

# צבא השמים

כרך ו'

חוברת לימוד באסטרונומיה לבתי ספר

חלק א'

לאן הולכים כוכבי הלכת? (לכיתות ז'-ט')

ד"ר נ. וידאל

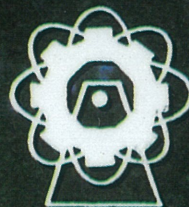
לשעבר אסטרונום בכיר במצפה הכוכבים המלכותי גריניץ', אנגליה  
אסטרונום במצפה הלאומי, אוסטרליה  
פרופסור אורח במרכז לאסטרופיזיקה באוניברסיטת הרוורד, ארה"ב  
פרופסור אורח באוניברסיטת וושינגטון, סיאטל, ארה"ב  
אסטרונום במצפה הכוכבים ע"ש וייז, מצפה רמון, ישראל

ד"ר נ. וידאל

# השמיים מספרים

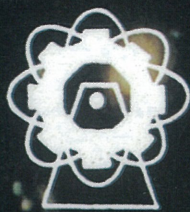
חלק 1

## לאן הולכים כוכבי הלכת?



תכנית אמ"ט

אסטרונומיה, מדעים וטכנולוגיה



## ממט"ן

המכון להוראת המדעים והטכנולוגיה  
רחוב בית וגן 81, ירושלים 96426

טלפון: 02-6424254 • פקס: 02-6430040



**תכנית אח"ט**  
(מסטרונומיה, מדעים וטכנולוגיה)

# לאן הולכים כוכבי הלכת?

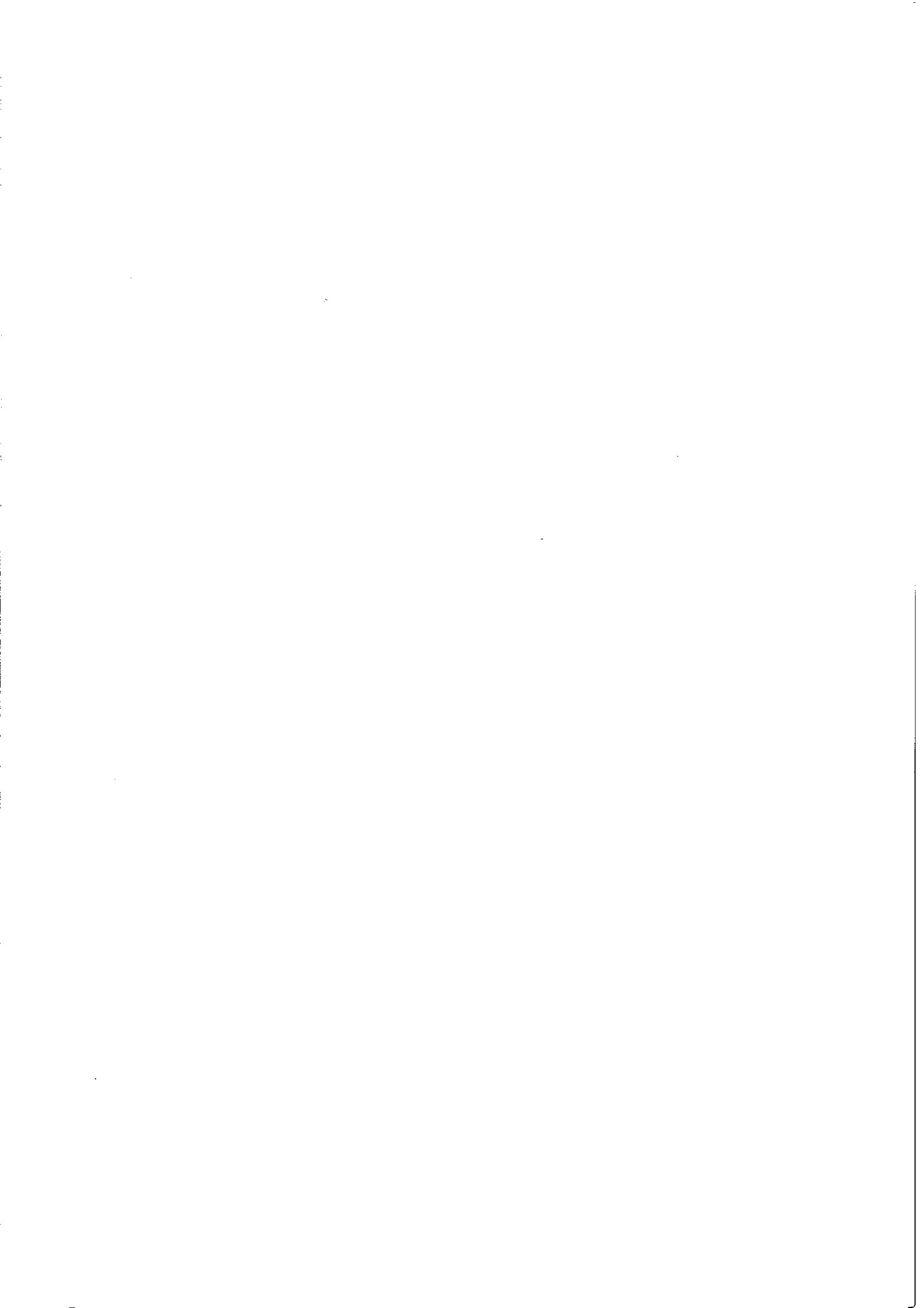
מהדורת ניסוי  
ד"ר נ. וידאל

(C)

כל הזכויות שמורות ל ממט"ן

ממט"ן

המכון להוראת מדעים וטכנולוגיה  
רח' בית וגן 81 ירושלים 96426  
טל: 02-6424254 פקס: 02-6430090

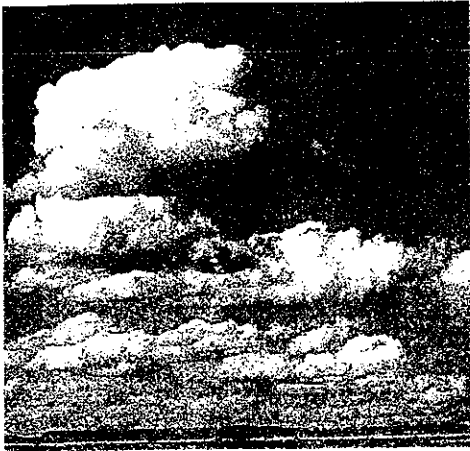


## מבוא

הקב"ה ברא את העולם כלו בשישה ימים, וביום השביעי שבת וינפש. ביום הראשון הוא ברא את האור, ביום השני- את הרקיע, ביום השלישי- את היבשה והצומח עליה, ביום הרביעי את השמש הירח והכוכבים, ביום החמישי- את החיות והעופות וביום השישי- את האדם, נזר הבריאה כולה.

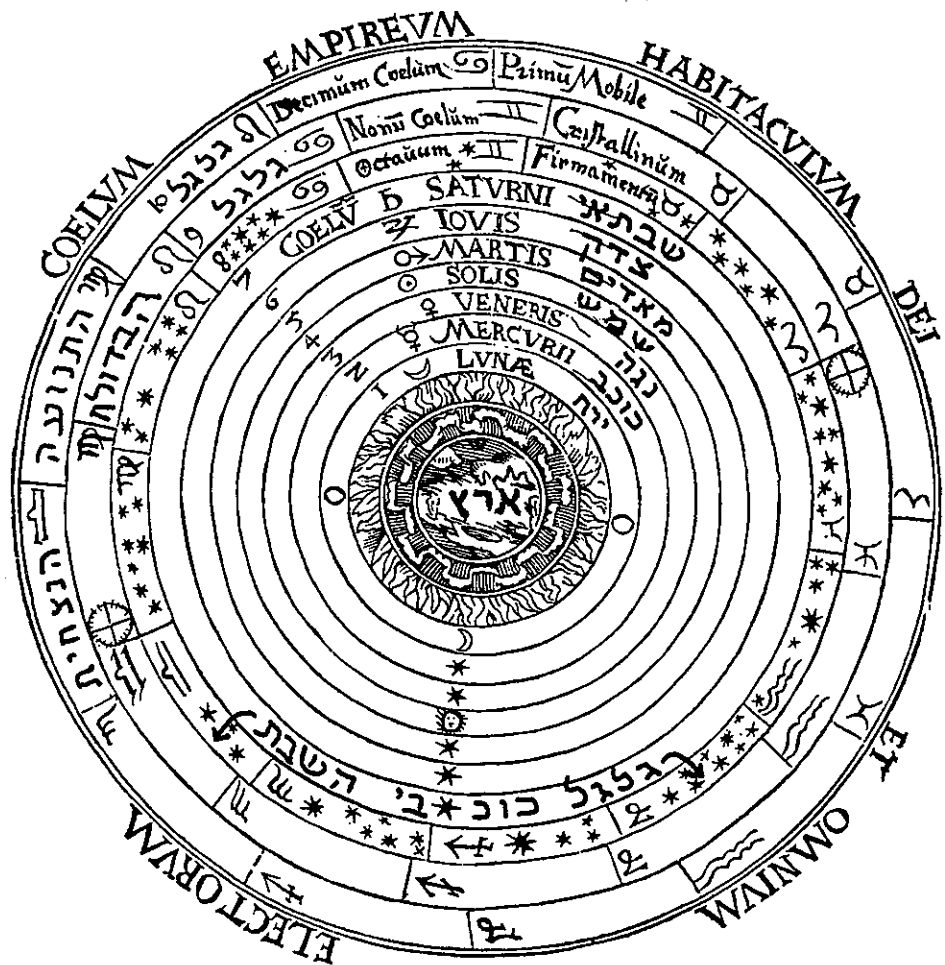
האדם נברא ביום שישי בשבוע, וזה היה יום ראש השנה הראשון בעולם. ובכדי לקבוע את העתים והזמנים הקב"ה ברא לפני כן ביום הרביעי (ביום כ"ח באלול) את גרמי השמים, ככתוב: "ויאמר אלקים יהי מאורות ברקיע השמים להבדיל בין היום ובין הלילה והיו לאתת ולמועדים ולימים ולשנים. והיו למאורות ברקיע השמים להאיר על הארץ ויהי כן". כך נבראו בתחילה שני המאורות הגדולים, דהיינו, השמש והירח בכדי לקבוע את הזמנים בעולם: ימים שבועות, שנים וכו'. אנחנו אמנם סופרים את השנים מראש השנה בגלל בריאת האדם אבל בריאת העולם החלה חמישה ימים קודם לכן ביום כ"ה באלול.

מספר המדרש (חולין ס.) כי בתחילה נבראו השמש והירח שניהם "גדולים". אבל בפסוק שלאחר מכן מתברר שאחד מהם נשאר "גדול" והשני נעשה "קטן", ככתוב: את המאור הגדול לממשלת היום ואת המאור הקטן לממשלת הלילה". מספר המדרש שאכן שניהם נבראו "גדולים" אלא שהלבנה קטרגה לפני הקב"ה ואמרה: רבונו של עולם אפשר לשני מלכים (אני והשמש) שישתמשו בכתר אחד (כלומר ששיהם חשובים באותה מידה)? ענה לה הקב"ה לכי ומעטי עצמך (על שבקשה הלבנה כביכול למשול לבדה). כך הפכה הלבנה "למאור הקטן". אבל, הקב"ה נתן לה בכל זאת "פיצוי" מסוים, הוא ברא עבורה את הכוכבים, שילוו אותה בכל לילה בשמים ככתוב (באותו פסוק לעיל): "ואת המאור הקטן לממשלת הלילה ואת הכוכבים". כך נבראו גם הכוכבים בכדי לפצות את הלבנה על שהפכה להיות כוכב קטן יותר.



מאז אותו יום רביעי שבו נבראו השמש והירח והכוכבים, הם סובבים כל אחד במסלולם שקבע להם הקב"ה. השמש נעה בכל יום ממזרח למערב לפי פקודת בוראה שהרי "שמש ידע מבואר". אבל השמש אינה נעה כגולם, אלא גם היא נשמעת להשגחתו של הבורא יתברך, ולמשל בימי יהושע בן נון היא נעצרה בשמים ככתוב "שמש בגבעון דם".

אם כי הקב"ה ברא את השמים ואת הארץ ונתן בהם חוקים אשר לפיהם ינועו, הרי לא הפקירם לאחר מכן כגלמים החוזרים על עצמם ללא סוף, אלא מדי פעם הוא מראה את השגחתו וגבורתו המיוחדת על כל אחד מברואיו על ידי שינוי בדרך שנתן להם בתחילה, להראות לכל באי עולם כי בכל דגע ורגע עומדת



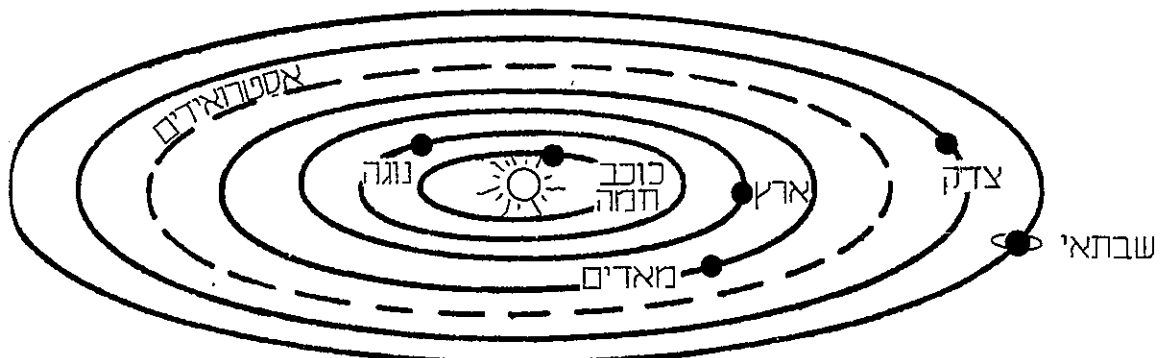
תמונת העולם של הקדמונים - הארץ במרכז

הבריאה כולה תחת השגחתו המלאה ומה שהיה אתמול ושלשום בשמים לא יופיע בהכרח מחר או מחרתיים.

היו עוד מקרים שהקב"ה שינה את מהלך השמש (תענית כ'). כמו ליעקב אבינו, משה רבינו, ישעיהו הנביא, נקדימון בן גוריון ובהסתלקות רבי יהודה הנשיא.

כיום האסטרונומיה החדשה מביאה לנו הרבה תגליות נפלאות מן העולם הגדול שהקב"ה ברא. מתברר שהעולם הוא גדול מאד וללא סוף. יש בו גרמי שמים כגון כוכבים, גלקסיות, והרבה חומר אפל שאין עינינו רואות. כל התגליות האלו מעידות על גדולתו של הבורא יתברך, וכך אנו מוסיפים אהבה ויראה לבורא עולם. המדעים רק מחזקים את אמונתנו ומראה לנו עד היכן מגיעה חכמתו האינסופית של הבורא יתברך. התגליות המדעיות ובפרט באסטרונומיה אינן יכולות לסתור את אמונתנו אלא הן דוקא משתלבות יפה בתוך השקפת עולמנו היהודית, ועל זה כתב הרמב"ם (הלכות יסודי התורה פ"ד, י"ב):

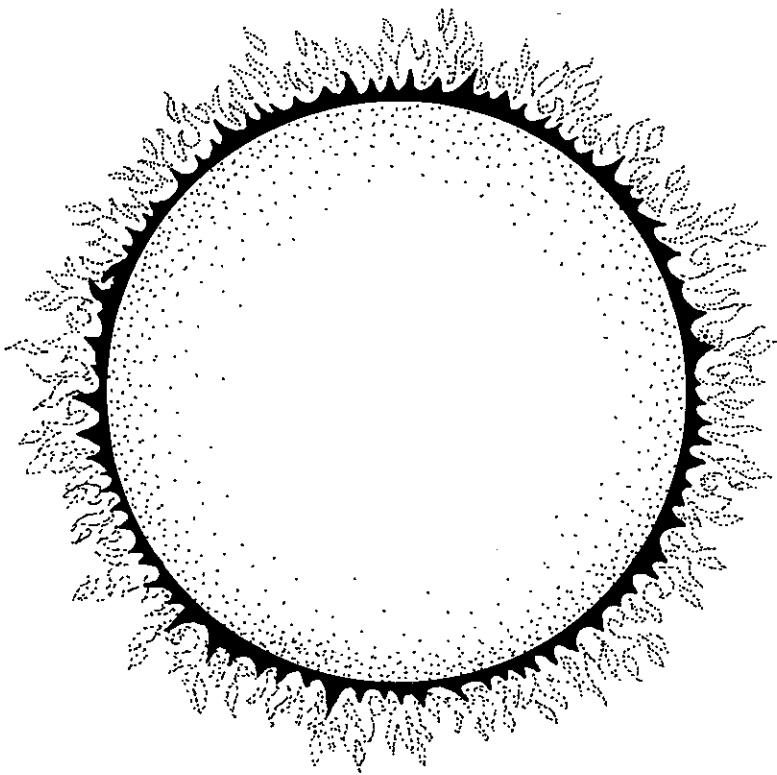
בזמן שהאדם מתבונן בדברים האלו... ויראה חכמתו של הקב"ה בכל היצורים וכל הברואים מוסיף אהבה למקום ותצמא נפשו ויכמה בשרו לאהוב המקום ברוך הוא, וירא ויפחד משפלותו ודלותו.



תמונת העולם כיום- השמש במרכז.



## פרק א': השמש שלנו



## פרק א': השמש שלנו

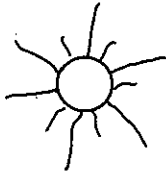
### א. מבוא

השמש נראית לנו ככוכב אדיר מימדים. כאשר מתבוננים בה למשל, בשעת הזריחה או השקיעה, נראים מימדיה מרשימים בגודלם. החום והאור שהיא מקרינה מהווה מקור אנרגיה לכל החיים על פני כדור הארץ.

ברם, בעקבות מחקרים אסטרונומיים נתגלה שאין השמש נחשבת לכוכב גדול במיוחד ביקום. בהשוואה לכוכבים אחרים, באופן יחסי היא ממוצעת בגודלה. אלא מפאת קרבתה אלינו היא נראית לנו גדולה.

החום שהשמש מפיקה יחסית לשאר הכוכבים אף הוא ממוצע. הטעות בהערכתנו את השמש נובע מקרבתה היתירה אלינו. היא נמצאת "רק" במרחק מאה וחמישים מליון קילומטר. זהו אמנם מרחק עצום בקנה מידה ארצי, אולם לא בקנה מידה אסטרונומי. מרחקה של השמש מאתנו הוא מאוד חשוב. אם כדור הארץ היה, ולו במעט, קרוב יותר לשמש הרי הטמפרטורה על פניו היתה גבוהה ללא נשוא, והחיים על פני כדור הארץ לא היו יכולים להתקיים בצורה המוכרת לנו. מאידך, אם כדור הארץ היה קצת יותר רחוק הוא היה קר מדי ויתכן שלא היו מתקיימים עליו חיים כלל. המרחק העכשוי של השמש מכדור הארץ גורם לטמפרטורה ממוצעת של 20 מעלות צלסיוס, והאקלים הוא נוח לקיום החיים על פניו.

זה מה שאמרו חז"ל שהקב"ה תלה את המאורות ברקיע השני ולא ברקיע הראשון, שאם השמש היתה ברקיע הראשון, היה כדור הארץ שלנו נשרף: "צדקה עשה הקב"ה עם עולמו שלא נתנם ברקיע הראשון. שאילו נתנם ברקיע הראשון לא היתה בריה יכולה לעמוד מאשו של יום". (בר"ר פרק ו')



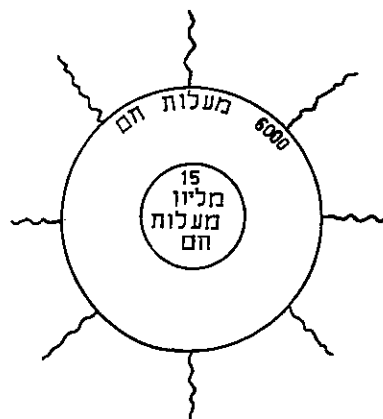
מרחק השמש מאתנו הוא 150 מיליון קילומטר.

## סיכום:

1. גודלה של השמש במימדים אסטרונומיים הוא ממוצע בין הכוכבים.
2. השמש נראית לנו ככוכב ענק בגלל קרבתה היחסית לכדור הארץ.
3. מרחקה של השמש גורם לאקלים ממוזג על פני כדור הארץ המאפשר חיים כפי שאנו מכירים אותם.

## ב. חומה של השמש

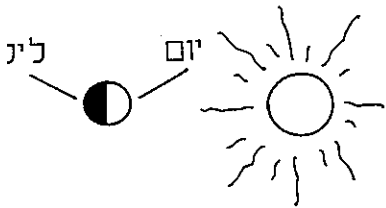
השמש היא כדור ענק של גזים בוערים ולוהטים. זהו מקור האור שלה המגיע אלינו. כיום משערים שהטמפרטורה במרכז השמש מגיעה עד 15 מיליון מעלות צלסיוס! הטמפרטורה העצומה הזאת מקורה כנראה בכור גרעיני אדיר הפועל בצורה שקטה במרכזה של השמש. החום הנוצר במרכז השמש מתפשט אט אט החוצה תוך כדי ירידת הטמפרטורה. מדידות אסטרונומיות מראות שהטמפרטורה בשפת השמש יורדת עד ל-6000 מעלות צלסיוס. ראה תמונה 1.



תמונה 1: הטמפרטורה של שפת השמש היא 6000 מעלות חם ובמרכז 15 מיליון מעלות!

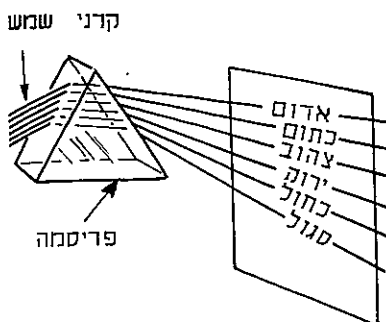


הכוכבים הם "שמשות" כמו השמש שלנו, אלא שהם רחוקים מאד מאתנו.



כוכבי הלכת אינם מפיקים אור מעצמם אלא מאירים מהחזרת האור הנופל עליהם מכיוון השמש.

פריסמה היא מבנה משולשי של זכוכית. תפקידה לפצל את האור לצבעיו.



קרינת השמש היא בעלת עוצמה גדולה ואסור להסתכל בה בעינינו. כיום ידוע לנו כי כל הכוכבים בשמיים הם גם "שמשות" כמו השמש שלנו. גם הם מורכבים מגזים בוערים המפיקים אור. כוכבים אלה כל כך רחוקים מאתנו עד שאנו רואים אותם רק כנקודות זעירות וזוהרות בשמיים. נראה בהמשך כי בניגוד לכוכבים אלה, כוכבי הלכת, כמו כדור הארץ שלנו, אינם כוכבים ממש. הם אינם מפיקים אור בעצמם, אלא מקבלים ומחזירים את אור השמש הנופל עליהם.

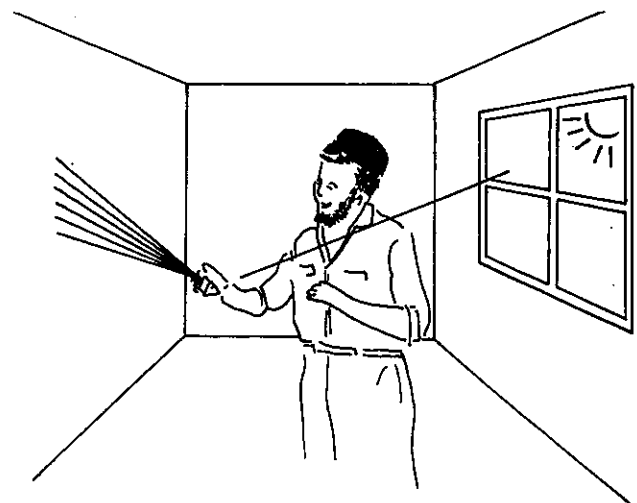
## סיכום:

1. הטמפרטורה במרכז השמש היא כ-15 מיליון מעלות צלסיוס.
2. הטמפרטורה בשפת השמש היא 6000 מעלות צלסיוס.
3. השמש מורכבת מגזים לוהטים.
4. רוב הכוכבים הזוהרים בשמיים הם "שמשות" רחוקות מאד.

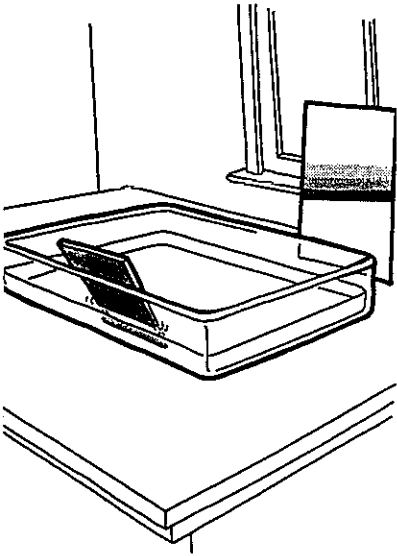
## ג. הצבעים של השמש

האור המגיע מהשמש נדמה לנו כאור לבן, אך האמת היא שהשמש מקרינה בצבעים שונים כאשר הצבע הבהיר הוא הבלט ביותר.

תוכל לבדוק זאת בעזרת מנסרת (פריסמה) זכוכית באופן הבא: הפנה את המנסרה לכיוון השמש, תוכל לראות את פיצול אור



תמונה 2: נפיצת אור השמש לצבעיו ע"י פריסמה.



השמש לכל צבעיו (כמו צבעי הקשת בענן) על הקיר או על הרצפה שמעברה השני של המנסרה, תופעה זאת נקראת בשם "נפיצת האור לצבעיו". ראה תמונה 2.

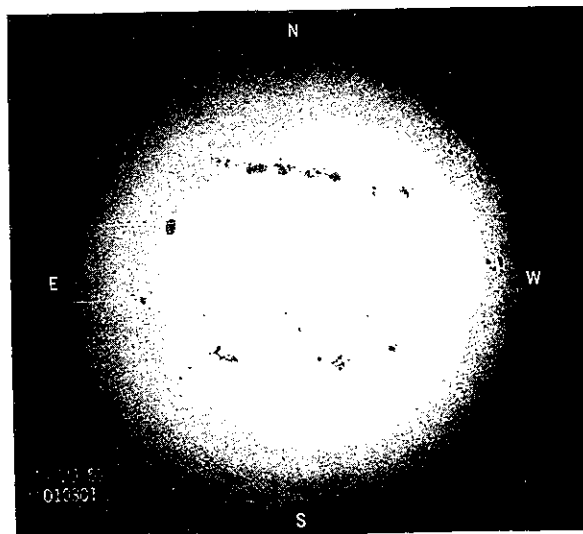
קח גיגית שטוחה ומלא אותה במים.

טבול מראה במי הגיגית בכוון אלכסוני כשהיא פונה אל השמש כמו בציור.

קבלת קשת של צבעים על הקיר. אלה הם מרכיבי האור של קרינת השמש. האור הלבן של השמש התפצל לצבעיו: אדום, צהוב, ירוק, כחול וכו'.

