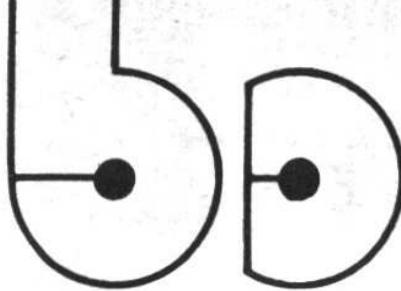




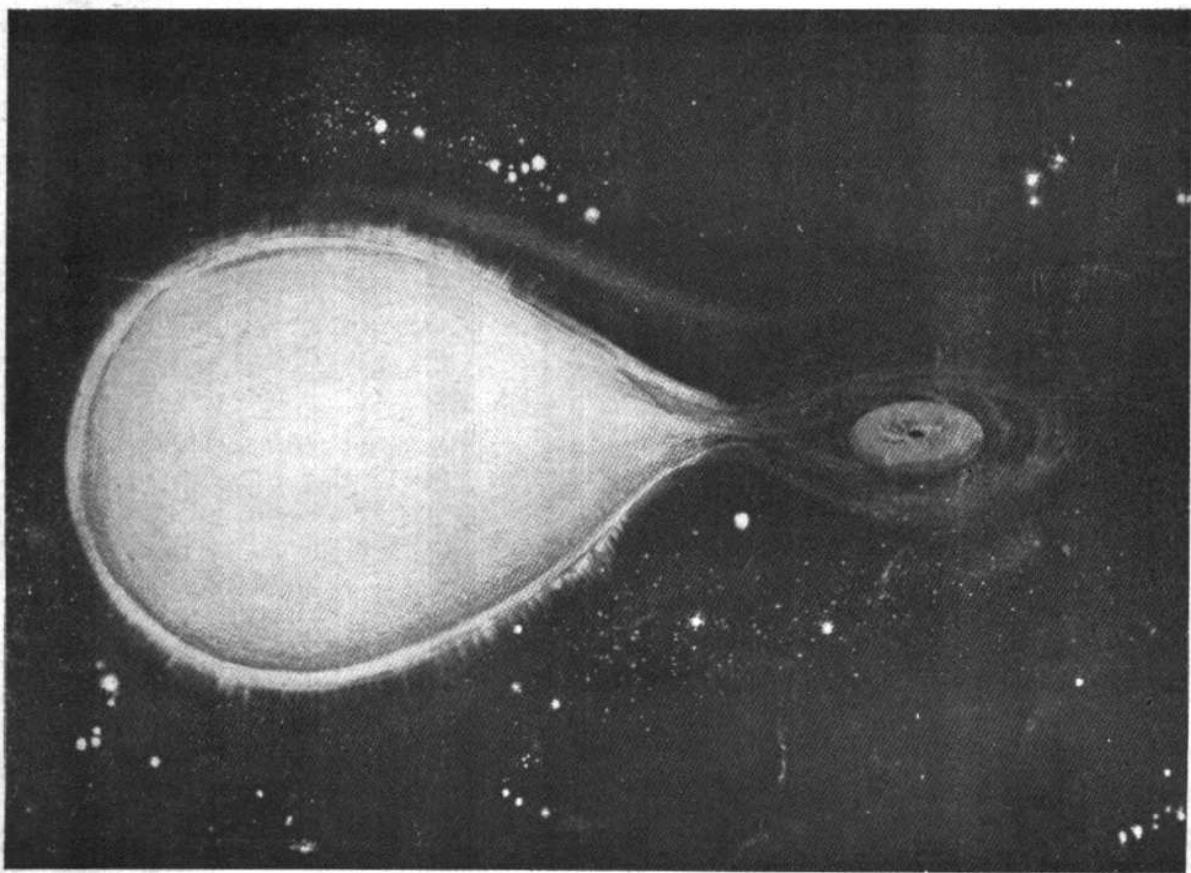
206

אָמֵן

פְּרִזְבִּיתְה



סִינְגְּלַטְרֹן וְסִינְגְּלַטְרָה



מַכְפָּה הַכּוֹכְבִּים • עִירִית גְּבֻשְׁתִּים • מַחְלָקָה לְנוּנָר • פְּבָרוֹאָר 5760

קורסאים יקרים

הארוע המרכזי של החודש ינואר היה התכשות א' תואמים ע"י ארוס. בליל הארוע ירד גשם כר' שלא ניתן לצפות בתתכשות. החבר יוסף צור מקיבוץ שובל צפה במשר' חודש ינואר ומסר לנו נתונים מפורטים על ציפויתו. בהתאם לחבר יוסף צור נצפה "ארוס" גם בגבעתיים.

פעולות

מצפה הכוכבים פתוח לקהל כל יום ג', החל משעה 20.00.
ביקורים מאורגנים ניתנים בהתאם מרחש עם עיריות גבעתיים המה' לנוער.
החוג לאסטרונומיה ואסטרופיזיקה מתכנס כל יום ד' בשעה 20.00.
להלן רשימת הרצאות לחודש פברואר:
- 2.5 - צפיפות של החוג. 2.12. - גלכיזיטים סוגים והתפתחות א', 19.2 -
גלכיזיטים סוגים והתפתחות ב', 2.26. - רדיו גלכיזיטים.
בערב יום ד' 2.5 תיתקיים בקיבוץ שובל תערוכה אסטרונומית. הקוראים
מורזניים.
המערכת מודה לחבר ג'. שטייניג' על עזרתו לפרסום יומן השמים. וכן לחבר
לויטה אריה על עזרתו בחשוב הנתונים.

תמונה השער - חור שחור

"כל כוכבי אור", חוברת מידע באסטרונומיה המוצאת לאור ע"י מצפה הכוכבים. גן
העליה השנייה ברחה' המרי בגבעתיים.

מען למכתבים: מצפה כוכבים, המה' לנוער, רח' וייצמן 55 גבעתיים, טל' 71103.

חדשנות מעולם האסטרונומיה

נובה בקבוצת קשת - כוכב חדש בעל בהירות 5.9 נחגלה בחלק הצפון מערבי של קבוצת קשת, בתאריך 6 לאוקטובר 1974. המגלה הוא חובב אסטרו-נוימה יפני בשם קוואנו (Kuwano) המתמחה בגילוי נובות. הוא גילתה את הנובה קפואס 1974.

פולסר מעניין נחגלה ע' זוג מדענים מאוניברסיטת מסצ'וסט בעזרת הרדיו טלסקופ 5000 רגל שבפורטו-ריקו. הפולסר מצוי בקבוצת ח' והקורדי-נטות (1950) שלו המ $13.2^{\circ} +16^{\circ} = \alpha$; $0^{\circ} 58966 - 0.59045$ שניות ל- 0.59045 שניות בקצב של 3230.0 ימים. יש להניח שפולסר זה הוא אחד מצד גופים - אשר המרכיב השני שלו טרם התגלה.

נמרד קוטרו של ענק אדום - הכוכב מיד תאומים הוא ענק אדום בעל דרג ספקטרלי III 3M ובהירות 2.9. מכיוון שהוא מצוי בקרבת האקליפטיקה, הוא מתחסח לעיתים קרובות ע' הירח. ע' מדידת התכונות בעזרת פוטומטר מהיר תגובה, אפשר למדוד את קוטרו הזוויתי שנמצא עפ"י 4 מדירות אחרונות : $0.0001 - 0.0121$ שניות $+ 0.05$ פרsek (קשת). מכיוון שקיים אי וראות לנבי מרחק הכוכב מאיתנו ($15^{\circ} + 81^{\circ}$ רדיוס המשמש - קלומר גדור מספיק כדי להוביל את מסלול מركורי).

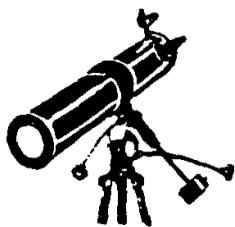
אסטרונומים זכו בפרס נובל - פרס נובל לפיזיקה לשנת 1974 ניתן במשותף לאסטרונומים הבריטיים ריאל (Ryle) והיויש (Hewish) על תרומתם לרדיואסטרונומיה. ריאל זכה בפרס בשל פיתוח השיטה של מיקום רדיוטלסקופים קטנים בסדר גאומטרי מסוים יאפשרו לקלוט עצמות רדיו חלליים שותה ערך לעוצמות שהיו נקלות ברדיוטלסקופים ענקים. היויש זכה בפרס בשל חלקו בגילוי הפולסרים. הפולסר הראשון שנחגלה בסוף 1967 נחגלה בעזרת אנטנה שבנה היויש.

עובד מתחור SKY & TELESCOPE

חווזרים שנתקבלו

החווזרים שנתקבלו בחודש האחרון מ- IAU עוסקים בתחום ראשוני מהתכונות ערפלית הסרטן ע' הירח בתאריך 3.11.1974, גילוי צמד פולסרים חדש, תחזיות להתכונות מקורות - X ע"י הירח ב- 3 השנים הבאות, דוחות על ציפוים בשביטים חיוורים,لوح סימון בספרות רומיות לשביטים של 1973 (לדוגמה השביט קוהוט סומן ב- VII 1973) וכמוון בירח ה- 3 של צדק שלגביהם קיומו אין עוד ספק. להלן הפרטים החדשניים על הירח :

אקסנטריות	0.244
חצי ציר עיקרי	0.068 י"א
זמן מחזור	210.6 ימים
נתית המסלול למשווה	28.8 מעלות



כינית החובב

קוואורדיינטוט שמיימות מאתן: חיים לוי

למרות שלפינה החובב מיעודת תחת הנחיות מעשיות להצפתה שמיימת אותו נביא הפעם הסבר "תיאורטי" לדבר שהוא עשוי ביזה: מציאות כוכב עלי הטלסקופ בעזרת קוואורדינטוט שלו. הבנה מלאה של העקרון עליו בנוי מיקומו הזויתי של הכוכב רק תסייע לחובב, המצויד טלסקופ מתאים, לאחר קלות עצמים.

