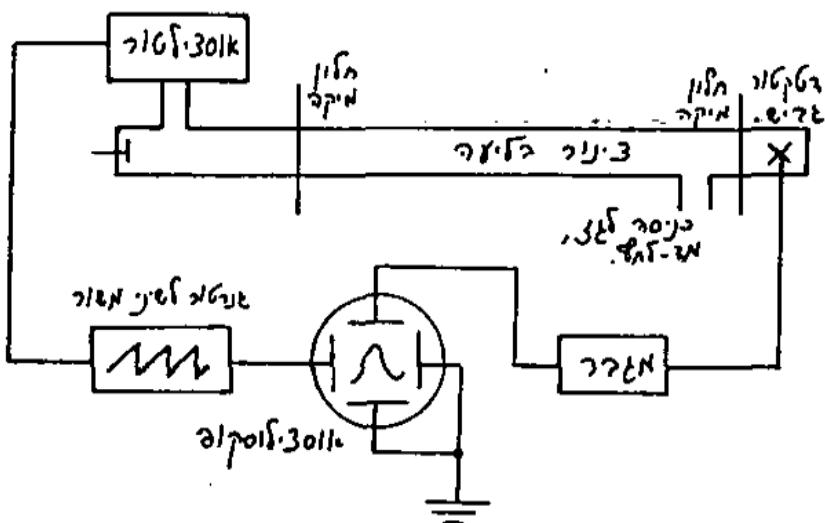
מן האמור לעיל נובע שאפשר לשדר, דרך גז שרווצים לבדוקו, גלים בתדרות  $\omega_1$  ו-  $\omega_2$ , כך ש-  $W_1 - W_2 = \omega_1 - \omega_2$  ואו  $0 = \omega_1 - \omega_2$  ואין שום גל נפלט.

גוד (Good) הצליח בשנת 1846 למצוא שלושים קווי אינורסיה ב-NH (אמוניה) באמצעות ספקטרומטר שהיה בניו כבצ'ור 2. מפעלים את דאוסצילטור



**ציור 2.** חספטורומטר של גוד-

בתדריות מסוימת ומושתים את האטנואטור עד שהגלוונוומטר מראה 0. אז האטנוי-אציה בעוצמת הגל דרך האמונה שווה לו דרכם האטנואטור (בהתנאי שרגישות הדקטורים שווה). חזרים על הניסוי בתדריות שונות ועל ידי כך מוצאים את הבלייה ב- NH כפונקציה של התדריות.

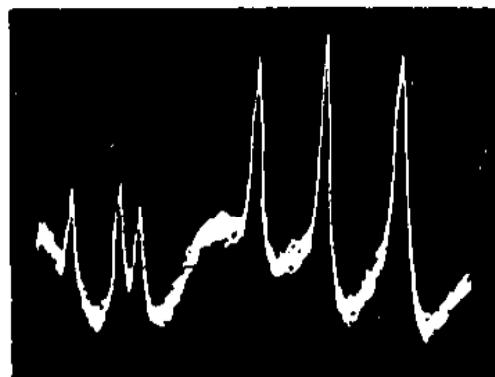


### **ציור 3. ספקטורוסקופ מיקרו-גלוי.**

מודל משוכלל יותר של אותו מכשיר המשמש באוסטילוסקופ ובגנרטור לשיני משור נראת בציור 3. הגנרטור מוסת את מצב נקודת האור על פני חיים האוסטילו-סקופ ונוגם את תדריות האוסטילטור. התדריות משתנית, אפוא, בר齊יפות, מערכ מגימלי מסוים לערך מפסימלי קבוע וחזור חלילה והנקודה מתרכצת במסלול

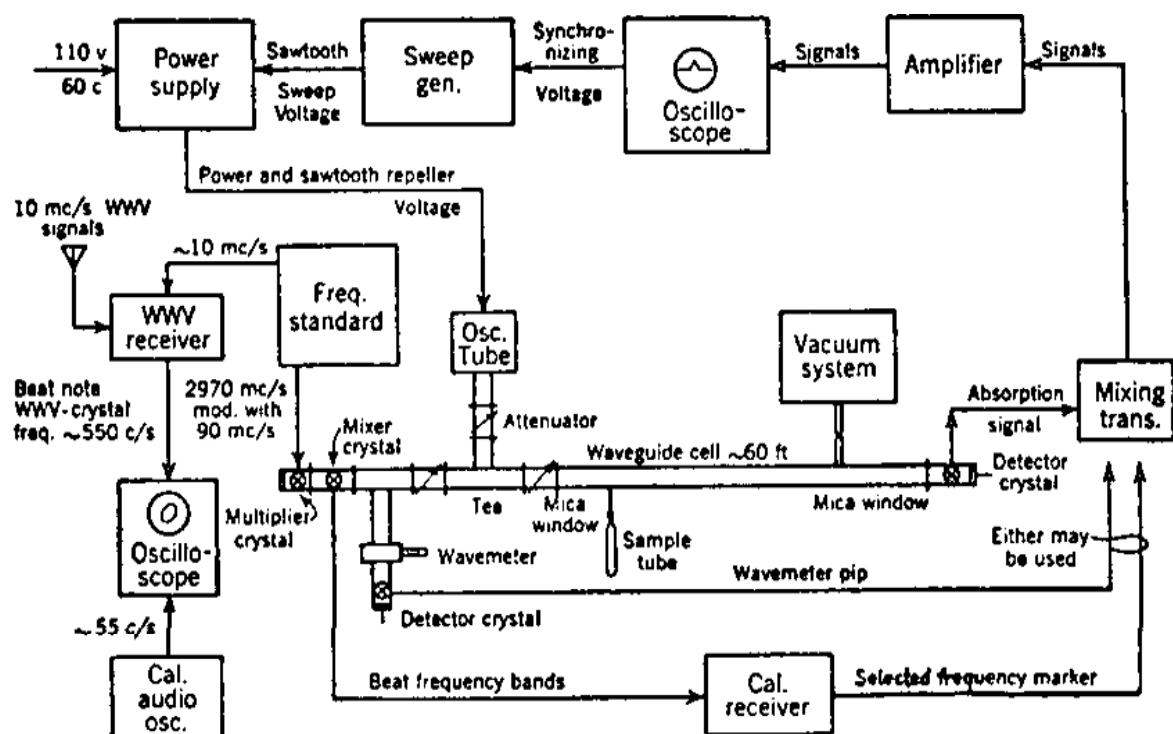
<sup>1</sup> מוקולת אמונה בנויה בצורת פירמידה משולשת שבבסיסה המשולש מורכב בפינותיו של אטום המימן וקודרתו מאטום החנקן. אבל אטום החנקן יכול להמצא גם מצידו השני של "הבסיס", כי והוא מצב סימטרי בדיק, והמעבר במצב אחד לשני (האינגרסיה) כרוך בבליעת מנת מתאימה של אנרגיה.