בעצם הקרינה המגיעה מהשמש הוא עשירה יותר מזו שראינו באמצעות המנסרה. כיום יודעים שהשמש מקרינה גם קרינת רדיו, קרינה אינפרא אדומה, קרינה אולטרא סגולה וכן קרינת X (קרינת רנטגן). קרינות אלו אין אנו מסוגלים לראות בעינינו אלא בעזרת מכשירים מיוחדים. ראה פלקט של צילום השמש בקרינת X. האיזורים הלבנים ביותר הם בטמפרטורה של כעשרה מיליוני מעלות!

התמונות הבאות הן צילומים של השמש בסוגי קרינה שונים. בכל צילום השתמשו במצלמה מיוחדת הקולטת את הסוג המיוחד של הקרינה הבוקע מן השמש.



תמונה 3: צילום באור רגיל הנראה לנו. שים לב לכתמי השמש השחורים.

קרינת רדיו

אינפרא אדום

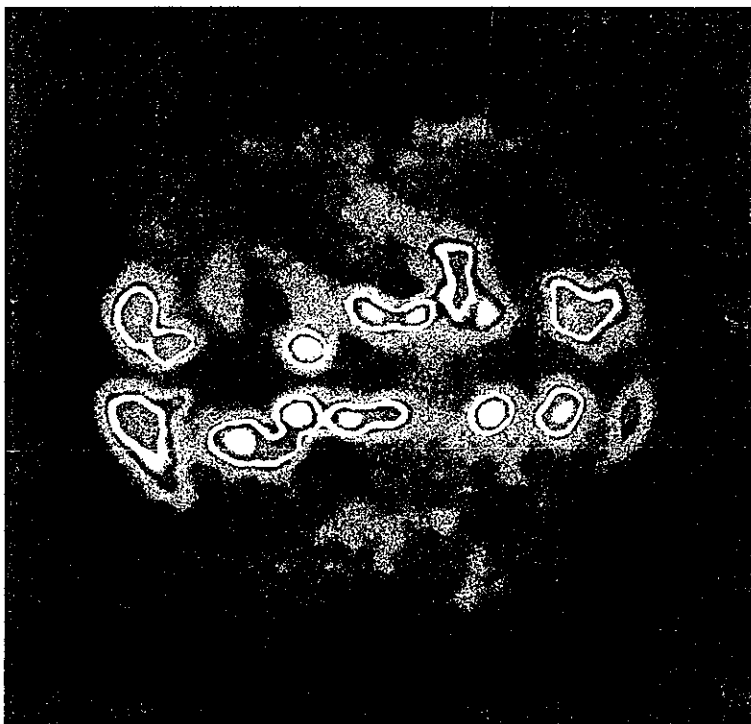
צבעי האור

אולטרא סגול

קרינת X

קרינת  $\gamma$

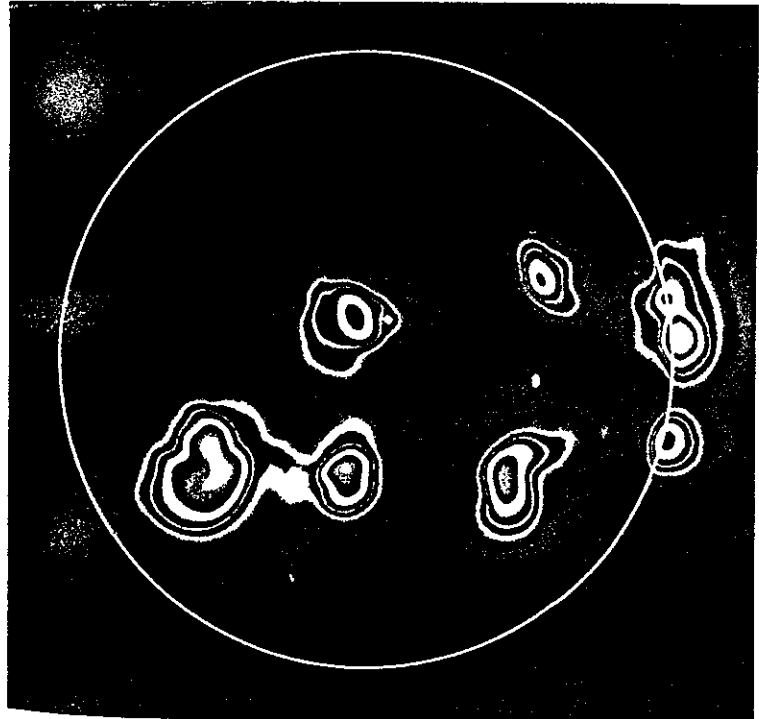
השמש מקרינה לא רק בצבעי האור הרגילים אלא גם בסוגי קרינה אחרים בלתי נראים לעינינו כמו קרינת רדיו או קרינת X.



תמונה 4 : צילום של קרינת רדיו של השמש (בעזרת רדיו-טלסקופ). רואים כי באיזור קו המשווה של השמש ישנה פעילות מיוחדת של הגזים הפולטים גלי רדיו.



תמונה 5 : צילום בקרינה אולטרה סגולה ע"י מצלמה מיוחדת הקולטת בקרינה זו מהשמש. האיזורים הבהירים הם חמים יותר ומגיעים לכדי כמה עשרות אלפי מעלות חם.

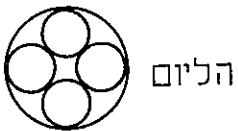


תמונה 5: צילום השמש בקרינה X (קרינת רנטגן)  
ישנם איזורים מסוימים המקרינים בקרינה זו המעידה על  
טמפרטורה של כעשרה מיליון מעלות!

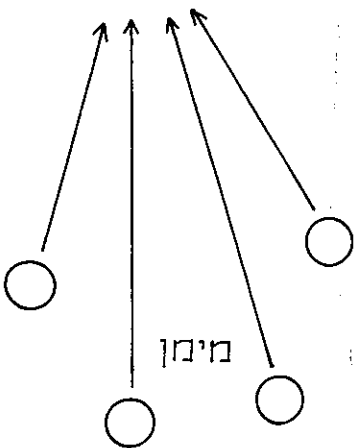
#### ד. מקור החם של השמש

כאמור הטמפרטורה במרכז השמש היא כחמישה עשר מיליון מעלות. אבל לא רק הטמפרטורה אלא גם הלחץ והצפיפות במרכז השמש גדולים מאד. בתנאים כאלו גרעיני האטומים מרבים להתנגש זה בזה ולעתים הם נצמדים זה לזה. לפעמים קורה שארבעה גרעיני מימן מתחברים יחדיו בתהליך אחד ואז נוצר מהם חלקיק חדש המורכב מארבעתם. תהליך זה משחרר אנרגיה בכמות עצומה.

אנו אומרים כי במרכז השמש פועל כור גרעיני איטי (לא כמו פצצה) שהופך ארבעה אטומי מימן לאטום של הליום ותוך כדי כך משתחררת אנרגיה. תהליך גרעיני איטי זה הוא מקור האנרגיה של השמש.



הליום



## ה. העטרה של השמש

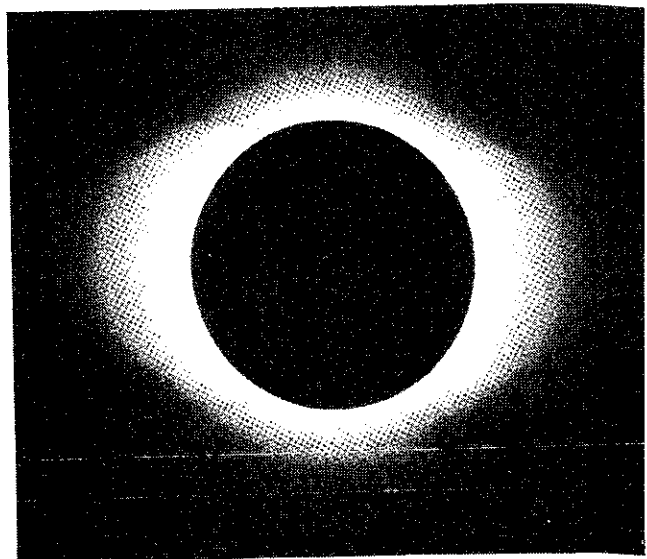
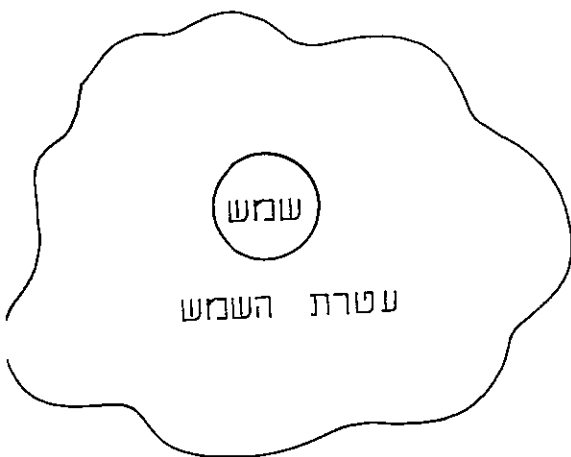
אמרו חז"ל (בר"ר פ' ו'): גלגל חמה יש לו נרתיק שנאמר לשמש שם אהל בהם. "נרתיק" זה מתואר גם במספר מקומות אחרים בדברי חז"ל (ב"מ פ"ו) ואף מובאים שם פרטים מלאים על תפקידו של נרתיק זה. דברי חז"ל מבארים את הרעיון הפשוט כי אלמלא הנרתיק, היה חומה של השמש שורף את העולם.

המדע של היום יכול להצביע על קיומו של "נרתיק" כזה הממלא את אותו התפקיד שחז"ל יעדו לו. המדענים נוכחו לדעת על מציאות "מעטפה" העוטפת את השמש ואשר כל העובדות מצביעות על כך כי אכן היא "סופגת" את עוצמת חומה. "ספיגה" זו של עוצמת הקרינה האדירה הבוקעת ממנה גורמת למספר תופעות מיוחדות על פני "נרתיק" זה, ודוקא מעוצמת השינויים שאנו חוזים במעטפה זו, אנו יכולים לתאר לעצמנו מהי העוצמה האדירה שהנרתיק הזה באמת בולם.

היום מכנים נרתיק זה בשם עטרת השמש, כי יש לה תכונות

דומות מאד לנרתיק המתואר ע"י חז"ל.

תמונה 6 מראה צילום של השמש כאשר גלגל השמש עצמו מוסתר. צילומה של תמונה זאת התאפשר על ידי חסימת חלק



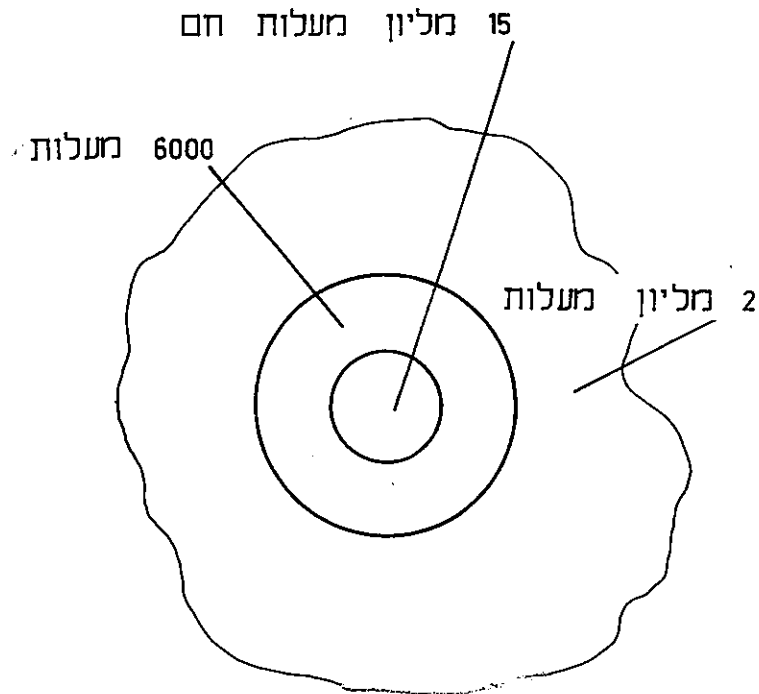
תמונה 6: צילום של עטרת השמש.

מעדשת המצלמה במסך עגול מיוחד. כך מסתירים את פני השמש עצמה כדי שנוכל לדאות בתצלום את המתחולל סביבה.



מהצילום ניתן לראות כי הגזים המצויים בשמש מתפרצים לכל הכוונים בסביבתה.

המבנה הנוצר מהגזים בסביבת השמש נראה כמו "עטרה". העטרה מורכבת גם היא מגזים דלילים לוחטים שהטמפרטורה שלהם מגיעה עד כדי שני מיליון מעלות צלסיוס.

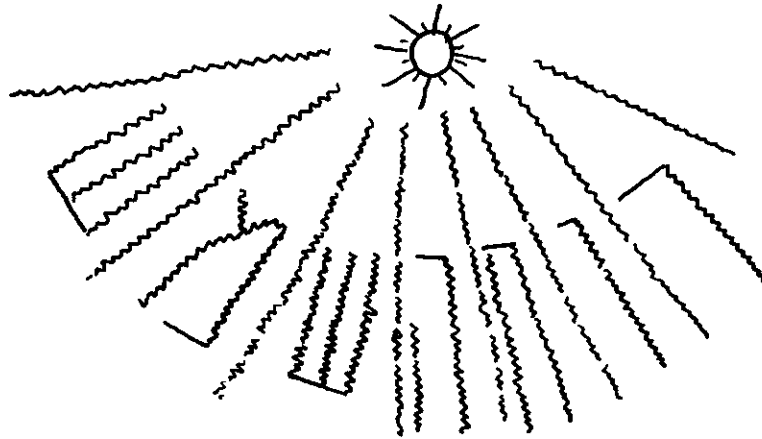


מדי פעם מתחוללת התפרצות של סילוני גזים לוחטים מתוך השמש לעטרה שלה. גזים אלה יכולים להגיע לגובה של 40.000 ק"מ ויותר מפני השמש. תמונה 7 מראה כי הגזים המתפרצים עולים מעל פני השמש ונופלים עליה חזרה.



תמונה 7: צילום התפרצות גזים על פני השמש.

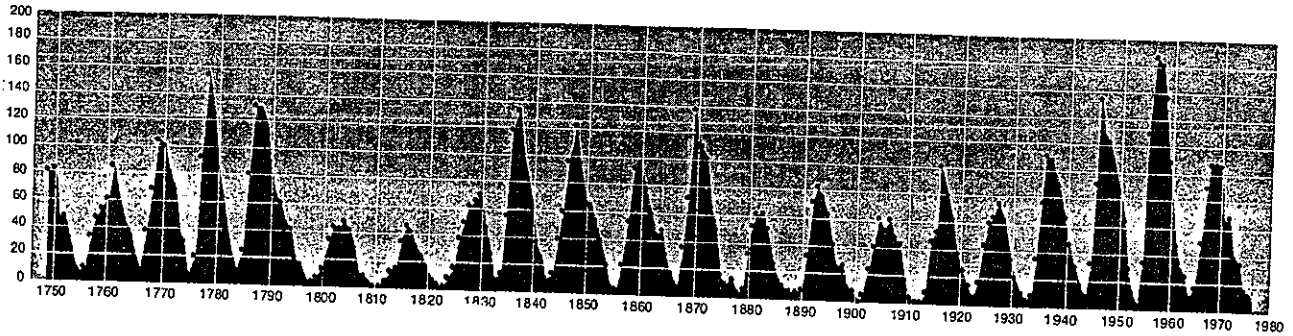
חלק קטן מאוד מהגזים המתפרצים נמלטים מפני השמש. הם עוזבים את השמש בצורת אלקטרונים, פרוטונים וקרינה מסוכנת. חלקיקים אלו נעים מרחקים גדולים ביקום ומגיעים אפילו עד כוכבי הלכת הרחוקים. החומר הדליל הזה נקרא בשם "רוח השמש" והוא זורם בחלל מערכת השמש כולה.



## ו. כתמים בשמש

אם מתבוננים היטב בצילומים של השמש (ותמונה 3) רואים "כתמים" שחורים על פניה, כאילו השמש כבויה באותם מקומות. (כתמי שמש כבר נראו על ידי האסטרונומים הקדמונים). מתברר כי אזורים אלה קרים ב-500 מעלות צלסיוס בלבד משאר פני השמש. באזורים אלה נצפתה גם תנועה מהירה של התפרצות ונפילה של גזים.

מספר הכתמים על פני השמש משתנה עם הזמן. תמונה 8 מראה את מספר הכתמים בכל שנה החל משנת 1750 ועד שנת 1980. מהסרטוט ניכר כי מספר כתמים עולה ויורד באופן מחזורי.



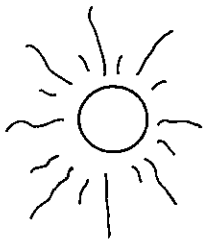
תמונה 8 : מספר הכתמים אשר הופיעו על פני השמש בכל אחת מן השנים בין 1750 לבין 1980.

(הציר המאונך הוא המספר הממוצע של כתמי השמש בשנה).

## סיכום :

1. "כתמי שמש" הם איזורים "שחורים" בשמש שבהם הטמפרטורה נמוכה בכ-500 מעלות יחסית לטמפרטורה של פני השמש.

2. מספר הכתמים המופיעים משתנה לסרוגין אחד ל-11 שנים.



## ז. קרינת השמש על כדור הארץ

קרינת השמש היא אדירה, אולם, היא הולכת ונחלשת עם המרחק מפני השמש. בהגיע הקרינה לפני כדור הארץ היא נחלשת מאוד. כך יכולים החיים להתקיים כאן.

הקרינה הנופלת על כל שטח של מטר רבוע על פני כדור הארץ היא 1000 ואט על מטר רבוע.

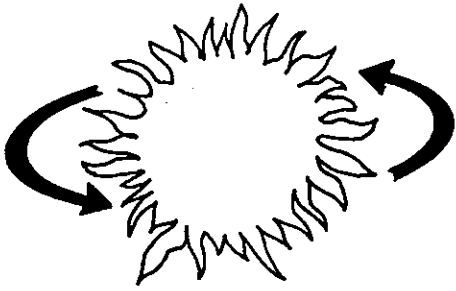
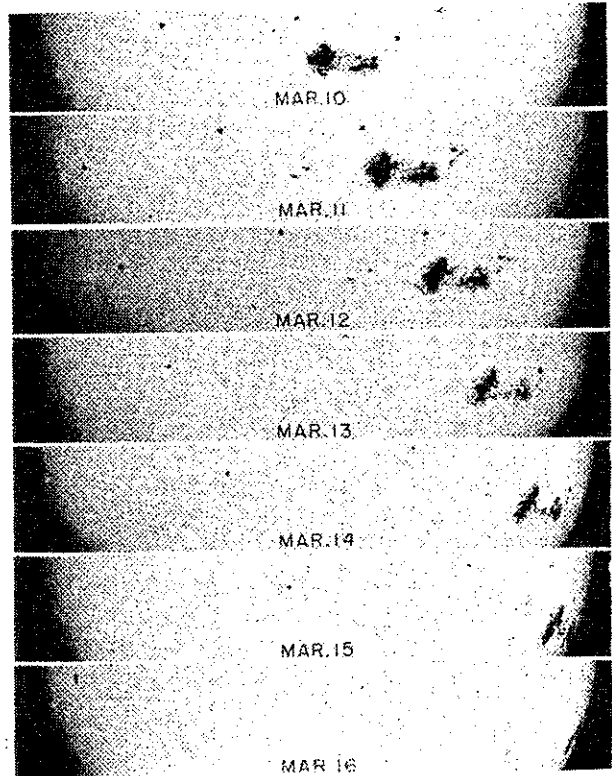
הקרינה הזאת היא כמו קרינה של 10 נורות של 100 ואט כל אחת, על פני שטח של מטר רבוע.

לפי זה מקבל כדור הארץ תום של שתי קלוריות על פני סנטימטר רבוע בכל שניה.



## ה. סיבוב השמש סביב צירה

כמו כדור הארץ, גם השמש מסתובבת סביב צירה. אלא שהיא משלימה סיבוב אחד אחת ל-25 ימים. (כידוע כדור הארץ מסתובב סביב צירו אחת ל-24 שעות). (ראה תמונה 9).



תמונה 9: צילומים של השמש בזמנים רצופים זה אחר זה מראים את שינוי מקומם של כתמי השמש בצורה הדרגתית. זוהי אחת ההוכחות לסיבוב השמש סביב צירה.

## ט. מסת השמש

כמות החומר בשמש היא עצומה והיא מיליארד מיליארד מיליארד טונה. כוח המשיכה שיוצרת מסה ענקית זו מונע מכוכבי הלכת לברוח ממנה וגורמת לכוכבים אלו שיסתובבו סביבה.

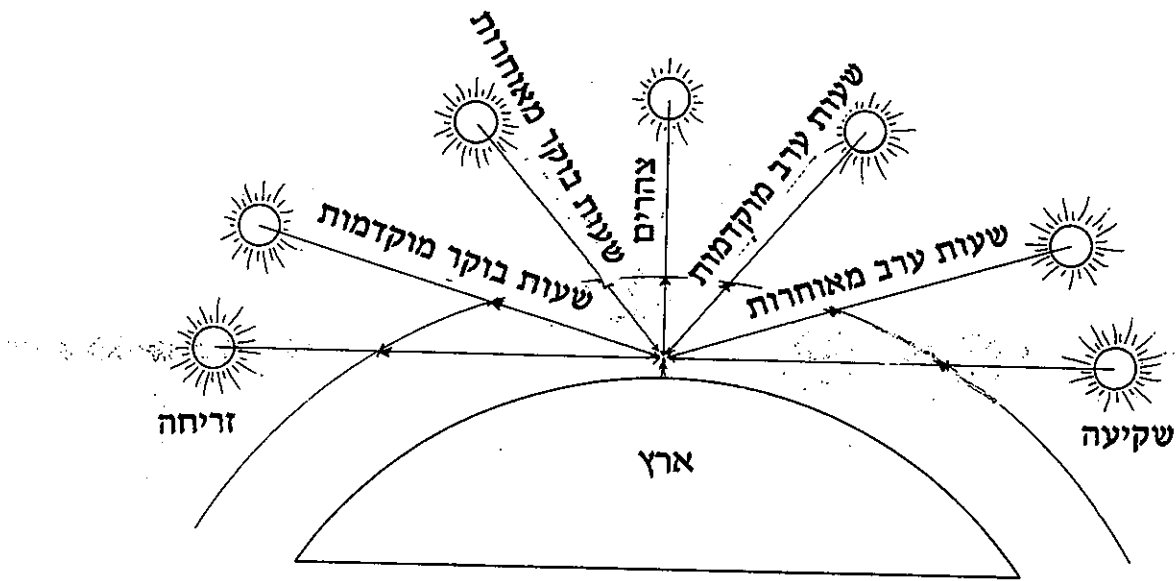
גם כדור הארץ לכוד בסיבובו בתוך שדה המשיכה של השמש ואין לו אפשרות לעזוב את שדה המשיכה הזה.

"כמות החומר" שיש בגוף נקראת "המסה" שלו. בהמשך נכיר את אופיו של כוח המשיכה של השמש ושל גורמי השמים בכלל.

### למה השמש אדומה בשקיעה?

האטמוספירה של כדור הארץ היא מעטפה של אוויר העוטפת אותו מכל צדדיו. בצהריים, כאשר השמש מעל לראשנו, קרני השמש עוברות דרך קצרה דרך האטמוספירה עד שהן מגיעות אלינו.

אבל בזמן השקיעה, קרני השמש עוברות דרך ארוכה יותר דרך האטמוספירה, וזו בולעת ומפזרת את כל צבעי הקרינה לכל הכוונים ונשארת רק הקרינה האדומה המגיעה אלינו ישירות.



התבונן בפלקט הגדול של השמש. זהו צילום של השמש שנעשתה דרך מסנן אור מיוחד. האם השמש היא "שקטה"? האם אתה רואה תנועות של גזים? תאר זאת במילים שלך.

האיזורים הלבנים הם התפרצויות של גזים שהטמפרטורה שלהם מגיעה לכמיליון מעלות. עתה התבונן בשפת השמש (המעגל מסביב). האם אתה רואה את "עטרת השמש"?

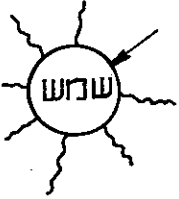
ישנן גם התפרצויות חזקות של גזים בקצה המעגל. יש  
התפרצויות כאלה שיוצרות את "רוח השמש", ויש כאלו  
שחוזרות חזרה את הגזים אל פני השמש.  
האיזורים האפלים יותר בצילום הם בטמפרטורה של כמה מאות  
אלפי מעלות בלבד.

## דפי עבודה

כדור הארץ



?



## תרגיל 1

רשום לפי סדר את הצבעים של אור השמש.

תשובה .....

## תרגיל 2.

א. השלם את המשפטים הבאים:

1. מרחק השמש מכדור הארץ הוא ..... ק"מ.
2. הטמפרטורה של פני השמש היא כ..... מעלות.  
מתוך חישובים מגיעים למסקנה כי הטמפרטורה במרכז השמש מגיעה ל..... מעלות צלסיוס.
3. את אור השמש ניתן לפצל לצבעיו על ידי גוש זכוכית בצורת פירמידה הנקרא בשם.....

## תרגיל 3

סמן את התשובות הנכונות בשאלות הבאות:

1. השמש הוא כוכב:

א. שצבעו כחול.

ב. בימני ביקום.

ג. שבת.

2. צבעי אור השמש הם

א. העוצמה של האור המגיעה מהשמש.

ב. גלי רדיו המתקבלים מהשמש.

ג. ריעת הצבעים המתקבלת בפריסמה מאור השמש.

3. במרכז השמש הטמפרטורה, הצפיפות והלחץ כה גבוהים עד ש:

א. כל החומרים הופכים להיות בחזרה למוצק.

ב. גרעיני אטום מימן מתנגשים זה בזה בעוצמה רבה.

ג. המימן ניתק.

4. כאשר ארבעה גרעיני מימן מתחברים זה לזה במרכז השמש אז:

א. הם מתפרקים מיד בחזרה.

ב. הם יכולים ליצור גרעין חדש של אטום הליום.

ג. הם דוחים זה את זה.

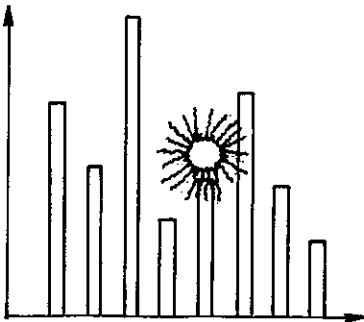
5. כאשר ארבעה גרעיני מימן מתחברים ויוצרים גרעין של אטום הליום

במרכז השמש.

א. נבלעת בתוכם אנרגיה והשמש מתקררת.

ב. משתחררת אנרגיה וזהו מקור חומה של השמש.

ג. לא נוצר כל חום או קור במרכז השמש.