1. כללי

על פני כדור הארץ אנו מצינים נקודות גיאוגרפיות שונות עפ"י קוואורדינטות (להלן: ק"א) שלחן: קו אורך וקו רוחב. לדוגמה: מצפה הכוכבים של גבעתיים נמצא בקו רוחב 32 מעלות צפון, ובקו אורך 35 מעלות מזרח (בערך). מעגל קו המשווה משמש "קו-רוחב-אפס", ואילו המעגל שעובר דרך גרינוויץ' שבאנגליה משמש "קו-אורך-אפס". מעגלי הרוחב והאורך על פני כדור הארץ מתיחסים למעגלי-אפס אלו בהתאם.

הצופה המכיבט כלילה בשמיים זרועי כוכבים מקבל מיד את הרשות שהוא נמצא באילו בחור כדור ענק, במרכזו, ומכוון על חצי כדור הנמצא מעליו (בשחציו השני נמצא "מתחת הרגילים"). מלאיה מתעוררת השאלה: כיצד אפשר לעזין את מיקום הכוכבים בכדור השמיימי ע"י קוואורדינטות קבועות, בדומה לאלה הנוהגות על פני כדור הארץ?

2. שיטה א': המערכת האופקית (איזומוטלית)

שיטת זו הינה פשוטה ביותר, אם כי היא אינה יעילה! הבסיס הפיזיקלי לשיטה זו הינו כיוון כוח המשיכה של האדמה בנקודתה בה עומד הצופה. הקו המאונך לכיוון הכוח והעובר דרך מקום הצופה (דהיינו: משיק לכדור הארץ בנקודתה בה עומד הצופה), נקרא האופק המקומי של הצופה. הצופה יכול לקבוע את גובה הכוכב (בזווית), מעלה האופק, ובן אותה כיוונו יחסית לנקודת אפס מסוימת. על מנת להבין זאת יותר טוב, נגידיר את המושגים הבאים:

א. זניט: נקודת בשמיים הנמצאת על האנך למשיק בנקודתה בה עומד הצופה.

בשפה יותר פשוטה: הנקודה הנמצאת "בדירק מעל".
MAILIO יובן, שם יש נקודת הנמצאת "בריק מעל לראש", הרי צריך להיות במקביל, נקודת הנמצאת "בדירק מתחת לדרגלים". נקודת מנוגדת זו קוראים נדיר, אולם אין היא חשובה לצורך עניינו. בתרשימים ו, מוציין הזניט באות Z.

ב. איזומוט: המרחק הזויתי, לאורך האופק, בין נק' הדרום ובין המעגל העובר דרך הזניט והכוכב הנצפה. (בחישום: הקשת SF).

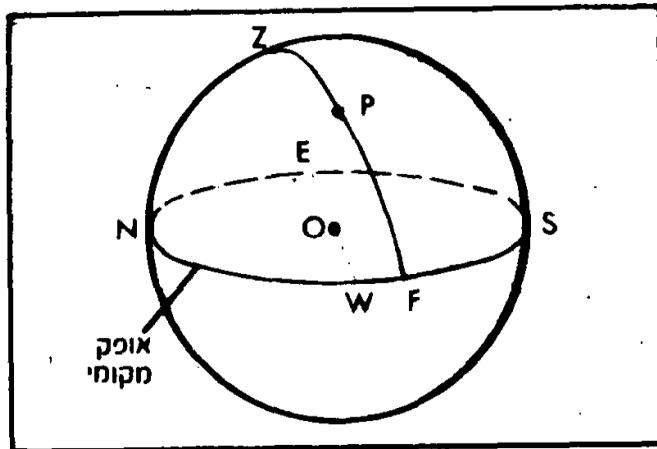
כיוון המדיידה של האיזומוט הינו:

באסטרונומיה: דרום-מערב-צפון-מזרח-דרום.

בגיאוגרפיה: צפון-מזרח-דרום-מערב-צפון.

ג. זרית גובה: זוחה הזרית בה רואת הצלפה את הכוכב. ייחסית לאופק. או: אם ניקח את המנגל העובר דרך הזרית והכוכב, וחוותך את האופק, ונמדד את המרחק הזריתי של הכוכב לאורך המנגל עד לאופק, נקבל את זווית הגובה של הכוכב. בתרשים זו: הקשת FP (K הינו הכוכב; F - נקודת החיתוך של מנגלו עם האופק).

א"כ באמצעות האזימוט של הכוכב וזווית הגובה שלו, אפשר לקבוע את מיקומו של הכוכב בכלל רגע. אולם, היות והכוכבים נמצאים בתנועה מתמדת מזרח למערב, הרי משתנה בהתאם האזימוט וזווית הגובה של כל כוכב וכוכב. לא נוכל, איפואו, לקבוע את מיקומו של כוכב כלשהו בזורה קבועה.



תרשים 1: השיטה האזימוטלית: הצלפה ב-S רואה את הכוכב P באזימוט השווה לקש-SF, ובזווית גובה השווה לקש FP. הנקודות SF, W, S, E, N מסמנים את הצפון, מזרח, דרום ומערב בהתאם.

3. שיטה ב': המערכת המשוונית

חסרוןיה של השיטה האזימוטלית בולט לעין: אין טעם לציין את זווית הגובה של כוכב (או האזימוט שלו), כאשר גמתים אלו משתנים בהתאם עם הזמן לגבי צופה נתון. ולא עוד, אלא הזרית שמודד הצלפה את הכוכב, אינה אותה זווית שמידוד צופת הנמצא בקו רוחב (=אופק) אחר. כל זה נובע מיידית מהגדרות שניחנו לעיל.
בסיום: הק"א האזימוטלית של כוכב משתנות:
א. ברגע נתון, מקו רוחב לקו רוחב אחר; ב. בקו רוחב נתון, מרגע לרגע. אין טעם א"כ להחיקס לאופק הארץ המשוונית, כאל נקודת ייחוס קבועה!
הבה ונמצא נקודות ייחוס על הבודר השמיימי, שלגביהם לא משתנה אף פעם מיקומו של כוכב נתון, (וזאת ללא קשר למחזוריו היומי של רקיע השמיים).
לשם כך, נמשיך להגדיר הגדרות חדשות וחשובות:
א. קטביםشمימיים אם נחבר את הקטבים של כדור הארץ בקו ישר (= ציר האדמה), ונמשיך קו זה (משני ביוננו) עד לאינסוף, נקבל את נקודות החיתוך של קו זה עם הבודר השמיימי. נקודות אלו הם הקטבים השמיימים. כוכב הקוטב המפורסם נמצא בנקודת הקוטב השמיימי הצפוני.
ב. קו המשווה השמיימי: זהו הhttל של קו המשווה הארץ על פני הבודר השמיימי.
או: מנגל (בבודר השמיים) שככל אחת מנקודותיו נמצאת 90 מעלות מהקטבים השמיימים. בתרשים 2: המנגל MQEM.

ג. מרידיאן: המנגל העובר דרך הזרית וכוכב הקוטב, וחוותך את האופק הארץ בנקודות הצפון והדרום שלו. ברור כי המרידיאן הינו מנגל מוקמי, בתרשים 2.

ד. מעגל השעה : המנגל העזיר דרך כוכב הקוטב והפוכב בו צופים, והחותך את קו המשווה השמיימי. בתרשים 2: המנגל העזיר דרך הנקודות G, P, K.

ה. זווית השעה : זהו המרחק הזוויתי (מתרגסם לשעות), בין המרידיאן לבין מנגל השעות של הכוכב. כיון המרידיאן הוא מהמרידיאן מערבה. מנגל השעה של כוכב מצהיר (הינו): הנמצא על המרידיאן הקרוי "מצהיר" בעברית) הינו אפס, היות והוא חופף באותו רגע את מנגל המרידיאן. בעבר שעה, יהיה אותו כוכב מערבה מהמרידיאן, ואנו נאמר אז: זווית השעה של כוכב זה הינה שעה אחת. לעומת זאת, אם הכוכב נמצא במרחב של שעה אחת מהמרידיאן מזרחה, אזי תהיה זווית השעה שלו שווה ל- 22 שעות (כי: מודדים מערבה מהמרידיאן 22 שעות עד שמנועים אל הכוכב שעומד להצהיר בעוד שעה אחת). בסיכום: מנגל השעה של כל כוכב וכוכב בצד אחד השמיימי משתנה בהתאם, יחסית למרידיאן המקומי של הצופה, בהתאם עם עליות הכוכב ושקיעתו.

ו. זמן סידורי: הינו זמן כוכבים. זהו הזמן העובר בין שני מעברי מרידיאן עוקבים, של כוכב כלשהו. אין הוא שווה ל- 24 שעות, אלא קיים הפרש של כ- 4 דקות בין הצהרה אחת לשניה. הסיבה להפרש נובעת מסיבוב כדור הארץ סביב המשמש, ואולם פה לא נדון בה.

ז. נקודת האביב: הנקרה בה חוצה מנגל המשמש (אקליפטיקה) את קו המשווה השמיימי. השם מגיעה לנקרה זו בסביבות ה- 21 במרץ כל שנה. הנקרה נמצאת במלודגמים. יש לציין כי מיקום הנקרה משתנה במרווח הדורות - דבר הנובע משינויים בכיוון ציר כדור הארץ. בתרשים מצויננת נקרה זו באופןו.

א"ב, מההגדרות דלעיל נוכל כבר לקבוע קווארדיינטה אחת קבועה לגבי כל כוכב וכוכב: הנטיה של אותו כוכב. נטיית הכוכב (Declination) הינו מרחקו הזוויתי, צפונה או דרום, מקו המשווה השמיימי. זהו נתון, המופיע בכל כוכב וכוכב באופן קבוע. הכוכב Vega, למשל, נמצא תמיד בנטיה של $44^{\circ}48'$ צפונה מקו המשווה השמיימי.