אופקי על פני החץ. אם בתדרות מסוימות מתקבלת בליעת בגג, יתתקבל באותו רגע סיגナル בדטקטור אשר ישפייע על מצבה האובי של הנקודה על פני החץ האוסצילוסקופ. באופן כזה מתקבלת על חץ האוסצילוסקופ תמונה ספקטרום הבליעה של הגז בתחום התדריות הנבדק. דוגמה של ספקטרוגרמיה כזו נראית בציור 4. ציור 5 מתרח סכימה מלאה של ספקטרומטר כזו על כל המעגלים המשנים שבו. אחרי עיון קצר אפשר לראות את הדמיון בין לבין המבשיר שבקו 3.



ציור 4. ספקטרוגרמיה של ICN באורך גל של 5.81 מ"מ.

עובי הקו המתkeletal ומילא כושר ההפרדה של המבשיר תלויים בלחץ ובטמפרטורה של הגז בתוך צינור הבליעה, מכיוון שאלה קובעים את האנרגיה התרמית של המולקולות ואת עצמת התങשויות ההדדיות ביניהן. התങשויות אלה גורמות לשינוי בתתי פוסק של אנרגיות המולקולות המתנגשות והקו הספקטרלי השיך להן ישנה את מקומו ללא הרף, ככלומר, יהיה פחות חד, או במילים אחרות יותר עבה לפיכך משתדלים להקטין את הלחץ (לא יותר מדי, כי בלי גז לא יוכל קווים), וביחוד את הטמפרטורה עד כמה שאפשר.



ציור 5. סכימה מלאה של ספקטרומטר מיקרו-גלי.

#### (4) רדיו-ספקטראוסקופיה באסטרונומיה

שימושי הספקטראוסקופיה המיקרו-גלית במעבדה הכימית-פיזיקלית הם רבים ושונים, החל בזיהוי חומרים וכלה בקביעת המומנט המגנטי של מולקולה מורכבת. לשם הדגמה נציג כאן שבמולקולה דיאטומית, למשל, שלגביה מתקימת נוסחה (1), אפשר מתוך הספקטרום לחשב בעורות הנוסחה את מומנט האינרגזיה  $I$  של המולקולה ומתחכו גם את המרחק בין שני האטומים המרכיבים אותה, כי  $\text{כידוע } z^2 = I$ , כאשר  $z$  היא המסה המורכבת, נוסחה (2), ו-  $z$  המרחק בין האטומים.

התפתחות הספקטראוסקופיה המיקרו-גלית נעשתה בד בבד עם התפתחות מדע אחר המבוסס על הטכנולוגיה המיקרו-גלית: הרדיואסטרונומיה. שניהם נולדו בשנות השלישי של המאה וצעדו לאיטם זה לצד זה עד שהי מלחמת העולם השנייה, ואנו החלו שניהם להתפתח בצעדי ענק והגיעו כיוון לדרגת שיכלול גבואה מאד.

לモתר לציין, כי באסטרונומיה לא משתמשים בצינור בליעה כבעבדה הכימית. כאוסצילטור משמשים כאן הכוכבים עצמם. ובמוקם דטקטור הגביש בא הרדיוטלסקופ, הבודק את ספקטרום השידור של הכוכבים או את ספקטרום הבליעה של האטמוספרות שלהם — באופן אנלוגי לקווי פראונהופר הבבירים או הכהים שمراה לנו הספקטראוסקופ האוופטי. להלן נראה, כיצד דבר זה נעשה.

ההבדל בין תצפיות רדיואסטרונומיות רגילות לבין תצפיות רדיו-ספקטראוסקופיות הוא כהבדל בין תצפיות אופטיות רגילות לבין תצפיות ספקטראוסקופיות מקובלות. בתצפית האופטית הרגילה מקבלים תמונה האור של העצם הנצפה. באמצעות הספקטראוסקופ מפרידים את האור הזה לתדריותיו השונות ומתקבלת תמונה חדשה — הספקטרום, המגלה אילו תדריות נמצאות לאור הנבדק (ואילו אין נמצאות), את עצמתן היחסית, את הסחת דופלר שלהן ועוד.