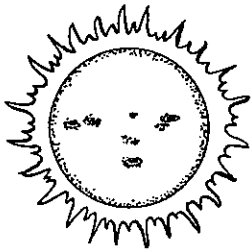
6. מרכז השמש פועל כמו:

- א. תנור נפט בוער.
- ב. כור גרעיני אטום.
- ג. מנוע הפועל בעזרת טורבינת גזים.

#### תרגיל 4.

התבונן בתמונה 8. לפניך גרף המתאר את מספר הכתמים בשמש משנת 1750 ועד שנת 1980.

1. התבונן בגרף ותן הערכה למספר הכתמים שהיו בשנת 1928.
2. מלא את הטבלה הבאה ורשום בעמודה השלישית אם מספר הכתמים היה מקסימום או מינימום בשנים המסומנות.



שנה	מספר כתמים	מספר מקסימלי או מינימלי
1928	.....	.....
1934	.....	.....
1938	.....	.....
1944	.....	.....
1948	.....	.....
1954	.....	.....

השלם: מספר מקסימלי של כתמים נראו בשנים.....

מכאן, מספר הכתמים נעשה מקסימלי בהפרש של..... שנים.  
או המחזוריות של הוצרות הכתמים על פני השמש היא..... שנה.

#### תרגיל 5.

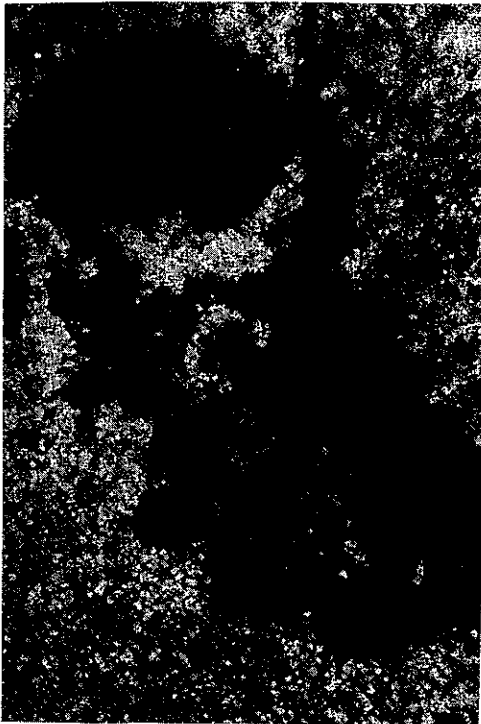
בחר את התשובה הנכונה בסדרת השאלות הבאה:

1. עטרת השמש מגיעה עד למרחק של:

- א. שנת אור אחת מן השמש.
- ב. 800,000 ק"מ מפני השמש.
- ג. עד לכדור הארץ.

3. כתמי השמש הם:

- א. איזורים קטנים וקרים יחסית על פני השמש.
- ב. חורים שחורים בתוך השמש.
- ג. ליקויים בצילומי השמש.



כתם שמש מוגדל

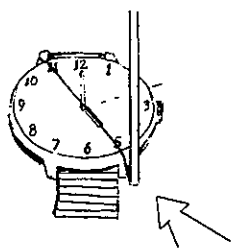


4. מספר כתמי השמש משתנה באופן מחזורי במשך:  
 א. 50 שנה.  
 ב. כל 11 שנה.  
 ג. אינו מחזורי כלל.

5. 2 קלוריות חם על כל סנטימטר רבועי היא  
 א. כמות הקרינה הנופלות על כדור הארץ בכל שנה על כל סנטימטר רבועי.  
 ב. כמות הקרינה המוחזרת מכדור הארץ אל החלל החיצון.  
 ג. כמות הקרינה שהשמש מפיקה בכלל אל תוך החלל החיצון.
6. השלם: השמש מסתובבת סביב צירה אחת ל.....יום.  
 בקו המשווה.
7. כמות החומר בשמש היא.....טון.

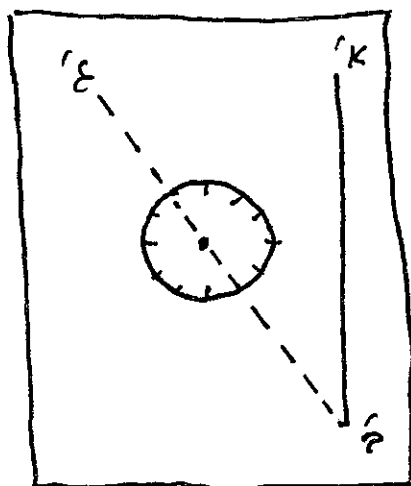
תרגיל 6

## מציאת כוון הצפון בעזרת שמש ושעון יד



הכנ לפניך

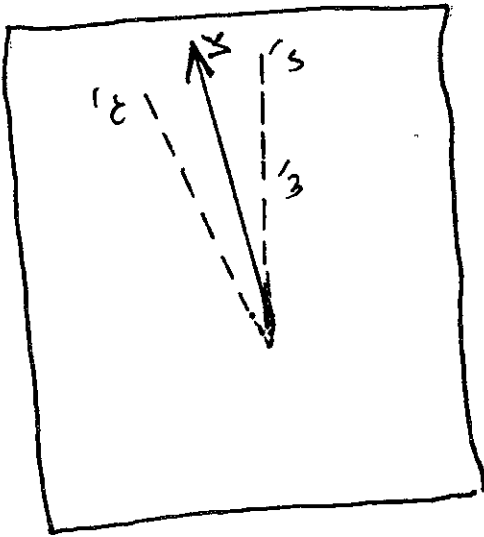
1. שעון יד
2. גליון קרטון
3. עפרון
4. מקל ישר באורך כ 30 ס"מ.



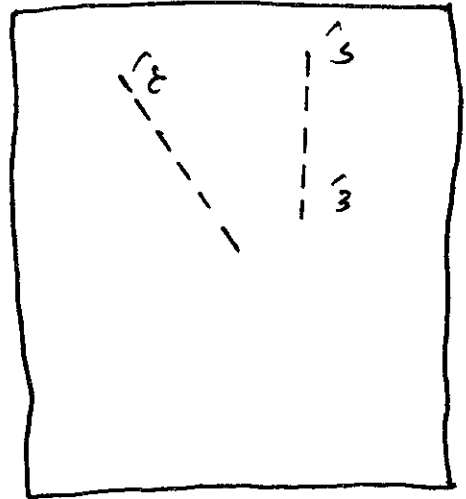
שרטוט 1

1. קח גליון קרטון בגודל 30X25 ס"מ והנח אותו על משטח ישר מחוץ לבית.
2. הנח עליו שעון יד במרכז הגליון.
3. קח מקל ארוך (א'ב' בציור) והעמד אותו ניצב כך שהצל שלו (א'ב' בציור יפול על מרכז השעון (ראה שרטוט 1)
4. סובב את השעון עד שהצל יפול יפה יפה על המחוג הקטן של השעון.

5. שרטט בעזרת עפרון את כוון הצל על גליון הקרטון מעבר לשעון עד לאורך של כ 10 ס"מ.
6. שרטט על הגליון גם את הכוון של הקו ממרכז השעון ד' לשעה 12 (ראה שרטוט 2)
7. משוך את שני הקווים ג' וכן ד' ז' אחורה עד שיפגשו בזוית שרטוט 3.
8. הכוון של מחצית הזוית הזאת הוא הוא כוון הצפון.



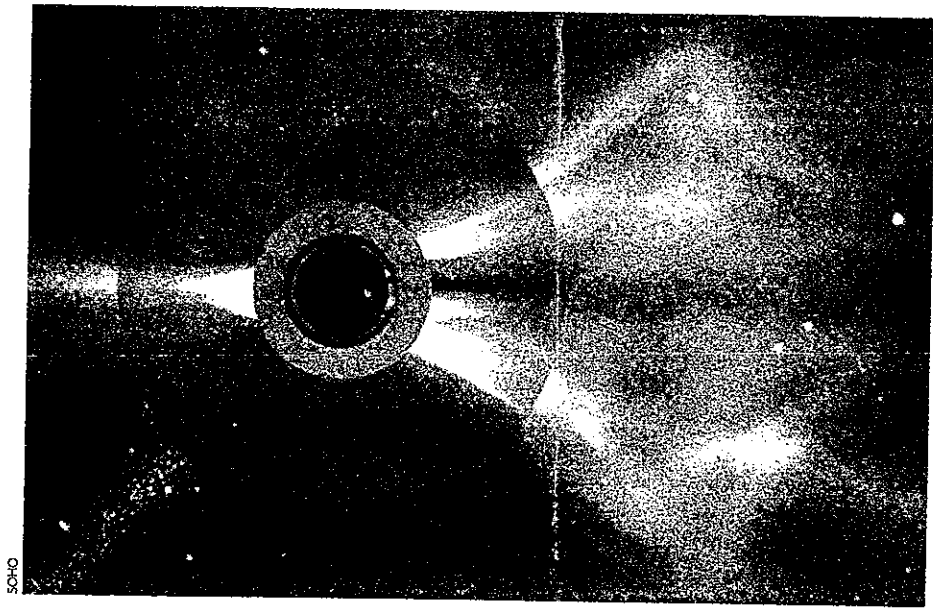
שרטוט 3



שרטוט 2

### תרגיל 7

התמונה הבאה היא צילום של רוח השמש מחללית. גלגל השמש עצמו כוסה בדיסקית עגולה בכדי למנוע את חדירת האור החזק של השמש אל המצלמה. רואים בבירור זרמים גדולים של גז הבורחים מן השמש.

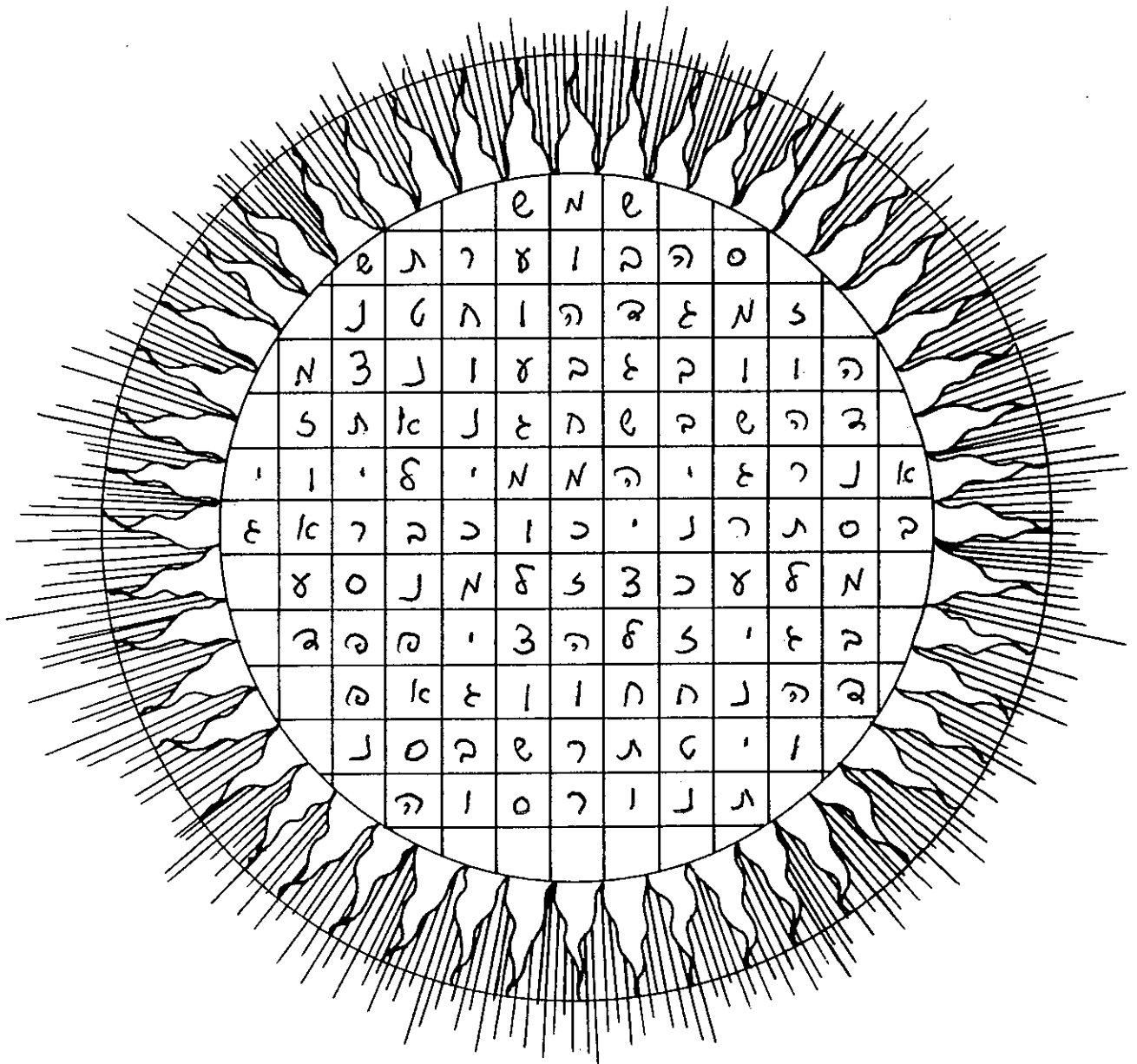


50HC

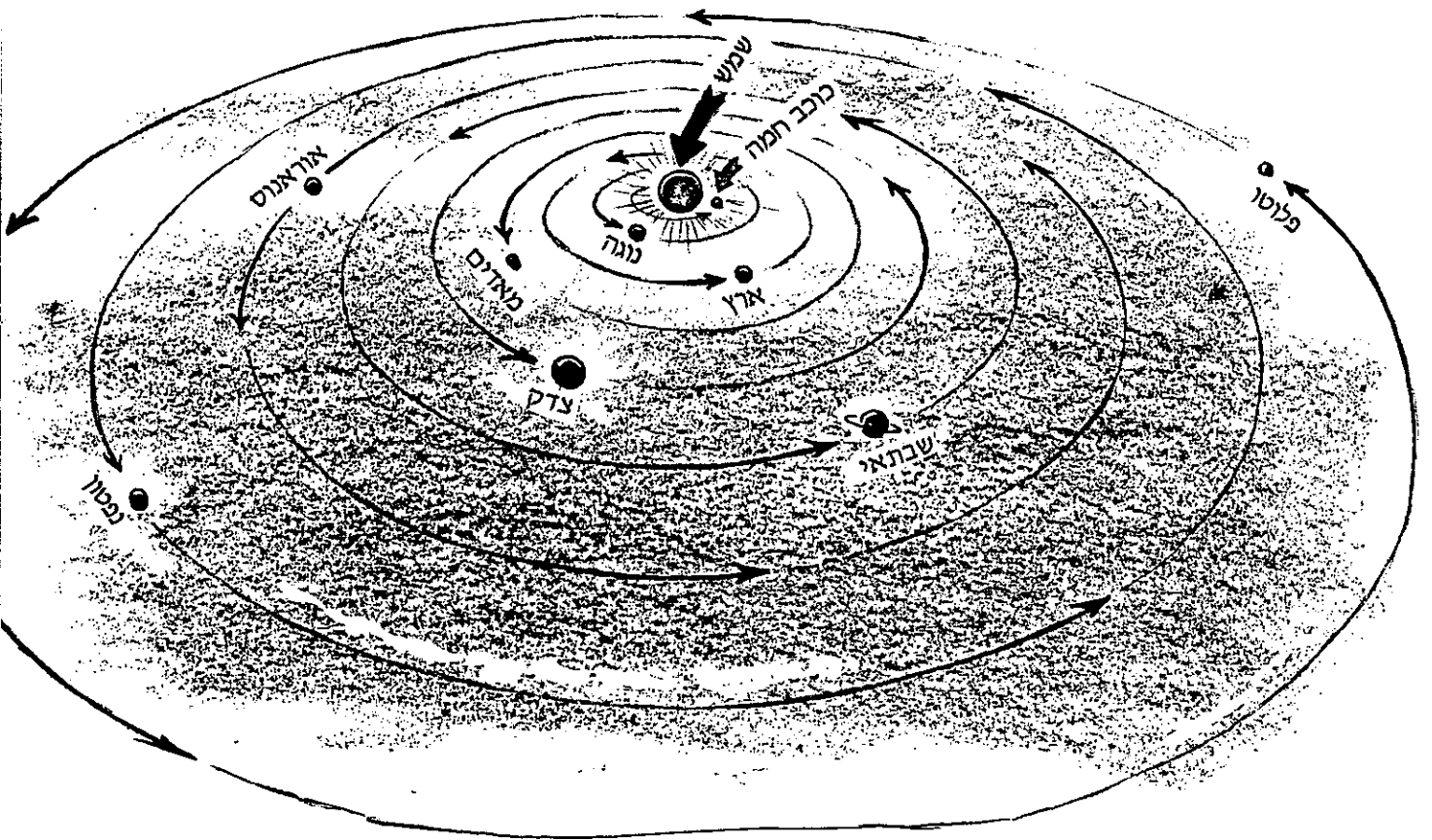
תשובה: \_\_\_\_\_ ק"מ.

תרגיל 8

בתשבץ הבא ישנן הרבה מילים הקשורות לשמש.  
 המילים הנחבאות הן: שמש, בווערת, בגבעון דם, מליון, כוכב,  
 גרעינית, זוהרת, חם, צלחת, אדומה, צהובה, חרס, אנרגיה, תנור.  
 גלה אותן והקף אותן אחת אחת סביב.



# פרק ב: מערכת השמש



## א. כוכבי לכת וכוכבי שבת:

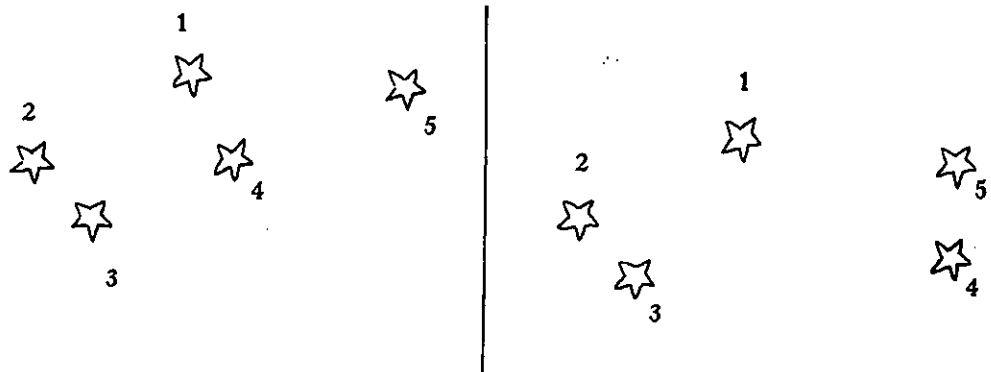
כאשר צופים בשעות הלילה בשמים, נראה כי כל הכוכבים עומדים במקומם ואינם נעים זה ביחס לזה.

אולם, צפיה ממושכת ומדוקדקת במשך מספר ימים מגלה כי ישנם בעצם כוכבים (בודדים) שנדדו ממקומם מקבוצת כוכבים אחת לשניה.

תמונה 1 ישנם שני סרטוטים המסבירים את משמעות "נדידתו" של כוכב ממקום אחד למשנהו.

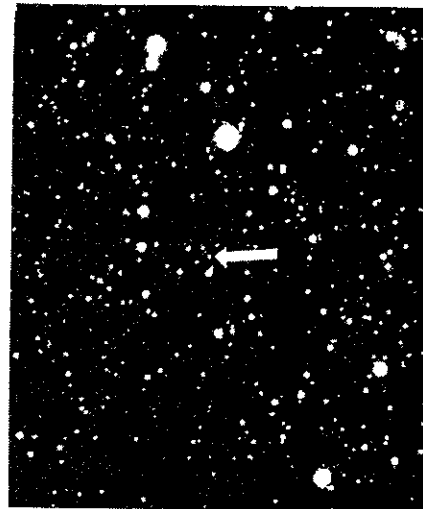
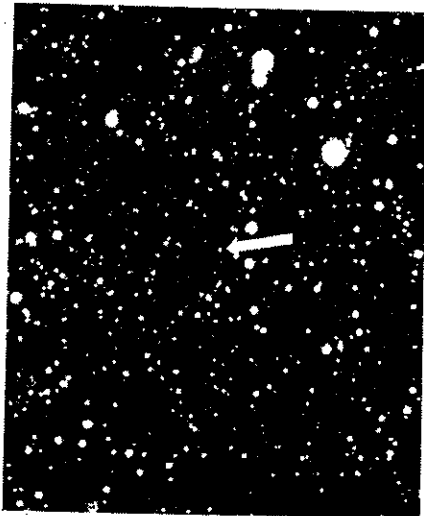
בתמונה א' רואים חמשה כוכבים הנתונים במצב מסוים זה ביחס לזה.

בתמונה ב' רואים כי כוכב מספר 4 "הלך" והתקרב אל כוכב 5 והתרחק מקבוצת הכוכבים 3, 2, 1. כוכב המשנה את מקומו היחסי באופן ברור מידי יום או שבוע או אפילו הוא משנה את מקומו בפרק זמן ארוך יותר של כמה חדשים, נקרא בשם "כוכב לכת". הוא נקרא כך משום שהוא "הולך" ונודד בין הכוכבים.



תמונה 1: במצב א' (משמאל) נמצא כוכב מס' 4 ליד הכוכבים 3, 2, 1. במצב ב' "נדד" הכוכב מס' 4 והגיע עד לסביבת הכוכב מס' 5.

כיצד נתגלה כוכב הלכת פלוטו המרוחק ביותר מאיתנו?  
 איזור כוכב פלוטו צולם בפרקי זמן שונים ובכל פעם נראה  
 הכוכב פלוטו בנקודה אחרת בשמים. הוא נדד ממקומו מקבוצה  
 אחת של כוכבים לקבוצה אחרת ולכן הוא נקרא "כוכב לכת".  
 ואכן, שני הצילומים שבתמונה 2 צולמו בהפרש של ששה ימים  
 בלבד זה מזה ובכל זאת רואים בברור כי הכוכב חלש, המסומן  
 בחץ, העתיק את מקומו מאיזור כוכבים אחד לאיזור אחר. לכן  
 הוא נקרא "כוכב לכת". כך נתגלה כוכב הלכת פלוטו בשנת  
 1930.



תמונה 2: שני צילומים בהפרש של ששה ימים של אותו איזור בשמים.  
 החץ (הלבן) מראה את תזוזת כוכב הלכת "נפטון" ביחס לשאר הכוכבים סביבו.

עד כה נתגלו שמונה כוכבי לכת.  
 לשאר הכוכבים אנו קוראים בשם "כוכבי שבת" כי הם "יושבים"  
 במקומם, ואינם זזים זה ביחס לזה (אם כי באמצעות מיכשור  
 מתוחכם יותר ניתן בכל זאת להבחין בתנועה יחסית קטנה  
 ביותר גם בין כוכבי השבת).

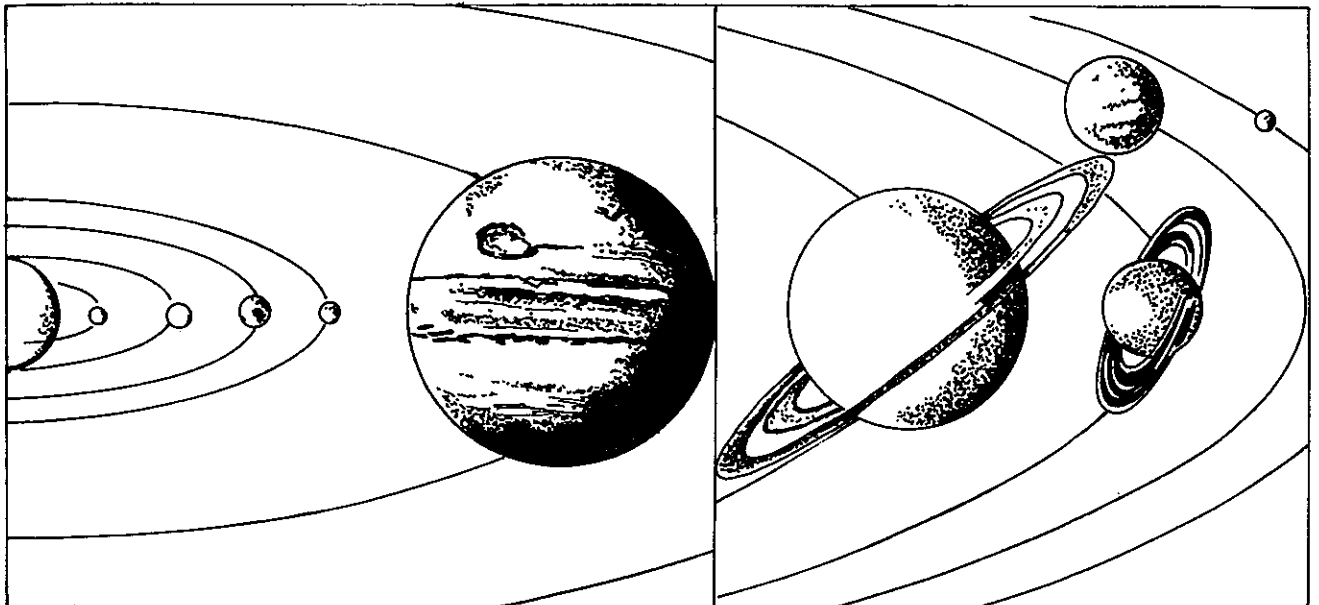
## ב. מערכת השמש

לאחר מחקרים רבים, הגיעו האסטרונומים למסקנה כי שמונת כוכבי הלכת שנתגלו, מהוים מערכת אחת של גרמי שמים, וגם כדור הארץ שייך למערכת זו. מערכת הכוללת את תשעת כוכבי הלכת (כולל כדור הארץ) והשמש הנמצאת במרכזם, קוראים בשם "מערכת השמש".

אם היינו יוצאים מחוץ למערכת השמש כולה, היינו רואים כי כל כוכבי הלכת מקיפים את השמש במסלולים גדולים מאוד כאשר השמש נמצאת במרכז (ראה תמונה 3). כוכבי הלכת אינם הולכים לשום מקום, הם פשוט מקיפים כל הזמן את השמש כל אחד במרחק אחר.

מובן שמכדור הארץ אין כוכבי הלכת נראים כמקיפים את השמש במסלולים מעגליים בשמים.