לא נותר לנו אלא לקבוע קווארדיינטה שנייה, בלתי משתנה לכוכב, וע"י כך מצאנו שיטה לציון מקומו הקבוע של כל כוכב בשמי. לשם כך ניעזר במושגים שהגדכנו לעיל. מנגלי השעה של הכוכבים, אנלוגיים למעגלי האורך שעל פני כדור הארץ. וכך שמן האורך, העובר דרך גריינוריץ' באנגליה, נחשב למנגל- אפס, וכך נוכל לקבוע מנגל- אפס קבוע בשמי. ובכן, האסטרונומיים העתיקים קבעו את מנגל השעה העובר דרך "נקודת האביב", בתוך מנגל- אפס. כאשר נקודת האביב חוצה את המרידיאן המקומי של הצופה, אזי זמן הכוכבים המקומי הינו אפס. לאחר מכן, מראה שעון הכוכבים על נקודת האביב. מסקנה: זמן הכוכבים המקומי הינו, בעצם, זווית השעה של נק' האביב באותו רגע.

ניקח כוכב כלשהו: נמדוד את הזמן שלוקח לכוכב לחצות את המרידיאן (להצהיר) לאחר הצהרת נקודת האביב. זמן זה הינו ה"עליה ישירה" של הכוכב. עליה ישירה של כוכב הינו, א"ב, מרחקו הזוויתי של הכוכב מחרוגט לשעות. את המרחק הזוויתי הזה מודדים מנקודת האביב מזרחה עד לכוכב הניצפה.

קיבלו עתה 2 קווארדיינטוֹת קבועות של כוכב: 1) נטייה 2) עליה ישירה. קבועות נובעת מכך שהם מתייחסים ל- 2 דברים שאינם משתנים בצד אחד השמיימי: קו המשווה השמיימי ונקודת האביב. (מובן שנקודת האביב נעה במחזור יומי עם שאר הכוכבים, ואולם מיקומו של כל כוכב בהפניה לא משתנה).

נטיטתו של הכוכב נמדדת צפונה או דרום מקו המשווה השמיימי. העליה ישירה שלו נמדדת, בשעות, מנקודת האביב מזרחה אל הכוכב. גנסה עתה למצוא קשר בין שלושה דברים יסודיים: א) זמן כוכבים; ב) זווית שעה; ג) עליה ישירה.

לשם כך, נקבע בדוגמא הבאה:

נתאר לעצמו כוכב מסוים שcharts את המרידיין לפני שלוש שעות. עתה, הוא נמצא מערבה מהמרידיין, וזמן השעה שלו שווה 3 שעות. נניח שברגע זה מצהירה נקודת האביב. לפי מה שנאמר לעיל, יורה שעון הכוכבים "אפס" שחרי שעון זה מראה בכל רגע את זווית השעה של נקודת האביב, שהיא עתה אפס. העלייה הירשה של הכוכב היא 21 שעות (מודדים, כאמור, מנקודת האביב מזרחה עד לכוכב). א"כ: זווית השעה של הכוכב הינו 3 שעות, ואלו העלייה ישרה שלו שווה 21 שעות. סכום שני אלה נוthen 24 שעות, כלומר 5. אולם, "5" הינו הזמן שמורה ברגע שעון הכוכבים!!

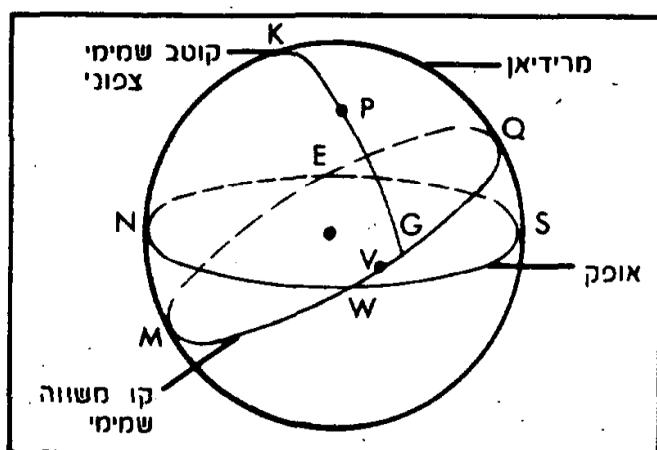
ליתר הבירה, נתבונן בדוגמה נוספת:

נניח כי ברגע מסוים, נמצאת נקודת האביב 5 שעות מערבה מהמרידיין. כוכב מסוים נמצא 2 שעות מערבה מהמרידיין. פרוש הדבר: לפני 5 שעות הצהיר נקודת האביב, ולכן שעון הכוכבים מראה עתה על השעה 5; לפני 2 שעות הצהיר אותו כוכב מסוים, ולכן זווית השעה שלו שווה ל-2 (עפ"י ההגדרה). העלייה הירשה של הכוכב נמדד מנקודת האביב (זמן שעה=5) מזרחה עד לכוכב (זמן שעה=2), והינה שווה ל- שלש שעות (3-2=5). א"כ: זווית השעה של הכוכב שווה 2 שעות, ועליתו הירשה שווה ל-3. סכום 2 אלהנו 5 שעות, שזו הזמן שמורה שעון הכוכבים!

משתי הדוגמאות האלה קיבלנו מסקנה חשובה ו שימושית מאוד:

$$\text{זמן כוכבים} = \text{זמן שעה של כוכב נתון} + \text{עליה ישרה שלו}$$

כל מזפה כוכבים, מצויד בשהון כוכבים. כמו כן, הטלסקופ של כל מזפה מורכב על מקבע כזה המאפשר מעקב מתמיד אחר הכוכב. המקבע בנוי מ-2 ציריים המאונכים זה לזה. ציר אחד פונה אל הקוטב השמיימי (הצפוני או הדרומי)- בהתאם למיקומו של מזפה הכוכבים או הצופה בכלל), וציר שני פונה לעבר קו המשווה השמיימי. כאשר עוקב הטלסקופ אחר כוכב כלשהו, הרינו, למעשה, עוקב אחר זווית השעה של הטלסקופ, מעגל שעות מיוחד, העומד לטלסקופ, מורה בכל רגע ורגע על זווית השעה של הטלסקופ, השווה לזמן השעה של כוכב הנראה באותו רגע במרכזה שדה הראייה של המכשיר. ומайдך, הזמן של קנה הטלסקופ עם קו המשווה השמיימי, היא נטיית הטלסקופ: כוכב הנמצא ברגע מסוים במרכז שדה הראייה של המכשיר, תהיה נטייתו שווה לערך שמרתא מעגל-הנטיה של הטלסקופ!



תרשים 2 : המרכיב המשווניית הקשת PG הינה נטיית הכוכב; הקשת G = QG.

זמן השעה; הקשת VG (נמדד מזרחה) = עליה ישרה.

הקשת VQ = זמן סידרי. נקודת האביב מסומנת ב-V.

לאור כל זה, ברורה פועלות המנווע החסמי המוחדר, המאפשר מעקב אוטומטי אחר כוכב מסוים (כלי צורך בפעולה ידנית): המנווע מניע את המכשיר כך שזווית השעה של הטלסקופ משתנה בהתאם, אולם באופן קצוב שימושה זווית השעה של הכוכב שלו היה מכובן הטלסקופ. וכן, ישאר הכוכב כל הזמן בשירה הראיה של המכשיר.

ובכליה: הצופה המצויד בטלסקופ עם מקבע משוני, עוזה את הפעולות הבאות בכיוון לצפות בגרט שמיימי:

- (א) פוחח אטלס/קטלוג כוכבים ומצוא את העלייה ישירה והנטייה של הכוכב.
- (ב) מציב את מנגנון הנטיה של הטלסקופ על הזווית המתאימה.
- (ג) קובע את זמן הכוכבים, עפ"י שעון הכוכבים של המצפה.
- (ד) מחסיר את העלייה ישירה מזמן הכוכבים. ההפרש=זווית השעה של הכוכב.
- (ה) מכובן את מנגנון השעות של המכשיר, כך שיציבו על זווית השעה של הכוכב. בעת מכובן הטלסקופ אל הכוכב אותו רוצים לראות.

4. הדגימות

* א. העלייה הישירה של הכוכב Vega היא: $35^{\text{h}} 18^{\text{m}}$. שעון הכוכבים מורה על: $13^{\text{h}} 27^{\text{m}}$.

בהתבה שכוכב נראה עתה לצופה, כיצד יציב הוא את הטלסקופ ע"מ לראות את האובייקט?

התבה: עיון במפת כוכבים (גנוֹן, זו של Norton), מראה כי נטיה הכוכב = $44^{\circ} 48'$ צפון. הצופה מציב את מנגנון הנטיה על ערך זה. עתה הוא מחשב את זווית השעה של הכוכב: לשם כך, הוא יוסיף 24 לזמן הכוכבים כי אחרת לא יוכל להפחית ממנו את העלייה-הישירה (עפ"י הנוסחה). וכך:

$$24^{\text{h}} 27^{\text{m}} + 13^{\text{h}} 52^{\text{m}} = 37^{\text{h}} 27^{\text{m}}$$

ולכן:

$$\text{זווית השעה} = 18^{\text{h}} 52^{\text{m}} - 37^{\text{h}} 27^{\text{m}} = 18^{\text{h}} 27^{\text{m}}$$

הצופה מציב את מנגנון השעות של הטלסקופ שלו על ערך זה של זווית השעה. עתה צריך להיות המכשיר מכובן על Vega.

ב. שעון הכוכבים של הצופה נשבר! ברכונו לצפות על צביר כוכבים לידורי מפורטים: 31.M, שבכובוצת הרקולס. כיצד יכובן את המכשיר בעזרת הקואורדינטות של האובייקט?

התבה: כפי שנאמר לעיל, שווה זמן הכוכבים לסכום: עלייה ישירה+זווית שעה, לגבי כוכב נחון. בלומר, לגבי כל הכוכבים ברכיע השמיים, יהיה סכום 2 גורמים אלה שלהם זהה, ושווה בזמן הכוכבים באותו רגע נחון. לכן, הצופה יבחר לו כוכב בהיר וידוע, כגון Vega, גנוֹן אליו את הטלסקופ. מנגנון השעה של המכשיר יורה על זווית השעה שלו. סכום העלייה ישירה וזווית השעה (של ווגה), יראה ברגע נתון את זמן הכוכבים. הצופה יפחית מסכום זה את העלייה ישירה של 31.M, ויקבל את זווית השעה המתאימה. הוא יציב את מנגנון השעות של המכשיר על ערך זה, ואת מנגנון הנטיה על הערך של נטיה הכוכב. בעת, מכובן המכשיר אל הצביר.