כך גם ברדיואסטרונומיה. בתצפית הרגילה פועל המקלט הקשור לרדיוטלסקופ בתדריות הקבועה מראש ונוחן תמונה רדיו בתדריות זו של הכוכב. תמונה זאת מתקבלת על פני אוסצילוסקופ, או על פני סרט נייר נע באמצעות רושם השמאלי. רישום זה מראה את הפלוקטואציות בעוצמת הסיגナル כפונקציה של הזמן. מובן שהחומרה תהיה שונה מכוכב לכוכב, הן בעוצמה הממוצעת של הסיגナル והן בצורה ובਮהירות של הפלוקטואציות. מובן, שאם המקלטעובד בתדריות קבועה, הרי יש כוכבים אשר לא יתנו שום סיגナル בתדריות זו, בעודם מושדים בעוצמה רבה בתדריות אחרות.

המחקר הרדיואסטרונומי עוסק בהשואת תמונות הרדיו של הכוכבים מבחינה התדריות והעוצמה והסקת מסקנות הנעוזרות במידה רבה על ידי התצפית האוופטית. יתרונות הרדיוטלסקופים על עמיתיהם האוופתיים הם בעיקר: (א) יכולתם לחזור למרחקים גדולים הרבה יותר מרחב; (ב) איצטלות בטיב הראות האוופטית, היינוג יכולת לעבוד במזג אוויר מעונן, ומה שיותר חשוב, לחזור ככוכבים המסתరים על ידי ערפיליות אפלויות. דבר המאפשר לחקרו גם את מרכז הגלקסיה שלנו.

ברדיוספקטראוסקופיה מעוניינים לקבל תמונהadio של הכוכב המראה לא את עצמות הסיגナル בתדריות אחת כפונקציה של הזמן, אלא את עצמות הסיגナル בתדריות שונות כפונקציה של התדריות. לשם כך משנים פשוט את תדריות הקליטה של המקלט (לא כל כך פשוט! כי האנטנה הפרבולית בנויה לקליטת תדריות אחת כמעט), ומקבלים את ספקטרום התדריות של הכוכב. לעיתים מעוניינים לדעת, אם בספקטרום של הכוכב הנבדק נמצא קו מסוים ואנו מכונים את תדריות המקלט מראש לערך המבוקש. על-ידי-כך נמנעים מן הקשי הנויל הקשור באנטנה.

דוגמה מצוינית לכך היא גילוי המימן הבין-כוכבי. מתחם ניסוי מעבדה ידוע, כי מימן משדר (או בולע) חזק באורך גל של 21 ס"מ. רדיו-טלסקופים כונו במיוחד לתידירות זו ובשעה שכיוונו אותם אל השמיים, אל אור ריק מכוכבים, נתקבל בכל ואט סיגナル במקלט, מה שמכוחה מציאות מימן בין-כוכבי. העובדה שהוא משדר באורך גל ארוך כל-כך מוכיחה שהטמפרטורה שלו נמוכה מאוד ( $cdi K = 100$ ), ועוצמת הסיגナル השונה מאורירים שונים של המרחב מצביעה על צפיפות השונה באורירים השונים. באופן כזה אנו למדים על צפיפות החומר באורירים שונים של הגלקסיה ומתקבלת התמונה המראה את ורוות הגלקסיה שלנו — השג חשוב בחקר מערכת שביל-החלב.

דוגמה אחרת: צדק ידוע ככוכב רדיו חזק. מתחיפויות ספקטרוסקופיות אופטיות ידוע שהאטמוספרה שלו מכילה כמויות עצומות של אמונייה. לכן יש יסוד לשער שגם באמצעות רדיו-טלסקופ ניתן לקבל את קווי האינורסיה באמוניה (באורך גל של 2.63 ס"מ), אם המכשירים יהיו רגילים וחוקים במידה מספקת.

לא נזכיר כאן את יתר השימושים של הרדיוספקטרוסקופים האנalogיים במידה רבה לאלה של הספקטרוסקופים האופטיים, היינו: בחקר הטמפרטורות של הכוכבים, במידית המהירות הרדייאליות בעזרת אפקט דופלר, בגילוי חומרים על פני הכוכבים וכיו"ב, אולם נזכיר עוד אפשרות אחת שחשיבותה גדולה מאוד:

אחד הביעות החשובות בקוסמולוגיה היא בעית היוצרות היקום.<sup>2</sup> הויאל ולפסיות הנמצאות במרחקים עצומים מatanנו מתಗלוות לנו כיום, כפי שהוא למעשה לפני מאות מיליון שנים. הרי מחקר רדיו-ספקטרוסקופי של גלקסיות אלה, שהן מרוחקות מדי למחקר האופטי, יכול לתרום הרבה לפתרון בעיה זו.

#### **ספרות:**

1. *Microwave Spectroscopy*. By N.W.P. Strandberg. Methuen, London 1956.
2. *Radio Today*. By Radunskaya and Zhabotinsky. Moscow 1959.
3. *Introduction to Modern Physics*. By F. K. Richtmyer et al. McGraw-Hill, New York 1955, pp. 314—344.
4. *Modern Physics*. By F. W. Van Name. Prentice-Hall, New York 1958, pp. 210—216.
5. *Modern Atomic and Nuclear Physics*. By C. Sharp Cook, D. Van Nostrand, Princeton 1961, pp. 135—148.
6. *Nuclear Physics*. By A. E. S. Green. McGraw-Hill, New York 1955, pp. 115—121.
7. *Atomic and Nuclear Physics*. By R. S. Shankland. MacMillan, New York 1960, pp. 134—173.

<sup>2</sup> ראה: ש. מלין, תיאוריות מתרמות בקוסמולוגיה, "הכוכבים בחודש" כרך י, מס' 2, עמ' 13—17 (פברואר 1963).