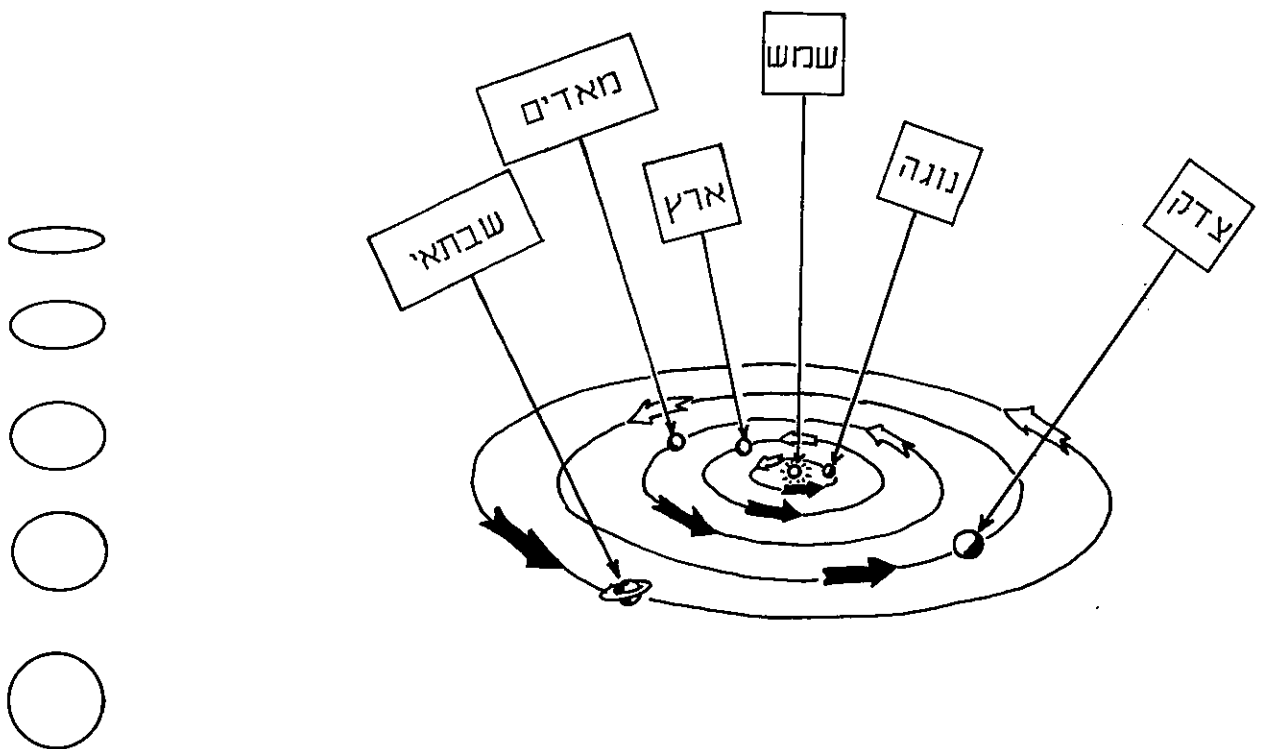
תנועתם מכדור הארץ נראית מסובכת יותר. זאת, היות וכדור הארץ שממנו אנו צופים, מקיף בעצמו את השמש.



תמונה 3: מערכת השמש במבט "מלמעלה".

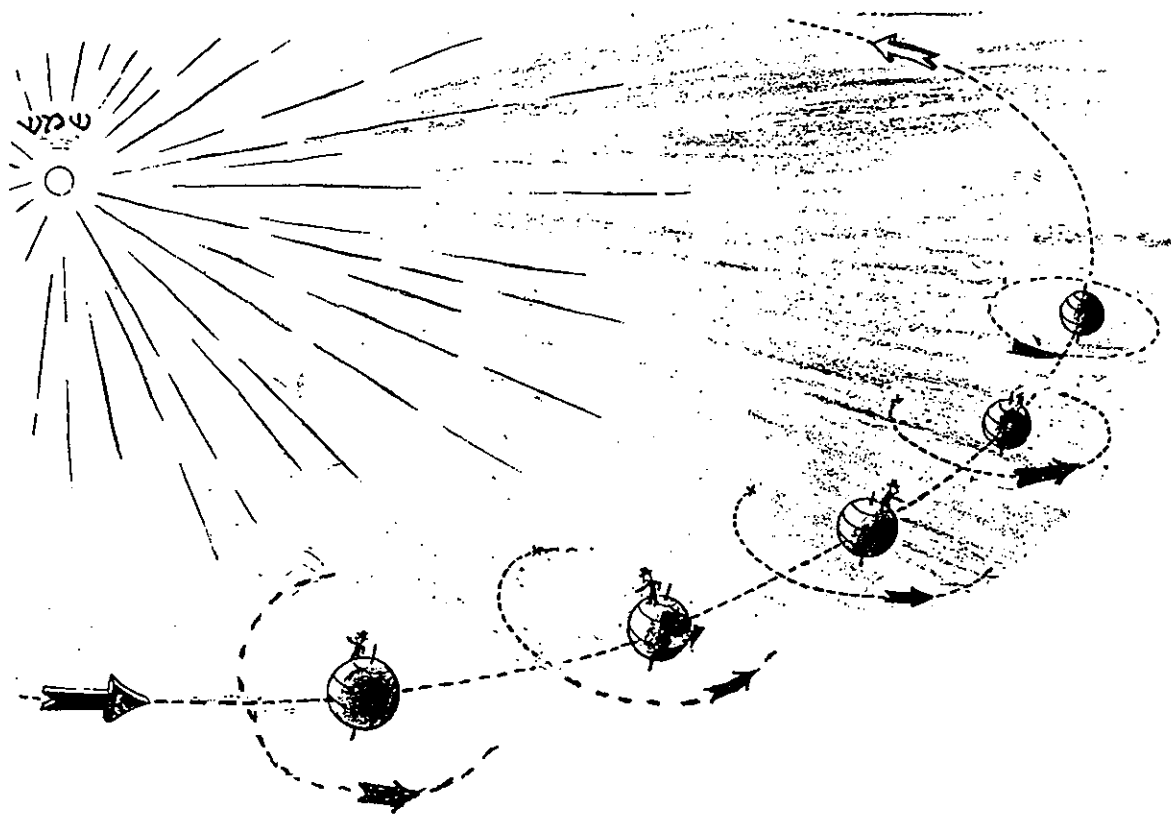


מסלולי כוכבי הלכת סביב השמש הם אליפטיות הקרובות ביותר למסלולים מעגליים כאשר השמש נמצאת במרכזם של המעגלים, כלומר במרכז המערכת כולה. במסלול הקרוב ביותר לשמש סובב כוכב הלכת "כוכב חמה" (מרקורי), אחריו מקיפים לפי הסדר במסלולים בעלי רדיוסים הולכים וגדלים הכוכבים הבאים: נוגה, ארץ, מאדים, צדק, שבתאי, אורנוס, נפטון ופלוטו.



אליפטיות בעלות  
פחיסות שונה

הקפה סביב השמש אינה תנועה היחידה שעושים כוכבי הלכת. הם גם מסתובבים בו זמנית סביב צירם כמו סביבונים. כדור הארץ, לדוגמה, מקיף את השמש במשך שנה אחת ובו זמנית סביב עצמו, כלומר סביב ציר דמיוני העובר מקוטב אחד לשני. ראה תמונה מספר 4. זמן הסיבוב הוא עשרים וארבע שעות. סיבוב זה יוצר על כדור הארץ את היום והלילה.



תמונה 4: כדור הארץ משלים הקפה אחת סביב השמש אחת לשנה.

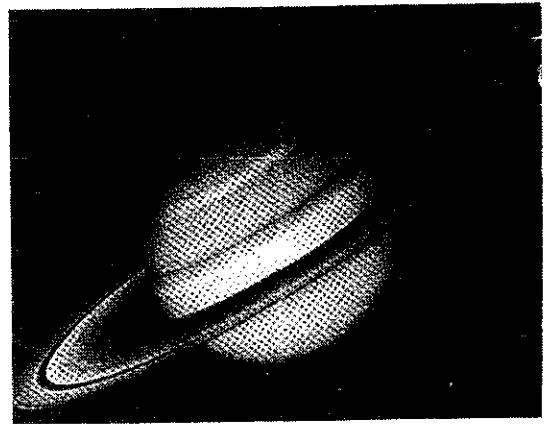
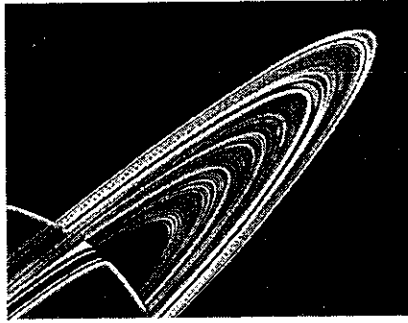
תוך כדי כך הוא מסתובב סביב צירו אחת ליום.

לחלק מכוכבי הלכת יש ירחים המקיפים אותם כשם שהירח שלנו מקיף את כדור הארץ.

לשלשה כוכבי לכת מתוך התשעה יש טבעות המקיפות אותם. טבעות אלו עשויות משלג ומחצץ. ראה תמונה 3.

בתמונה 5 רואים טבעות כאלו סביב כוכב הלכת שבתאי כפי שצולמו על ידי החללית VOYAGER 2.

לכוכבי הלכת אין מקור אור עצמי משלהם והם מקבלים את אורם מהשמש. השמש נמצאת במרכז המערכת ומאירה את כל סביבתה, בפרט היא מאירה את כדור הארץ ושאר כוכבי הלכת. אור השמש שנופל על כוכבי הלכת מוחזר מהם. כל אחד מהם מחזיר בצבע אחר לפי הצבע האופייני לו.



תמונה 5: הטבעות סביב שבתאי.

### סיכום:

כוכב לכת הוא כוכב המשנה את מקומו יחסית לכוכבים אחרים, ועובר מקבוצת כוכבים אחת לשניה.  
 כוכב שבת הוא כוכב שנשאר במקומו יחסית לכוכבים אחרים.  
 מערכת השמש היא תשעת כוכבי לכת המקיפים במסלולים אליפטיים כל אחד בזמן הקבוע שלו סביב השמש הנמצאת במרכז כל האליפסות.  
 כוכבי הלכת סובבים גם סביב צירם בזמן מחזור האופיני לכל כוכב.  
 לחלק מכוכבי הלכת ירחים המקיפים אותם ולחלקם גם טבעות המורכבות משלג וקרח.  
 כוכבי הלכת מחזירים את אור השמש בצבע אופיני לכל אחד מהם.

## ג. כוכבי הלכת:

נכיר עתה בפרוטרוט את התכונות האופייניות של כל אחד מכוכבי הלכת שבמערכת השמש.

לפניך טבלה המסכמת את התכונות העיקריות של כוכבי הלכת.

כוכב לכת	שם לועזי	רדיוס (ק"מ)	מסה (יחסית למסת הארץ)	צפיפות	כוח המשיכה יחסית לכדור הארץ
כוכב חמה	Mercury	2,439	0.06	5.44	0.4
נוגה	Venus	6,052	0.82	5.24	0.9
ארץ	Earth	6,378	1.0	5.5	1.0
מאדים	Mars	3,397	0.1	3.9	0.4
צדק	Jupiter	71,398	318	1.3	2.5
שבתאי	Saturn	60,000	95	0.7	1.1
אוראנוס	Uranus	27,900	15	1.0	0.8
נפטון	Neptune	24,300	17	1.7	1.2
פלוטו	Pluto	2500	0.1	(?)	(?)

כוכב לכת	זמן הקפה סביב השמש (יממות)	זמן סיבוב סביב צירו (יממות)	בעל אטמוספירה (כן/לא)	מרחק מהשמש (יחידה אסטרונומית)	מספר ירחים
כוכב חמה	88	59 יום	לא	0.4	אין
נוגה	225	244 יום	כן	0.7	אין
ארץ	365	24 שעות	כן	1.0	1
מאדים	687	24 שעות	מעט	1.5	2
צדק	4,337	10 שעות	כן	5.2	16-כ
שבתאי	10,760	10 שעות	כן	9.5	20-כ
אוראנוס	30,700	12 שעות	כן	19.2	5
נפטון	60,200	15 שעות	כן	30.1	2
פלוטו	90,780	6 ימים	כן	40.0	אין

נסביר את נתוני הטבלה דלעיל:

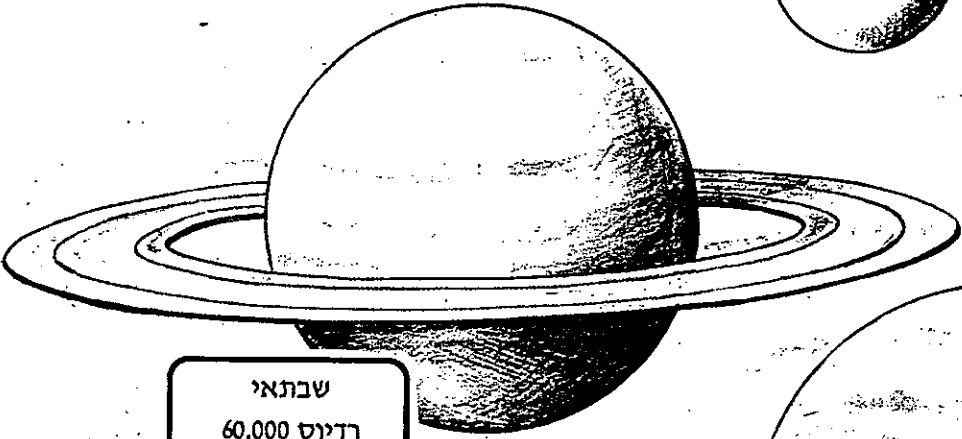
### א. רדיוס:

צורתם של כוכבי הלכת היא כדורית. אמנם יש עליהם גם הרים וגיאיות עמוקים, אך הצורה הכללית היא כאמור כדורית. הרדיוס הרשום בטבלה הוא רדיוס הכדור.

פלוטו  
2,500 רדיוס  
קילומטר

נפטון  
24,300 רדיוס  
קילומטר

אוראנוס  
27,900 רדיוס  
קילומטר



שבתאי  
60,000 רדיוס  
קילומטר

צדק  
71,398 רדיוס  
קילומטר

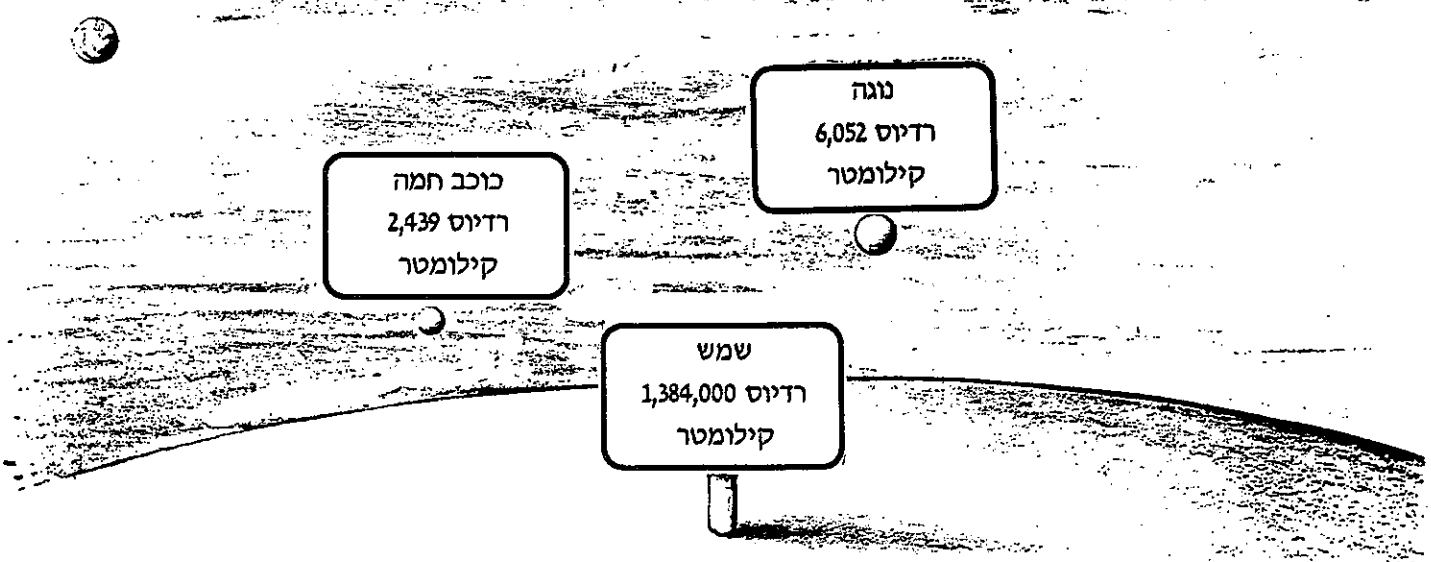
מאדים  
3,397 רדיוס  
קילומטר

ארץ  
6,378 רדיוס  
קילומטר

נוגה  
6,052 רדיוס  
קילומטר

כוכב חמה  
2,439 רדיוס  
קילומטר

שמש  
1,384,000 רדיוס  
קילומטר



### ב. גודל המסה יחסית לכדור הארץ:

מסתו של כדור הארץ היא  $6 \times 10^{31}$  טון, את המסה הזאת רשמנו בטבלה כיחידה אחת 1.0.

המסות של כוכבי הלכת האחרים הרשומות בטבלה הן ביחס למסת כדור הארץ.

למשל, המסה של כוכב הלכת אוראנוס הרשומה בטבלה היא 15 המשמעות היא שמסתו היא פי 15 גדולה יותר מזו של כדור הארץ.

### ג. צפיפות

בטבלה רשום כי צפיפות כדור הארץ היא 5.5. כלומר המסה (הממוצעת) של נפח מסוים שנלקח מכדור הארץ היא פי 5.5 גדולה יותר מאשר אותו נפח של מים.

למשל אם ניקח כוס ונמלא אותה באדמת כדור הארץ, נראה כי כוס זו תשקול פי 5.5 מאשר אותה כוס מלאה במים.

### ד. כוח המשיכה ביחס לזה של כדור הארץ.

כל אחד מכוכבי הלכת מושך גופים שעל פניו בכוח מסוים לכוון מרכזו.

המספרים הרשומים בעמודה של "כוח המשיכה", מבטאים פי כמה גדול (או קטן) כוח המשיכה הפועל על פני כוכב הלכת ביחס לכוח המשיכה הפועל על פני כדור הארץ.

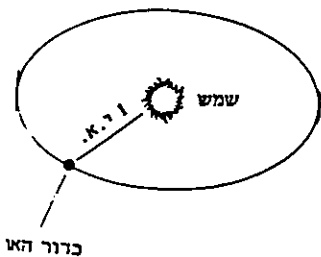
משום כך רשום עבור כדור הארץ המספר 1.0 כי היא היחידה אשר מודדים ביחס אליה.

אבל לכוכב הלכת צדק למשל, נרשם המספר 2.5, כלומר, כוח המשיכה הפועל על גוף על פני צדק, גדול פי 2.5 מאשר כוח המשיכה הפועל על אותו גוף על פני כדור הארץ.

### ה. זמן ההקפה סביב השמש:

זמן ההקפה או זמן המחזור, הוא הזמן הדרוש לכוכב הלכת להקיף פעם אחת את השמש.

למשל זמן המחזור של כדור הארץ הוא 365 יממות, או שנה שלמה.



"יחידה אסטרונומית אחת" היא יחידת מרחק יסודית במערכת השמש. מרחק זה הוא רדיוס הסיבוב הממוצע של כדור הארץ סביב השמש, כלומר מאה וחמישים מיליון ק"מ. למשל כוכב הלכת המרוחק ביותר במערכת השמש, פלוטו, נמצא במרחק 40 יחידות אסטרונומית מהשמש.

לארבעת כוכבי הלכת הקרובים ביותר לשמש דהיינו כוכב חמה, נוגה, ארץ ומאדים יש קרקע מוצקה. צילומי לויין מראים כי הנופים על פני הכוכבים חמה נוגה ומאדים דומים מאוד לאלו שעל פני כדור הארץ. ניתן למצוא בכל אחד מהכוכבים הנ"ל כמו בכדור הארץ הרים גבוהים, גאיות עמוקים מישורים ומכתשים, ראה סדרת הצילומים של תמונה מספר 6.

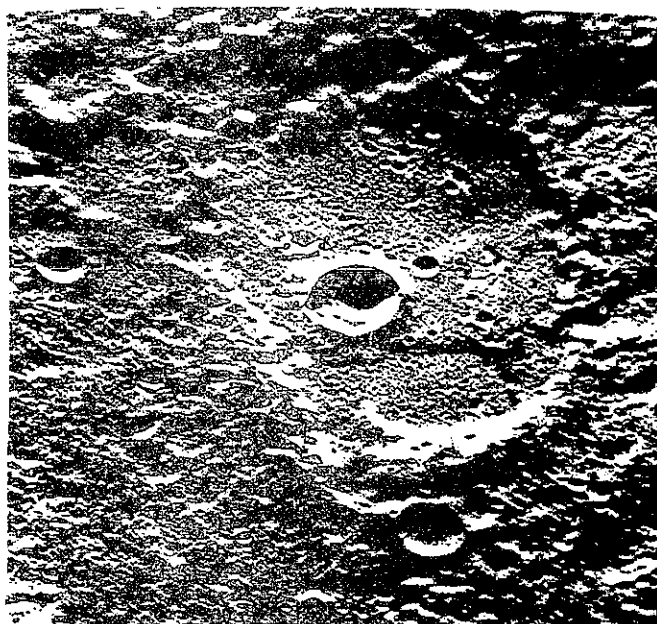
מאדים



כוכב חמה

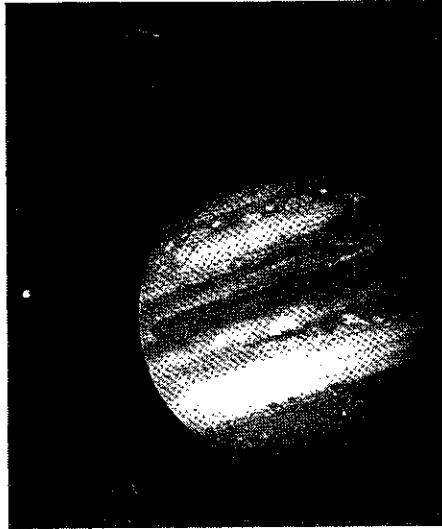


נוגה



תמונה 6: נופים על פני כוכבי הלכת: כוכב חמה, נוגה ומאדים.

עד היום, לא ברור, אם לשלושת כוכבי הלכת הענקיים צדק שבתאי ואוראנוס, יש קרקע מוצקה מתחת לאטמוספירה שלהם. רוב רובו של כל אחד מהכוכבים האלה מורכב מגזים. תמונה 7 מראה כי האטמוספירה של צדק פעילה מאוד והיא מכילה מערבולות גדולות מאוד.



תמונה 7: על פני כוכב הלכת צדק קיימים זרמים ומערבולות של גזים.

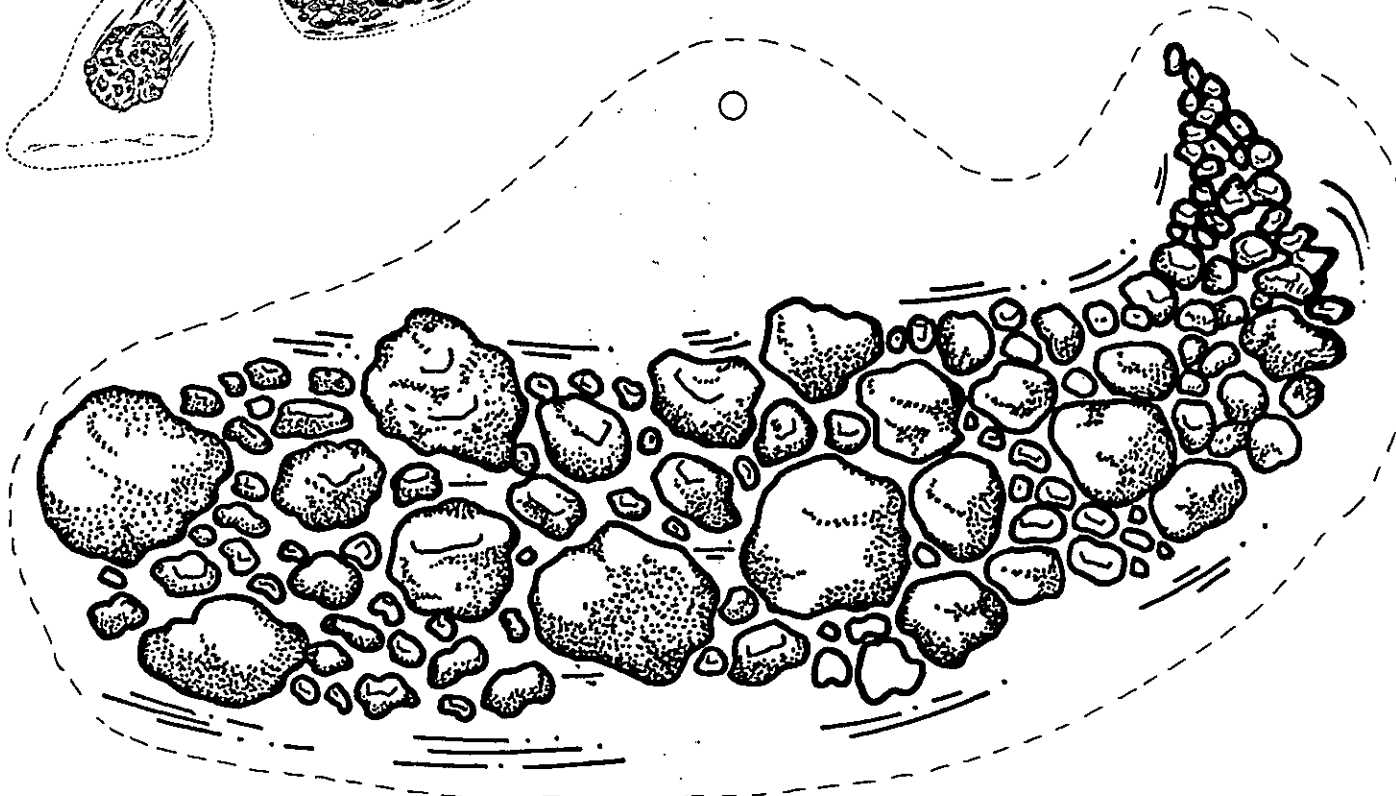
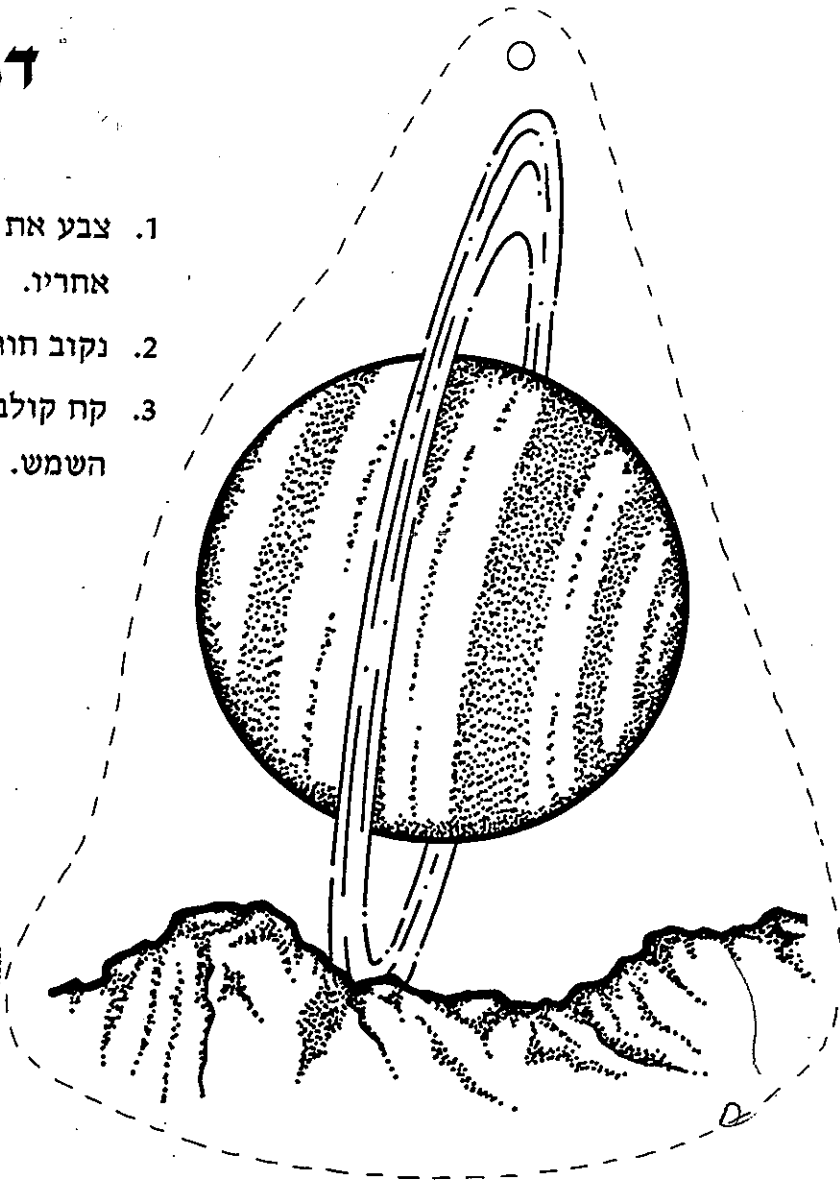
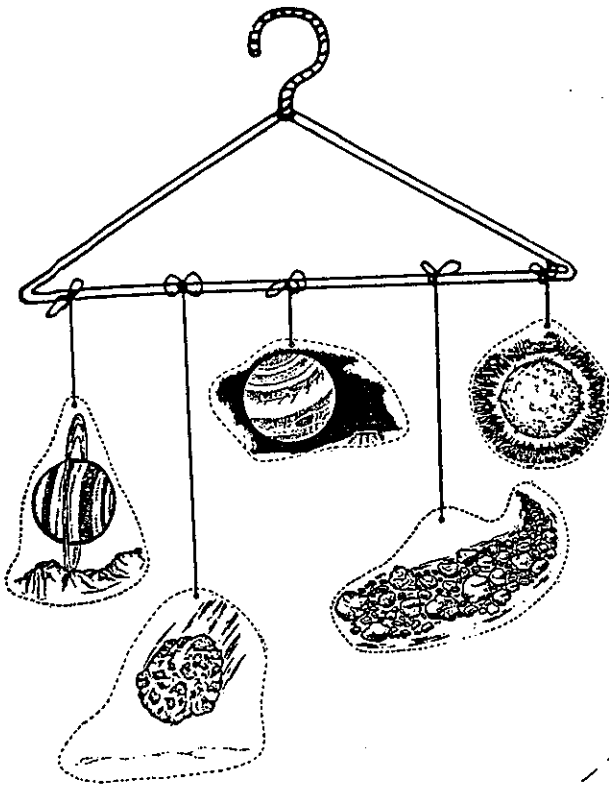
## סיכום:

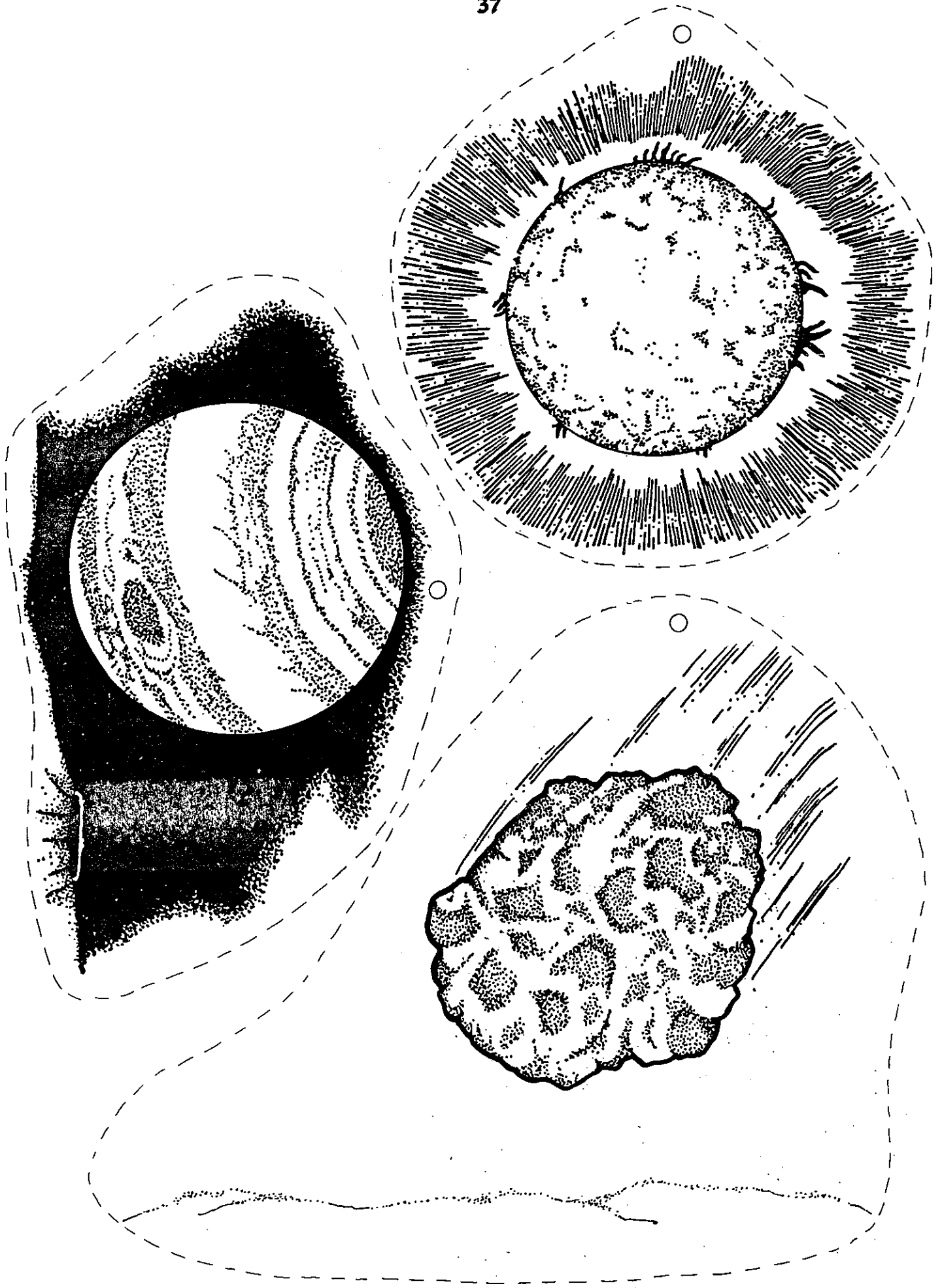
לכל אחד מכוכבי הלכת תכונה משלו, בדרך כלל אנו מודדים את התכונות האלו ביחס לכדור הארץ. יחידה אסטרונומית: המרחק הממוצע מכדור הארץ לשמש, מרחק זה הוא מאה וחמישים מיליון ק"מ. לכוכבים: כוכב חמה, נוגה, מאדים וארץ- קרקע מוצקה. צדק שבתאי ואוראנוס, הם בעיקרם גזיים.



## דגם מערכת השמש

1. צבע את הציורים בעמוד זה ובשלושת העמודים הבאים אחריו.
2. נקוב חור בכל ציור וגזור אותו מסביב כמצויין.
3. קח קולב ותלה את גרמי השמים לפי הסדר במערכת השמש.





### ד. מה זה שצ"מ חנכ"ל?

הקדמונים הכירו היטב את כוכבי הלכת הנראים לנו בעין, והם כוכב חמה, נוגה, מאדים, צדק ושבתאי. הם צרפו אליהם גם את הירח (לבנה), כיון שגם הוא "הולך" (זז) בין הכוכבים כמו שאר כוכבי הלכת.

הקדמונים סידרו את המערכת הזאת באופן אחר. הם שמו את כדור הארץ במרכז המערכת וסביבה נעו הכוכבים: ירח, (לבנה) כוכב חמה, נוגה, שמש (גם השמש נחשבה ככוכב לכת כמו השאר) מאדים, צדק, ושבתאי.



תמונת העולם של הקדמונים- הארץ במרכז.

1. שרטט בעזרת מחוגה את המערכת הזאת של הקדמונים  
עגולים עגולים כאשר כדור הארץ במרכז.

2. רשום את סדר כוכבי הלכת בסדר הפוך, כלומר החל  
משבתאי וכו'...

תשובה \_\_\_\_\_

3. רשום רק את ראשי התיבות של כוכבי הלכת לפי הסדר  
בשאלה 2.

תשובה \_\_\_\_\_

כך קראו בזמנם לשבעת כוכבי הלכת בקיצור בשם שצ"מ  
חנכ"ל, שהוא גם קל לזכרון.

כיום החליטו האסטרונומים שתמונת העולם הזאת אינה  
אמיתית והם ביטלו את דעת האסטרונומים הקדמונים. אבל

ממילא דרך זו או אחרת אינה שייכת לעקרונות אמונתנו כיהודים, וברצונם הם אומרים וברצונם הם גם מבטלים בהתאם לממצאים המדעיים של כל תקופה, ועל זה כתב הרמב"ם: בהלכות קידוש החודש (פרק י"ז הלכה כ"ד): "וטעם כל אלה החשבונות, ומפני מה מוסיפים מנין זה, ומפני מה גורעין, והיאך נודע כל דבר מאלו הדברים והראיה על כל דבר, היא חכמת התקופות והגימטריות שחברו בה חכמי יוון ספרים הרבה והם נמצאים עכשיו ביד החכמים. אבל הספרים שחברו חכמי ישראל שהיו בימי הנביאים מבני יששכר לא הגיעו אלינו. ומאחר שכל אלו הדברים בראיות ברורות הם שאין בהם דופי ואי אפשר לאדם להרהר אחריהם, אין חוששין למחבר בין שחברו אותם נביאים בין שחברו אותם האומות, שכל דבר שנתגלה טעמו ונודעה אמיתתו בראיות שאין בהם דופי אנו סומכים על הראיה שנתגלתה והטעם שנודע. עכ"ל.

הקדמונים השתמשו בכוכבי הלכת גם בכדי לסמן את השעות של היום. למשל השעה הראשונה של יום ראשון, כלומר משעה שש בבוקר עד שבע נקראה בשם "שעת חמה", כאילו שעה זו "מושפעת" במיוחד מהחמה (שמש) וכך הלאה.

את סדר השעות קבעו כך:

ביום ראשון השעה הראשונה בבוקר (6-7) נקראת שעת חמה.

ביום ראשון השעה השנייה בבוקר (7-8) נקראת שעת נוגה.

ביום ראשון השעה השלישית בבוקר (8-9) נקראת שעת כוכב.

ביום ראשון השעה הרביעית בבוקר (9-10) נקראת שעת לבנה.

ביום ראשון השעה החמישית בבוקר (10-11) נקראת שעת

שבתאי.

ביום ראשון השעה השישית בבוקר (11-12) נקראת שעת צדק.

ביום ראשון השעה השביעית בבוקר (12-13) נקראת שעת

מאדים.

כך הסתיימו כל שבעת השמות.

עתה ממשיכים שוב שעת חמה, שעת נוגה וכו', עד שמסיימים

את היום כלו והלילה וממשיכים ביום השני.

מלא את הטבלה הבאה בשמות כוכבי הלכת של כל שעה ושעה

בימות השבוע



פרט לשבעת הגלגלים ישנם גם שבעה רקיעים. אבל הרקיעים אינם הגלגלים, אלא הם שבע דרגות רוחניות אחת מעל השניה ושמותיהם הם: (חגיגה י"ב): וילון, רקיע, שחקים זבול, מעון, מכון, ערבות.

שבעת הגלגלים נמצאים כלם דוקא ברקיע השני (הנקרא בשם "רקיע") שבו חמה ולבנה ומזלות קבועין, שנאמר "ויתן אותם אלקים ברקיע השמים".

כלומר, כל הכוכבים שצ"מ חנכ"ל דהיינו שבתאי, צדק מאדים, חמה, נוגה כוכב חמה, לבנה, כלם נמצאים ברקיע השני דוקא. וכל הרקיעים כלם הם מדרגות רוחניות.

ברכות נ"ט: ט: רש"י: "שעת שבתאי: שם שעה ראשונה של ליל ד' שבאותה שעה ניתלו מאורות". כלומר, שהרי ידוע שהקב"ה ברא את השמש והירח והכוכבים ביום הרביעי. אבל, הגמרא כאן אומרת במפורש שבריאתן היתה ממש בתחילת ליל רביעי (כלומר, בסוף היום השלישי) ושעה זו היא בין השעות שש לשבע בערב שהיא תחילת ליל ד' נקראת "שעת שבתאי".

כך מבאר רש"י את הענין שמות השעות במשך השבוע: "ושבע שעות הן וחוזרות חלילה שצ"ם חנכ"ל. תמצא סימני שעות תחילת הלילות כצנ"ש חל"ם (כלומר):

מוצ"ש: כוכב

תחילת יום ב': צדק

תחילת ליל ג':

תחילת ליל ד':

תחילת ליל ה':

תחילת ליל ו':

תחילת ליל שבת

1. בדוק ומצא בטבלה שערכת את ראשי התיבות של כוכבי הלכת בתחילת לילות של ימי השבוע. תשובה: \_\_\_\_\_

2. בדוק ומצא בטבלה שערכת את ראשי התיבות של כוכבי הלכת בתחילת היום של ימי השבוע.

תשובה: .....

## ה. כוכבי הלכת והמזלות

בגמרא (שבת קנ"ו.) מצאנו מחלוקת, האם היום עצמו בשבוע של יום לידתו קובע את מזלו של האדם, או גם השעה של היום שבה הוא נולד- גם היא קובעת: למשל, מי שנולד ביום ראשון, יהיה או כולו צדיק או כולו רשע, שהרי באותו יום ראשון של הבריאה נבראו האור והחושך. או: מי שנולד ביום שני, יהיה גבר רגזן, שמשום שבאותו היום נפלגו המים, ואכן הוא נבדל מכל אדם. ביום שלישי – עשיר וזנאי משום שנבראו בו העשבים, שהם דבר שפרה ורבה מאוד, וממהר לגדול ולצמות. מאן דנולד ביום ד' יהא גבר חכים ונהיר, משום שאיתלו ביה מאורות, וכתב "תורה אור". מאן דנולד ביום ה' יהא גבר גומל חסדים, משום שאיברו ביה דגים ועופות, שאינם טורחין ואוכלין, וניזונים בחסדו של הקב"ה. מאן דנולד במעלי שבתא יהא גבר חזון במצוות, שכן דרך בערב שבת- מחזרים אחר מצוות שבת. מאן דנולד ביום שבת קודש ימות בשבת, משום שאיחלו עליו שבת וקדוש ייקרא פירוש "וקדוש"- דכתיב: "ויקדשהו".

וציינה הגמרא (שם), אמר להו ר' חנינא, פוקו ואמרי ליה לבר לואי, לא מזל יום גורם אלא מזל שעה גורם. וכבר ביארנו כי ישנם שבעה כוכבי לכת: שצ"ם חנכ"ל (ראשי תיבות של: שבתאי, צדק, מאדים, חמה, נוגה, כוכב, לבנה- וכל אחד מהם פועל כמזל של שעה מסוימת במשך היום. למשל, ביום שבת, השעה הראשונה בבוקר (בין שעה 6 לבין שעה 7) – שולט בה כוכב שבתאי, השעה השנייה שאחריה – שולט בה כוכב צדק, וכך הלאה. כל שבע השעות הראשונות, שולטים בהן כל אחד משבעת כוכבי הלכת לפי הסדר: שצ"ם חנכ"ל – כל אחד על שעה אחת, בזה אחר זה. ואחרי שבע השעות הראשונות, מתחיל שוב מחזור שליטה חדש, שסדרו שוב: שצ"ם חנכ"ל. אם נמשיך בספירת השעות כל השבוע בדרך זו, יום אחרי יום, יסומנו כל השעות של ימי השבוע ויהיו נשלטות על ידי אחד משצ"ם חנכ"ל. כך יוצא, כי יום השבת מתחיל בשעה ששולט בו שבתאי, יום ראשון מתחיל



בשעה ששולט בה חמה, יום שלישי- לבנה, יום רביעי- כוכב, יום חמישי- צדק, יום שישי- נוגה. זוהי הסיבה לכך ששמות הימים בשפות שונות הם שרידים של השמות של כוכבי הלכת שצ"ם חנכ"ל: יום שבת הוא באנגלית SATURDAY המורכב משני שמות DAY-SATURN כלומר יום שבתאי, כי תחילת יומו היא שעת שבתאי. יום ראשון הוא SUNDAY או SUN-DAY כלומר יום חמה, כי תחילת יומו היא שעת חמה. יום שני MONDAY המורכב משני שמות MOON-DAY שהוא יום הלבנה, כי תחילת יומו היא שעת לבנה. יום שלישי MARDI (בצרפתית) שהוא שם מאדים, MARS, כי תחילת יומו היא שעת מאדים. יום רביעי – MERCREDI מלשון כוכב MERCURE, כי תחילת יומו הוא שעת "כוכב". יום חמישי – JEUDI המכיל את שם כוכב צדק JUPITER, כי תחילת יומו הוא שעת צדק. יום שישי VENDREDI המכיל את שם כוכב נוגה VENUS, כי תחילת יומו הוא שעת נוגה.

ואשר למה שאומר ר' חנינא: פוקו ואמרי ליה לבר לוואי, לא מזל גורם אלא מזל שעה גורם, כלומר: מי שנולד בשעה מסוימת, הנשלטת ע"י אותו כוכב לכת, הרי הוא בעל תכונות הנמשכות מאותו כוכב לכת, וזהו "מזל שעה". ונאמר שם בהמשך: "האי מאן דבחמה (שנולד בשעת חמה) יהיה גבר זיוותן... דבכוכב נוגה – יהי גבר עשיר וזנאי ... דבכוכב (בלע"ז "מרקוריו) – יהיה גבר נהיר וחכים... דבלבנה – יהי גבר סביל מרעין.. דשבתאי – יהיה גבר מחשבותיה בטליון.. דבצדק – יהיה צדקן במצוות, האי מאן דבמאדים יהי גבר אשיד דמא..." כלומר, לבני אדם יש זיקה אל כוכבי לכת האלה, המזלות, שתכונותיהם מושפעות מהם, והקב"ה מנהיג כביכול דרך מזלות אלה, כדי להשפיע תכונות אלו אחרות על בני אדם.

אבל, כבר אמרו חז"ל שאין מזל לישראל, כלומר אפילו שההשפעה של המזלות האלה עומדת וקיימת, הרי הדבקות של אדם מישראל בקב"ה משנה את פעולת המזל, כי היהודי קשור באופן ישיר למלך מלכי המלכים, הקב"ה, ולא באמצעות שריו ועבדיו, שהם הכוכבים עושי דברו בשמים.

#### סיכום:

חז"ל קראו לכוכבי הלכת שצ"מ חנוכ"ל גם בשם "המזלות", וכל שעה ושעה כפי שהזכרנו לעיל שייכת "למזל" מסוים. למשל השעה הראשונה של יום ראשון היא "במזל חמה" וכו'. היתה להם מסורת שאדם שנולד בשעה מסוימת של היום היה המזל שלו כשעת כוכב הלכת המתאים. למשל אדם שנולד בשעת מאדים (שצבעו אדום כדום) יהיה או שוחט או רוצח. (ובימינו יכול להיות רופא מנתח בבית חולים שיציל בני אדם רבים). כיום אין בינינו שיודעים את המסורת הזאת, ויכולים לטעות בגורלות בצורה לא נכונה. מנהגנו כיום הוא להתעלם מפעולת המזלות כי אין לנו בהם ידיעה כמו שהיתה בידי אבותינו, וכן כעקרון "אין מזל לישראל". כי ככל שאנו דבקים בקב"ה אין המזל שולט בנו, וכך אנחנו מעל המזלות.

## ו. מה עוד מכילה מערכת השמש?

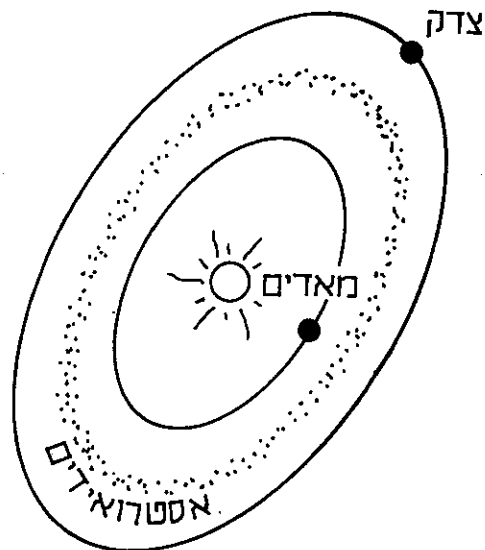
### אסטרואידים:

בתוך מערכת השמש קיימים אלפי כוכבים קטנים, ה"מטיילים" להם במרחבי המערכת.

גדלם של כוכבים אלו הוא כמה מאות קילומטרים ועד לגרגירים קטנים ביותר.

בין העצמים האלה אנו מוצאים אלפי "אסטרואידים". אלה הם סלעים בגדלים שונים המקיפים את השמש בטבעת ענקית. הם נעים במסלול בין כוכבי הלכת מאדים לבין צדק.

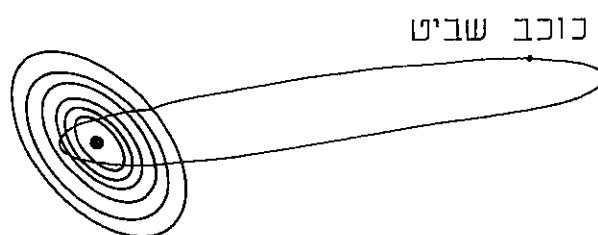
בין האסטרואידים יש כאלה שהם בגודל הירח שלנו, אולם רבים מהם סלעים קטנים שגודלם כגודל הסלעים המצויים על פני כדור הארץ (ראה תמונה 8).



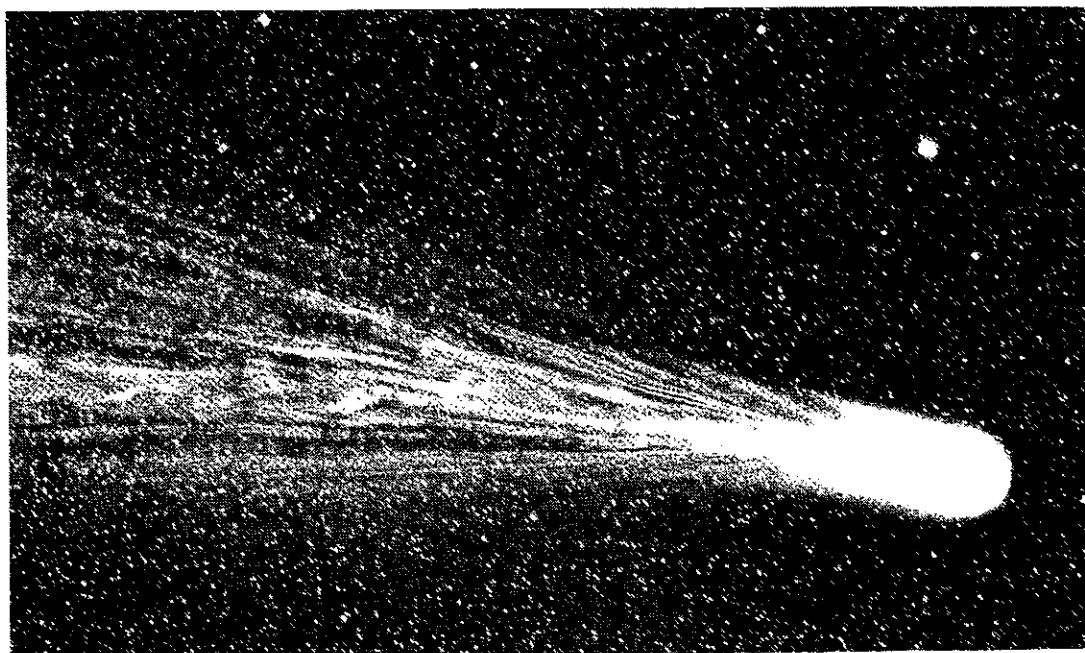
תמונה 8: טבעת האסטרואידים מקיפה את השמש במסלול בין כוכבי הלכת מאדים וצדק.

## כוכבי שביט:

כוכבי שביט הם גושי קרח שגדלם כעשרה ק"מ בלבד. גם הם מקיפים את השמש, אולם מסלולם אינו מעגלי, אלא צורתו אליפטית מאורכת מאוד. ראה תמונה 9. כאשר השביט נמצא בצידה הרחוק של האליפסה מהשמש, הרי הוא קר מאוד והוא כגוש קרח לכל דבר. אולם, ככל שהוא מתקרב אל השמש הוא מתחמם (מקרינת השמש), הקרח הופך למים, והמים ונוזלים אחרים על פניו מתאדים. האדים יוצרים שובל ענקי של חומר זוהר בשמים בצבעים שונים. אורך השובל עשוי להגיע עד למיליוני קילומטרים.



תמונה 9: כוכבי שביט נעים באליפסות מאורכות מאד סביב השמש.



תמונה 10: שביט הלי בביקורו האחרון בשנת 1986.

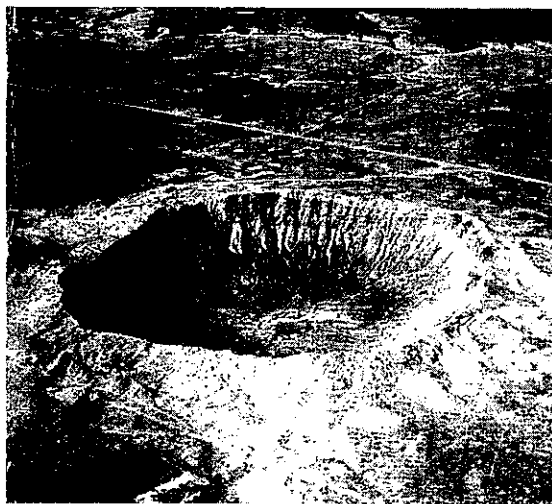
## שביט האלי

זמני המחזור של השביטים השונים המקיפים את השמש משתנה החל מכמה שנים וכלה במאות שנים. השביט המפורסם ביותר נקרא "שביט הל", על שם אסטרונום אנגלי אשר חישוב לראשונה את זמן מחזורו (כשבעים שנה), (ראה תמונה 10).

