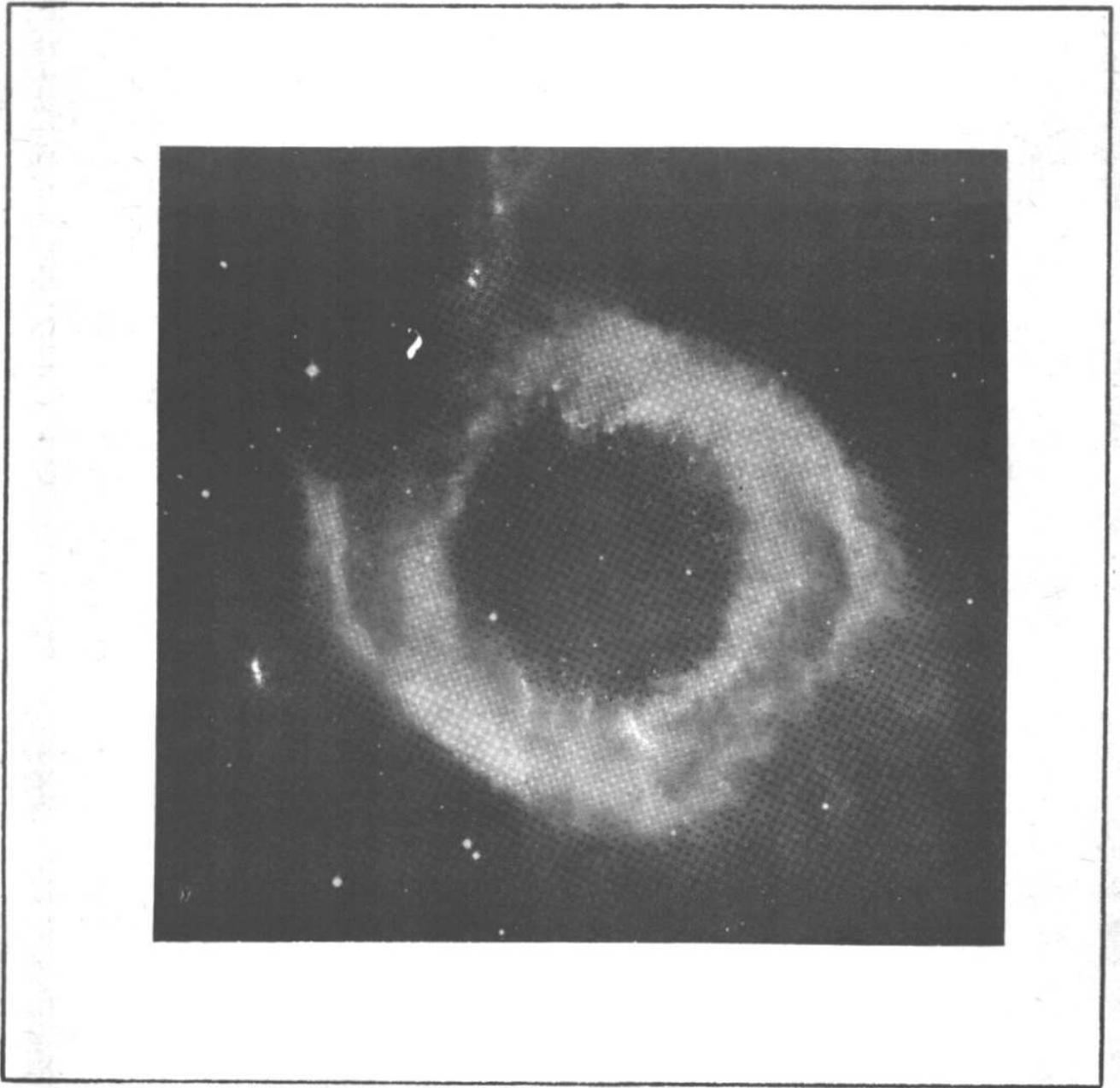


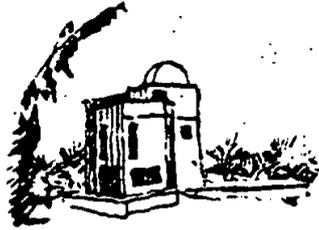


209

סב

סופמי אופ





במצפה

פעולות

מצפה הכוכבים פתוח לקהל כל יום נ' החל משעה 20.00.
ביקורים מאורגנים ניתן לתאם מראש עם עיריית גבעתיים המח' לנוער.
בחודש אפריל נפתח חוג לאסטרונומיה ואסטרופיזיקה לתלמידי כיתות ט' ו-י'.
החוג מתכנס בכל יום ב' בשעה 20.00 במצפה הכוכבים. להלן תוכנית הרצאות לחודש הקרוב:

5/5 תנועות של כוכבים + סרט אפולו 8.

12/5 בהירות של כוכבים.

19/5 הספקטרום האלקטרומגנטי + סרט אפולו 12.

26/5 ספקטרום של כוכבים.

החוג לאסטרופיזיקה למבוגרים ממשיך להתכנס בכל יום ד' בשעה 20.00.

בפלנטריום ויליאמס בירושלים קיימת ספריה אסטרונומית. היא פתוחה בזמן
ההצגות בימי שני וחמישי בשעה 17.00. כן ניתן לתאם מראש הצגות בזמנים
אחרים.

תמונת השער

ערפילית פלניטרית NGC 7293 (ראה כתבה בפנינת החוכב).
הכוכב במרכז הערפילית הוא כוכב מסוג ספקטרלי W
(ראה פרקים באסטרופיזיקה). מתוך Fundamentals and Frontiers.

חדשות מעולם האסטרונומיה

המכרקים שהגיעו למצפה בין התאריכים 25.3 ו-10.4 עסקו בנושאים הבאים: קורדינטות של שביטים, נוכח המתרחשת בקבוצת פרסאוס (בין התאריכים 20.2 ו-9.3 דעכה מבהירות 10.9 ל-12.9), מקורות \times קוסמיים שנתגלו ע"י הלויין 7-O S O וכמשתנה S U בקבוצת שור. השביט בראדפילד 1975 d עליו דווחנו בחוברת הקודמת עבר בין התאריכים 13.3 ו-18.4 מקבוצת לויתן לקבוצת ארידנוס ובהירותו בתאריך 18.4 היא 8.7.

כמו כן דווח על שביט חדש: השביט סמירנובה צרניאק 1975 e נתגלה ברוסיה בתחילת מרץ, בהירותו 15 ובשעת התגלותו היה בקבוצת אריה.

מפה גרוויטציונית של החלק הנסתר של הירח. מסקונים (mascons) זהו מונח שניתן לריכוזי מסה המצויים מתחת למכתשי הירח. המסקונים גורמים לתופעות גרוויטציוניות והם נתגלו לראשונה בשנת 1968 בחלק הקרוב של הירח כתוצאה מהפרעות שהם גרמו למסלולו של הלויין אורביטר 5. מסתבר שמסקונים אינם מצויים בחלק הנסתר של הירח וזאת מתוך מפה גרוויטציונית שהושלמה ע"י ד"ר. אלפרד פרארי (Farrari) מהמכון הטכנולוגי בקליפורניה (C.I.T.) הכנתה של מפה זאת היא מלאכה קשה ביותר שכן האינפורמציה על שדות גרוויטציה מקומיים ניתנה ללימוד רק עפ"י ההשפעה שהם יוצרים על מסלולי לווינים, וכידוע הקשר עם הלויין מנותק כל עוד הוא מצוי מאחורי הירח. כל שניתן למדידה הוא ס"ה ההשפעה המצטברת של החלק הנסתר. ד"ר פרארי ניתח את ההשפעות הגרוויטציוניות על שני תת הלווינים שנעזבו ע"י אפולו 15 ו-16 וכן ע"י אורביטר 5 לאחר שמנועי בקרת הגובה כבו. מסקנותיו היו שרוב ההשפעות הגרוויטציוניות שגרם החלק הנסתר של הירח נגרמו ע"י הרים ולא מסקונים. דבר זה מעיד שהמסקונים נוצרו ע"י זרמי לבה ולא ע"י מטאורים גדולים המצויים אף הם מתחת למכתשים אותם הם יצרו.