## **ב א ג ו ד ה**

### **חברדים בותחים על התכשוט נוגה**

ח' ד. זכאי, תל-אביב: התכשיט בהתכשוט עברה בהצלחה למעלה מן המשוער; נראהיפה גם ההצלחות והtagglות. ראוי את חרמש הירח והכוכב

### **בשניף תל-אביב**

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

בימים ב', 13 בינואר, בשעה 18.00	בימים ב', 20 בינואר, בשעה 18.00
---------------------------------	---------------------------------

זה והרו מפנים לשפט הירח, כאילו שהוא קרוב לנו יותר מן הירח, ולאחר מכן נשאר נוגה לרגע דבוק לשפט הירח כיהלום בעטרת.

ח' דרזנר, חיפה: לא היה עמדי טلسkop וצפיתי בעין בלתי מזווינית התחלת כניסה של נוגה לדיסק הירח נראה לי כי ב-<sup>s</sup> 28m 51s 16h (מגע וסוף כניסה) (העמלות הסופית, מגע וו) ב-<sup>s</sup> 46m 51m 16h. הפרש הזמן בין שני המגעים, כפי שהি�שבתי, היה צרייך להיות כ-20 שניות. היה ראות מזוינת והראה המתה בהדר.

במצפה הכוכבים בירושלים התכנסו הח' ד. זיצ'יק, י. גבאי ואפרת שבילי: בהעמלות צפינו בטلسkop (192X), המגע היז נקבע ב-<sup>s</sup> 00m 52s 16h, המגע השני ב-<sup>s</sup> 28m 52s 16h. בהתגלות אי אפשר היה לצפות מן המצפה (בגלאן קרכת האפק), כל אחד צפה במקפת שדה. זמן ההתגלות (מגע וו) נקבע על ידי י. גבאי ב-<sup>s</sup> 15m 13s 18h. זוher נוגה לפוי ייחודה שטח עלה על זה של הירח.

כבר סמוך למועד ההעמלות, לא רק במשקפת, אלא גם בטלעדיה (בצחריים לא נראה לי החרמש הדק גם בטלא-סקופ, בהגדלה 48X), ההעמלות (מגע וסופה, בהגדלה 48X) הופיעו ב-<sup>s</sup> 51m 16h 16m לעומת 51.6m 16h ה-16. הקרןומטר נבדק בצהרים), התתגלות (מגע וו) ב-<sup>s</sup> 22m 18h (לעומת 12.6m 18h). המגעים וו ו-17ו חלו כעבור 25 דקות: לא עלה לי לדמיין, הסתכלתי ב-<sup>s</sup> 173X בהעמלות וב-<sup>s</sup> 48X בהתגלות. — נוגה נראה ב-<sup>s</sup> 6X מיד לאחר התתגלות; ללא משקפת לא ראיתי, אך חדי-עין ודאי ראהו הוא נעלם ב-<sup>s</sup> 25m 18h, כרבע שעה לפני השקיעה.

ח' י. פוקס, גבעתיים: התANCESות נוגה הייתה מרשימה מאוד. היא עברה בדיקות לפי החישוב של ח' זכאי (כולל התקונים שפורסמו על ידו ב"דבר"). הראה לפני התANCESות של שני גרמי השמים כה קרוביים זה ליד זה היה יפה מאוד. פתאום ירד אורו של נוגה ובכעודה שניות הוא נעלם כלו. ההתגלות הייתה יפה עוד יותר. נוגה נראה להופיע בכל

<sup>1</sup> ד. זכאי עמד על טעתו בחישוב ההתגלות (ראה "הכוכבים בחודש" מס' 20, דצמבר 63) והודיע למרכז את המועד המדויק (12.6m 18h), אולם הגליון נשלת לחברים ממי התקבלו התיקון.

## תחזית לתקופת אקו I Echo בינוואר 64

מאת צ. דרזנר, תל-אביב

זמן הזריחה הוא ב-<sup>s</sup> 10 דקות ממוצע לפני השיא  
זמן השקיעה הוא ב-<sup>s</sup> 11 דקות ממוצע לאחר השיא.

בשעות הערב: עד שעה אחת לאחר שקיעת החמה יעלם הלוין סמוך לשקיעתו, כ-3 שעות לאחר שקיעת החמה הוא יעלם בגובה השיא וכ-5 שעות לאחר השקיעה יעלם הלוין סמוך לזריחתו.

בשעות הערב: עד שעה אחת לפני זריחת החמה ייראה מסלול הלוין בשלמותו. כ-3 שעות לפני זריחת החמה יופיע הלוין בגובה השיא וכ-5 שעות לפני זריחת החמה יופיע הלוין סמוך לשקיעתו בלבד.

פיגורו המשוער לתחילת ינואר הוא 63.4 דקות. יש לשער שפיגורו ישאר יציב במשך החודש. הפרש הזמן בין שתי כניסה וקיבות לצל הארץ או בין שתי יציאות וקיבות ממנו (העמלות והתגלויות) הוא 114.8 דקות.

## הمسلسلים הנראים במשך החודש

הstorios: א' — היזם, ב' — שעת השיא (שעות וזרחות), ג' — גובה השיא (במעלה מעל לאופק, סקורב), ד' — כיוון השיא, ה' — מקום הזריחה, ו' — מקום השקיעה.

הcyooonim: 0 — קוזקה, 1 — צפ', 2 — צפ'סמן, 3 — צפמן, 4 — מזטמן, 5 — מז', 6 — מזרמן, 7 — דרמן, 8 — דרדרמן, 9 — דר, 10 — דרדרמע, 11 — דרמע, 12 — מעדרמע, 13 — מע, 14 — מעצטמע, 15 — צפמע, 16 — צפ'צטמע.