הערה לסייע: מחרך דוגמא אחרונה זו, אנו רואים שנitinן למצוא את זמן הכוכבים בכל רגע ורגע, אם יש לנו טלסקופ שמערכת הצירים שלו מושונית ומדוייקת, ואם יודעים אנו את העלייה ישירה של כוכב בהיר הנראת לנו. הקוראים שיש להם טלסקופ משוני מתאים, מוזמנים למצוא כוכבים בקלות, עפ"י ההנחיות שבדוגמא אחרונה זו.

5. נקיפת נקודת האביב

הבסיס הפיזיקלי של המערכת המשוונית, הינה ציר כדור הארץ בחלל. בעזרתו, קבענו את הקטבים השמיימיים ואת קו המשווה השמיימי. ברור מالיו, האם סטיות בכיוון הציר, הרוי ישנתו מקום של הקטבים/קו המשווה השמיימי. ואכן, במקרים זה מה שקרה: כוחות חיצוניים, של השמש והירח, פועלים על ציר הסיבוב של האדמה, וגורמים לה לשנות את ציונו באיטיות אף בהדרגה. מחוור נקיפת ציר האדמה הינו בקרוב 26,000 שנה.

אם קו המשווה השמיימי משנה בהדרגה את ציונו, הרי גם נקודת האביב משנה את מקומה. היota והכוכבים במערכת השונית מתיחסים לנקודת האביב, יוצא, איפוא, שהק"א שלהם ישנתו בהדרגה, במרוצת הדורות. בד"כ, מצוייד כל אטלס כוכבים בטבלות עזר לחישוב הסטיות הנ"ל.

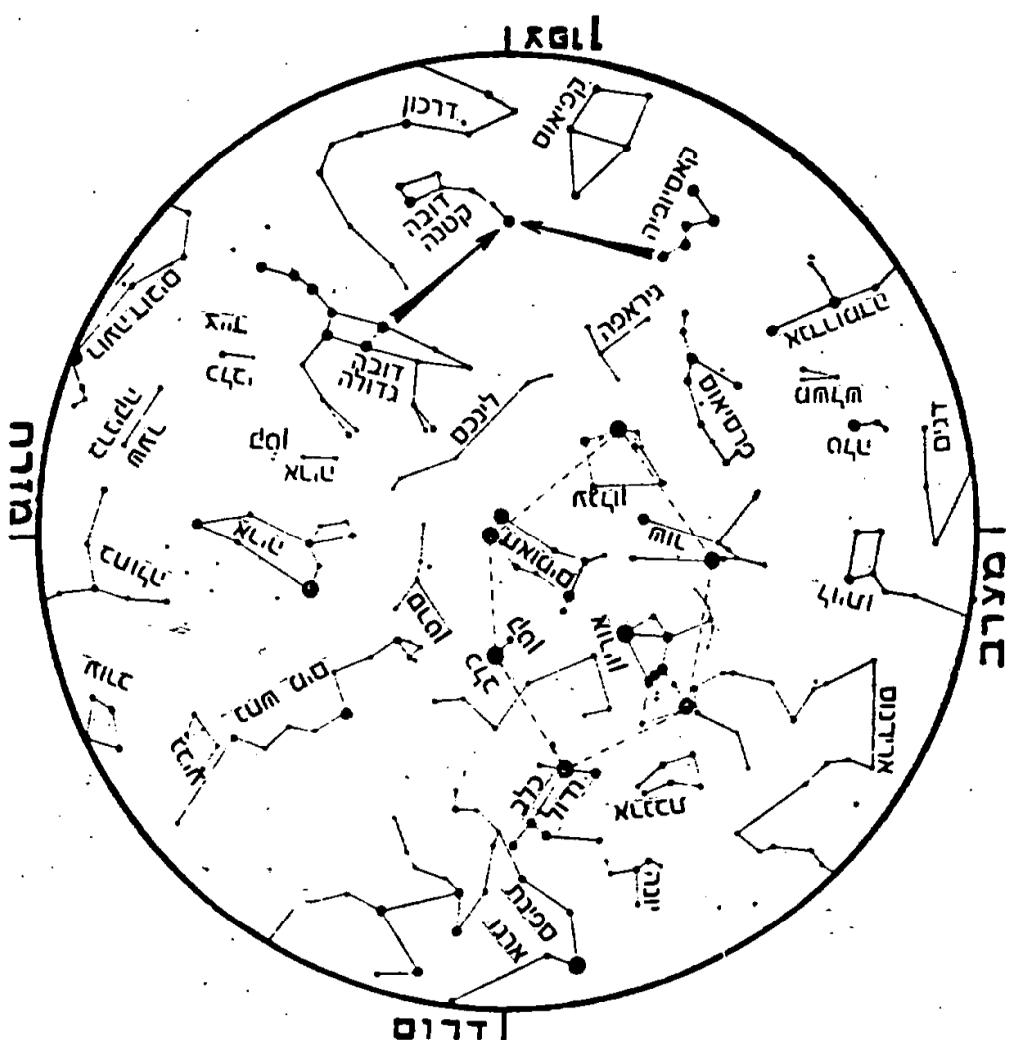
מפות הכוכבים הנוכחות מתייחסות, בחלקה, לשנת מדידה 1950. עתה, לאחר כמעט 25 שנה, ישנס ב恰恰ל שינויים במקומות של הכוכבים. לנבי כוכבים מסוימים עלול השינוי להתבטא בדרךacha אחיה לפחות.

השינוי של בק"א של הכוכב Vega, לדוגמא, הם (יחסית למפה משנת 1950) :

בעליה ישרה: 82.0 דקוט.

בנטיה : 1.2 דקוט-קשה,

מפת שמי הערב ב- 15 בפברואר ב- 22.00



מזרח וממערב מסוימים הופיע מן המקביל, היות ואנו צופים על השמים מלמטה. את המפה יש להחזיק מעל הראש כאשר קו צפון-דרום מתאים. קל לזהות לפי כוכב הצפון.

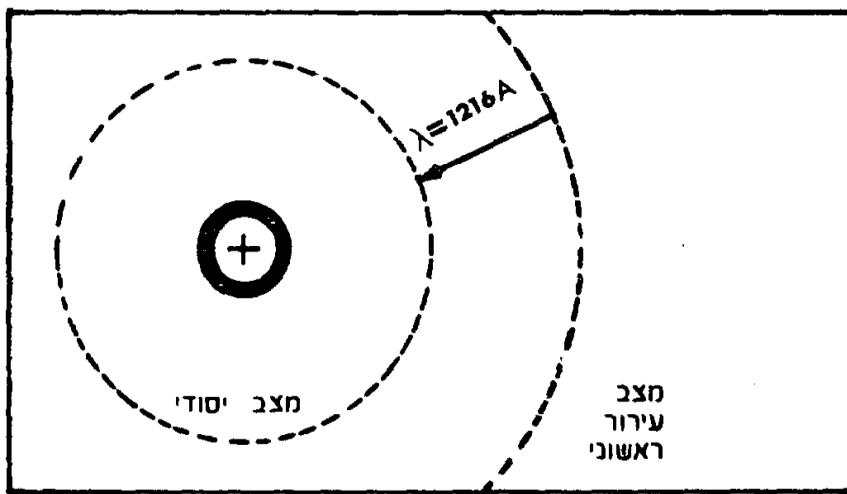
פרק שלישי (המשך) המימן ג. ספקטרום של אטום המימן

כתב: ד. גבאי

פרק שלישי (המשך)

ג. ספקטרום של אטום המימן

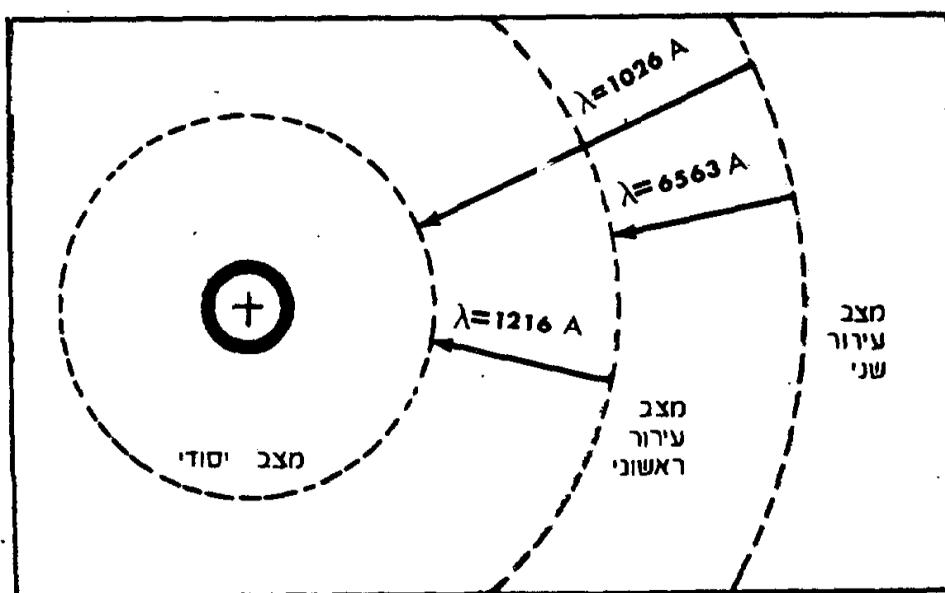
כאשר באטום המימן מתרחש מעבר אלקטרוני מצב מעורר ראשון למצב יסודי, נפלט פוטון באורך גל של $\lambda = 1216 \text{ Å}$. אורך גל זה מצוי עמוק בתחום האולטרה סגול.



ציור 3. ג. 1.

מעבר אטום מימן מצב מעורר ראשון למצב יסודי המלווה בפליטה פוטון.