העטרה של פולוקס - עד כה היתה השמש הכוכב היחיד עליו ידעו שהכיל עטרה (ראה חוברת "מדע" כרך ט"ו חוברת 2 עמ' 94 - 81). הסיבה לכך היא שקוי ספקטרום בהירים האופייניים לעטרה אפשרית בכוכבים, לא נתנים לאבחנה בשל אורו של הכוכב שמציף את הספקטרום לפחות בחלק הנראה. אבל בכוכבים קרים, בחלק האולטרא סגול של הספקטרום (שניתן לבדיקה רק מחוץ לאטמוספירה כה"א) רצף הספקטרום נחלש בחלק זה ואז קימת אפשרות לגלות קוי עטרה בהירים. הנחה זאת אושרה בכוכב פולוקס. כוכב זה הוא α בקבוצת תאומים (ראה "כל כוכבי האור" פברואר 1975 עמ' 14-13) ענק בעל דרג ספקטרלי K O. חוקרים מאוניברסיטת קולורדו ואוניברסיטת הופקין השתמשו בסוקר ספקטרום לתחום האולטרא סגול שממוחקן בלויין קופרניקוס, וזיהו את הקו אלפא לימן וכן קו באורך גל 1218.4 אנגסטרם השיך לחמצן מיונן מ-4 אלקטרונים. קו זה נוצר בעטרה מכיון שהוא דורש אנרגיית ינון של 77.4 אלקטרון וולט - אנרגיה המעידה על טמפ' גבוהה, טמפ' שאופינית לעטרה.

25,140 כוכבים משתנים. הקטלוג החדש של כוכבים משתנים (Moscow

General Catalogue of Variable Stars) שפורסם במוסקבה

מכיל פרטים על 25,140 כוכבים משתנים. מתוך הקטלוג ניתן ללמוד שהקבוצה העשירה ביותר בכוכבים משתנים היא קשת. (3872 כוכבים משתנים) הכוכב המשתנה הבהיר ביותר שהתוסף לקטלוג בהוצאתו החדשה (ההוצאה הקודמת משנת 1971 הכילה 20,448 כוכבים משתנים) הוא אלדברן α שור, שהוא משתנה בלתי סדיר מבהירות 0.75 לבהירות 0.95.

בעזרת טלסקופים או משקפות בעלות הגדלה רבה נראים רוב כוכבי הלכת של מערכת השמש כדסקיות, חלק עם חוי פנים הנתנים לצפיה. אבל הכוכבים (פרט לשמש) הם כה רחוקים עד כי אפילו הקרוב ביותר - פרוקסימה קנטאורי במרחק של 40.5 טריליון ק"מ - נראה לא יותר מאשר נק' אור קטנה מאד, גם דרך הטלסקופים החזקים ביותר.

לאחרונה הצליחו אסטרונומים במצפה הכוכבים הלאומי 'קיטפיק' באריזונה לשפר את דמות הכוכב. בעזרת הטלסקופ החדש שלהם - קוטר 4 מטר והוא השלישי בגדלו בעולם - בשתוף עם טכניקת צלום חסרת תקדים צמודה למחשב, הם יצרו את התמונות הראשונות של כוכב המראה מספר פרטי שטח פנים.

הכוכב הוא בטלגוז - α אוריון. זהו על-ענק אדום היכול להקיף את פנים מערכת השמש כמעט עד למסלול צדק. כלילה בהיר בחודש מרץ 1974, האסטרונומים רוג'ר לינדס (LYNDS) ג'ק הרוי (HARVEY) ופטר וורדן (WORDEN) עשו כ-40 תצלומים של בטלגוז, כאשר כל לוח צילום נחשף לאור הכוכב פחות ממאת שניה!

בקנה מידה אסטרונומי, זוהי חשיפה קצרה ביותר. צילומים בשיטה זו הנעשים דרך טלסקופ מחזיר גדול, יוצרים תוצאה מוזרה. כיסים של מערבולות אטמוספיריות לאורך קו הראיה של הטלסקופ, נוטים לשבור את האור המגיע מהכוכב. כתוצאה מכך, המראה הגדולה של הטלסקופ מתחלקת מבחינה אופטית למספר מראות קטנות יותר, כצורת העדשות המורכבות בעינו של הזבוב. לכן, לוח הצילום קולט במקום דמות כוכב חדה אחת - דמויות רבות. ממאה ועד 500 בכל צלום. רק בחשיפה ממושכת רגילה, הנקודות המופרדות מתאחדות לכתם מטושטש יחיד המוכר לאסטרונומים. הצוות בקיטפיק החליט לעשות באפקט, עין הזבוב שמוש יעיל. שמירת החשיפות קצרות, "הקפיאה" את הכתמים על הלוח לפני שהתאחדו. השימוש ברעיון זה נתן לאסטרונומים מידע רב יותר על הכוכב מאשר יכול להאסף מחשיפה רגילה. כל כתם בלוח הצילום, מכיל מידע שונה. ורק כאשר יחידות אלה מחוברות יחד, המידע הכללי - במקרה זה תמונת כוכב - מופיע כאמת. כדי לנתח ולצרף את הכתמים, השתמשו האסטרונומים בקרן סוקרת בעלת מהירות גבוהה אשר זיהתה הבדלים זעירים בעוצמת האור כאשר היא סרקה כל כתם. המידע מכל אחד מ-40 הלוחות. הוזן למחשב אשר הרכיב את הכתמים מחדש לדמות כוכב יחידה. קוטר התמונה של בטלגוז שיצר המחשב היה רק 6 ס"מ אך די מפורטת כדי להראות סימנים בהירים משטח הכוכב, אשר אסטרונומים חושבים כי הם אזורים חמים ענקיים באטמוספירת הכוכב, כנראה גזים מתפרצים בעוצמה רבה מפנים הכוכב. דבר מעין זה, בקנה מידה כה דרמטי, לא נצפה על פני השמש, אשר היא בשלב רגוע יותר באבולוציה שלה.

מדענים רבים מחשיבים צלום "כתמים" מעין זה לאחד מהחידושים האחרונים החשובים ביותר באסטרונומיה האופטית. כאשר הטכניקה תשופר, היא תאפשר לאסטרונומים המשתמשים בטלסקופים ארציים, להרחיק את רוב אפקט ההסתרה של האטמוספירה מלוחות הצלום. (ללא אטמוספירה, היו הטלסקופים הגדולים רואים תמיד את פני הכוכבים, אך האויר מטושטש ומוחק את הדמויות האלה, ורק השיטה החדשה עוקפת את המכשול הזה). אסטרונומים מתכננים כבר עתה להשתמש בצלום כתמים כדי ללמוד את המבנה של גופים שמימיים אחרים. חלק מהמטרות הראשונות יהיו הקואזרים, אשר הם האובייקטים הרחוקים ביותר שנראו ע"י האדם, הממוקמים בקצה היקום הידוע. מראה מפורט יותר של אובייקטים קטנים ומסתוריים אלה, עשוי להסביר כיצד הם יוצרים את כמויות האנרגיה העצומות אשר גורמות לאורם להראות עד למרחקים גדולים כמרחקם מאתנו.