	א'	ב'	ג'	ד'	ה'	ו'	ז'	א''	ב''	ג''	ד''	ה''	ו''	ז''	א'''	ב'''	ג'''	ד'''	ה'''	ו'''	ז'''	א''''	ב''''	ג''''	ד''''	ה''''	ו''''	ז''''
4	9	7	30	01	40	24		5	9	7	15	03	30	15	8	14	11	40	18	57	1							
3	11	7	85	03	40	24		3	10	7	55	05	29	15	7	15	11	60	17	52	2							
3	13	16	45	05	42	24		4	9	7	35	04	24	16	9	13	11	15	19	52	2							
3	10	7	55	02	35	25		3	11	15	75	06	24	16	9	14	11	30	18	47	3							
3	11	15	60	04	35	25		5	9	7	20	03	19	17	8	15	11	50	17	41	4							
4	9	7	35	01	30	26		3	11	7	70	05	19	17	5	9	7	15	06	24	5							
3	11	15	75	03	30	26		3	10	7	45	04	13	18	9	13	11	20	18	36	5							
3	13	16	40	05	32	26		3	11	15	65	06	14	18	8	14	11	40	17	30	6							
3	11	7	70	02	25	27		4	9	7	30	03	08	19	5	9	7	20	06	13	7							
3	12	16	50	04	25	27		3	11	0	90	05	08	19	9	13	11	15	18	25	7							
3	11	15	65	03	20	28		5	9	7	15	02	03	20	9	14	11	30	17	20	8							
3	14	16	35	05	21	28		3	10	7	55	04	02	20	4	9	7	30	06	02	9							
3	11	7	85	02	13	29		3	11	15	60	06	02	20	10	12	11	5	18	15	9							
3	13	16	45	04	15	29		4	9	7	35	02	57	21	5	9	7	15	04	57	10							
3	15	1	30	06	16	29		3	11	5	75	04	57	21	9	13	11	20	17	09	10							
3	11	15	60	03	08	30		5	9	7	20	01	52	22	4	9	7	35	05	51	11							
3	14	16	35	05	10	30		3	11	7	70	03	52	22	5	9	7	20	04	46	12							
3	11	15	75	02	03	31		3	12	16	50	05	52	22	9	13	11	15	16	58	12							
3	13	16	40	04	05	31		3	10	7	45	02	46	23	3	10	7	45	05	40	13							
4	15	2	35	06	08	31		3	11	15	65	04	47	23	4	9	7	30	04	35	14							

## הشمימים בחודש ינואר 1964

### תופעות מיוחדות

יום	שנה (לפי שעון ירושה)
1	גובה בדרמע, $31^{\circ}$ מז' לשמש.
1	צד בדר': אדק מצהיר בשעה 39 גובה של $31^{\circ}$ מז' על לאופק.
18	שבתי א' בדרמע, כי 10 מז' לגובה; ראה להלן ב-18 בחודש.
הארץ בפריה לילון, בקרבתה הגולה ביותר לשמש: 147 מיליון ק"מ ( $0.983 = 1.017$ י"א) — לעומת 152 מיליון ק"מ (= 1.017 י"א) באפלילון, מרחקה הגולמי משמש שיחול השנה ב-5 ביולי.	2
1	הירח מתכבר עם רגולים <sup>1</sup> וועבר כי 3 צפ' לו.
4	קוואדרנט-החומה (Quadrans Muralis) <sup>2</sup> , מטר מטאוריט, בשיא; מוצא הקרןת בקבוצת רועה-ידובים

<sup>1</sup> Leonis Regulus (=מלך הקטן; השם ניתן על ידי קופרניקוס); ג' +, ג' מוחלט  $-0.4^{\circ}$  מ' 70 ש"א, ט'  $13400^{\circ}$ , חנווה עצמית  $0.247^{\circ}$  בז"מ  $269^{\circ}$ , מהירות רזיאלית  $+7^{\circ}/\text{שנה}$ , עצמתה-אור 97 א' שמש; מלחה בן ג' 8.4, מ"ז 176; ט' 138.

<sup>2</sup> קוואדרנט-החומה (Quadrans Muralis) היה שמה של קבוצה כוכבים הרשום במפות שמיים קדומות בתחום קבוצות הכוכבים המוכובלות היום: דרכון, הרקולס ורועה-ידובים.

( $+50^{\circ}$ ,  $232^{\circ}$ ) ( $30m$   $15h$   $45m$  עד 45 מטיאורים בשעה). שיא המטר יחול כנראה בשעות הבוקר המוקדמות, אחרי זרימת החמה, אך גם לפני הזריחה יפריע אור הירח חזק; תנאי התצפית אינם טובים, אפוא, השנה.