פוטון זה יהיה הראשון שירופיע אם גאז מימן יחוות ויבחן ע"י ספקטרוסקופ. אם נחמס את המימן לטמף, גבואה יותר או נעורר את אטומי המימן בדרך אחרת (לדוגמה, ע"י מעבר של חלקיק טוון דרך הגаз) חלק מאטומי המימן ימצאו במצב עירור שני. אטום מימן המצויה במצב עירור שני יכול לחזור למצב יסודי בשתי דרכים: לעבור ישירות למצב יסודי – דבר שלילוה בפליטה פוטון באורך גל של $\lambda = 1026 \text{ Å}$, או לעבור תחילת למצב עירור ראשון ו熬בך למצב יסודי. במסלול זה יפלטו שני פוטונים, האחד בתחום הויזואלי באורך גל של $\lambda = 6563 \text{ Å}$ והשני הפוטון שכבר הוזכר באורך גל של $\lambda = 1216 \text{ Å}$.



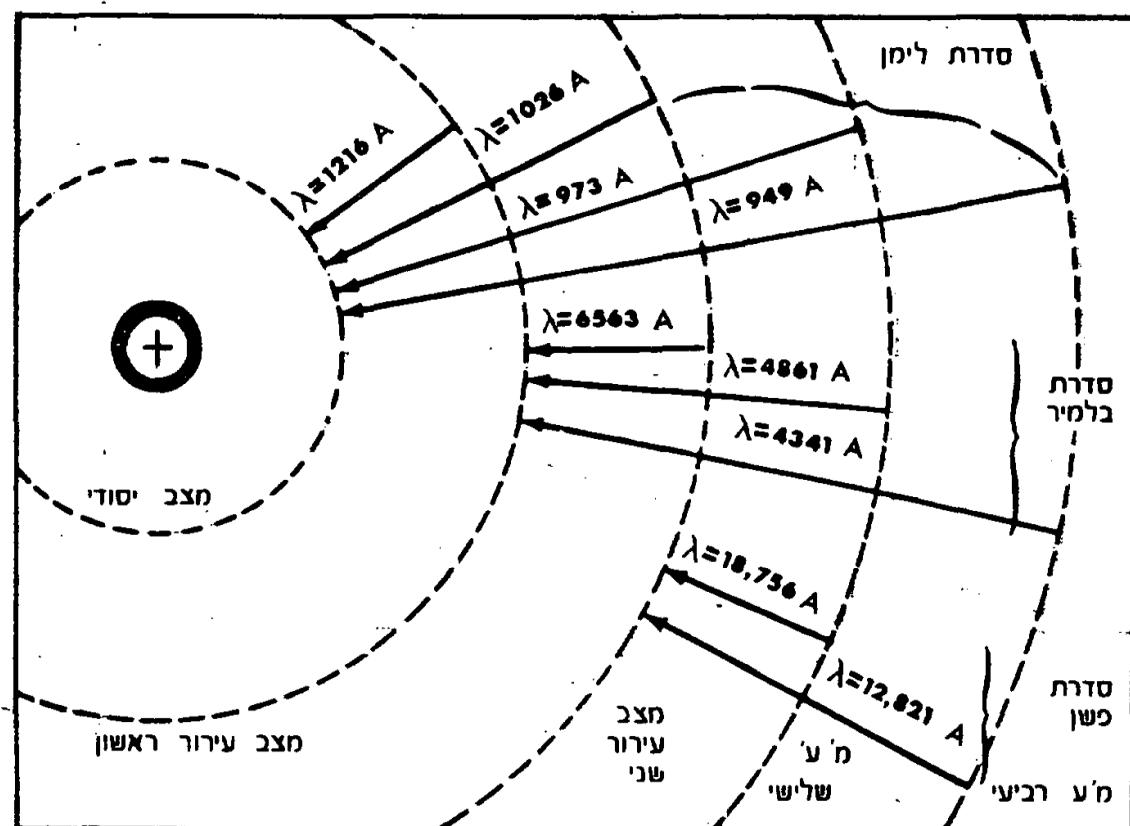
ציור 3. ג. 2.

מעבר אטום מימן מצב עירור שני למצב עירור ראשון ולמצב יסודי.

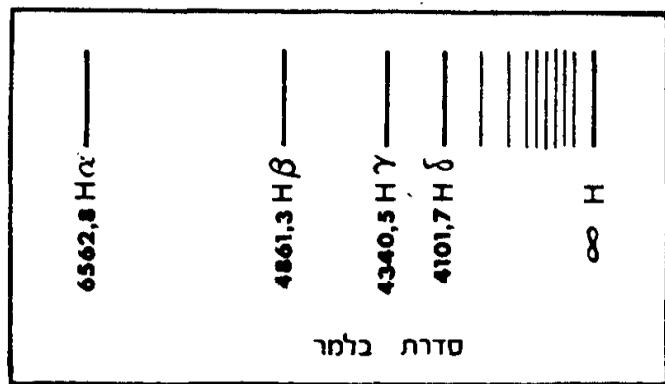
כמובן, הסכום האנרגטי של שני הפוטונים בעלי אורך גל $\lambda = 3656 \text{ Å}$ ו- $\lambda = 1216 \text{ Å}$ שווה לאנרגיית הפטון בעל אורך גל $\lambda = 1026 \text{ Å}$. מכך מעריכים גבויים יותר גורמים במספר רב יותר של צירופי מעכרים למצב היסודי, ובהתאם לכך מתרבה ומסתבר מספר אורכי הגל בהם נפלטים הפוטונים. קיימת שיטה המסוגת את הקוים הספקטרליים הנוצרים ע' י גז מימן חם באופן הבא: הקבוצה הראשונה כוללת את כל הקוים הספקטרליים הנוצרים בתוצאה מעבר אלקטرون מצב מעורר כלשהו במשהו למצב יסודי. סידרה זאת שבה הקו הראשון מצוי באורך גל $\lambda = 1216 \text{ Å}$ ידועה בשם סידרת לימן (Lyman series). הקבוצה השנייה כוללת את כל הקוים הספקטרליים הנוצרים בתוצאה מעבר אטום מימן למצב עירור כלשהו למצב עירור ראשון.

הפטון הראשון בסידרה זאת הוא בעל אורך גל $\lambda = 1026 \text{ Å}$ וסידרה זאת ידועה בשם הסידרה של בלמר (Balmer series). הקבוצה השלישייה כוללת את כל הפוטונים הנפלטים בתוצאה מעבר אטום מימן המצוי במצב עירור גבוה ממצב עירור שני - למצב עירור שני. הפטון הראשון מקבוצה זאת הוא בעל אורך גל $\lambda = 6563 \text{ Å}$ וסידרה זאת ידועה בשם סידרת פשין (Paschen series) לפיה אותו עיקרון אפשר להגדיר את הקבוצות הבאות. עירור ג'. ג'. ג. מדגים את 3 הסידרות הראשונות.

ציור 3 ג'. ג. ג'. ייצירת סידרות לימן, בלמר ופשין באטום המימן.



הציור הבא מדגים את 12 הקוים הספקטרליים הראשוניים של סידרת בלמר.



ציור 3. ג'. 4.

סידרת בلمר

סדרת בلمר

העובדת שקיימים ספקטרליים מייצגים מעבר אטומי מסוים למצב אטומי אחר נושא לראשונה ע' י הפיזיקאי הדני נילס בור (Niels Bohr) בתחלית המאה הנוכחית. מאז נעשתה עבודה רבה במדידה זההוי קווים ספקטרליים של יסודות, יונקים ומולקולות - שהרי כל קו ספקטרלי הינו בבחינה "טביעה עצבע של החומר אותו הוא מייצג".

ד' ספקטרום פליטה וספקטרום בליעה

אוסף הקווים הספקטרליים הנוצרים ע"י פוטונים הנפלטים מאטום העובר מצב עירור אחד למצב עירור נמוך יותר (או מצב יסודי) נקרא בשם ספקטרום פליטה (emission spectrum).

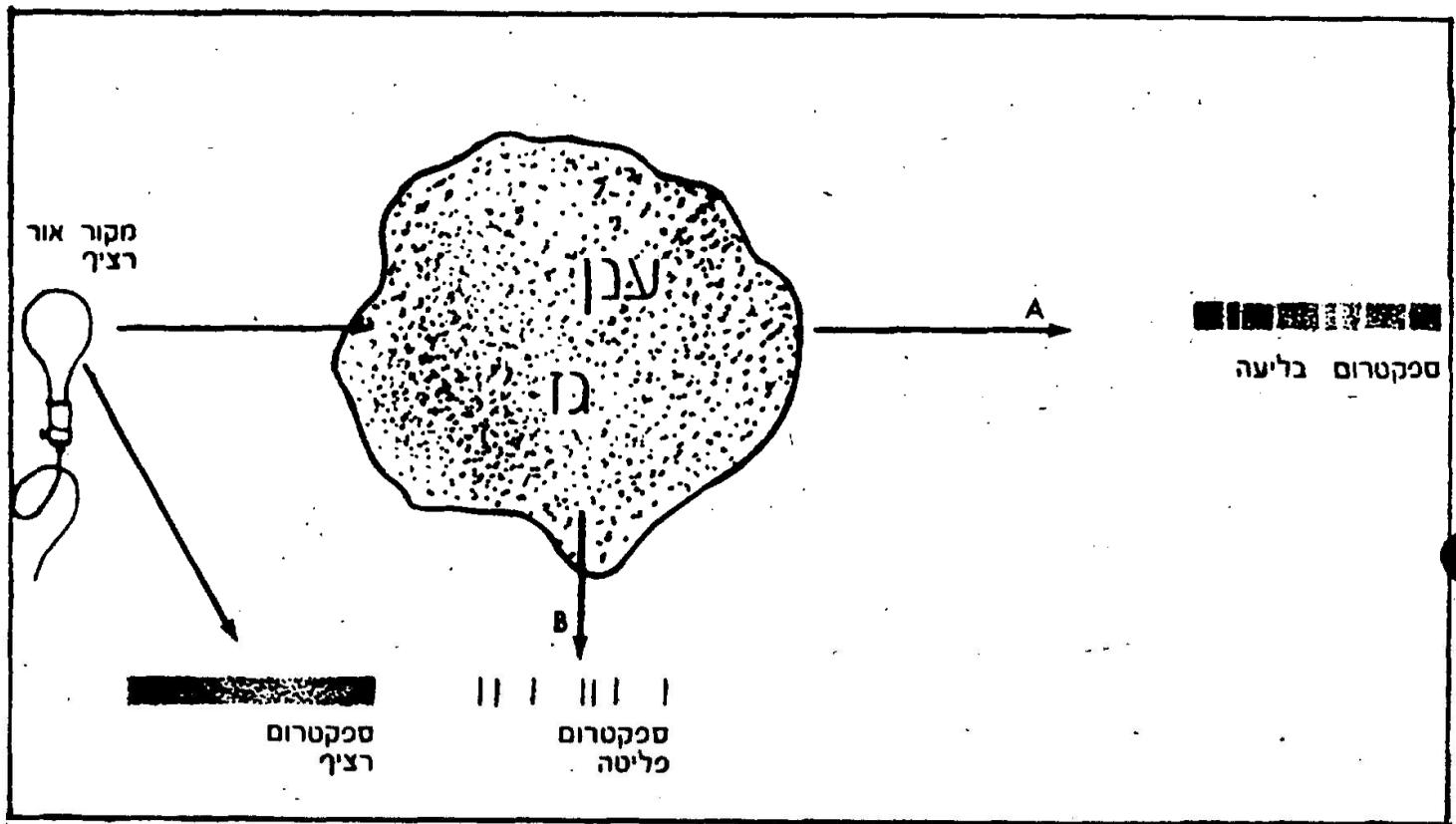
נניח כי מצוי מקור אנרגיה הפולט פוטונים בכל אורך הגל הויזואלי, לדוגמה - נורת טונגסטן. אם האור הניפלט ממנורת הטונגסטן יבחן ע' י ספקטרו-סקופ אנו נראה רצף שלם של אור בכל הצבעים. ספקטרום זה נקרא בשם ספקטרום רציף (continuous spectrum). עתה נזיב מיכל זכוכית ובו גاز בלתי ידוע, בין נורת הטונגסטן לבין הספקטרוסקופ, באופן שהאור מן הנורה העושה-דרכו אל הספקטרוסקופ יעבור דרך הגاز.