כרקים באסטרונומיה ואסטרופיזיקה

פרק 3 ספקטרום של כוכבים (המשך) כתב: ד. גבאי

ח' החלוקה הספקטרלית המודרנית

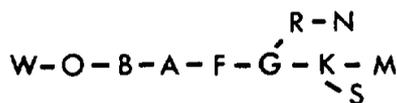
כפי שראינו, הדרגים הספקטראליים הם אינדקציה לטמפ' אטמוספרת הכוכב. כוכב מסוג B חם יותר מכוכב מסוג F יחד עם זאת כל דרג ספקטראלי מכסה תחום טמפ' רחב. הדרג הספקטראלי B מכסה את תחום הטמפ' $30,000 - 10,000$ מעלות קלווין. שני כוכבים - האחד בעל טמפ' אטמוספרית $12,000^{\circ}K$ והאחר בעל טמפ' אטמוספרית $24,000^{\circ}K$ - ישתיכו שניהם לדרג ספקטראלי B למרות שטמפ' הכוכב השני כפולה מטמפ' הכוכב הראשון. כדי לקבל תמונה מדויקת יותר על טמפ' הכוכב, ומכיון שהטכנולוגיה הנוכחית מאפשרת להבחין בחלוקה עדינה יותר, חולקו כל הדרגים הספקטראליים ל-10 תת קבוצות המסומנות בספרות מאפס עד תשע. הטבלה הבאה מראה את הקשר בין החלוקה המשנית של הדרג הספקטראלי B לבין הטמפ' האטמוספרית של הכוכב.

טבלה

3. ח' 1.

דרג ספקטראלי	טמפ' מעלות קלווין	דרג ספקטראלי	טמפ' מעלות קלווין
B 0	30,000	B 5	15,500
B 1	23,000	B 6	14,500
B 2	21,000	B 7	13,000
B 3	18,000	B 8	12,000
B 4	17,000	B 9	10,500

שבעת הדרגים הספקטראליים שהוצגו בחוברת הקודמת אינם מכסים את כל סוגי הספקטרום המתקבלים מכוכבים. היום מקובלת חלוקה שנעשתה בהרוורד (Harvard) שהרחיבה את החלוקה הקודמת לחלוקה הבאה:



הספקטרום של כוכבי W (כוכבי Wolf Rayet) מכיל בעיקר קוים בהירים, אבל קוים אלה רחבים מאוד, דבר המעיד על התפשטות אטמוספרית במהירות של אלפי ק"מ לשנייה! רוב כוכבי W בהירים מאוד, אחדים מהם מהווים את גרעיניהם של ערפיליות פלנטריות (ראה תמונת השער) שהם כוכבים תת ננסים.

כוכבי R.N שונים מכוכבי M בכך שהם עשירים יותר בפחמן לעומת כוכבי M העשירים יותר בחמצן. הספקטרום של כוכבי S דומה מאוד לספקטרום של כוכבי M אלא שבכוכבי S בולט האגד הספקטראלי של זיכרוניום חד חמצני (ZrO) ויש להניח שהדבר נובע מהבדלי טמפ'

וצפיפות ולא מהבדלי הרכב אטמוספרי כמו במקרה של כוכבי R, N. החלוקה האחרונה נקראה על שמו של הנרי דרפר (Draper) חלוץ צלמי הכוכבים. עם הזמן הסתבר שחלוקת דרפר אינה מספקת לציון תכונותיו של הכוכב. לדוגמה הדרג הספקטרי של פרוקיון (אלפא כלב קטן) ושל אלג'ניב (אלפא פרסאוס) הוא F 5 אבל שני הכוכבים שונים בזוהרם (luminosity) בלמעלה משני סדרי גודל. בדיקה מדוקדקת בספקטרום של שני הכוכבים מגלה שאכן קימים הבדלים קטנים. כדי לתאר את הכוכב גם מבחינת זוהרו הוסיף מורגאן (Morgan) ממצפה ירק פרמטר נוסף ל"תעודת הזהות של הכוכב". פרמטר זה מתאר את סוגו של הכוכב מבחינת זוהר. חלוקה זאת מסומנת בספרות רומיות מלבד קבוצה אחת לפי הפירוט הבא:

- | | | |
|-----|---------------------------------------|-------------|
| I | סופר ענק מחולק לשתי קבוצות Ia - Ib. | בהיר יותר). |
| II | ענק בהיר. | |
| III | ענק רגיל. | |
| IV | תת ענק (בין ענק לכוכב הסידרה הראשית). | |
| V | סידרה ראשית. | |
| VI | תת ננס (חלש יותר מהסידרה הראשית). | |
| D | ננס לבן. | |

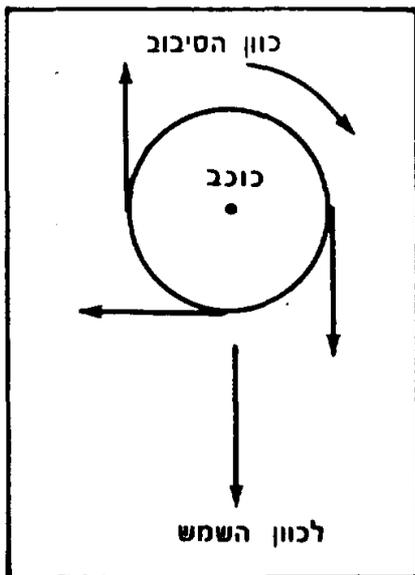
עפ"י כל האמור לעיל, הכוכב B3 הוא ענק בהיר בעל דרג ספקטרי B3 הכוכב DA5 הוא ננס לבן בעל דרג ספקטרי A5 כל המושגים ענקים, ננסים, סידרה ראשית וכו' יוסברו בפרק 4.

ט' מידע נוסף מספקטרום של כוכב

ראינו כיצד ניתן ללמוד על הטמפ' האטמוספירית של כוכב מתוך ספקטרום הכוכב. נוסף לטמפ' אפשר ללמוד אינפורמציה נוספת מתוך ספקטרום הכוכב. לחץ - גודל הינון של אטומי הגז המרכיב את אטמוספירת הכוכב תלוי בצפיפותו (כלומר בלחצו) לפיכך, השוואת חוזקם של קווי בליעה המתארים מצבי עירור של אטום מסוים מלמדת על לחצו של הגז, בדיוק כפי שהיא מלמדת על טמפ' הכוכב.

נוכחותם של יסודות - רוב היסודות הכימיים אותרו בספקטרום של השמש וכוכבים אחרים. כל אלמנט כימי המצוי באטמוספירת הכוכב יוצר קו בליעה בחלק הנראה של הספקטרום רק אם התנאים הפיזיקליים בכוכב מאפשרים זאת. לפיכך, אי נוכחותו של קו בליעה (או פליטה) של יסוד מסוים אינה מלמדת בהכרח על אי נוכחותו באטמוספירת הכוכב. אבל ידועים התנאים הפיזיקליים בכוכב עפ"י קווי בליעה של יסודות אחרים - וידוע שבתנאים אלה היו צריכים להופיע קווי (קו) בליעה של יסוד מסוים - וקוים (קו) אלה חסרים - המסקנה המידית היא שיסוד זה אינו מצוי באטמוספירת הכוכב.

מהירות רדיאלית - מהירותו היחסית לשמש בכיוון קו הראיה של הכוכב מן השמש (ראה "כל כוכבי אור" ספטמבר 1974 עמ' 7-8) נתנים לחישוב רק מתוך ספקטרום הכוכב לפי הסטייה של הקוים הספקטריים בהתאם לאפקט דופלר. סיבובו של כוכב - אם הכוכב סובב סביב צירו, ואם צירו אינו נטוי בדיוק לעברנו, אזי צד אחד של הכוכב קרב אלינו ואילו הצד הנגדי מתרחק מאיתנו (ראה ציור).



ציור 3 ט' 1.

מהירותם היחסית לשמש של שלוש נקודות על פני כוכב המסתובב סביב צירו.

התופעה הזאת מתבטאת בקוי בליעה רחבים. לפי אפקט דופלר ניתן לחשב את מהירות הסיבוב הקוית של פני הכוכב.

תנועות אטמוספריות בכוכב - תנועות אטמוספריות בכיון אנכי המתרחשות בכוכב ובעיקר תנועות מערבולת (turbulent motion) גורמות אף הן להרחבת הקוים הספקטראליים. לפיכך תנועות אלה ניתנות לגילוי מספקטרום הכוכב.