(16) *	כוכב חמה מתקbez עם השמש, התקbezות תחתונה.	4
4	הירח עובר ב- $3^{\circ}$ צפ' "גאגמא" בבחולה. <sup>3</sup>	6
4	הירח עובר ב- $\frac{1}{2}^{\circ}$ צפ' לספיקה. <sup>4</sup>	7
18	נוּגָה קְרוּב מֵאוֹד לְשִׁבְתָּאִי, התקbezות בעלה ישירה תלה בחזות (מתחת לאופק), נוגה עובר בה $0.6^{\circ}$ דר' לשבחאי.	9
22	אורנוס נוח לתצפית, עד $20^{\circ}$ בחודש.	9
3	נטוֹן נוח לתצפית, עד $25^{\circ}$ בחודש.	13
(10)	כוכב חמה מתקbez עם הירח, כוכב חמה $3^{\circ}$ צפ'.	13
(22)	ליקוי חם ה חלק — לא יראה בישראל. הליקוי החלקי יראה באנטארקטיקה, בדרום טסמניה ובקצה הדורומי של דרום אמריקה. הליקוי יתחיל בשעה 18:39 (לפי ומן עולמי) בנקודה שבין טסמניה לאנטארקטיקה (מגע ראשון), יגיע לשיאו ב- $30^{\circ}$ 20 בחוף האנטארקטיקה הפונה לאוקינוס האטלנטי (גודל הליקוי 0.559) ויסתיים ב- $22^{\circ}$ 22 (מגע אחרון) בנקודה שבדרום אוקיינוס האטלנטי ממורת לקצה הדורומי של דרום אמריקה.	14
(13)	כוכב חמה, במול קשת, חור מתנווע אהוונית לקדמוני.	15
18	הירח מעדרם' לשבחאי ונוגה.	16
(3)	שבחאי מתקbez עם הירח, שבחאי $2^{\circ}$ צפ'.	17
19	נוּגָה מַתְקֶבֶת עַמְּה הַיְּרָח, נוגה $3^{\circ}$ צפ'.	17
21	צדκ מתקbez עם הירח, הצדκ $4^{\circ}$ צפ'.	20
22	הירח דרימ' לכימה. <sup>5</sup>	23
24	הירח מתקbez עם אלדיירן <sup>6</sup> ועובר ב- $\frac{1}{2}^{\circ}$ צפ' לו.	24
21	הירח עובר בשעה 20:55 ב- $55^{\circ}$ מ' צפ' לערפליה מ- $21^{\circ}$ . <sup>7</sup>	25
(2)	כוכב חמה ב- $55^{\circ}$ מ' הגודל ביותר של $25^{\circ}$ .	27
6	כוכב חם ה עולה בשעה 05:06, בשעה ותשי' לפני זרימת החמה; ג' 1.0+.	27
3	הירח צפ'מע' לרגולוס. <sup>1</sup>	30
21	הירח מוצפ'מע' לרגולוס. <sup>1</sup>	30

\* (הסוגרים) סביר סימון השעה מסמנת תופעות שיש בהן עניין, אך הן אינן ניתנות לתצפית.

<sup>3</sup> Virginis γ: כוכב כפול, ג' 3.7/3.7, מ"ז 5.3, ז"מ  $5^{\circ}310$ , מ"ה 178 ש', מ' 40 ש"א, שני המרכבים זהובים. ספ' F0/F0.

<sup>4</sup> Spica α, Virginis (שבלות): ג' 1.2+, ג' מוחלט 1.6—, מ' 120 ש"א, ט'  $20000^{\circ}$ , תנועה עצמית "0.055", מהירות רדיאלית +2 ק"מ/שני; כוכב כפול ספקטרוסקופי, מ"ה 4.014 ג' ; ספ' B2 + B5.

<sup>5</sup> Pleiades M45 — כימה (פליאדות), מ-45 צביר כוכבים פתוח במול שור, כ-230 כוכבים בני ג' 3 עד 14 (7 עד 10 נראים בעין), מ' 410 ש"א, קוטר הצביר 30 ש"א: הכוכב הראשי, אלקיאונה, בן ג' 3.0 הוא כוכב כפול-ארבעה. ראה מפה בכרך ו' (1959) עמ' 116.

<sup>6</sup> Tauri α, Aldebaran (אד-דבארן) = שבעה אחרים, כלומר הכוכב העולה אחרי כימה): ג' 1.1+, ג' מוחלט 0.2—, מ' 53 ש"א, ק' 35 × שמש, ט' 3500, תנועה עצמית "0.203" בז"מ  $160^{\circ}$ , מהירות רדיאלית +55 ק"מ/שני; מלחה בן ג' 13, מ"ז 31'; ספ' gK5.

<sup>7</sup> M1/NGC1952: ערפליה פלנטריה, ג' 8.5, ק'  $360 \times 240$ , כוכב מרכזי בן ג' 16, ח' 10000, מ' 1054 (פרטים נוספים, ראה "כוכבים בחודש", שנה ו', עמ' 116/117, נובמבר 1959).

שְׁמָשׁ

ינואר 1964	עליה ישראל	נסיגת נורווגיה	שעת כוכבים במיicher פל	נסיח אחרי גריניץ <sup>1</sup> 5 ימים <sup>2</sup>	זריזה זמן גובה (לפי שעון ישראל ואופק ירושלים)	זריזה זמן גובה שעון כוכבים
						טמ
טמ	טמ	טמ	טמ	טמ	טמ	טמ
16 47	35	11 42	6 38	6 38 44.7	—22 38	—23 06
16 55	36	11 47	6 39	7 18 10.3	—21 09	—21 59
17 03	38	11 50	6 38	7 57 35.8	—19 00	—20 10
17 12	41	11 52	6 33	8 37 01.4	—	—17 42
						20 08.6
						20 50.3
						31

<sup>1</sup> בטור זה מובאת הנטיה ב-9, 16 ו-26 של כל חודש.

<sup>2</sup> לכל 1 אורך מ', מגריניצ' יש להוסיף 4m (למשל ומן כוכבים בשביל אורך גיאוגרפי של ירושלים  $35^{\circ} 13' = 35^{\circ} + 20m\ 52s + 2h\ 20m\ 52s$ ). השינוי ליממה:  $56.56s + 3m + 9.86s$ ; השינוי לשעה:  $+9.86s$ .

אורך היום גדול מ-10 שעות ו-9 דקות בראשית החודש עד 10 שעות 39 דקות בסופו. הדימויים והאסטרונומיים (המשמש ° 18 מתחת לאופק) נמשכים ברוחב הגיאוגרפי של

הארון נראה במרקם של 1' י"א). חצי הקוטר הבינוני הוא "01' 16 ובקוטר המשמש: כ"ז בינואר "18' 16 ובכ"ט בו "16' 16 (חצי הקוטר הבינוני הוא "01' 16).