ראוי לציין כי שביט הל היה כבר ידוע לחז"ל. בגמרא מוזכר (הוריות דף י') כי רבי יהושע בן חנניה ידע על קיום שביט זה והוא אף ציין שהוא חוזר ומבקר אותנו אחת לשבעים שנה.

## מטיאורים

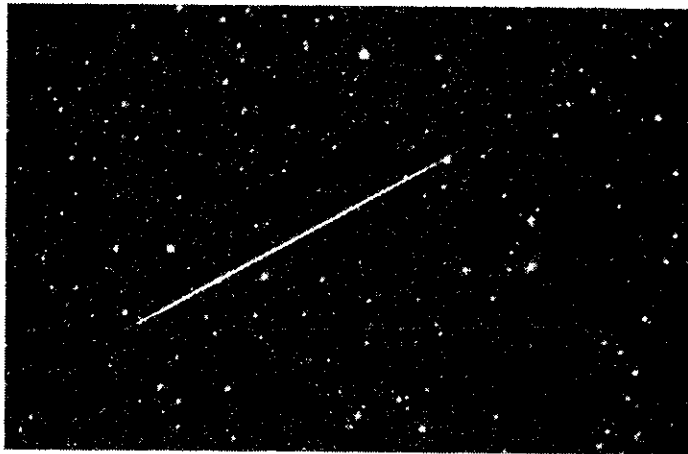
מערכת השמש מכילה סלעים קטנים, גרגירים, וכדורי שלג הנעים במסלולים שונים סביב השמש. מדי פעם נופלים גופים כאלה על פני כדור הארץ. אלה הם "המטאורים". תמונה 11 מראה גוף סלע כזה ש"נפל מן השמים".



תמונה 11: מכתש שנוצר ע"י מטיאור ענק במדינת אריזונה בארה"ב, רוחבו כקילומטר וחצי.

## כוכבים נופלים.

לפעמים רואים בשמי הלילה באופן פתאומי פס אור דק במשך שניה אחת או שתיים, תופעה הנקראת בלשון העם "כוכבים נופלים". אלו הם גרגירי סלעים קטנים מאוד החודרים מהחלל החיצון לאטמוספירה שלנו. משקלם אינה עולה על גרמים בודדים. בעזברם דרך האטמוספירה במהירות גדולה מאוד הם נשרפים תוך כדי מעופם ויוצרים את התופעה של "כוכבים נופלים".



תמונה 12 : המיטיאורים הם סלעים (קטנים או גדולים) הנופלים מן השמים.

## סיכום:

אסטרואידיים- סלעים המקיפים את השמש בטבעת באיזור שבין מסלול כוכב הלכת מאדים וכוכב הלכת צדק.  
 כוכבי שביט- גושי קרח המקיפים את השמש במסלול אליפטי מאוד מאורך מאוד.  
 מיטאורים- גושי סלע שניתקים במסלולם סביב השמש ונופלים על פני כדור הארץ.  
 כוכבים נופלים- גרגירי סלע קטנים מאד החודרים מהחלל לאטמוספירה והם נשרפים תוך כדי חיכוך איתה.

## ז. כוכבי שביט בכתבי חז"ל

בכתבי חז"ל אנו מוצאים שאותות השמים הם ליקויי מאורות, כלומר, ליקויים של השמש או הירח, או גם הופעתו של כוכב שביט בשמים.

### כוכבי שביט

בגמרא (ברכות) מוזכר: מאי זיקין כוכבי דשביט, ופרש שם רש"י: שאלה הם כוכבים עם זנבות (שרביט). אנו מבינים היום שאלה הם כוכבי השביט שרואים מדי פעם בשמי הלילה.

מבין כוכבי השביט המענינים ביותר בימי חז"ל היה זה שביט שהופיע בזמנם של רבן גמליאל ורבי יהושע (בזמן חורבן הבית השני). והוא צוין בגמרא הוריות (י.) כתוב שם: אמר ר' יהושע כוכב אחד עולה ומתעה את הספנים".

(הוריות י.) אמר ר' יהושע "כוכב אחד לשבעים שנה עולה ומתעה את הספנים". שהרי הספנים יודעים את דרכם בים בעזרת הכוכבים. והנה אם מופיע כוכב בלתי מוכר לספנים הוא יכול להתעות את הספנים. ואכן, כוכב שביט שאין רואים כל כך את זנבו יכול להיראות ככוכב רגיל ויתעה את הספנים. ואמר ר' יהושע שבכל שבעים שנה מופיע כוכב חדש בשמים והוא מתעה את הספנים. ידוע כי כוכב השביט הלי אכן נראה לנו מחדש אחת לשבעים שנה בערך.

ברכות נ"ח: מאי זיקין? אמר שמואל כוכבא דשביט. כלומר שואלים מהם זיקין? ושמואל אמר שאלה הם כוכבי שביט. רש"י תיאר זאת במפורט: "כוכב היורד כחץ ברקיע ממקום למקום וארוך כשבט (מקל) שהוא יורה ונראה כמו שפותח ורקיע". כלומר, לפי רש"י זהו כוכב שנראה יורד מהשמים כמו חץ ועובר (בכל לילה) ממקום למקום ויש לו מאחוריו כמו מקל שהוא יורה ונדמה שהוא פותח את הרקיע כמו שפותחים וילון.

ועוד אמר שמואל נהירין לי שבילי דשמיא כשבילי דנהרדעא לבד  
מכוכבא דשביט דלא ידענא מאי ניהו. כלומר, שמואל מתפלא  
שהוא מכיר היטב את שמי הלילה (כלומר את סדר הכוכבים)  
וכיצד הם מסודרים זה ליד זה כמו שבילים בכפר. הוא מכיר את  
הסדר בשמים כל כך טוב כמו שהוא מכיר את העיר נהרדעא שבה  
הוא חי. אבל הוא אינו יודע מהיכן הם באים, מאיזה קבוצות  
כוכבים הם יצאו והגיעו אלינו כך שנראה אותם במעופם בשמי  
הלילה.



## ח. דפי עבודה



צדק

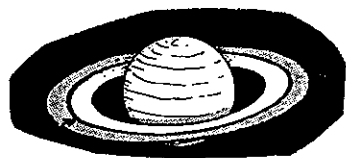
### תרגיל 1:

בתמונה 3 רואים כי כוכבי הלכת אינם שוים בגדלם.  
רשום את ארבעת הכוכבים הגדולים ביותר.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_

### תרגיל 2:

1. העזר בטבלה והשלם את המשפטים הבאים הנוגעים לכדור הארץ:  
 א. שמו הלועזי של כדור הארץ הוא: \_\_\_\_\_  
 ב. רדיוסו \_\_\_\_\_  
 ג. צבעו \_\_\_\_\_  
 ד. צפיפותו \_\_\_\_\_  
 ה. זמן הקפתו סביב השמש \_\_\_\_\_ יממות וזמן סבובו סביב צירו  
 הוא \_\_\_\_\_  
 ו. לכדור הארץ \_\_\_\_\_ (יש/אין) אטמוספירה.

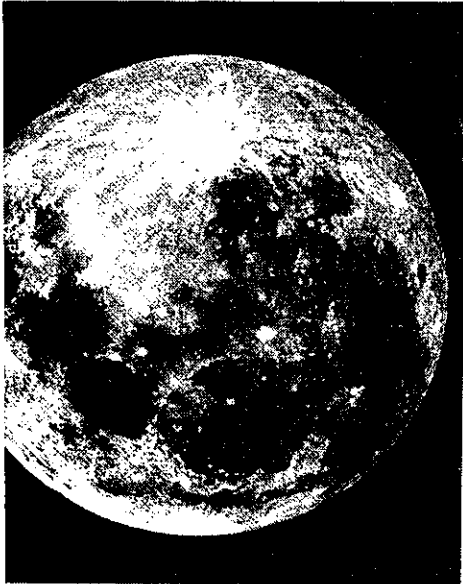


שבתאי

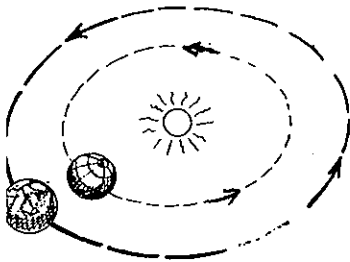
2. העזר בטבלה ורשום את צפיפותם של כוכבי הלכת בסדר עולה:

שם הכוכב	צפיפות	שם הכוכב	צפיפות
א. שבתאי	0.7	ו.	
ב. אוראנוס	1.3	ז.	
ג.		ח.	
ד.		ט.	
ה.			

3. א. כוכב הלכת שלו הנפח הגדול ביותר הוא \_\_\_\_\_ רדיוסו  
 שווה ל \_\_\_\_\_ ק"מ.  
 ב. כוכב הלכת בעל הנפח הקטן ביותר הוא \_\_\_\_\_  
 רדיוסו שווה ל \_\_\_\_\_  
 ג. כוכב הלכת בעל המסה הגדולה ביותר הוא \_\_\_\_\_  
 מסתו גדולה פי \_\_\_\_\_ מזו של כדור הארץ.



הירח שלנו.



ד. הצפיפות הקטנה ביותר היא של כוכב הלכת \_\_\_\_\_ לכן משערים כי אין לו קרקע מוצקה וכלו מורכב מגזים.  
ה. כוח המשיכה הגדול ביותר שייך לכוכב הלכת \_\_\_\_\_ כוח משיכה זה גדול פי \_\_\_\_\_ מאשר כוח המשיכה הפועל על אותו גוף על כדור הארץ.  
ו. זמן הסבוב הגדול ביותר סביב צירו שייך לכוכב \_\_\_\_\_ הזמן הוא \_\_\_\_\_ יממות.  
ז. כוכב הלכת הקרוב ביותר לשמש הוא \_\_\_\_\_ מרחקו מהשמש \_\_\_\_\_ יחידות אסטרונומיות, או \_\_\_\_\_ ק"מ.  
ח. לכוכב שרשמת בשאלה ז', זמן הקפתו סביב השמש הוא \_\_\_\_\_ ט. בדוק וראה ככל שכוכב הלכת רחוק יותר מהשמש זמן המחזור שלו סביב השמש הולך ו\_\_\_\_\_ (גדל/קטן).

י. לכוכבים הבאים:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

אין ירחים, ולכוכב \_\_\_\_\_ יש מספר ירחים הגדול ביותר.

תרגיל 3:

1. סמן בעיגול את התשובה הנכונה:

א. כוכב לכת הוא:

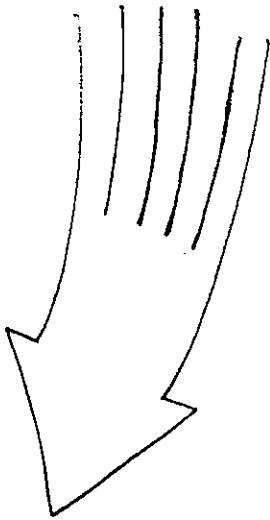
1. כוכב המשנה את מקומו ביחס לכוכבים אחרים.
2. כוכב המשנה את צבעו באופן מחזורי.
3. כוכב היוצא מנקודת מוצא ו"הולך" לכוון השמש וחוזר אחר כך למקומו.

ב. כוכב שבת הוא:

1. כוכב ה"יושב" במערכת השמש.
2. כוכב שאינו משנה את מקומו ביחס לכוכבים אחרים.
3. כוכב ה"שב" תמיד למקומו בצורה מחזורית.

ג. כוכבי הלכת מקיפים את השמש:

1. במעגלים.
2. באליפסות הקרובות לצורה מעגלית.
3. בקוים ישרים סגורים.



ד. כוכבי שביט:

1. הם כוכבי שבת.
2. מקיפים את השמש באליפסות גדולות ומוארכות מאוד.
3. קרובים מאוד לשמש.

ה. כוכבי שביט מורכבים בעיקר:

1. מקרח.
2. מאדמה.
3. מגזים.

ו. אסטרואידיים הם:

1. כוכבי שביט.
2. גושי סלעים וקרח המקיפים את השמש במסלול שבין מסלולי צדק ומאדים.
3. כוכבים הקובעים את מזלו של האדם.



ז. מטיאורים הם:

1. כוכבי לכת.
2. ניצוצות בשמים.
3. גושי סלעים הנופלים מהחלל על פני כדור הארץ.

ח. כוכבים נופלים הם:

1. כוכבי שביט.
2. גרגירי סלע קטנים מאוד החודרים לאטמוספירה שלנו ונשרפים בה.
3. כוכבים הנופלים על כדור הארץ ומתנגשים בו בעצמה רבה.

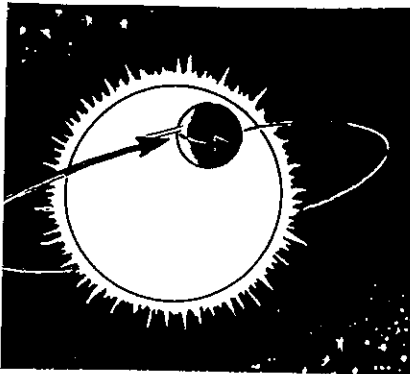
השלם את המשפטים הבאים:

1. במערכת השמש יש \_\_\_\_\_ כוכבי לכת.
2. כוכבי הלכת מקיפים את השמש ומסתובבים סביב צירם בזמן \_\_\_\_\_ (משתנה/קבוע).
3. כדור הארץ מקיף את השמש במשך \_\_\_\_\_ יממות. בו זמנית, הוא סובב סביב צירו במשך \_\_\_\_\_ שעות.

4. כוכב הלכת צדק מקיף את השמש במשך \_\_\_\_\_ יממות. בו זמנית, הוא סובב סביב צירו במשך \_\_\_\_\_ שעות.
5. ב"יחידה אסטרונומית" יש \_\_\_\_\_ ק"מ. זה המרחק בין הארץ וה\_\_\_\_\_.
6. שביט הלי מבקר אותנו אחת ל\_\_\_\_\_ שנה.

תרגיל 4:  
התבונן בתמונות הצבעוניות של כוכבי הלכת וענה על השאלות

הבאות  
גלויה 1.



כדור הארץ סביב השמש.

זהו כדור הארץ כפי שצולם ממרחק של כ-380,000 ק"מ. רואים כי רובו הוא כחול ועליו עננים רבים בצורת מערבולות. ניתן לראות את היבשת \_\_\_\_\_ וכן את ים \_\_\_\_\_ וכן האי \_\_\_\_\_ צבעו הכללי של כדור הארץ הוא: .....  
גלויה 2.

זהו צילום של הירח שלנו ממרחק של כ-18,000 ק"מ. רואים על פניו מכתשים וכן "ימות" גדולות (החלקים האפלים הגדולים). הראיה הברורה הזו שעל פניו מעידה על כך ש \_\_\_\_\_ (יש/אין) לירח אטמוספירה.

גלויה 3.

מראה את אסטרונוט ניל ארמסטרונג על פני הירח.

גלויה 4.

זהו צילום של כוכב הלכת נוגה ממרחק של כ-66,000 ק"מ. רואים בבירור כי \_\_\_\_\_ (יש/אין) לו אטמוספירה. עם זרמים \_\_\_\_\_ (חזקים/חלשים) של גזים. צבעו הכללי של נוגה הוא: .....  
גלויה 5.

נוף על פני מאדים.

גלויה 6.

כוכב הלכת מאדים.

מדוע לדעתך קוראים למאדים בשם זה? .....  
גלויה 7.

כוכב הלכת צדק (וכדור הארץ על ידו).

מצא את הקוטר של כוכב הלכת צדק בטבלה וחשב בעזרתו מה הגודל של הכתם הגדול של המערבולת שעל פניו (בצורת עיני).

צבעו הכללי של צדק הוא .....

גלויה 8.

צדק וארבעה מירחיו.

גלויה 9.

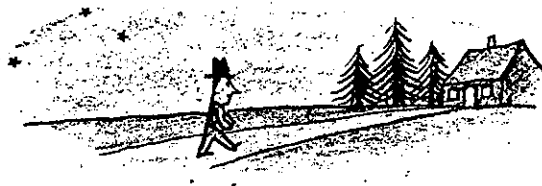
כוכב הלכת שבתאי וירחיו.

המאפיין ביותר את שבתאי הן \_\_\_\_\_ שסביבו.

רואים בבירור את המכתשים על פני אחד מירחיו (הקרוב אלינו).

קח את קוטר שבתאי מן הטבלה והערך מהו מרחק הטבעות שלו

מפניו.



## ט. כוכב חמה (מרקיורי)

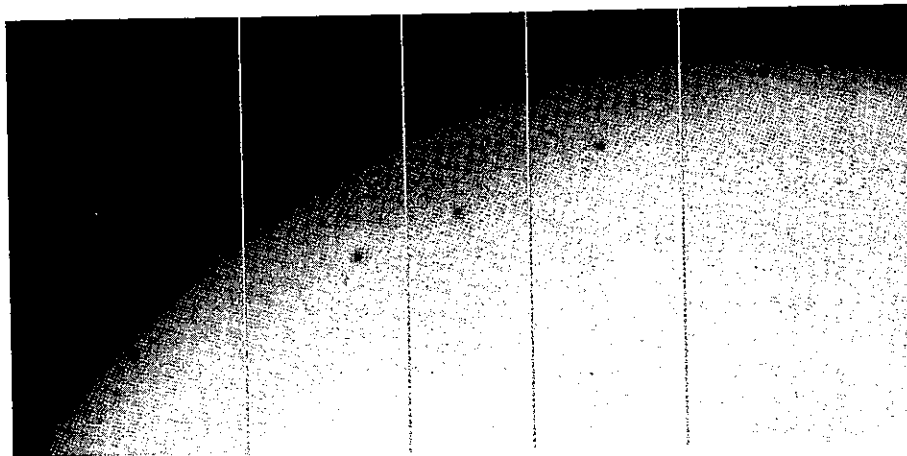
כוכב חמה הוא כוכב הלכת הקרוב ביותר אל השמש. מרחקו הוא רק 58 מיליון קילומטר ממנה. רואים אותו תמיד "צמוד" אליה בתצפיות. ולכן הוא נקרא "כוכב חמה", גם הוא מכוסה באלפי מכתשים, וגם אין לו אטמוספירה כלל, לכן פניו דומים מאד לפני הירח שלנו.

הצד שלו הפונה אל השמש (במשך "היום") מגיע לחם של ארבע מאות מעלות, אבל הלילה שלו קר מאד, ומגיע לכדי 150 מעלות מתחת לאפס.

כוכב חמה הוא הקטן ביותר מבין תשעת כוכבי הלכת, וגודלו הוא רק 4880 קילומטר. ראה תמונה 6.

התמונה הבאה היא צילום של כוכב חמה כשהוא עובר על פני השמש.

כיצד תקרא לתופעה כזאת?



הצילומים הם של "כוכב חמה" כאשר עבר על פני השמש ביום 14 בנובמבר 1954. המעבר כלו בחמשת הצילומים אך כשלוש שעות וחצי. זוהי הסיבה שקוראים לו "כוכב חמה" כי הוא תמיד קרוב מאד לשמש וגם מופיע על פניה.

הידיעות שלנו כיום על כוכב חמה הן מתצפיות שנעשו בשנת 1974 ע"י חללית שנשלחה אליו.

הטבלה הבאה מכילה אותיות שניתן לצרפן ולקבל את שם החללית הזאת. לשם כך פעל בהתאם להוראות:

1	ץ	3	נ	5	ב	מ
7	ד	מ	ז	פ	2	א
ה	ח	ך	ג	ש	ז	ת
ו	ס	ב	4	ז	ך	ז

א. מחק את כל האותיות שצורתן אות דפוס (כלומר העבר צורת X)

ב. מחק את כל המספרים הרשומים בעגול.

ג. מחק את כל האותיות של המילה תשבץ.

ד. מחק את האות הבאה במקום הרביעי והחמישי אחרי האות ג' באלפא ביתא.

ה. קבץ את האותיות שנשארו. האם תוכל לזהות את שם החללית?

לפניך ציור של פני כוכב חמה.

מצא בציור ששה פרטים בלתי אפשריים.



## י. כוכב הלכת נוגה

מתח קו אדום מכדור הארץ לכל תיאור השייך אליו  
מתח קו כחול מנוגה לכל תיאור השייך אליו

• שמים מלאים בברקים ורעמים

• אוקיינוסים

• שמש זורחת במזרח

• שמש זורחת במערב

• אין מים

• גשם חומצי

• נחלים ואגמים

• אור אדום זוהר

• שמים כחולים

• מכתשים

ארץ      נוגה



## י"א. כוכב הלכת נוגה

כוכב הלכת נוגה הוא במרחק 108 מיליון קילומטר והוא במסלול השני המקיף את השמש. גם הוא מכיל מכתשים וגיאות עמוקים. לנוגה יש אטמוספירה עבה מאד ומלאה עננים השומרת על חומו הגבוה המגיע לכדי 500 מעלות חם.

יש עליו סערות חזקות וכן ברקים.

לנוגה אין כל ירחים סביבו.

נוגה נקרא גם בשם "כוכב השחר" כי הוא הכוכב הראשון הנראה זוהר ביופיו במזרח, והוא מבשר את בוא השחר עוד לפני זריחת השמש (הוא נראה גם במערב אחרי שקיעת השמש).

המספרים במשבצות מייצגים את מקום האות באלפא ביתא. למשל האות א' היא במקום הראשון, האות ג' במקום השלישי וכו'. החלף את המספרים במשבצות באותיות האלפא ביתא ותקבל שם אחר של כוכב הלכת נוגה.

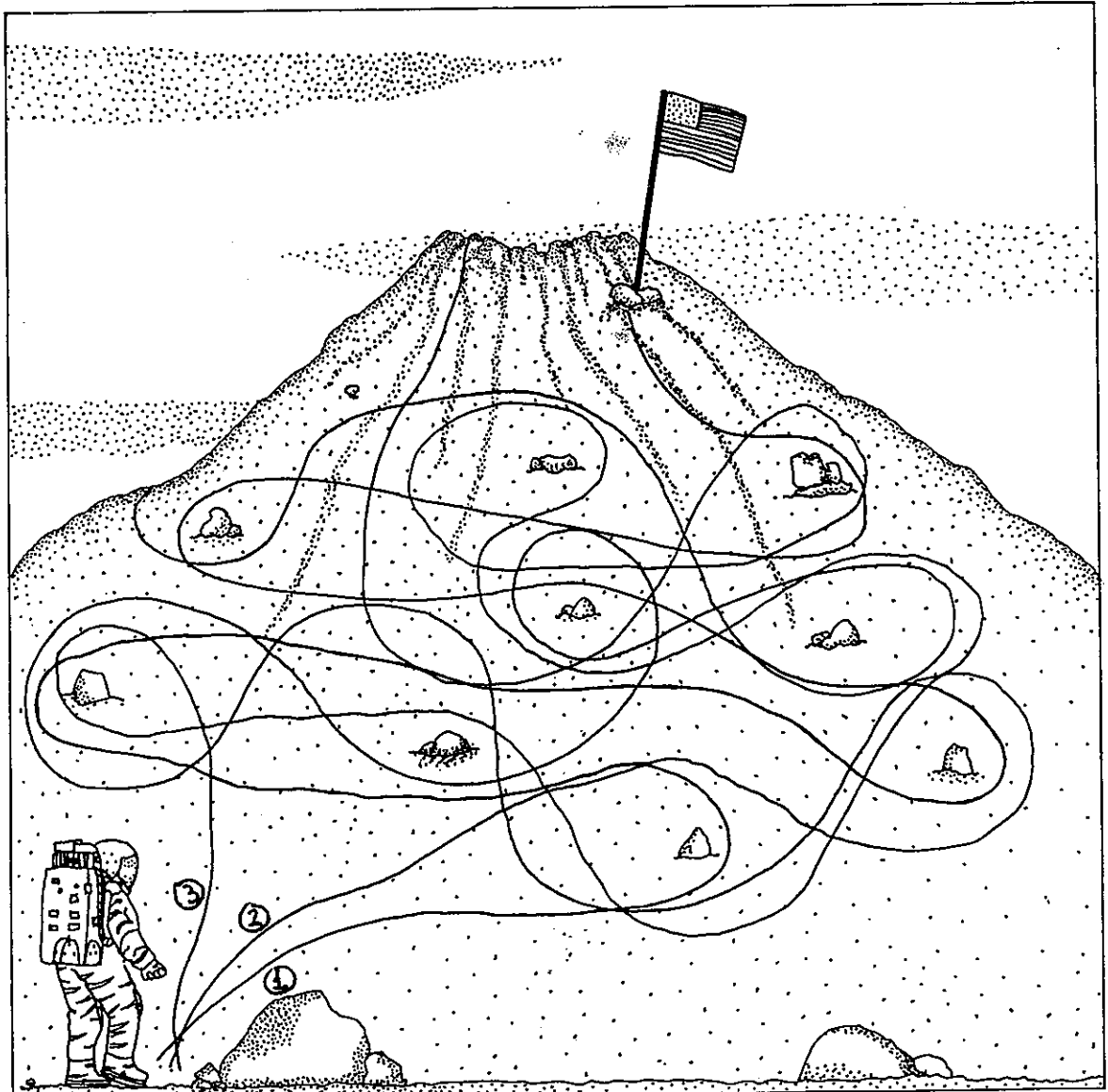
## יב. כוכב הלכת מאדים

כוכב הלכת "מאדים" נקרא גם בשם "כוכב הלכת האדום". הוא מכוסה במדבריות, גיאיות עמוקים והרי געש. אפילו השמים שם נראים אדומים. מאדים הוא אדום בגלל שיש בסלעיו ברזל שהחליד. גודל מאדים הוא כמעט כמו כדור הארץ שלנו. יש לו גם אטמוספירה, אבל היא דלילה מאד, וכן קטבים שיש עליהם קרח.

למאדים יש עונות שנה כמו אצלנו על כדור הארץ: הר הגעש הגדול על מאדים נקרא בשם "אולימפוס מונס".

האסטרונוט שבציור מנסה לטפס אל ראש הר הגעש "אולימפוס מונס". איזה דרך מתוך השלוש תבחר עבורו?

הדרך הנכונה היא דרך מספר: \_\_\_\_\_



## תעלות על פני מאדים

התבונן מרחוק בתמונה שלפניך.

שרטט על גליון נייר חלק את מה שאתה רואה. מסור את

השרטוט שלך למורה.

שמת לב כי צורת קוים מסוימת הפכה להיות תעלה בשרטוט

שלך?

כיצד תסביר זאת?

במשך מאה השנים האחרונות חשבו כי אכן ישנן תעלות על פני

מאדים, ואולי גם אוכלוסיה שחפרה אותן, עד שצילומי

החלליות הראו שאלו הן טעויות אופטיות שאנו נוטים לעשות.



## האם יש חיים על פני מאדים?

במשך שנים רבות חשבו שאולי יש יצורים חיים כל שהם על פני מאדים.

בשנת 1976 נשלחו שתי חלליות למאדים ובדקו את האדמה שם אם שורצים בה חיים כל שהם.

אבל לא נמצאו סימנים כל שהם של חיים שם. אבל בעתיד ישלחו חלליות לבדיקות נוספות.

האנטנה ששידרה

אותות רדיו

חזרה אל כדור הארץ

מאד

ממרחק 78 מליון ק"מ.