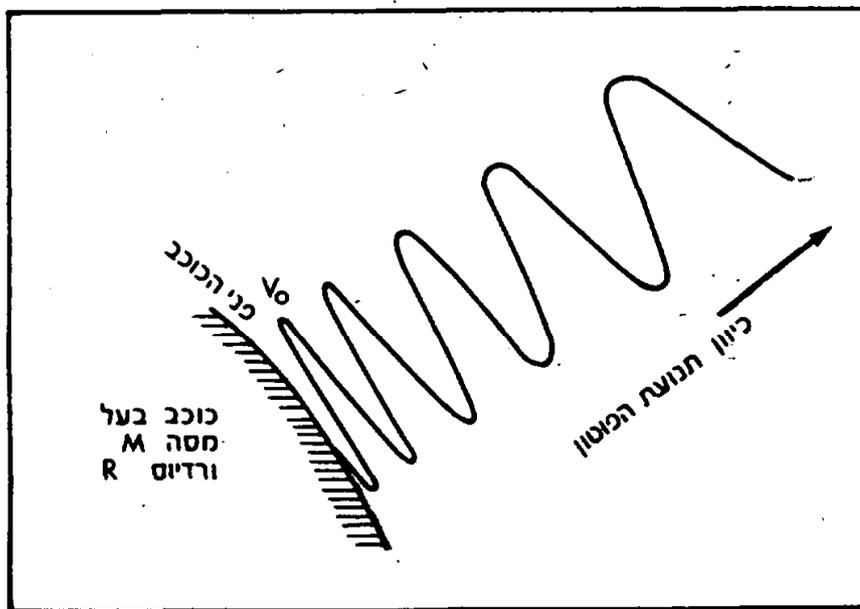
התפרצות חומר - בספקטרום של כוכבים אחדים קוי הכליעה אינם נוצרים בלעדית באטמוספרת הכוכב אלא גם בחלק הפנימי של הכוכב. לפעמים קו כזה נוצר ע"י טבעת או קליפה של חומר הפורץ מעלה מתוך הכוכב. אם החומר המתפרץ מכיל מספיק אנרגיה כדי לינן אטומים באטמוספרת הכוכב, נוצרים קוי פליטה במקום קוי בליעה. דוגמה לכוכבים כאלה הם כוכבי W שהוזכרו בסעיף הקודם ועוד יוזכרו בעתיד.

הימצאותו של שדה מגנטי בכוכב - קרינה אלקטרומגנטית העוברת דרך שדה מגנטי חזק עוברת התפצלות. אפקט זה ידוע בפיזיקה בשם אפקט זימן (Zeeman effect) אופי ההתפצלות תלוי באורך הגל ובחוזק השדה המגנטי. התפצלות של קו בליעה לקוי בליעה אחדים אובחנה רק בספקטרום של השמש. בספקטרום של כוכבים אחרים בעלי שדה מגנטי חזק - אין אפשרות להבחין בקוי הבליעה הבודדים הנוצרים עקב התפצלות זימן, אלא בהתרחבות קוי הבליעה המקוריים. אפקט נוסף שיוצר שדה מגנטי הוא קיטוב אור. התברר שכוכבים אחדים יש שדה מגנטי עצום. אצל כוכבים אחדים נתון השדה המגנטי לתנודות ושינויים בעוצמתו. בכוכבים אלה נדון כפרק על כוכבים משתנים.

שדה גרויטציתני חזק - כוכב בעל שדה גרויטציוני חזק גורם להסחה לאדום של האנרגיה האלקטרומגנטית המוקרנת ממנו. זוהי מסקנה מתורת היחסות הכללית של אינשטיין. ההסחה נגרמת כתוצאה מהפסד האנרגיה קינטית שהקרינה מאבדת כדי להתגבר על השדה הגרויטציוני. תופעה זאת משמעת רק לגבי כוכבים צפופים מאוד - שם מהירות הבריחה קרובה למהירות האור (כוכבים המצויים בשלבי קריסה לקראת חור שחור). להלן הצד המתמטי של התופעה: פוטון בעל תדר F מוקרן מפני הכוכב בעל מסה M ורדיוס R לאחר שהתנתק מהשדה הגרויטציוני של הכוכב תדירותו היא F' הקשר בין התדר החדש לתדר המקורי הוא

$$F' = F \left(1 - \frac{GM}{R C^2} \right)$$

כאשר G הוא קבוע הגרויטציה העולמי ו- C מהירות האור.



ציור 3. ט. 2.

פוטון המוקרן מכוכב בעל שדה גרויטציוני גדול. ומפסיד אנרגיה (יורד כחידרו) כדי להתגבר על משיכתו של הכוכב.

קבוצת החודש

מאת: א. אופיר

כתר צפוני

קו ישר העובר מ- α ברבור אל ווגה בנבל ונמשך עוד 40° מגיע אל קבוצת הכתר הצפוני, קבוצת כוכבים זו נמצאת בין הרקולס ובין רועה הדובים. שבעת הכוכבים העיקריים בקבוצת כוכבים זו, חוץ מ- α כתר צפוני, הם בעלי בהירות 4. α כתר צפוני הנקרא גמא הוא כוכב בעל בהירות 2 וידוע כ"פנינת הכתר". גמא הידוע גם בשם אלפסה יוצר יחד עם γ רועה דובים ועם ארקטורוס משולש שווה שוקיים.

הכתר, לפי אגדה קדומה, מכבד את זכר העטרה שנשלחה לאריאדנה ע"י בכוס, דבר זה מתייחס לכך שתזאוס הבן של מלך אתונה היה מוגבל במבוך המפורסם של כרתים, כמינחה למינוחתאור הפראי - מפלצת שהיתה חצי אדם וחצי שור שחיה בסביבה.

כל שנה הוכרחו האתונאים לשלוח למפלצת מס - מספר בחורים ובחורות צעירים. תזאוס היה אחד מאותם צעירים חסרי מזל, הוא החליט להרוג את המפלצת. אריאדנה אהובתו של תזאוס נתנה לו חרב וסליל חוטים. כשהוא מתיר את החוטים בשבילי המבוך הגיע אל המפלצת והרג אותה. בעזרת החוט הוא הצליח לצאת מן המבוך. למרות שתזאוס נשא את אריאדנה לאשה, הוא זנח אותה, מתוך רחמים העניקו לה האלים כתר ועם מותה הוא מוקם בשמים.

הערבים רואים בקבוצת כוכבים זו קערה והשם אלפסה הוא שם ערבי שניתן ל- α כתר צפוני.

בקרבת ϵ כתר צפוני הופיע כוכב זוהר באופן פתאומי ב-12 במאי 1866. זוהרו המירבי היה זהה לזה של כוכב הקוטב. כוכב זה ידוע כ"כוכב המבזיק" הוא נראה לעין בלתי מצוידת במשך שמונה ימים בלבד וירד לבהירות 10, לאחר מכן עלה זוהרו ל-8. בשנת 1946 עלה זוהרו ל-2 וירד שוב לזוהרו הקודם. זוהרו כיום הוא 10 בקרוב. כוכב זה היה הראשון מסוגו שנבדק ע"י ספקטרוסקופ, בספקטרום שלו נמצאו קוים חזקים של מימן. כוכב זה ראוי לציון משום שהוא ממוקם 40° משביל החלב כאשר רוב כוכבי הנובה נמצאים בקרבת מישור הגלכסיה. הכוכב היה בהיר, לפני התפרצות האור, יותר

מכוכבים אחרים מסוגו. יותר מכך, תקופת הבהירות היתה קצרה באופן כלתי רגיל ונמשכה חודשים מספר בלבד בעוד שלכוכבי נובה אחרים דרושות שנים מספר כדי לחזור למצבם הרגיל.