האור הנפלט מנורת הטונגסטן מכיל פוטונים בכל אורך הגל ובניהם גם באלה השווים בבדיקה להפרש האנרגיות בין מצב יסודי לכמה מצבים מעוררים של אטומי הגаз המצוי במיכל. פוטונים אלה עשויים להבלע ע' י אטומי הגаз (שייעברו למצב מעורר בהתאם) לבן לאיגעון אל הספקטרוסקופ. רצף הספקטרום שיתגלה ע"י הספקטרוסקופ יקטע באותו אורך גל שנקלטו ע"י הגז המזוי במיכל. ספקטרום זה נקרא בשם ספקטרום בליעה (absorption spectrum).

תיקון טעויות

בחוברת הקודמת נפלט מספר טעויות.

- א' - שתי השורות האחרוניות בעמוד 6 צריכות להופיע בחתימת עמוד 8.
- ב' - השורה האחונה של סעיף א' בעמוד 8 צריכה להיות: האטום טוון מטען חשמלי חיובי.
- ג' - העיור בעמוד 8 הוא ציור 3.א. 1. ולא 3.ג. 1.



ציור 3 ד'. 1.

יצירת ספקטרום בלילעה מספקטרום רציף.

אם נחמס עתה את הנזץ המצווי במיכל לטמף מספיק גבואה, יתקבל ממנו ספקטרום פליטה באוותם אורכי גל שהופיעו קווי הבלילעה במרקחה הקודם (ראה ציור 3 ד'. 1.) את הנזץ המצווי במיכל נובל זההות ע' י מדידת אורכי הגל של

קווי הבלילעה (או הפליטה) שגרם להם הנזץ - ובדיקה בטבלאות מתאימות מה היסודות הבולטים (או פולטימ) פוטוניים באורכי גל אלה. טבלאות אלה הוכנו

בעובדה במרוצת השנים ובמה מקוטלנים הקוים הספקטרליים עד לדיווק של

אנגנסטרם ובמרקרים מסוימים עד לדיווק של עשר אלף האננסטרמים. באותה דרך

מצהים את היסודות המצוויים באטמוספרת הכוכבים. פניהם הכוכב פולט ספקטרום רציף.

האטומיים המצוויים באטמוספרת הכוכב קולטים את הפוטוניים המתאים כדי לעبور לנצח מעורר. בספקטרום הבלילעה המתקבל מן הכוכב חסרים הקוים הספקטרליים שנבלעו ע'י האטומיים (או המולקולות, היוניים) המצוויים באטמוספרת הכוכב.

כפי שנראה בהמשך הפרק, ספקטרום הכוכבים מספק אינפורמציה רבה יותר רחבה מאשר האטומיים המצוויים בכוכב, אבל תחילה נדריש שהספקטרום של

הכוכבים כפי שהוא מתקבל במצפוי הכוכבים, אינו זהה ברוב המקדים לש愧טרום שנפלט מן הכוכב. ראשית, מכיוון שהמדיום המפריד בנינו בין הכוכב (קרי,

חומר בין כוכבי, אטמוספרה כה') מוסיף קווי בלילעה משלו. שנית, מכיוון

שקיים מהירות יחסית בנינו (הצופים) לבין האובייקט השמיימי (מקור האנרגיה) וכתוצאה מכך נוצרת הסחה באורכי הגל, כפי שהם נקלטים. תופעה זאת

מוסברת ע'י אפקט דופלר, נושא הסעיף הבא.

קבוצת החודש

מאת: א. אופיר

תאומים

קו ישר העובר מ- ३ אל א דובה גדולה ונמשך הלאה למרחק דומה מגיע קרוב אל כוכב בהיר הנקרא קסטור שהוא א תאומים. שני הכוכבים הבاهירים קסטור ופולוקס היו ידועים בתאומים עד בתקופה קדומה. הערבים התיחסו אליהם כאלו תאומים.

המיתולוגיה מקשרת את התאומים עם קבוצת ההפתקנים הידועה כארגונואוטים, שהפליגו עמו יzon כדי להשיג את גיזת הזהב. קסטור ופולוקס היו אמורים להיות בניהם של יוփיטר ולידה. קסטור העטינן בניהול סוסים בעוד שפולוקס היה מפורסם בחיליל ובמחאהגרף. כאשר הסתערו החילילים הרומיים על אויביהם בקרב הם סברו שקסטור ופולוקס מובילים אותם לנצחון.

קבוצת כוכבים זו מאופיינת עי שתי שורות כוכבים מקבילות כאשר השורה הצפונית נמצחת לביוון קבוצה שלוש והשורה הדרומית לביון קבוצה כסיל. מושלש שווה שוקיים נוצר על ידי הכוכבים: קסטור בתאומים, אלדרן בשור וקפלה בעגלון.

בקרכת הכוכב θ תאומים נחלה כוכב חדש עי אנבו ב- २१ במרץ १९१२, כוכב זה הגיע לבاهירות מסוימת בגודל ५.३ וכיוום הוא כוכב חיוור בגודל ३.१. ניתן לצפות היטב בתאומים מתחילה ינואר כאשר בשעות הערב המוקדמות הקבוצה נראית בזרחה ועד תחילת יוני כשהיא נראית במערב.

אלו המזויידים במשקפת שדה או תיאטרון יכולים לצפות צביר הכוכבים מ- ३५. הכוכב γ תאומים מעניקן מבחינה הסטורית משום שבקרבתו נתגלה עי סר וויליאם הרשל ב- १८७१ כוכב הלכת אורנוס. עניין דומה יש בכוכב δ תאומים שבקרבתו צולם פלוטו.

כוכבים הבולטים בקבוצה זו הם:

α תאומים, קסטור - מערכת מורכבת של כוכבים, מאיר כמו כוכב בגודל ५.८ ובטלסקופ קטן אפשר להזיהות שותף בגודל ६.२ לשני הכוכבים יש צבע כחלחל האופייני לקבוצה ספקטרלית २ A ६ אליה הם שייכים. בטלסקופ משוכלל ניתן להזיהות שותף נוסף בגודל ६, שלשות מקיפים את מרכז המסה המשותף שלהם אחת ל- ३८० שנה. מחקרים ספקטרוסקופיים הראו שלכל אחד משלושת הכוכבים אלה ישנו שותף שדי קשה להזיהותו אך שבמציאות זו מערכת של שישה כוכבים מרוחקים מאיתנו ४५ שנות אור.

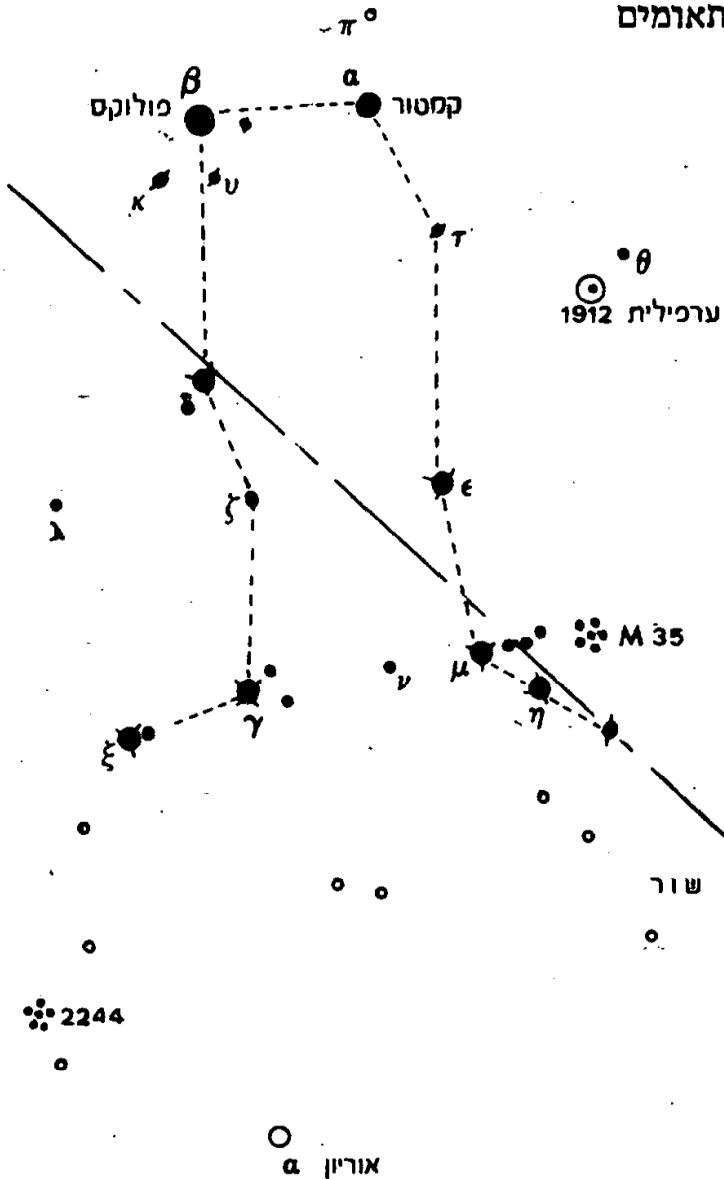
β תאומים, פולוקס - זהו כוכב ענק מקבוצה ספקטרלית ५ A ובעל טמפרטורה של K⁰ 4500 על פניו, מרוחק מאיתנו ४५ שנות אור. גודל נראה १.२१ וגודל מוחלט १.५.