תנאי מזג האוויר  
נקלטו במכשיר הראוי  
שהלילות שם קרים

מצלמות העבירו  
תמונות ראשונות  
של פני  
מאדים מקרוב.

זרוע הרובוט לקחה  
אדמה והכניסה  
אותה לתוך מתקן  
לבדיקה. לא נמצאו חיים  
כל שהם (אפילו בקטריות).

מנוע של טיל האיט  
את מהירות החללית  
בזמן ירידתה על  
פני מאדים.



האם יש חיים

על פני מאדים?

## "פני אדם" על מאדים

בשנת 1976 צילמה חללית איזור מסוים של מאדים והתקבל

הצילום הבא:

האם תוכל לגלות דמות של פני אדם?

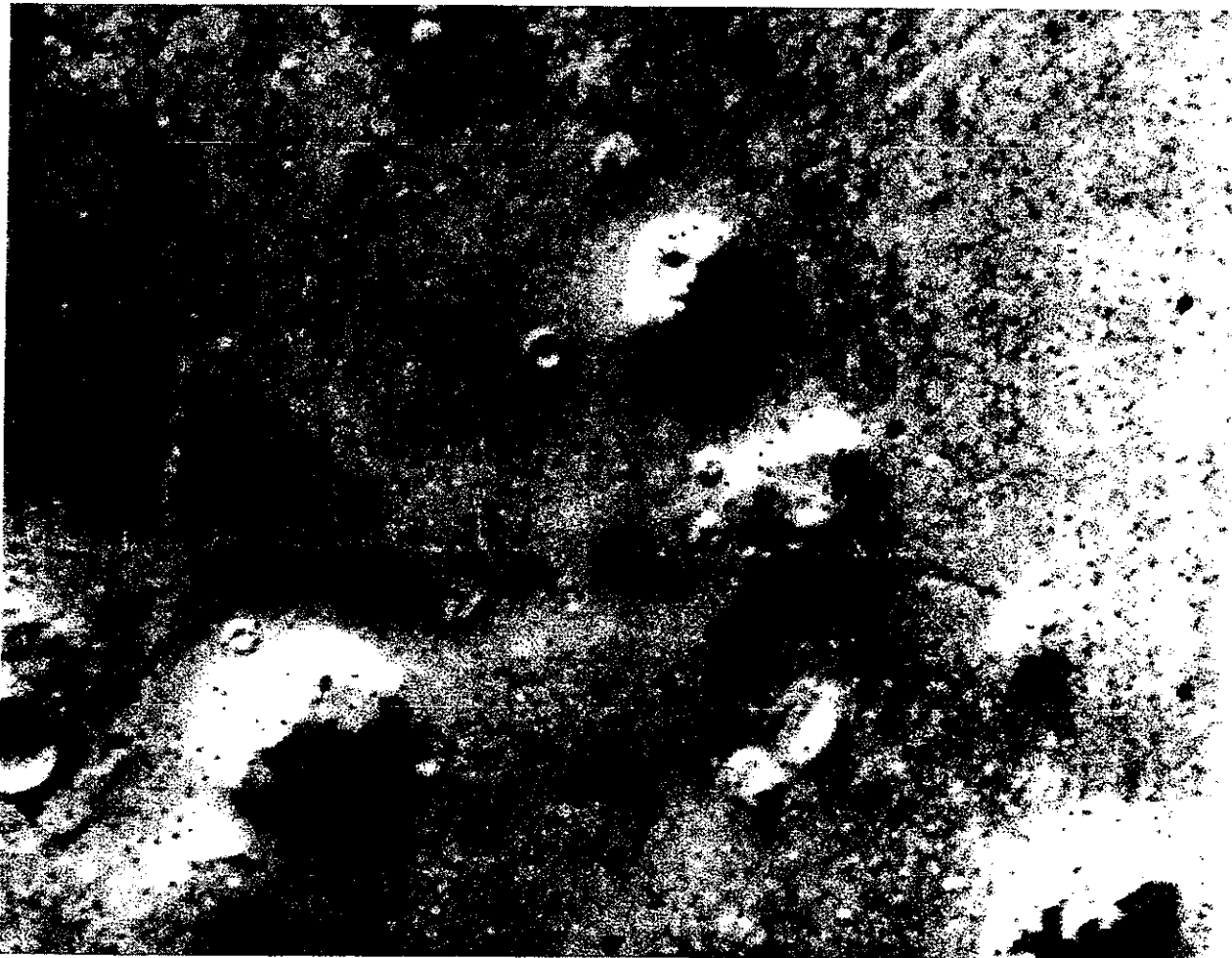
מהי השערתך?

עתה הבט בצילום שנלקח ע"י חללית אחרת עשרים שנה

מאוחר יותר. האם תוכל לזהות את פני האדם?

כיצד תסביר זאת?

מה תוכל לומר על "פני האדם" שיש גם על פני הירח?

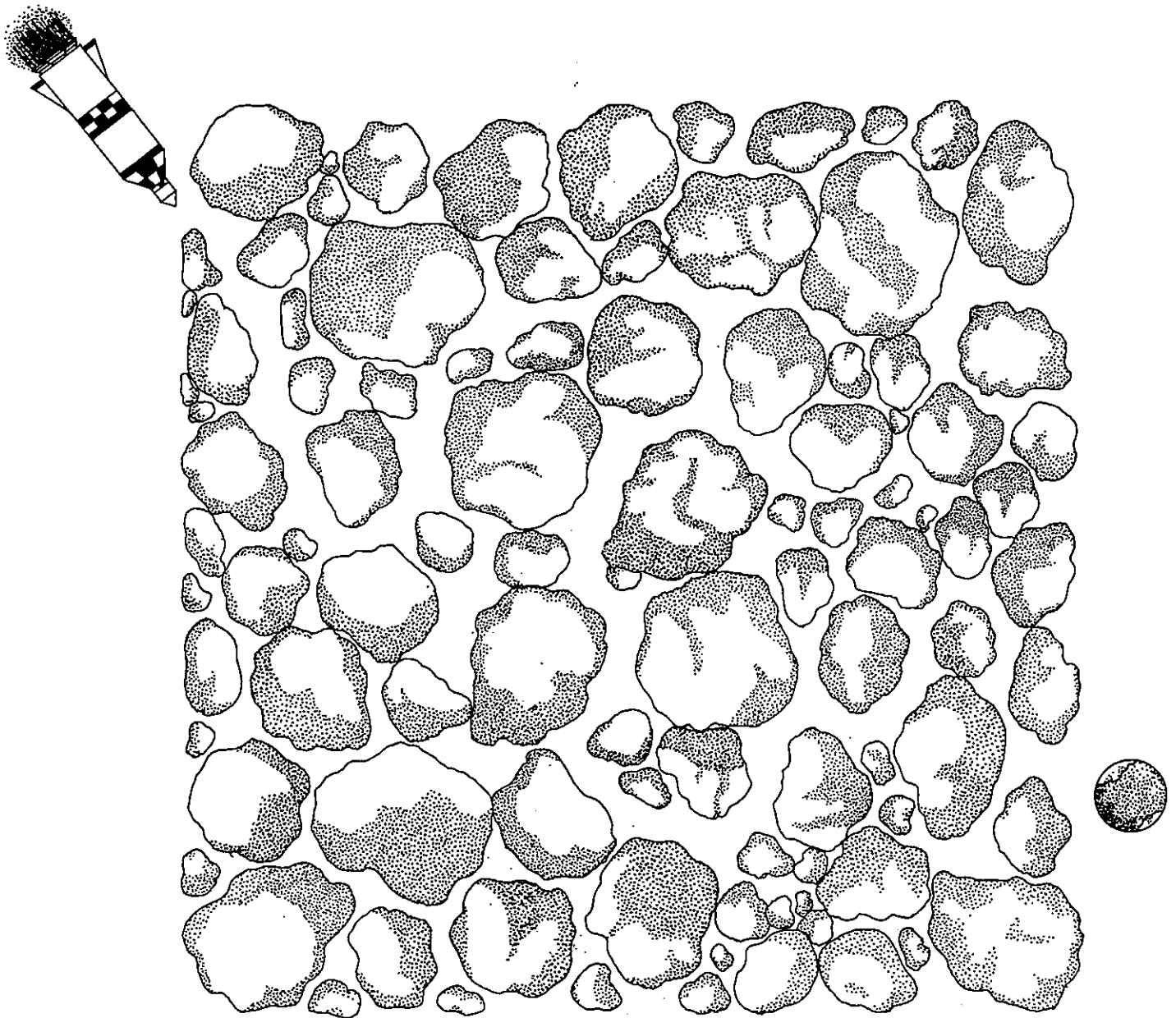




1996

## י.ג. אסטרואידיים

חללית נשלחה לעבר כוכב הלכת צדק. בדרכה היא צריכה לעבור דרך טבעת האסטרואידיים. מצא את הדרך הבטוחה ביותר להגיע אל הכוכב צדק מבלי להתקל באסטרואידי בדרך.



## יד. כוכב הלכת צדק

כוכב הלכת צדק הוא הגדול שבין כל כוכבי הלכת, והוא נמצא במסלול החמישי המקיף את השמש. הקוטר של צדק הוא כ-143 אלף קילומטר והוא יכול להכיל כאלף כדורי ארץ שלנו.

אין לו קרקע מוצקה, אלא הוא מורכב כולו מגזים ובעיקר גז מימן. עד עתה נתגלו כ-16 ירחים הנעים סביב צדק וכן נתגלו סביבו טבעות של חומר.

האטמוספירה של צדק היא עבה וגם פעילה מאד: יש בה סערות עם ברקים ומערבולות גזים גדולות וחזקות.

אחת המערבולות האלו מכונה בשם "העין". מצא מערבולת זו על התמונה הצבעונית של צדק. שים לב גם לפסי העננים שעליו.

התבונן בצילום של כוכב הלכת צדק וצבע בהתאם את הציור הבא.





מלא את התשבץ הבא:

ממ			4	ממ	2
ממ			7	ממ	
			4	ממ	
מממ	מממ	ממ	5	ממ	מממ
					3
				6	ממ
ממ	ממ	ממ		ממ	ממ
ממ	ממ	ממ		ממ	ממ
מממ	מממ	ממ		ממ	ממ

1. כוכב הלכת הגדול ביותר במערכת השמש (אופקי).
2. כוכב הלכת צדק מכיל הרבה כדורי ארץ בתוכו. כמה? (אנך).
3. מספר ירחיו של צדק (אופקי).
4. צדק מורכב בעיקר (אופקי).
5. העגול האדום על פני צדק הוא (אנך).
6. בסערות על צדק יש (אופקי).
7. צדק הוא במסלול שמספרו (אופקי).

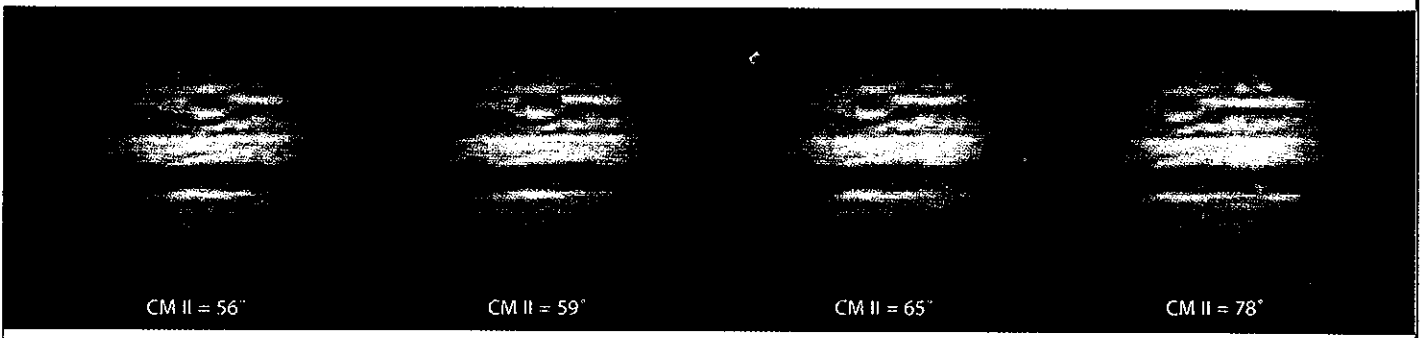
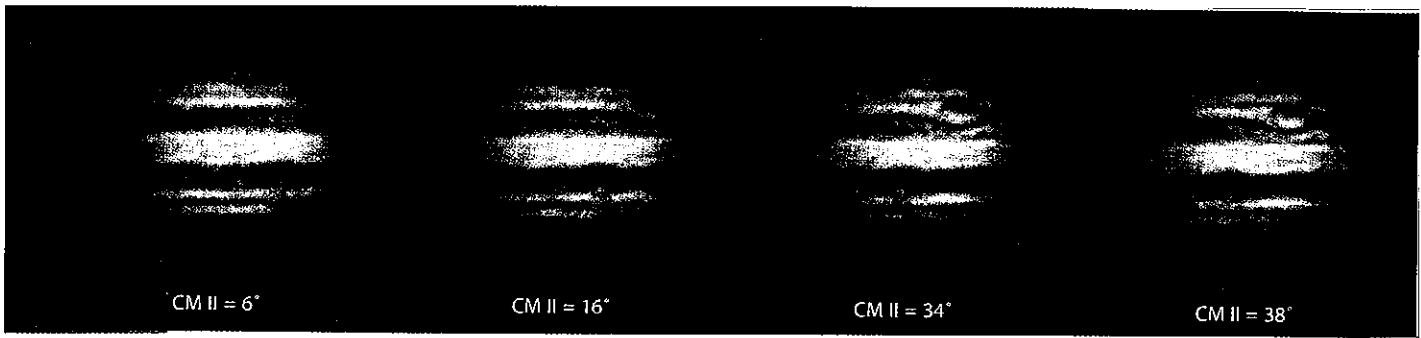
התבונן בסדרת הצילומים בעמוד הבא

כוכב הלכת שבסדרת הצילומים הוא: \_\_\_\_\_

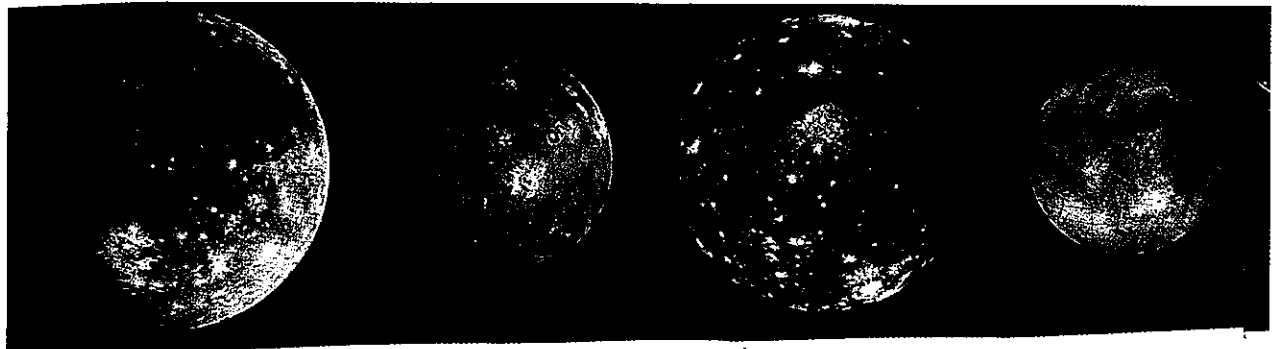
זהה את "העין" הגדולה שעל פניו בכל הצילומים.

האם היא נמצאת באותו מקום בכל הצילומים: \_\_\_\_\_

מה תוכל להסיק מן ההבדלים שבין התמונות?



צילומים של ארבעת ירחיו הגדולים של צדק



גנימד

איו

קליסטו

אירופה

ענה על השאלות:

מדוד בסרגל את הקוטר של כל אחד מהם ורשום אותם כאן:

קוטר קליסטו \_\_\_\_\_ ס"מ

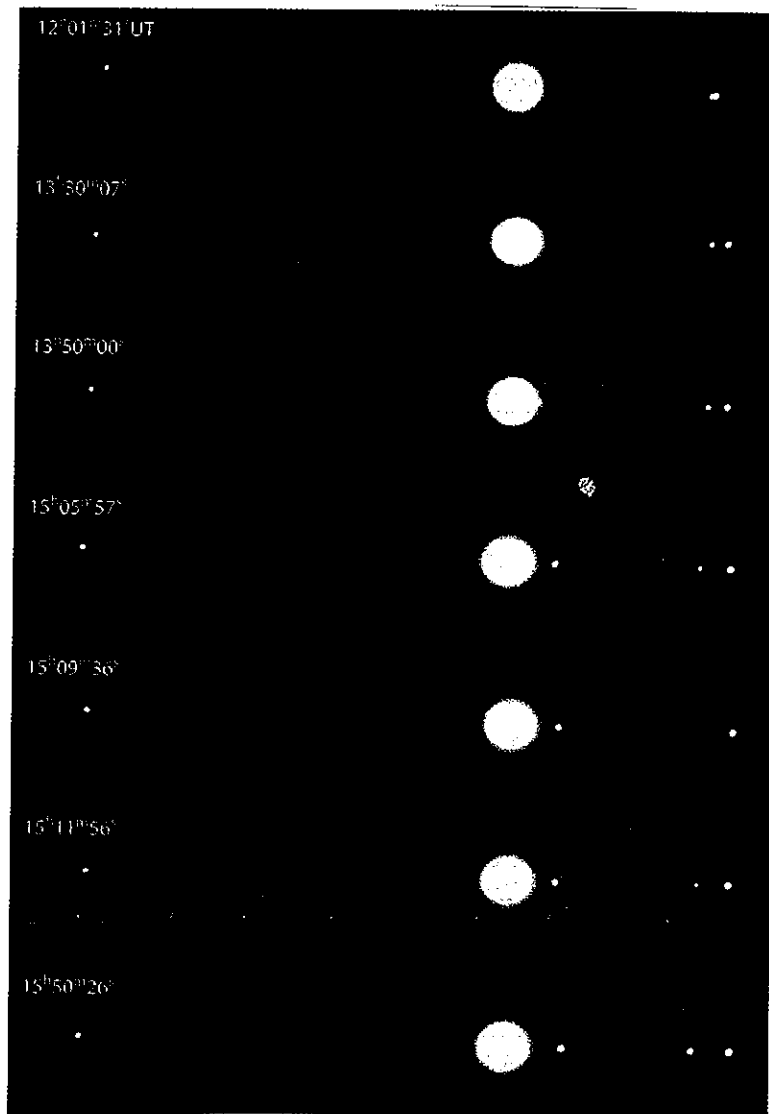
קוטר גנימד: \_\_\_\_\_ ס"מ

קוטר אירופה: \_\_\_\_\_ ס"מ

קוטר איו: \_\_\_\_\_ ס"מ

\_\_\_\_\_ הגדול ביותר הוא:

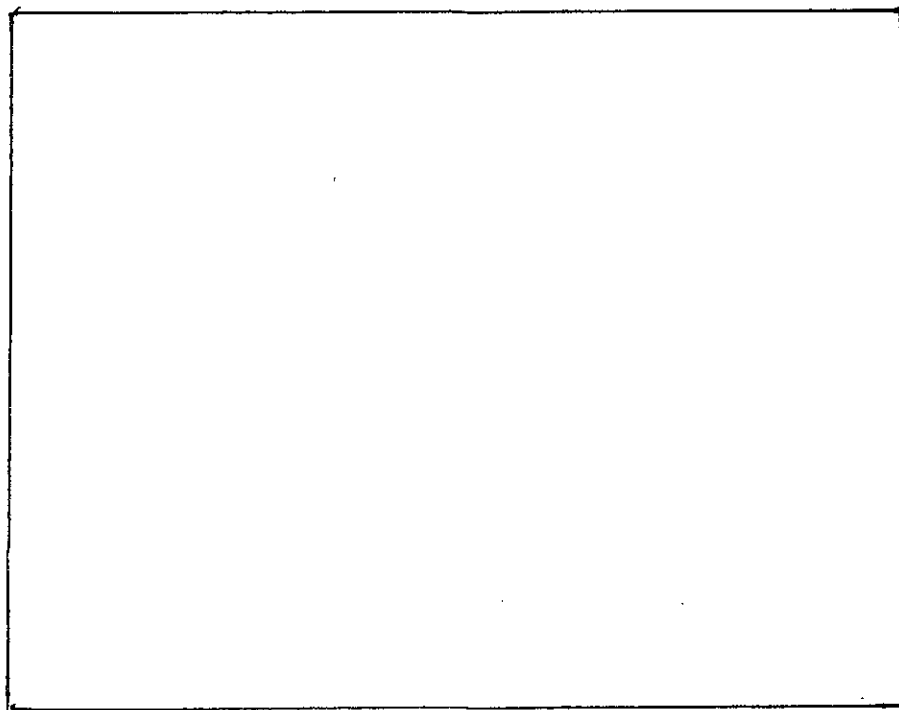
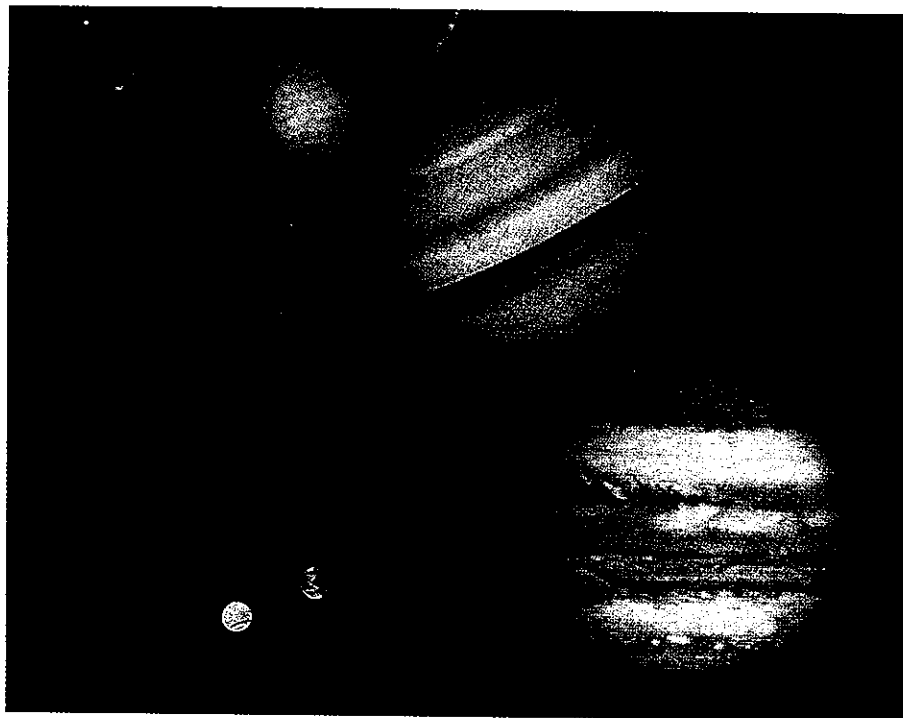
\_\_\_\_\_ הקטן ביותר הוא:



התמונה מראה סדרת צילומים של ארבעת ירחיו הגדולים של צדק במשך כארבע שעות. התבונן בצילום התחתון: הירח השמאלי ביותר הוא "קליסטו". הירח הימני ביותר הוא "גנימד". משמאל לו הוא אירופה ומשמאל לו (קרוב לצדק) הוא "איו". תאר בפרוטרוט מהי התנועה של כל אחד מירחיו של צדק במשך ארבע שעות אלו:

קליסטו: \_\_\_\_\_  
 גנימד: \_\_\_\_\_  
 אירופה: \_\_\_\_\_  
 איו: \_\_\_\_\_

בתמונה : צילומים של שישה כוכבי לכת.  
זהה אותם ורשום את שמותיהם במסגרת הבאה.



## טו. כוכב הלכת שבתאי

כוכב הלכת שבתאי מקיף את השמש במסלול השישי, במרחק של 1.43 מיליארד קילומטר.

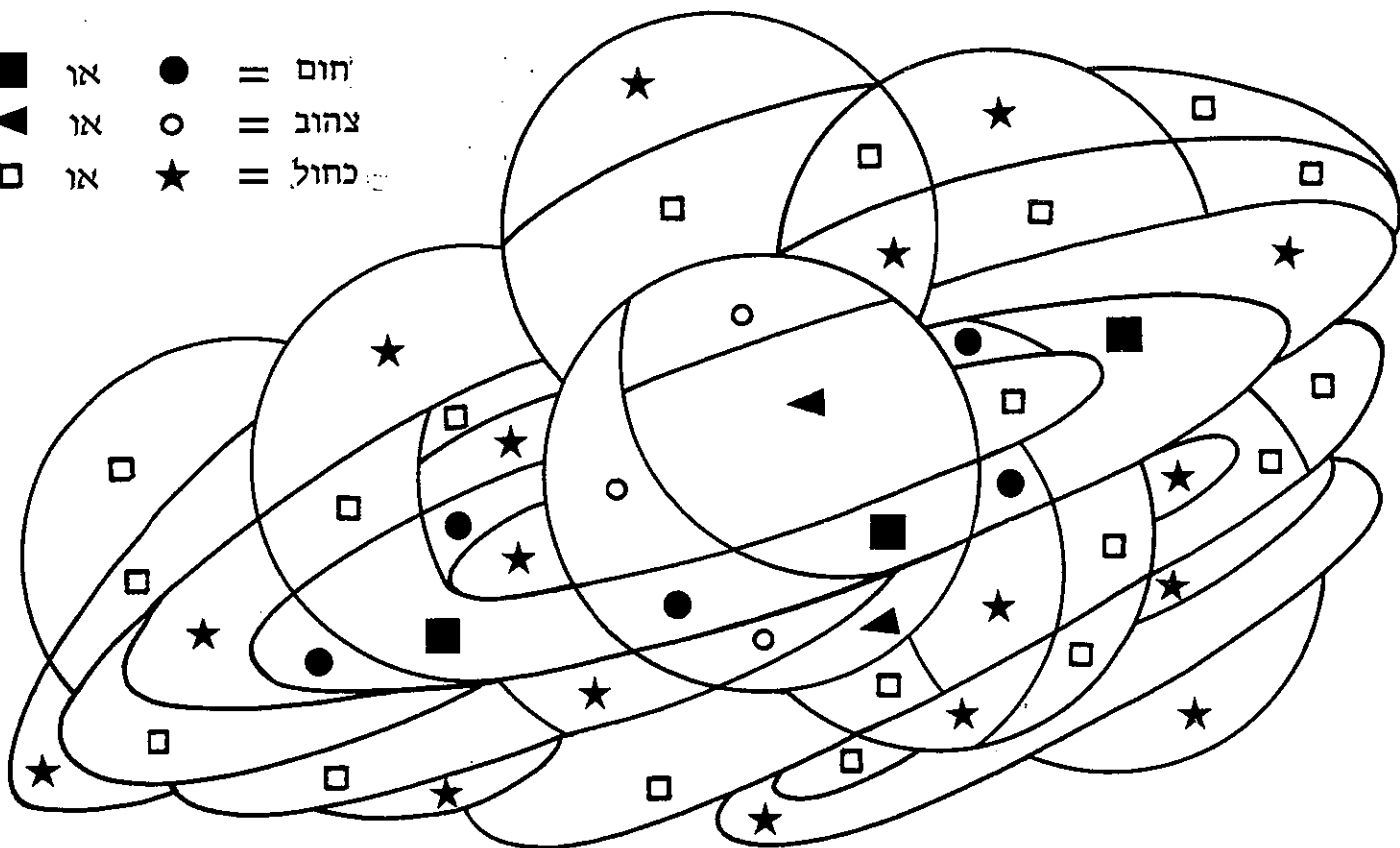
גודל שבתאי הוא פי עשר מזה של כדור הארץ שלנו. אבל הוא כל כך "קל" שהוא יכול לצוף על פני המים (אם היה קיים אוקינוס כזה גדול).