α כתר צפוני, או גמה, נמצא במצב פיסיקלי זהה לזה של השמש שלנו. לפי פרופסור ראסל הוא שייך לקבוצת כוכבים המכילה את סיריוס ואת חמשת הכוכבים הפנימיים בעגלה הגדולה, קבוצה זו עוברת דרך ענן-הכוכבים הגדול שלנו. אנו קרובים מאוד לקבוצה נעה זו כך שהכוכבים הבהירים שבה נראים לנו מופרדים מאוד זה מזה, אך בעוד עשרה מליוני שנים בקרוב הם יראו קרובים למדי זה אל זה. מרחקו של גמה הוא 65 שנות אור בלבד.

העובדה שכתר צפוני נראה כקבוצה היא מקרית בהחלט. אין, בין שבעת הכוכבים האלה, אפילו שני כוכבים הנעים באותו כיוון או באותה מהירות.

α ו β כתר צפוני נעים בכיוונים מנוגדים ושינו בהרבה את מקומם ב-50,000 השנים האחרונות, במשך זמן זהה יגדל המרחק שביניהם פי שלוש מגודלו כיום. כך שקבוצת כוכבים זו לא תהיה דומה לצורתה הנוכחית. הכוכבים הבולטים בקבוצה זו הם:

α כתר צפוני, גמה - מקור השם הוא לטיני ומשמעותו אבן יקרה. זהו הכוכב הבהיר ביותר בקבוצה, בהירותו הנראית 2.31 והמוחלטת 0.6. כוכב זה שייך לקבוצה ספקטרלית A_0 . לגמה יש שותף המקיף אותו פעם ב-17.4 יום, מרחקו מאיתנו 65 שנות אור.

β כתר צפוני - זהו כוכב ענק השייך לקבוצה ספקטרלית A_8 . מרוחק מאיתנו 102 שנות אור. בהירותו הנראית 3.72 והמוחלטת 1.2.

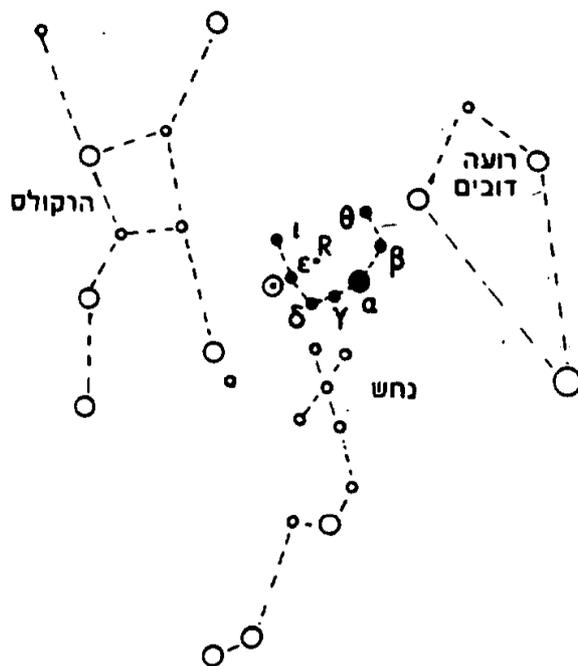
γ כתר צפוני - כוכב כחול, שייך לקבוצה ספקטרלית A_0 . מרוחק מאיתנו 142 שנות אור. בהירותו הנראית 3.93 והמוחלטת 0.7.

ϵ כתר צפוני - כוכב ענק, שייך לקבוצה ספקטרלית K_2 ומרוחק מאיתנו 172 שנות אור.

θ כתר צפוני - כוכב בעל בהירות נראית 4.17 ומוחלטת 0.0. מרוחק מאיתנו 220 שנות אור.

כתר צפוני - כוכב משתנה או ליתר דיוק נובה חוזר, אשר התפוצץ פעמיים במשך 80 שנה. בהירותו עולה עד ל-2.0 ויורדת ל-1.5.

הספקטרום הוא Q_9M_3 אשר מציון שלכוכב ענק זה יש מבנה פיסיקלי מורכב.



ת. ע. ר. ת	מ	D	סוג	נטייה	עליה ישרה	NGC
בהיר מאוד. דומה לכוכב-מחוז-למקור. בקרבת 51. הרקולס.	9.7	20/13	עפ	23	53	16 42 30 6210
חיוור בטלסקופים קטנים. אולם מקובץ יפה במשולש עם 2 כוכבים מנודל 6. הרקולס.	8.7	1.2	עכ	47	37	16 45 36 6229
מעניין ביותר! דיסקה בהירה. עם כוכב מנודל 9.5 במרכז. בחול. Scutum.	8.8	22	עפ	66	38	17 58 48 6543
קטן. בהיר מאוד. בין העצמים המסקרנים ביותר ביקום" (שלטוב) כחול-ירוק. Scutellus.	9.6	16/13	עפ	06	50	18 09 48 6572
ענן גדול של כוכבים מנודל 11 - 10 ומטה. דורש הגדלה נמוכה ועמידה עקבית. קשת.	-	-	עפ	21	37	18 10 40 6568
נאה מאוד, והאזור כולו ראוי לסקירה. 65 כוכבים. Scutens.	4.9	20	עפ	06	32	18 25 06 6633
קבוצה יפה ונרחבת, עם כוכבים מנודל 11 - 9.5. 40 כוכבים. נשר.	8.1	12	עפ	10	17	18 49 06 6709
נאה מאוד. Scutum.	8.9	2.1	עכ	-08	47	18 50 18 6712
שדה מעניין. נשר.	-	-	שע	10	15	18 55 00 6724
כחול. כמו כוכב-מחוז-למקום. קשת.	9.9	22/15	עפ	-14	17	19 41 06 6818
כוכב מנודל 11 במרכז. ממעמץ כשמסתכלים ישירות או לצדדים לחילופין. ברבור.	8.8	27/24	עפ	50	24	19 43 24 6826
עביר נאה. 50 כוכבים. ברבור	8.8	6	עפ	43	51	20 02 06 6866
קבוצה נהדרת. מכילה כוכבים מנודל 12 - 10. $1/2^0$ צמחה מ-40. כוכבים. ברבור.	6.7	8	עפ	40	37	20 21 18 6910
בהיר. טוב בהגדלות גבוהות. בחול. בשני צידי קרניים דמוי טבעות ("ערפילית שבחארי"). דלי.	8.4	44/26	עפ	-11	34	21 01 24 7009
כמו כוכב מנודל 9 - 8. ברבור.	10.4	18/11	עפ	42	02	21 05 06 7027
נאה, עם שדה מרהיב כסמור לו. 40 כוכבים. לטאה.	7.4	20	עפ	49	38	22 13 12 7243
קטן אך בהיר מאוד. אליפטי. בחול, מעניין. אנדרומדה.	8.9	32/28	עפ	42	14	23 23 30 7662
ענן-כוכבים גדול ויפה. כוכבים מנודל 11 ומטה. אזורים יפים כסמור. 200 כוכבים. קסיופאה.	9.6	30	עפ	56	26	23 54 30 7789

המשך מהחוכרת הקודמת



פינת החובב

ערפיליות פלנטריות - תצפיות ורישומים מאת: חיים לוי

בחוברת הקודמת והנוכחית מובאים 15 ערפיליות פלנטריות (להלן: ע"פ) במסגרת 64 האובייקטים מקטלוג NGC. למרות הפרסומת הרבה המלווה את "ערפיליות הטבעת" M 57 ישמח הצופה הסקרן לדעת כי קיימים מספר ע"פ בולטות - שהחיפוש אחריהם, זיהויים וחקירתם במכשירים קטנים הינה חוויה מעניינת.