γ תאומים, אלנה - נקרא גם שומר הפליאדים, כוכב זה שייך לקבוצה ספקטרלית ५ A ומרוחק מאיתנו ४४ שנות אור: גודל נראה १.९३ וגודל מוחלט ०.१.

δ תאומים, מבסוטה - זהו כוכב בגודל ५.३ אשר למרחק १० פרסק היה זה והוא גדול פי כמה מזה של סיירוס (כלב גדול) מרוחק מאיתנו ११०० שנות אור, במציאות הוא על-ענק מקבוצה ספקטרלית ८ G.

מ- ३- זהו צביר כוכבים פתוחיפה מאוד, ניתן לצפות בו בעזרת משקפת שדה או משקפת תיאטרון. כאשר צופים בו דרך טלסקופ גדול נראהים בחלק הפנימי של שדה הראייה כוכבים רבים בגודל הנע מ- ८ ל- १२.

תאומים



פולסרים וחורים שחורים כתב: יגאל פתאל

לאחר שהומצא הרדיו טלסקופ הראשון בידי קארל יאנסקי ולאחר שיכללו החל האדם לצפות בחלל בתחום הרדיו. כידוע מסנתה האטמוספריה את רוב הספקטרום האלקטרו - מגנטוי המגיע מן החלל ונוחנת רק לגלי האור והרדיו ומעט מגלי האולטרה סגול אפשרות להגעה לפני האדמה. עד מהרה מופיע פניו של השם במפורת השונות מהיפות שאנו רגילים לראות. מפות אלו ציינו את מקומות של מקורות הרדיו בשם. הגופים הראשונים שמופיעו ושקרינה הרדיו שלהם גבואה מן הרגיל היו: מרכז הגלקסיה שלנו, המשמש שכחימה משגרים אלינו קרינה רדיו עצומה, וכוכב הלכת צדק. לאחר מכן ניכלו מקורות נוספים בחלל הבין - כוכבי בגלקסיה שלנו. הרדיו אסטרונומיים מייננו את המקורות האלה לפי מקומות המצאים ועפ"י רוב לפי קבועות הכוכבים בהם הם נמצאים. כמו כן ציינו את עצמתם ע"י אותן לטיניות בסדר יורדי, למשל בתולה A שור A וככדימה היו מקורות הרדיו החזקים ביותר בקבוצות הנ"ל. אחד מקורות אלה, שור A, הוא מקור רדיו משתרע על שטח רחב יחסית וקרינהו חזקה מאוד. כאשר כוונו למקורadio זה הטלסקופים האופטיים הגדולים עפתחו לאסטרונומיים הפתעה: התברר

שםקור רדיו זה הוא ערפילית הسرطان. (Crab Nebula) ערפיליה זו הייתה ידועה עוד בסוף המאה ה-18 כ-41 M_v. אך המעניין ביותר והמשמעותי ביותר הוא ההיסטוריה של ערפילית זו. עוד בשנת 1054 בתאריך 4.7.1054 דוחו הסינים על הופעת כוכב חדש. כוכב זה, לפי הדוחות הללו, בהירותו עלה על זו של נוגה והוא נראה אף לאור היום. כיוון מקובל לקרוא לסוג זה של כוכבים בשם סופר נובה. הצפיפות מאוחרות יותר גלו במקומו של כוכב זה

ערפילית הולכת ומתחפשת במהלך 1000 שנים לשניה. ערפילית הسرطان העלתה שאלות שהציקו מודר לאסטרונומים שחקרו תופעה זו: מה מייחד את ערפילית הسرطان? הרי מאז 1054 נילו עוד סופר נובה ואף אחת לא השאירה מזכרת מרשימהazzo של ערפילית הسرطان. מדוע ערפילית זו שולחת אלינו אנרגיה עצומה המתחבطة בקרינה רדיואנרגיה. שאלות אלו גררו את השאלה העיקרי - מה הכוח המנייע של ערפילית זו? התשובה לכך ניתנה במקורה בשנת 1961. אסטרונומים שעסקו במיצג קליטת רדיו מיצורים אינטלייגנטים בחלל, קלט פולסים (פעימות) רדיו במחזוריות ובדריוק של מיליוןית השנייה בין מחזור למחרזר. השמחה שאוזה במתכני מבע זה, ואשר חשבו שמבצעם הצליח ואכן גילו יצורים חיים בחלל, נחבדה עם גילוי עוד פולסים נוספים ומדענים הניחו שallow הם גרמי שמים עצמאים. עתה נזכרו כולם במקור הרדיו שנע A שהתחנה בדומה להתחנות מקורות רדיו אלו. הטלקופים הנדולים כונו לעבר ערפילית הسرطان ואכן נתגלה שם פולסאר קטן שכונס לכל היה כוכב משנה בעל מחזוריות של 3 תנודות בשניה! כמובן שהציקה עתה לאסטרונומים שאלת חדשה: מהו פולסאר ומדוע מתנהג גרים שמים קטן כל כך בעוראה שהוא מתנהג? ניתנו מיד מס' רב של תשובות אך ההשערה ההגונית ביתר פותחה עם גילוי הסיבות להתחנות ננסים לבנים. השערה זו מבוססת על הדעה שכוכב מסוים אהינו לבן או אדום. הכוכב נמצא בשיא פריחתו כשהמין שלו הופך להליזום. כוחות החץ כלפי חוץ שגורמת הטפרטוריה הגבוהה של הגרעין, מאזורים את כוחות המשיכה של הכוכב השוואפים לדוחסו פנימה. אך לאחר שמלאי המין מתדלדל מתחילה ההליזום לבוער וליצור יסודות רבדיים בגון פחמן חמוץ וניאון. יסודות אלו יוצרים אף הם יסודות כבדים בגון מגנזיום, אלומיניום, צורן, גופרית, ניקל ואבץ, ככל פעם גדרה הטפרטו וו וווער-יבנה והויזוניות נדחפת כלפי חוץ והכוכב הופך בהתאם למסתו לענק אדום או לעל-ענק. אך בשוער הברזל הוא מתרפרק ליסודות קליטים יותר והתרפרקתו זו צורכת אנרגיה רבה מן הכוכב. ותהליכי זה גורם לכוכב המשיכה להשפיע יותר ולהקטין את מדדי הכוכב, ולהחזירו אל הסידרה הראשית. ההליזום שבו מתחילשוב לבוער אולם חומרה הדלק שלו כלים בהדרגה. הכוכב בנוי כולה מאפר גרעיני שאינו מסוגל לעبور עתה ריאקציות של ריתוך המספיקות כדי להדוף את קליפת הכוכב. הכוכב מתכווץ והופך לננס לבן שמדו כמדי כוכב לככת ממוצע וצפיפותו רבה פי 50,000 מצפיפות המשמש. עתה חלוי המשך הסיפור במסתו של הכוכב:

אם מסתו של הכוכב קטנה מ-5.1 פעם מסת השמש, לכוכב טיכויים רבים לגמור את חייו לבן. כמו כן עלולים כוכבים בעלי מטה נמוכה מאוד לסיסים את חייהם עוד בסידרה הראשית בננסים אדומיים. נזוזר עתה לננס הלבן. כמשמעותו היא בערך הקטן מ-5.1. פעם מסת השמש, הרי האטומים שבו קרובים זה לזה מאשר אי פעם, והם מתנגשים בינם והתהומות נעצרת. אך אם מסתו גודלה מ-5.1 מסות שמש הרי שכוח הגרוויטציה שלו גדול מאד שהרי ישנו יחס ישיר בין המסה לכוכב המשיכה של הגוף וככל שגוף מסיבי יותר הגרוויטציה שלו רבה יותר. הכוכב נדחס יותר לתוך עצמו והڌחיסה הרבה יותר חום רב שמדליק את החומרים המעתים הקשרים לבURAה גרעינית. התפוצצות פתאומית זו נקראת סופר נובה והיא הופכת לחלל את הפלסמה (חומר במאובן מيونן) ומשאייה רק את הגרעין החשוב. בין אם קיימת בשלב זה סופר נובה ובין אם לאו הכוכב ממשיך להידחס.