כובבי לבת

ינואר	טלייה	נדידה	מזהן	מרחץ	חצ'י צורה	גודל	זריחת צהירה שקיימת (לפי פטון ישראל ואופק ירושלים)	(ל-ו' שעות זמן עולמי)			טירה	1964
								ב' יא'	קוטר*	ב' יא'		
17 17	12 12	7 07	+1.8	0.06	4.8	0.700	א	קשת	-20 36	19 15.9	1	♀
16 50	11 44	6 38	+3.0	0.01	5.0	0.674	א	קשת	-20 10	18 59.9	* 4	
15 29	10 23	5 17	+0.7	0.29	4.3	0.779	ע	קשת	-20 21	18 19.2	* 15	
15 08	10 07	5 06	+0.1	0.63	3.3	1.004	כ	קשת	-21 51	18 49.1	* 27	
15 12	10 11	5 10	0.0	0.70	3.1	1.071	כ	קשת	-22 04	19 08.1	31	
19 03	13 54	8 45	-3.4	0.86	6.1	1.373	כ	גדי	-19 25	20 52.5	1	♀
19 23	14 03	8 43	-3.4	0.84	6.4	1.321	כ	גדי	-15 38	21 41.7	11	
19 43	14 11	8 39	-3.5	0.82	6.6	1.266	כ	דלי	-11 10	22 28.6	21	
20 00	14 16	8 32	-3.5	0.79	7.0	1.207	כ	דלי	- 6 14	23 13.6	31	
17 27	12 29	7 31	+1.4		2.0	2.359	כ	קשת	-22 54	19 29.1	1	♂
17 25	12 20	7 15	+1.4		2.0	2.266	כ	גדי	-20 43	20 18.7	16	
17 23	12 09	6 55	+1.4		2.0	2.369	כ	גדי	-17 41	21 07.0	31	
23 47	17 39	11 31	-2.0		19.0	4.836	כ	דגים	+ 3 03	0 41.5	1	24
22 07	15 55	9 43	-1.8		17.3	5.300	כ	דגים	+ 4 40	0 55.6	31	
19 50	14 31	9 12	+1.0		7.1	10.568	כ	גדי	-15 49	21 32.8	1	‡
18 08	12 46	7 24	+1.0		6.9	10.792	כ	גדי	-14 44	21 45.9	31	
10 08	3 47	21 22	+5.8		1.9	17.794	א	אריה	+ 8 34	10 47.2	1	◊
8 08	1 46	19 20	+5.7		2.0	17.432	א	אריה	+ 8 53	10 44.2	31	
13 21	8 00	2 39	+7.8		1.2	30.913	כ	מאזנים	-15 18	15 00.9	1	Ψ
11 25	6 04	0 43	+7.8		1.2	30.438	כ	מאזנים	-15 26	15 03.1	31	

ראאה בראשימת התופעות המיוחדות בתאריך זה.

<sup>1</sup> כאן נרשם שם המול שבתחומו נע כובב-האלכת. לפי תיחסם קבוצות הכוכבים המקובל היום עוברים המסלולים של כוכבי-ילכיה גם בקבוצות שאיןן נಮנות עם גלגל-המоловות.

<sup>2</sup> א = תנעה אחורנית (ממו' למע').

ע = עומד מתחנווה (בעיליה ישרה), פורר מכיוון אחר למשנהו.

$\vec{e}$  = תנועה קדומנית (משמעות' למו').

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

אצל כוכבי ההלכת צדק ושבתאי מובה כאן חצי הקוטר מקוטב לו

וְרָה

צורה	שקלונגו. <sup>1</sup> (לפי שנון ישראל ואופק רותשטיין)	הציג	נסיעות ישראל (ל.ט. פניות בזמן עולמי)	עליה		1964		
				קווטר	נשייה			
4 b m	b m	b m	b m	*	*	b m		
6 17 58	ς	8 22	19 02	105.6	16 15	+21 46	8 12.5	1
14 22 44	●	11 31	23 59	166.3	15 05	+ 2 00	12 34.7	6
22 07 29	ဂ	14 16	3 35	227.2	14 45	-18 32	16 22.7	11
29 01 23	○	18 31	7 50	288.1	15 14	-20 34	20 44.2	16
		23 38	10 53	349.0	15 54	+ 0 44	1 00.2	21
10 02	אֲפּוֹגִיאָם	4 03	14 34	49.7	16 20	+21 55	5 39.5	26
26 03	פְּרִינִיאָם	8 23	19 53	110.4	15 43	+13 14	10 38.2	31

#### **1. קולוניגיטורה פלנוגראפית של השם:**

ליבראציה מכסימלית

• d (U.T.) • d (U.T.)  
 —6.8 6.3 בראנץ' +6.8 3.9 בראנץ'

—6.8 6.3 : ב-117 כ- +6.9 3.3  
+ 6.7 20.8 —5.6 18.2

**פירוש הסימנים:**      **באורך:** + שפה מע' מגולה      **בזווית:** + שפה צפ' מגולה  
                                - שפה מז' מגולה      **- שפה דר' מגולה**

ירחי צדק

רashi תיבות ראה ב글וון מס' 11, עמ' 139 (נובמבר 1963)