במסגרת מאות תצפיות שיטתיות שערכתי ורשמתי במחברות (בשנים 66 - 1965), נתקלתי בארבעה ע"פ מעניינות ביותר. תאור התצפית על כל אחת מהן מובא להלן. כל מובאה הינה העתק וחרגום של הרישומים שערכתי בשעתו (כל הרישומים נכתבו במקור באנגלית). לצורך הוספה והשוואה, מצאתי לנכון להביא את הערותיו של T.W. Webb לכל אובייקט, כפי שמובאים בספרו המפורסם: *Celestial Objects for Common Telescopes* (וראה "פינת החובב" בחוברת אפריל). הערות אלו מעניינות גם מבחינה הסטורית. לגבי כלל התצפיות: כולם נעשו בעזרת טלסקופ רפלקטור-ניוטוני בעל קוטר מראה של 4 1/2 אינץ', ובהגדלות מ-45 עד 225. סה"כ האובייקטים שניצפו ונרשמו: 338; מהן 156 כוכבים כפולים, 30 אובייקטים של מסייר, ו-30 של NGC

להלן המובאות:

מס' 51	NGC 7662	(אנדרומדה)	מזג אויר : בהיר מאוד	הגדלות : 45, 90
תאריך : 20.12.65				

ה ע ר ו ת

בהיר. לא קל לזהות ב-45, עקב המידות הקטנות, והופעה דמוי-כוכבית. הכוכב 13 נמצא באותו שדה ראייה. הזיהוי נעשה ע"י הוצאת העדשה מחוץ למוקד - דבר שהסגיר מיד את הערפילית-פלנטרית, עקב דיסקה גדולה יותר יחסית לכוכבים אחרים. לאחר זיהוי ראשוני, קל למצוא במיקוד רגיל. צבע : כחול. צורה : קצת אליפטית. נראית טוב גם בהגדלות גבוהות. הצבע הכחול נראה טוב ביותר בהגדלה 45. 90 מראה דיסקה גדולה למדי. שום פרטים נוספים בהגדלות אלו. בהירות : 8.

מרישומי של Webb "קטן אך בהיר מאוד..... בטלסקופ 9 1/3 אינץ' נראה כדיסקה כחולה..... עם חשך למרכז שחור..."

* *

מס' 55	NGC 2392	(תאומים)	מזג אויר : בהיר מאוד, לא יציב	הגדלות : 45, 90, 225.
תאריך : 22.12.65				

ה ע ר ו ת

צורת אליפסה, קל למצוא, יותר מאשר את NGC 7662 (למרות שהאחרון גדול יותר). בערך 25" קוטר. צבע כחול, בולט ב-45 ויותר טוב ב-90 ו-225.

90 הכי טוב, למרות שנראה ברור גם בהגדלות גבוהות יותר. אין סימן לכוכב המרכזי (בהירותו = 9.5) למרות שבליה טוב יותר ודאי הייתי יכול לראותו, בעזרת ראייה מוסבת. [ראה הסבר לטכניקה זו בחוברת לחורש נובמבר, ע' 7]. כללית, אובייקט יפה. במרחק "40 - 35" נמצא כוכב שבהירותו 7.5, והזוג נראה יפה ביותר. שדה-כוכבים נאה בקרבת מקום.

מרישמו של Webb "ויליאם הרשל העריך את הבהירות כ-9.9..... תופעה מופלאה ביותר". אני כל כך נדהמתי מהמראה שנתגלה בטלסקופ הנחות שלי..... כי בשנת 1850 ראיתי דמות מעורפלת ברורה כל כך עד שחשבתי אותו לשביט.....הרוזן מ-Rosse ראה כאובייקט נהדר - כוכב שמסכיבו ערפילית מעוגלת,.....ואשר מכילה טבעת כהה וטבעת בהירה....."

* *

מס' 80. NGC 6826 (ברבור)
 תאריך: 1.2.66 מזג אוויר: בהיר מאוד, ירח מלא הגדלות: 45
 225, 90

ה ע ר ו ת

בהירות של 8.3 לפי Webb וכך אני גם מעריך. תופעה מוזרה של ערפילית-פלנטרית זו: כאשר עוברים במהירות ממבט ישיר למבט מוסב כמה פעמים רצפות, נראית הערפילית כממצמת. [ראה חוברת נובמבר, ע' 8]. נראית כערך כחול-לבן בהגדלה 45. קוטר "20. דיסקה ברורה ב-45, וניכרת ב-90 (שבה גם הצבע כחול יותר). ב-225: אין זכר לכוכב המרכזי, שבהירותו 11. אובייקט מעניין מאוד עקב תופעת הנצנוץ.

מרישמו של Webb: "ערפילית-גאזים-פלנטרית, בהירות 8.3, קוטר כ-20", עם כוכב מרכזי שבהירותו 11.2 דקות, 52 שניות מהכוכב 16.

* *

מס' 336. NGC 3242 (נחש מים)
 תאריך: 14.4.66 מזג אוויר: מאוד בהיר, יציב הגדלות: 45
 225, 90

ה ע ר ו ת

מעניין ביותר. בהגדלה של 45, ראיתי בשדה הראייה דיסקה בעלת בהירות מפתיעה (להערכת: 7.7), ברורה ביותר, ושצבעה כחול-לבן. הרבה מתארים אותה "כמו כפילו של צדק". גם אני מצאתי דמיון מפתיע (הקוטר המשווני המדומה של צדק הינו כ-45"). האובייקט קל למציאה, ונמצא 2⁰ דרומה מהכוכב M. בהגדלה 90: דיסקה די גדולה, וללא פרטים. 225: דיסקה גדולה מאוד ומעניינת. חשד לראיית הטבעת הפנימית. מימדים: "35 × 40. ראייה מוסבת מראה חלקים חיצוניים חיוורים יותר. מומלץ לצפות בהגדלות שונות וגם גבוהות.

מרישומו של Webb : "דומה ליופיטר בקוטר, צבע *... נראה טוב בהגדלות גבוהות. הרשל לא פרקו לכוכבים בודדים... בהגדלה של 1000 מתגלה כאובייקט מיוחד : בתוך מעגל של ערפל-גאזים יש 2 צבירים המחוברים ע"י קשתות חצי - מעגליים של כוכבים... צילומים ממצפה LICK מראים גרעין ושתי טבעות".

החוכב המצוייד בטלסקופ, והרוצה להתחיל לצפות בגופים מוזרים אלו, יכול כבר להתחיל עם NGC 3242 הנמצא בעונה זו בשמי הערב. השיטה לאיתור עצמים כאלו הינה ע"י הוצאת זכוכית-העין מחוץ לפוקוס, וכדיקת הדיסקיות המוגדלות של הכוכבים בשדה הראייה : הערפילית-פלנטרית תמיד תבלוט בצורה כזו.

לגבי הפרטים שכדאי לשים לב אליהן במהלך התצפית :

א. תהליך הזיהוי, קשיים, וכו'.

ב. צבע.

ג. האם נראה כוכב מרכזי - ומהו צבעו ובהירותו?

ד. כוכבים אחרים שאולי נראים דרך טבעת - הענן.

ה. פרטים בטבעת עצמה.

כל טלסקופ מעל 3 אינץ' יוכל לאתר בקלות את 4 הערפיליות שתוארו לעיל. אולם, בד"כ יש צורך בטלסקופ של לפחות 8-10 אינץ' ע"מ להבחין בכוכבים מרכזיים או בפרטים בטבעת.

האובייקטים דלעיל מופיעים כולם ברשימת NGC שהמשכה מופיע גם החודש במדור זה.

המערכת, ובפרט כותב שזרות אלו, מעוניינת לשמוע דיווחים וחוות דעת של חובבים שצפו בערפיליות אלו.

* מוזר, צדק צבעו צהוב!

כוכב הלכת נוגה בשנת 1975

כתב: ד. גבאי

כוכב הלכת נוגה משך, ודאי את תשומת ליבנו בימים האחרונים. ונוס

ישאר ככוכב ערב עד לסוף אוגוסט שנה זאת.