יום השמים

כתב: מצגר יעקב

	חָרְפַּעַת	שָׁעָה	יֹם
		h m	
	התכשות הכוכב 1954 (Z.C) גודל 9.7 גיל הירח d 20.6 חלק מואר 62%	2 50.9	2
	התגלות הכוכב הנ"ל.	2 57.3	
	אורנוס 4° צפונית לירח.	14	
	התגלות הכוכב 2081 (Z.C.) גודל 1.8 גיל הירח d 21.6 חלק מואר 51%	2 40.7	3
	רביע אחרון של הירח.	8	
147B.	LIBRAE/ (Z.C) 2212 גודל 1.6 גיל הירח d 22.7 חלק מואר 40%	4 27.0	4
	ירחי צדק ערוכים ממזרח לכוכב 4-3-2-1	2	5
	התגלות הכוכב 2362 (Z.C) גודל 0.6 גיל הירח d 23.7 חלק מואר 30%	4 48.8	
	נפטון 1° צפונית לירח.	12	
14	h 1m 53.7 s	אורנוס קבוע. עליה ישירה נתיה: " 04.63 11°49'	6
	מאדים 4° דרוםית לירח.	1	8
	כוכב חמה בהצמדות תחתונה	11	
	مولיך הירח.	7	11
	ירח אפוגיאום.	6	12
	נגה 7° דרוםית לירח.	17	13
	צדק 6° דרוםית לירח.	2	14
	ירחי צדק ערוכים ממערבו 1-2-3-4	2	15
	התכשות כוכב 3 (Z.C) גודל 3.7 גיל הירח d 6.3 חלק מואר 35%	19 47.5	17
	נגה 2° 0 דרוםית. לצדק.	21	
	אסטרואיד PALLAS בהצמדות לשמש.	17	18
	רביע ראשון של הירח.	10	19
	התכשות כוכב 6 (Z.C) 3 5 גודל 5.4 גיל הירח d 8.5 חלק מואר: .56%	22 7.8	
	התכשות כוכב 6 (Z.C) 219 גודל 6.9 גיל הירח 8.6 חלק מואר .57%	23 9.9	

תֹּפְעָה	שָׁעָה	יֹם
	h m	
התכשות כוכב 646 (Z.C) גודל 1.6 גיל הירח $d^h 8.6$ חלק מואר 57%.	23 52.1	19
התכשות כוכב 651 (Z.C) גודל 1.9 גיל הירח $d^h 8.7$ חלק מואר 57%.	0 4.5	20
מרקורי קבוע - עליה ישירה: $-15^0 27' 20''$ נטיה: $"06^m 42''$	10	
ירחי צדק ערכאים ממערב בסדר 1-2-3-4.	14	
התכשות-כוכב 791 (Z.C) גודל 1.6 חלק מואר 67%.	23 2.0	
התגלות הכוכב הנ"ל.	23 14.7	
התכשות כוכב 935 (Z.C) גודל 1.9 חלק מואר 76%.	18 21.5	21
התכשות כוכב 957 (Z.C) גודל 1.8 חלק מואר 77%.	22 2.6	
שבתאי $^0 3$ צפונית לירח.	13	23
התכשות הכוכב 1101 (Z.C) גודל 1.7 $d^h 11.6$ חלק מואר 86%.	20 7.2	
התכשות כוכב 1257 (Z.C) גודל 1.5 $d^h 12.7$ חלק מואר 94%.	0 39.7	23
ירח בפריגיאום.	0	25
ירח מלא.	3	26
התכשות כוכב 1885 (Z.C) גודל 1.4 $d^h 17.7$ חלק מואר 87%.	22 28.0	28

כּוֹבַבִּי לְכָת

שם השקרעה	זווית גובה 0°, 1°, 11°	עוצמת זווית 0°, מוגבהת 0°	מראחק מהארץ ק"מ, פארה	ט"ר בחרוט 0°, 1°, 11°	נתיחה עליה ישירה בחרוט h m sec	קבוצה א. ב. ג. ה. ח. ג. ה. ח. ג. ה.	כוכב מוקורי, כוכב (חמה)
17 ; 49	46 56 29	12 : 14 : 21	6 : 39 8	0.68312 0.75 9.78 +1.9 -10 59 19.2 21 35 51.4	דלי 5		
16 ; 21	43 55 46	10 : 54 : 14	5 : 27 347	0.66919 0.11 9.98 +1.7 -14 00 02.5 20 54 14.3	דלי 15		
15 ; 36	41 40 58	10 : 14 : 50	4 : 54 335	0.80088 0.38 8.39 +0.6 -16 14 50.2 20 51 52.6	דלי 25		
18 ; 57	47 39 46	13 : 20 : 49	7 : 45 22	0.54445 0.93 10.90 -3.4 -10 16 01.8 22 37 44.6	דלי 5		
19 ; 17	25 36 13	13 : 27 : 22	7 : 37 24	1.50637 0.92 11.16 -3.4 -5 19 35.5 23 23 47.5	דלו 15		
19 ; 35	57 46 34	13 : 32 : 55	7 : 31 25	1.46411 0.90 11.48 -3.4 -0 09 14.8 0 08 48.5	דנים 25		
14 ; 26	34 27 23	9 : 25 : 50	4 : 26 324	2.15770 4.34 +1.6 -23 28 25.0 18 55 17.6	קש 8		
14 ; 20	35 40 19	9 : 15 : 34	4 : 12 320	2.07761 4.5 +1.5 -22 15 29.3 19 40 13.7	קש 22 (מדרים)		
19 ; 48	53 18 32	13 : 57 : 11	8 : 06 33	5.76817 31.86 -1.7 -4 37 16.3 23 28 12.3	דלי 8		
19 ; 08	54 35 25	13 : 13 : 54	7 : 20 21	5.86901 31.36 -1.6 -3 20 23.1 23 40 0.3	דלי 22 (עדך)		
4 ; 26	80 24 44	21 : 23 : 24	14 : 20 145	8.21076 18.16 -0.1 +22 28 55.6 6 56 21.7	טאורים 8 (שבתאי)		
3 ; 30	80 30 22	20 : 25 : 33	13 : 22 130	8.36976 17.82 0.0 +22 34 34.3 6 53 27.8	טאומים 22		
9 ; 37	46 07 40	4 : 04 : 16	22 : 31 247	18.05443 3.80 +5.7 -11 48 7.56 14 01 45.5	אורוּט 15		
11 ; 51	37 17 17	6 : 43 : 13	1 : 35 286	30.55720 2.40 +7.7 -20 38 31.4 16 41 7.1	עקרוב 15		
11 ; 35	69 56 10	5 : 02 : 2	22 : 29 225	30.53521 -14 +12 00 22.7 12 59 35.0	פלוּטוּס 16		

ברוח

שקייטה	0	נובה	"	צטנרטה	זורתה	קורלנווֹסְטַנְגֶרְ	קלונּוֹרְסְטָנְגֶרְ	גִּילְגָּלְטָןְ	בִּינְגְּסְטָןְ	טְבִּיאָה	עֲלֵיהַ יְשָׁרָה	קִדְרָעָה	הָאַרְיָה	
שקייטה	0	נובה	"	צטנרטה	זורתה	0	0	0	0	11	הַבָּיִת	נַחַשְׁתִּים	4	
11 : 38	38	15	6	6 ; 24	21 ; 07	181.4	0.42	22.6	15 31.35	-19	40	42	15 19 17.7	
17 : 51	47	4	30	12 ; 01	6 ; 16	266.7	0.00	29.6	14 42.48	-10	51	18	21 16 46.8	1. 6. 1 11
0 : 16	77	52	00	18 ; 00	10 ; 49	4.2	0.47	7.8	15 24.13	+19	56	12	3 29 2.4	1. 11 19
6 : 05	63	3	00	24 ; 39	18 ; 26	89.2	1.00	14.8	16 45.49	+ 5	7	12	10 19 0.0	הָאַרְיָה 2.0

אטיטוואידים

טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה
שקייטה	0	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה	טבורה
20 ; 09	48	55	12	14 ; 29 ; 00	8 ; 49	8.3	3.64217	-9	00 34	23 58	31.1	הַלִּי	8	טְרָטָה
19 ; 49	50	28	27	14 ; 05 ; 27	8 ; 21	8.6	3.71151	-7	27 21	0 10	23.3	הַלִּי	17	
18 ; 04	56	57	12	12 ; 04 ; 30	6 ; 04	10.3	4.30045	-0	58 36	21 33	45.0	הַלִּי	8	טְלָטָה
17 ; 42	57	24	22	11 ; 40 ; 51	5 ; 40	10.3	4.30618	-0	31 26	21 45	32.7	הַלִּי	17	
21 ; 16	55	14	10	15 ; 20 ; 18	9 ; 24	8.9	2.46439	-2	41 38	0 49	29.0	לְגִימָם	8	טְבִּעָן
21 ; 03	56	52	46	15 ; 02 ; 38	9 ; 03	9.1	2.53071	-1	3 2	1 7	14.3	לְגִימָם	17	
15 ; 42	36	46	15	10 ; 34 ; 50	5 ; 28	7.7	3.09200	-20	59 33	20 3	19.0	לְגִימָם	8	
15 ; 29	37	42	28	10 ; 19 ; 04	5 ; 09	7.7	3.05649	-20	13 20	20 23	3.8	לְגִימָם	17	

שְׂכָש

מְרוּחָק הָאַרְיָה	אַרְוֹן הָירּוֹם	שְׁקִיעָה אַרְוֹן הָירּוֹם	שְׁקִיעָה טְבָרָה	זְרִיחָה	זְרִיחָה	שָׁעָה בְּכֻבִּים גְּרִינִינִיןְ	הַבָּיִת	טְבִּיאָה	עֲלֵיהַ יְשָׁרָה	קִדְרָעָה	הָאַרְיָה		
טְבִּיאָה	קִדְרָעָה	טְבִּיאָה	קִדְרָעָה	טְבִּיאָה	קִדְרָעָה	טְבִּיאָה	קִדְרָעָה	טְבִּיאָה	קִדְרָעָה	טְבִּיאָה	קִדְרָעָה		
10.46m	17 ; 17	41 45 15	11 54 ; 03.5	6 ; 31	8 58	5.6	16 14.93	0.98589	-16 10 33.5	2 1 12m	2.78sec	73	5
10.59m	17 ; 25	44 37 40	11 54 ; 49	6 ; 26	9 33	34.6	16 15.36	0.98748	-13 18 8.0	2 1 h	4.7m 49.5sec	72	14
11.17m	17 ; 33	47 47 36	11 54 ; 13	6 ; 16	10 9	3.0	16 11.57	0.98931	-10 8 11.8	2 2 h	35.8sec	66	23