ה	מ	ד	ה	מ	ד	ה	מ	ד	ה	מ	ד
ט	מ"ז	מע'	ט	25		ט	20	08	ט	18	46
ט	III	17 09	ט	28		ט	22	55	ט	21	34
ט	II	18 34				ט	20	57	ט	18	14
ט	III	19 35				ט	21	19	ט	20	46
ט	I	20 34				ט	22	37	ט	21	00
ט	II	21 02				ט	17	56	ט	22	09
ט	ט	II 21 02				ט	18	20	ט	19	21
ט	ט	III 21 58				ט	18	26	ט	20	41
ט	I	17 48	ט	29		ט	18	36	ט	21	33
ט	I	19 02				ט	20	49	ט	22	51
ט	ט	I 20 00				ט	22	04	ט	18	13
ט	ט	I 21 12				ט	17	06	ט	20	09
ט	ל"	II 18 04	ט	30		ט	18	01	ט	17	20
ט	ל"	I 18 28				ט	19	16	ט	17	
ט	מ"ז	מע'	ט	מ"ז	מע'	ט	מ"ז	מע'	ט	ל"	ה
			ט	17 31	3				ט	ל"	ט
			ט	20 00					ט	מ"ה	ט
			ט	21 14					ט	מ"ה	ט
			ט	22 55	4				ט	כ"ס	ט
			ט	18 04	5				ט	ל"	ט
			ט	18 21					ט	כ"ה	ט
			ט	20 12					ט	ל"	ט
			ט	20 47					ט	כ"ה	ט
			ט	17 24	6				ט	ל"	ט
			ט	18 45					ט	צ"ה	ט
			ט	19 36					ט	מ"ס	ט
			ט	20 55					ט	צ"ס	ט
			ט	18 13	7				ט	ל"	ט
			ט						ט	מ"ז	ט

ירחי שבתאי

VI (Titan)		טיטאן	
h	d	h	d
21.8	7	ק"ע	00.5 4

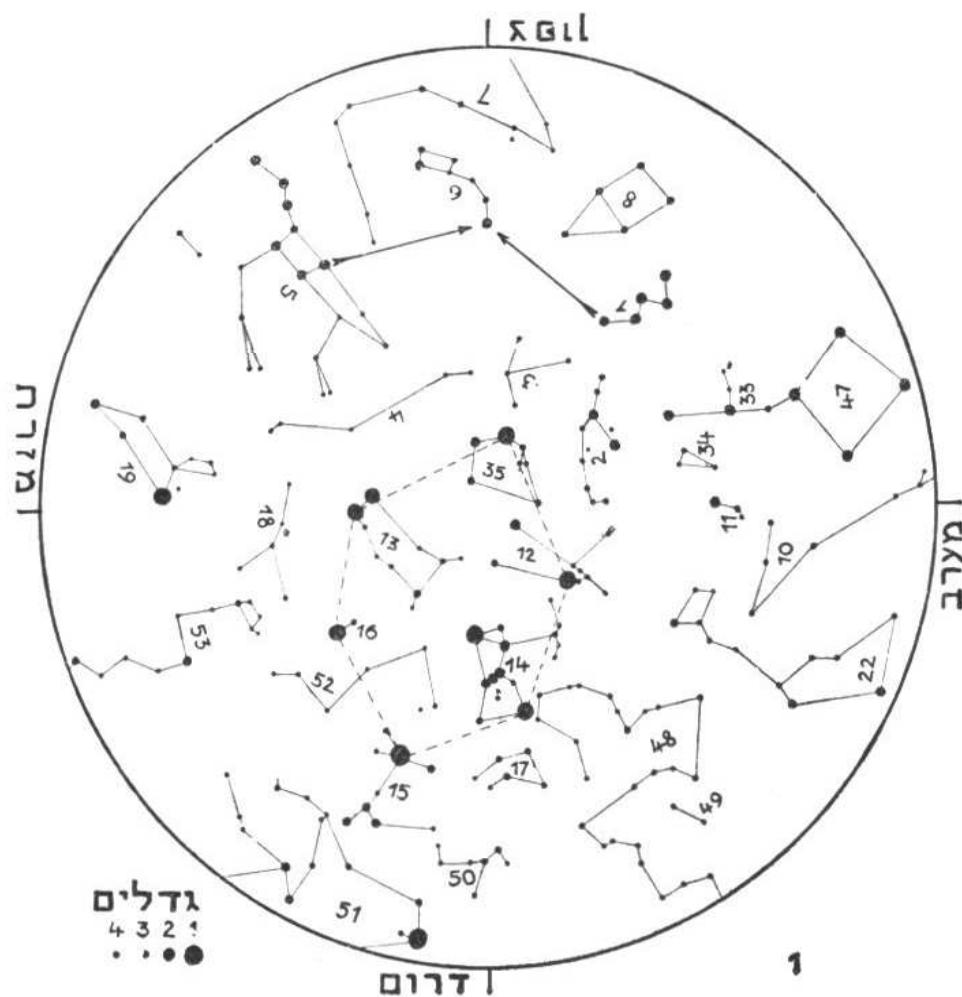
ומני מ"ז מז' : ב-3 בחודש בשעה 02.8, ב-7 בשעה 15.3.

זמן מינימום של אלגול

ב-7 בחודש בשעה 02.2, ב-9 בשעה 23.0, ב-12 בשעה 19.8, ב-15 בשעה 16.6, ב-30 בשעה 00.7.

מפתח שמי הערב ב-15 בינוואר ב-00 22

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



המספרים במאמר מציינים את קבוצות הכוונים כללו:

תנור	49	לויתן	22	אורוון	14	דראקון	7	קאסופיה	1
יונה	50	אנדרומדה	33	כלב גזיל	15	קפיאוס	8	פרסיאוס	2
ספינת ארגו	51	משולש	34	כלב קטן	16	דגים	10	ג'יראפה	3
ראם	52	עגלון	35	ארנבת	17	טלה	11	לינקס	4
נחשמים	53	פגאיסיס	47	سرطان	18	שור	12	דובה גדולה	5
			48	אריה	19	תאוומים	13	דובה קטנה	6