לאלונגציה מזרחית מכסימלית - 45° , יגיע כוכב הלכת בתאריך 18 ליוני

בשעה 16 לפי שעון ישראל. בתאריך זה יהיה כוכב הלכת במחק 0.71 י"א

מאיתנו, קוטרו הזויתי $23''.64$, פזה 0.5 בהירות -4.0 , הוא ימצא בקבוצת סרטן.

בתאריך 22 ליולי, בשעה 2 לפי ש. י. שעה שכוכב הלכת ימצא על גבול

קבוצת אריה סקסטנס, הוא יגיע לבהירות מכסימלית של -4.2 מרחקו מכה"א

יהיה 0.45 י"א, קוטר זויתי $29''.48$, פזה 0.265 .

מתנועה מזרחה (קדמונית) לתנועה מערבית (אחורנית) יעבור כוכב הלכת

בתאריך 3 לאוגוסט בשעה 23 לפי ש. י. כוכב הלכת ימצא אז בקבוצת סקסטנס,

מרחקו מכה"א 0.37 י"א, קוטרו הזויתי $45''.74$ ופזתו 0.16 . בהירותו תהיה

-4.1 .

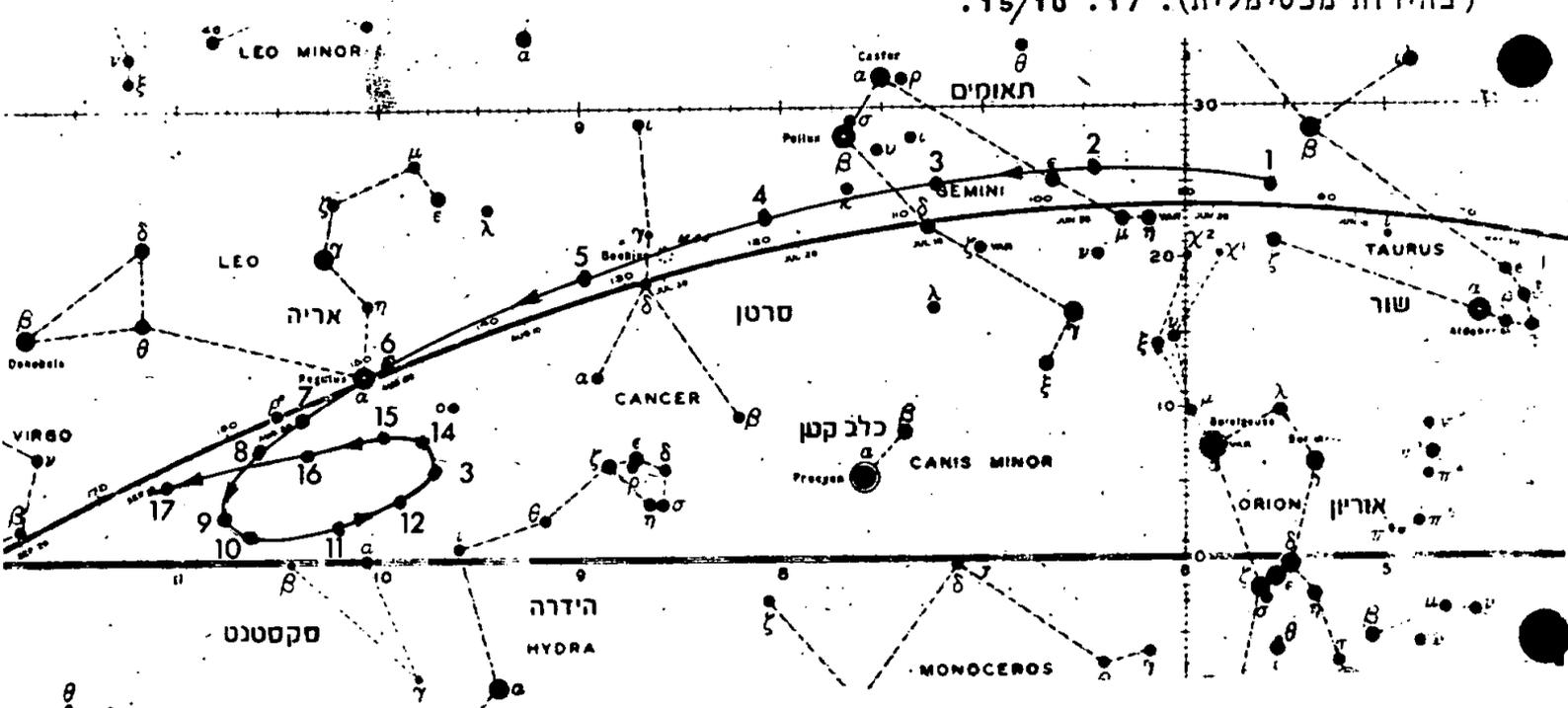
כוכב הלכת ונוס יופיע ככוכב ערב עד להתקבצותו עם השמש בתאריך 27 לאוגוסט בשעה 15 לפי ש.י. מרחקו מכה"א יהיה, כמובן מינימלי - 0.287 י"א, קוטרו הזויתי 66".58 ופזתו 0.01, בהירותו 3.2-. ההתקבצות תתרחש בקבוצת סקסטנט.

תאריכים הקשורים לנוס ככוכב בוקר בשנה זאת הם :

1. מעבר מתנועה אחורנית לתנועה קדמונית : 16 לספטמבר שעה 17 לפי ש.י.
2. בהירות מכסימלית : 3 לאוקטובר שעה 19 לפי ש.י. (בהירות 4.3-).
3. אלונגציה מערבית מקסימלית : 7 לנובמבר שעה 8 לפי ש.י. (זוית 47°).

להלן התאריכים בהם תמצא נוגה בנקודות המסומנות במפה :

1. 5/5 . 2 15/5 . 3 25/5 . 4 5/6 . 5 18/6 (אלונגציה מערבית מקסימלית).
6. 25/6 . 7 5/7 . 8 15/7 . 9 22/7 (בהירות מכסימלית). 10. 3/8 (מעבר מתנועה קדמונית לאחורנית).
11. 15/8 . 12 27/8 (התקבצות עם השמש).
13. 5/9 . 14 16/9 (מעבר מתנועה אחורנית לקדמונית).
15. 25/9 . 16 3/10 (בהירות מכסימלית).
17. 15/10.



יומן השמים

* הזמנים שביומן ובטבלאות כבר תוקנו לשעון קיץ.

	ת ו פ ע ה		יום
	h	m	
190B sagittarii (Z.C) 2791	5	28.6	1
כהירות 5.4 גיל הירח 19.4 ^d חלק מואר 69%			
רבע אחרון של הירח.	9		3
התגלות כוכב 3154 (Z.C).	3	9.5	4
כהירות 7.4 גיל הירח 22.3 חלק מואר 41%			
ירח באפוגיאום. מרחק מהארץ 404,822,390 m (+10 m)	13		5
מאדים 7 ^o דרומית לירח.	16		6

צדק 5° דרומית לירח.	13		8
כוכב חמה 8° צפונית לאלדברן.	9		11
מולד הירח (באירופה, צפון אסיה וצפון קנדה יראה לקוי חמה).	10		
כוכב חמה 4° צפונית לירח.	4		13
התכסות כוכב 971 (Z.C) בהירות 7.3 גיל הירח 3.4 ^d חלק מואר 13%.	20	26.8	14
נגה 6° צפונית לירח.	21		
שבתאי 4° צפונית לירח.	15		15
התכסות כוכב 1116 (Z.C) בהירות 7.4 גיל הירח 4.5 ^d חלק מואר 23%.	22	18.3	
כוכב חמה באלונגציה מזרחית מכסימלית (22°).	3		17
התכסות כוכב 1372 (Z.C) בהירות 7.7 גיל הירח 6.4 ^d חלק מואר 43%.	21	54.0	
רבע ראשון של הירח.	13		18
התכסות כוכב 1482 (Z.C) 14 sextantis בהירות 6.3 גיל הירח 7.4 ^d חלק מואר 55%.	21	19.6	
התכסות כוכב 1605 (Z.C) 62 leonis בהירות 6.2 גיל הירח 8.5 ^d חלק מואר 67%.	23	16.5	19
התכסות כוכב 1723 (Z.C) 20 B, virginis בהירות 7.1 גיל הירח 9.4 ^d חלק מואר 77%.	21	40.3	20
ירח בפריגאום, מרחק מהארץ 368,297,980 m (-10 m)	23		
התכסות כוכב 1845 (Z.C) 343 B, virginis בהירות 6.5 גיל הירח 10.5 ^d חלק מואר : 86%.	22	25.2	21
התכסות כוכב 1857 (Z.C) בהירות 8.7 גיל הירח 10.6 ^d חלק מואר : 87%.	1	50.7	22
spica 1° צפונית לירח (תיראה התכסות באנטארקטיקה).	13		
התכסות כוכב 1968 (Z.C) 568 B, virginis בהירות 6.9 גיל הירח 12.4 ^d חלק מואר : 93%.	20	25.7	
אורנוס 3° צפונית לירח.	0		23
נגה 3° צפונית לשבתאי.	4		24
ירח מלא (יראה לקוי לבנה בחצי הכדור השרוי באותו זמן בלילה).	9		25
נפטון 0.7° צפונית לירח (תראה התכסות בדרום אפריקה, באוקיינוס ההודי ובאנטארקטיקה).	22		

כוכבי לכת מאי 1975

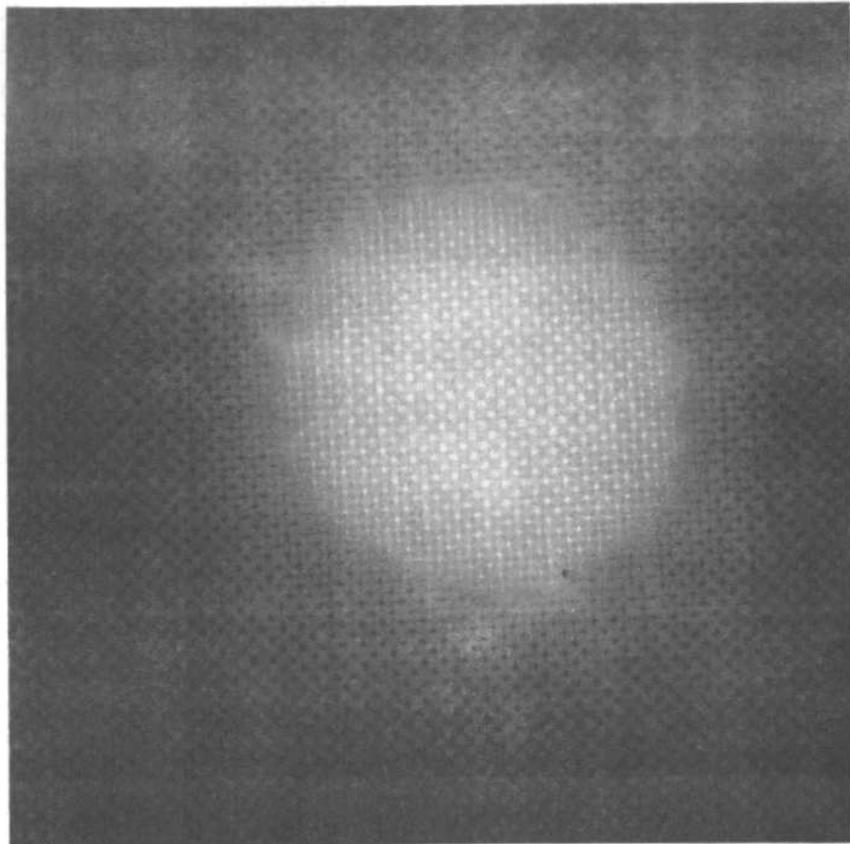
שקיעה	גבה	צמידה	זריחה	מרחק מארץ מ"א	פאה	קטר	בהירות	נסיה	עליה ישרה	קבוצה	האריך	הנכב
20:50	00 16	13:46:43	0:144	1.10003	0.09	6.00	-0.6	19	26.8	שור	5	מרקורי
21:19	02 50	14:07:43	0:187	0.97601	0.41	7.62	-0.4	3	3.5	שור	18	כוכב /
21:10	02 27	13:59:42	0:180	0.98668	0.16	9.72	+1.4	32	6.8	שור	28	חמה
22:41	03 28	19:28:04	0:118	1.08620	0.70	18.92	-3.6	32	49.7	שור	5	זנוס
22:53	03 43	18:38:43	0:28	0.98103	0.77	17.14	-3.7	47	81.8	תאומים	18	(גנה)
22:59	02 53	18:47:44	0:37	0.96416	0.74	18.00	-3.7	87	12.1	תאומים	25	מרס
19:54	52 31	9:04:57	3:16	1.05007		8.66	-1.1	24	31.9	דלי	6	(מאדים)
19:49	50 38	8:48:44	2:49	1.88252		8.92	-1.0	17	17.8	דגים	22	יופטר
19:36	01 34	10:23:54	4:12	5.74618		31.98	-1.7	30	27.8	דגים	0	(צדק)
18:45	02 41	9:39:40	3:28	8.01090		32.76	-1.7	4	48	דגים	22	סאטורן
23:04	00 26	16:00:37	9:38	9.83726		18.64	-0.4	30	16.8	תאומים	9	(שבתאי)
22:54	00 18	16:51:24	8:48	9.19374		18.34	-0.4	22	32.0	תאומים	22	אורנוס
4:43	47 9	22:30:58	17:24	17.04960		3.90	-8.7	48	54.5	בחולה	18	נפטון
6:59	37 20	1:50:22	20:41	29.33367		2.80	-7.7	29	26.9	עקרב	18	פלנטון
4:34	71 9	21:57	18:20	30.10115			-10.4	13	18.3	בחולה	18	

שקיעה	גבה	צהירה	זריחה	קולאנג סלנג'ר זריחה	חלק מואר	גיל (ימים)	1/2 קוטר	נטיה	עליה ישרה	קבוצה	תאריך							
0	0			0				0										
12:11	44	42	53	6:42	1:13	173.48	0.52	21.3	14	53.48	-13	12	55.0	20	41	40.0	נדי	3
19:32	75	54	5	12:42	5:52	271.29	0.00	29.3	15	16.46	+17	58	17.1	2	53	21.9	טלה	11
1:27	67	35	50	19:00	12:33	356.92	0.45	6.7	16	6.51	+9	40	2.4	9	25	35.5	סרטן	18
5:34	37	41	7	0:24	19:14	82.28	1.00	13.7	15	53.20	-20	14	41.0	15	51	31.0	מאזניים	25

אורך היום	שקיעה	גבה	צהירה	זריחה	שעת כוכבים בגריניץ	1/2 קוטר	מרחק מהארץ ג"א	נטיה	עליה ישרה	קבוצה	תאריך							
0	0							0										
13:33	19:24	75	56	23	12:37:27	5:51	14:48:58.9	15	53.11	1.00846	+16	0	35.0	2	45	43.8	טלה	5
13:49	19:32	76	35	42	12:37:03	5:43	15:28:24.4	15	50.91	1.01080	+18	39	54.2	3	24	42.3	טלה	15
14:02	19:39	78	43	33	12:37:34	5:37	16:07:50.0	15	49.07	1.01276	+20	47	44.6	4	4	36.1	שור	25

כ 5/5 מתחילים הדימומים כ-4:21 ומסתימים כ-20:56

כ 25/5 מתחילים הדימומים כ-4:00 ומסתימים כ-21:16



תצלום דיסק של בית אלגוז (ראה כתבה על צלום פני כוכב)
מתוך Sky and Telescope לחודש מרץ.