כמו כוכב הלכת צדק גם הוא מורכב מגזים בלבד ואין לו קרקע מוצקה.

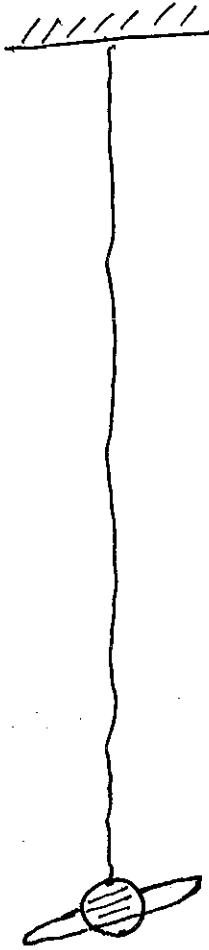
המענין ביותר הן הטבעות הסובבות את שבתאי. טבעות אלו נותנות לשבתאי מראה של "מגבעת". גם הן מקיפות את שבתאי כמו ירחים, אלא שהן מורכבות מהרבה הרבה גושים של סלעים, קרח ואבק. במבט בטלסקופ קטן נראה שכביכול יש לשבתאי ארבע טבעות, אבל בחלליות שהגיעו לשם התברר כי הן מורכבות ממאות טבעות קטנות יותר. התגלו עד היום עשרים ירחים המקיפים גם הם את שבתאי.

התבונן בתצלום של כוכב הלכת שבתאי וצבע את הציור שלפניך בהתאם להוראות

- |   |    |   |   |      |
|---|----|---|---|------|
| ■ | או | ● | = | חום  |
| ▲ | או | ○ | = | צהוב |
| □ | או | ★ | = | כחול |



## מודל של כוכב הלכת שבתאי



הכן לפניך:

1. שני חצאי כדור קל-קר.

2. מכסה קופסת פלסטיק

3. בורג פח

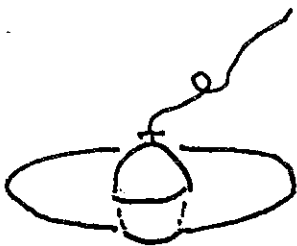
4. חוט

5. צבעים

ביצוע:

1. הנח חצי כדור אחד על מכסה הפלסטיק במרכזו (תמונה 1).
2. החזק את החצי השני מתחת למכסה הפלסטיק מול החצי העליון בדיוק (תמונה 2).
3. הברג בורג פח כך שיחבר היטב את חצי הכדור העליון עם חצי הכדור התחתון (דרך המכסה) (תמונה 2).
4. לפניך דגם של כוכב הלכת שבתאי. צבע אותו בצבעים כמו בצילום אמיתי שלו.
5. תלה בחוט את המודל מראש הבורג (תמונה 3).

שים לב כי כאשר טבעות שבתאי מכוונת בדיוק אלינו מן הצד, לא נוכל לראותן כלל, אלא יופיעו בצורת פס דק לאורך שבתאי.



תמונה 3



תמונה 2



תמונה 1

## טז. עשה לך פלקט של מערכות השמש

קח גליון בריסטול שלם שגודלו 70X100 ס"מ.

הכן גם חוט ארוך, מסמר, עפרון, מטר למדידת אורך, וכן מחוגה.

הנח את הגליון על הרצפה. תקע את המסמר במרכז הגליון, במקום זה תעמוד השמש.

עתה סמן מרחקים שונים של כוכבי הלכת:

כוכב חמה - 0.6 ס"מ מהמרכז

נוגה - 1.3 ס"מ מהמרכז

ארץ - 1.6 ס"מ מהמרכז

מאדים - 2.5 ס"מ מהמרכז

צדק - 9 ס"מ מהמרכז

שבתאי - 15 ס"מ מהמרכז

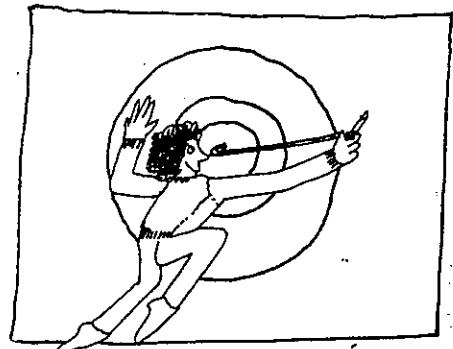
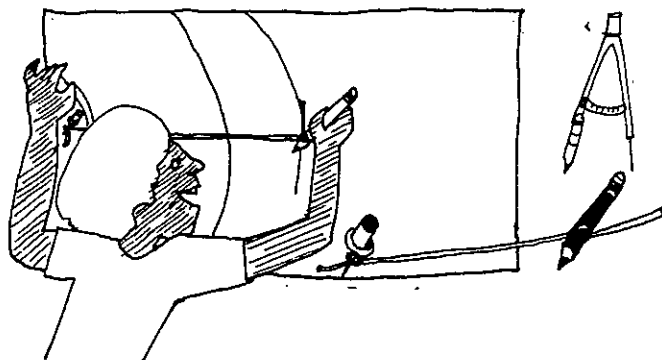
אוראנוס - 32 ס"מ מהמרכז

פלוטו - 64 ס"מ מהמרכז

אחרי שסימנת אורכים אלה על הגליון, קח מחוגה ושרטט את ארבעת העגולים הראשונים של כוכב חמה, נוגה, ארץ ומאדים.

את שאר העגולים הגדולים תצטרך לעשות בעזרת חוט, עפרון ומסמר כמו בציור. דאג לכך שהחוט יהיה מתוח היטב בזמן

שרטוט העגולים.



עתה, צייר את עגולי כוכבי הלכת עצמם בכל אחד מן המסלולים. לשם כך, השתמש במחוגה. צבע כל כוכב לכת בצבע האופייני לו. (כדור הארץ - כחול וכו')  
 סביב כל כוכב לכת שרטט את ירחיו (אם יש) וכן טבעותיו.  
 רשום את שמך בתחתית הפלקט.  
 תלה את הפלקט בכתה או בחדרך בבית.

## יז. כמה זה שוקל?

התבונן בטבלה המראה את עוצמת המשיכה על פני השמש ועל פני כל אחד מכוכבי הלכת.  
 למשל, אם עוצמת המשיכה של גוף על פני כדור הארץ היא 1.0 אז על פני השמש תהיה המשיכה פי 27.8 מאשר על כדור הארץ.

### ענה על השאלות הבאות

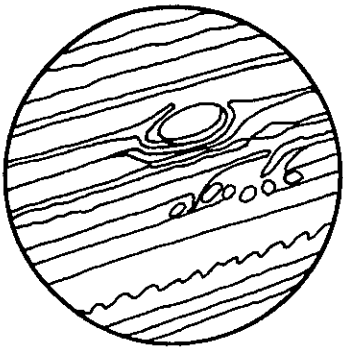
1. על איזה מכוכבי הלכת יהיה הגוף הקל ביותר?
2. אדם שוקל 70 ק"ג על כדור הארץ מה משקלו על:
  - א. כוכב הלכת צדק: \_\_\_\_\_
  - ב. על השמש: \_\_\_\_\_
  - ג. על הירח: \_\_\_\_\_
3. איזה כוכב לכת הוא הקרוב ביותר אל השמש?
4. מה הם שני כוכבי הלכת "השכנים" לכדור הארץ?  
 אם היית בן שנה אחת על כוכב הלכת אוראנוס, בן כמה אתה על כדור הארץ?



## יח. פנימי או חיצוני?

ישנם כוכבי לכת המקיפים את השמש במסלול פנימי ממסלול כדור הארץ וישנם כאלה המקיפים את השמש במסלול חיצוני לכדור הארץ.

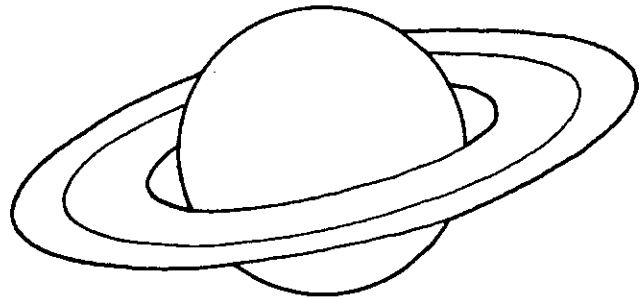
מסלול כדור הארץ הוא במרחק של 150.000.000 קילומטר. רשום מתחת לכל כוכב לכת אם מסלולו הוא פנימי או חיצוני



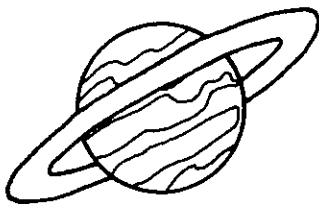
צדק  
774,400,000 ק"מ



מאדים  
227,200,000 ק"מ



שבתאי  
1,417,600,000 ק"מ



אוראנוס  
848,000,000 ק"מ



ארץ  
150,000,000 ק"מ



כוכב חמה  
57,600,000 ק"מ



פלוטו  
5,856,000,000 ק"מ



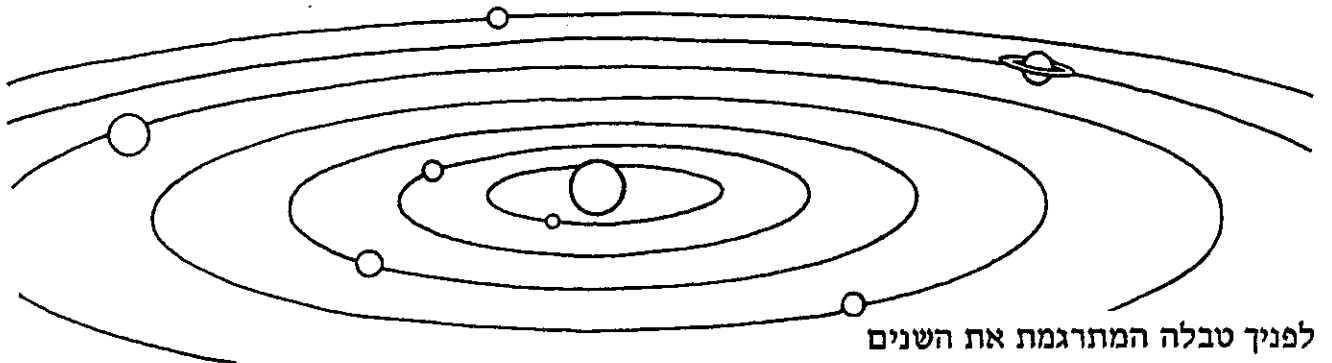
נפטון  
4,480.000 ק"מ



נוגה  
107,520 ק"מ

## י.ט. בן כמה אתה?

כל כוכב לכת מקיף את השמש בזמן אחר. למשל הארץ מקיפה את השמש במשך 365 יום, אבל לכוכב חמה לוקח רק 88 יום, ופלוטו- 90700 יום. כך יוצא שאורך השנה של כוכב לכת היא שונה.



לפניך טבלה המתרגמת את השנים

אוראנוס	צדק	מאדים	כוכב חמה	ארץ
.08	.6	4	33	8
.09	.7	4.5	37	9
.1	.8	5	41	10
.11	.9	5.5	42	11
.12	1.0	6	49	12

1. אם אתה בן 8 שנות - ארץ. בן כמה שנות כוכב חמה אתה?  
תשובה .....
2. אם אתה בן 10 שנות - ארץ. בן כמה שנות אוראנוס אתה?  
תשובה .....
3. אם אתה בן 12 שנות ארץ. בן כמה שנות מאדים אתה?  
תשובה .....
4. אם אתה בן 41 שנות כוכב חמה. בן כמה שנות צדק אתה?  
תשובה .....
5. אם אתה בן שנת- צדק אחת. בן כמה שנות ארץ אתה?  
תשובה .....
6. בן כמה שנות מאדים אתה?  
תשובה .....

## כ. הגודל של כוכבי הלכת

לפניך הגדלים של כוכבי הלכת.  
מדוד בסרגל כל אחד מהם.  
ערוך טבלה שלהם לפי גודלם.

כוכב חמה



נוגה



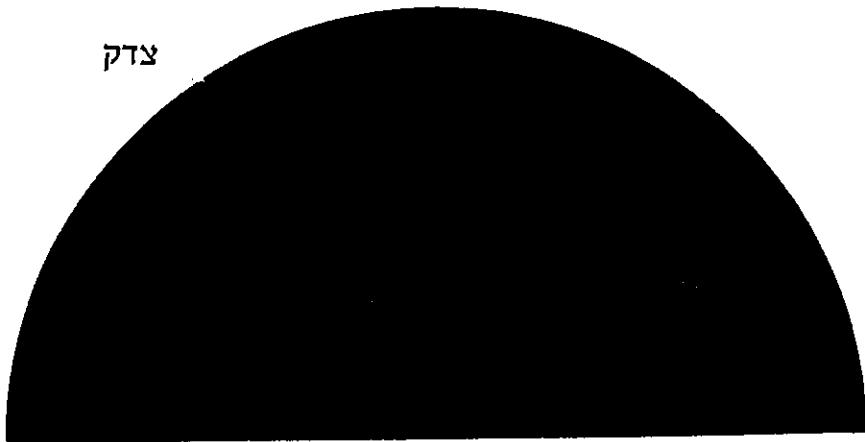
ארץ



מאדים



צדק



טבלה

.1

.2

.3

.4

.5

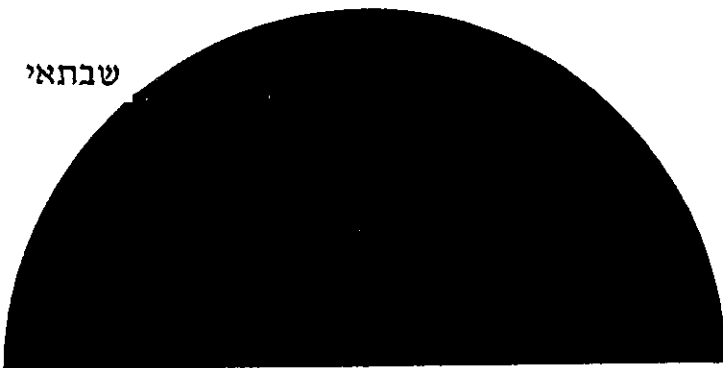
.6

.7

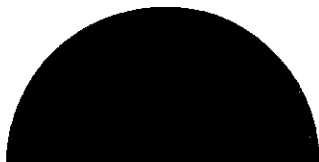
.8

.9

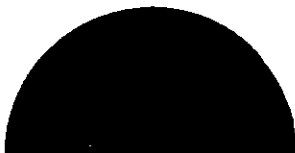
שבתאי



אוראנוס



נפטון

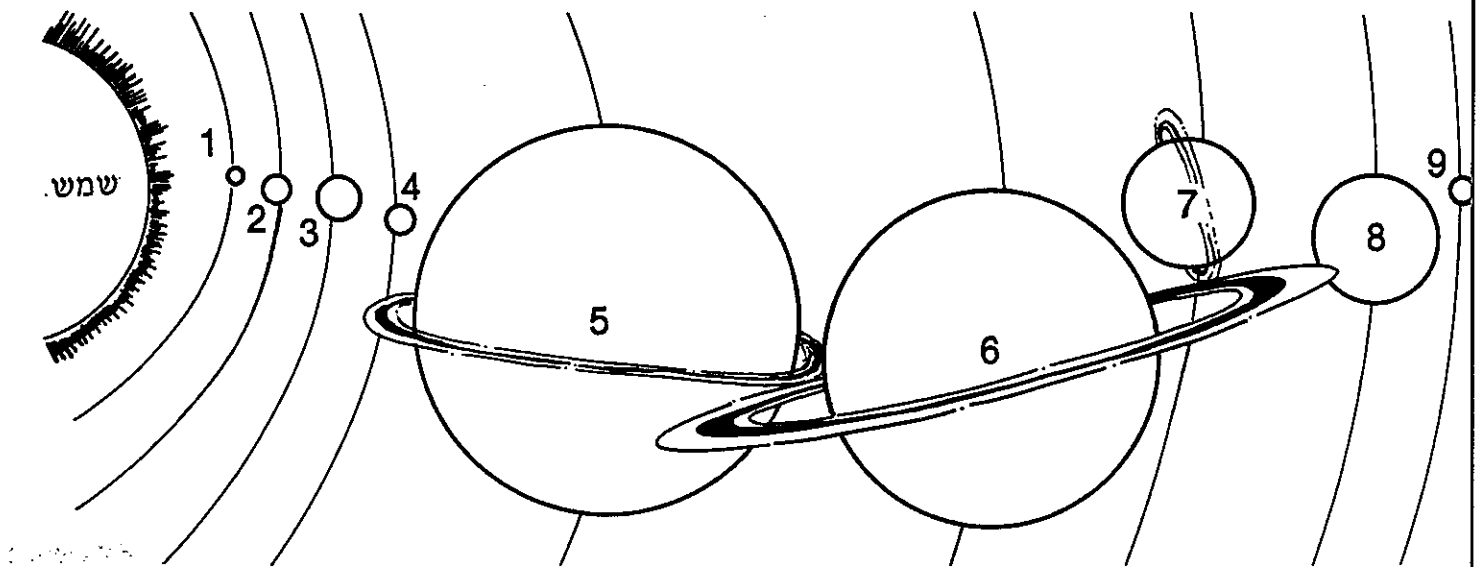


פלוטו



## כא. מערכת השמש

לפניך שרטוט של מערכת השמש כלה, לפי סדר כוכבי הלכת. פענח את השמות המבולבלים של כוכבי הלכת ורשום אותם בצורה הנכונה.



- |       |          |       |             |
|-------|----------|-------|-------------|
| ..... | 2. גנוה  | ..... | 1. מחה בוככ |
| ..... | 4. אדמים | ..... | 3. רצא      |
| ..... | 6. יתבאש | ..... | 5. קצד      |
| ..... | 8. וטנפן | ..... | 7. סורנאא   |
| ..... |          | ..... | 9. וטלופ    |

התבונן בשרטוט וענה על השאלות:

1. מה הם שני כוכבי הלכת הגדולים ביותר?

תשובה .....

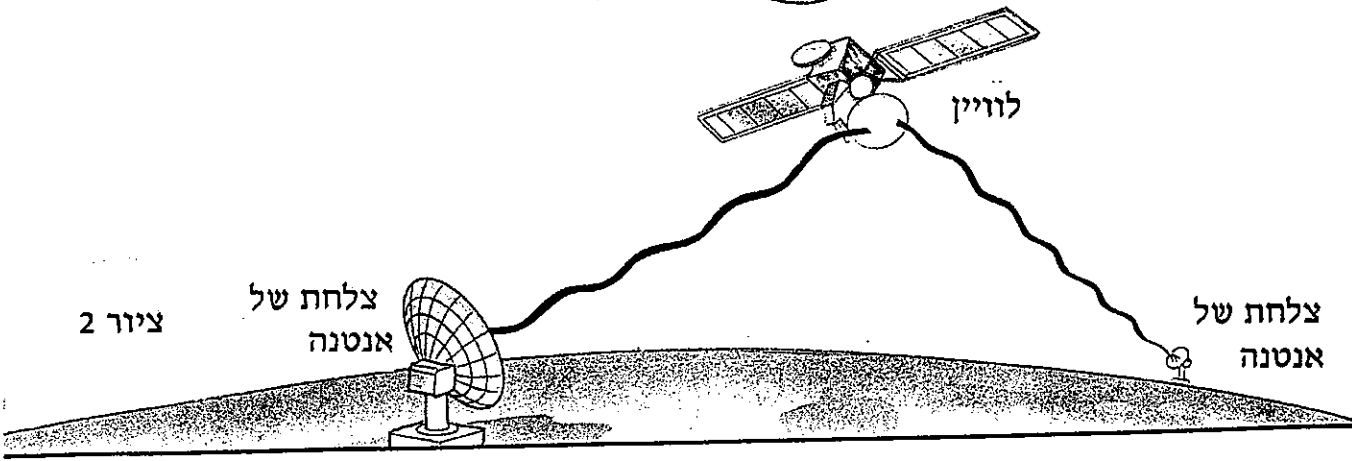
2. איזה כוכב לכת הוא הקטן ביותר?

# כב. מהו לוויין ?

שידורי תמונות טלפון או רדיו לכדור הארץ

ציור 1

טלסקופ המצלם את השמים



לוויין הוא מתקן טכנולוגי המקיף את הארץ או כוכב לכת אחר. עד לתקופה המודרנית, הלוויין היחידי של כדור הארץ היה הירח.

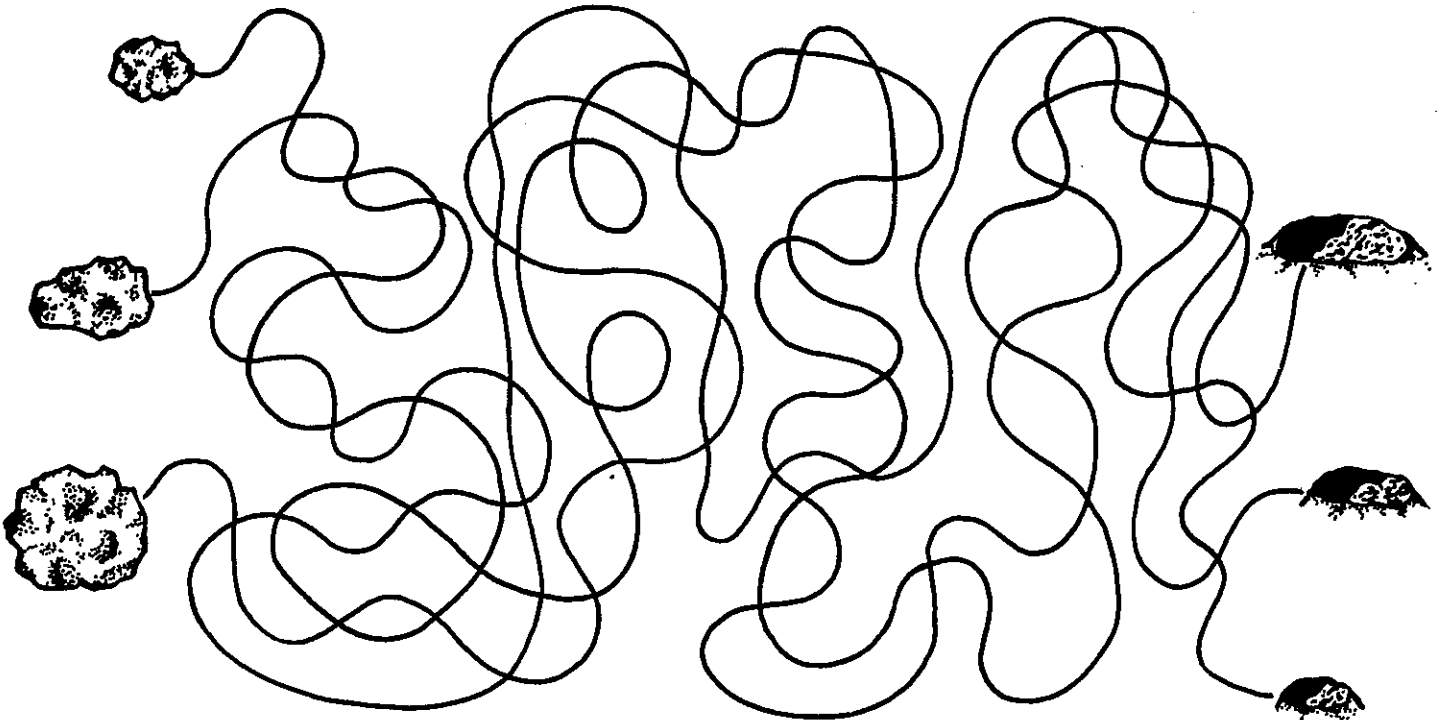
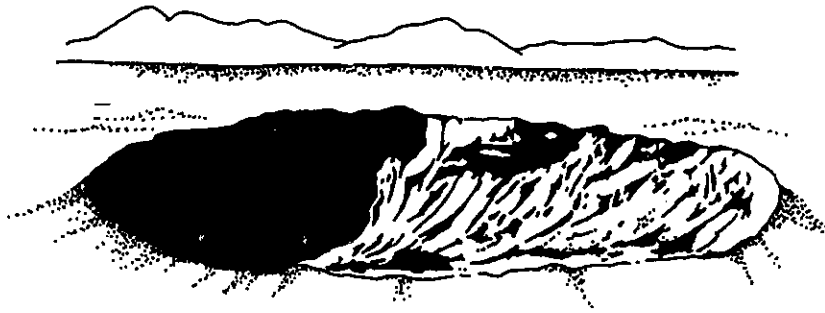
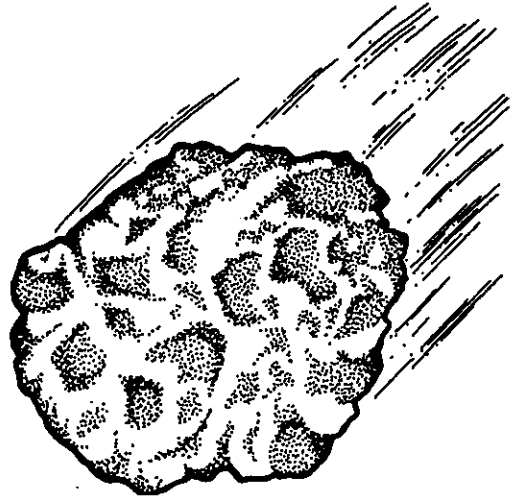
הלוינים האלה חגים גבוה מעל לאטמוספירה ואז אפשר גם לצלם את השמים בקרינת X או בקרינה אינפרא אדומה, דבר שאי אפשר לעשות בטלסקופים על פני האדמה, כי האסטמוספירה בולעת קרינות אלו לפני שהן מגיעות אלינו.

כיום ישנם לוינים מלאכותיים רבים המקיפים את כדור הארץ, ולכל אחד יש תפקיד אחר. (ציור 1) ישנם לוינים המעבירים שידורים או שיחות טלפון ממדינה אחת למדינה אחרת (ציור 2) אחרים מצלמים את פני היבשות והאוקיינוסים ואת מזג האוויר שם.

האסטרונומים מרכיבים טלסקופים מיוחדים על גבי לוינים בכדי לצפות בכוכבים ובגלקסיות. המצלמות פועלות שם באופן אוטומטי ומעבירות את הצילומים למצפה הכוכבים המפעיל אותן.

## כג. עקוב אחרי!

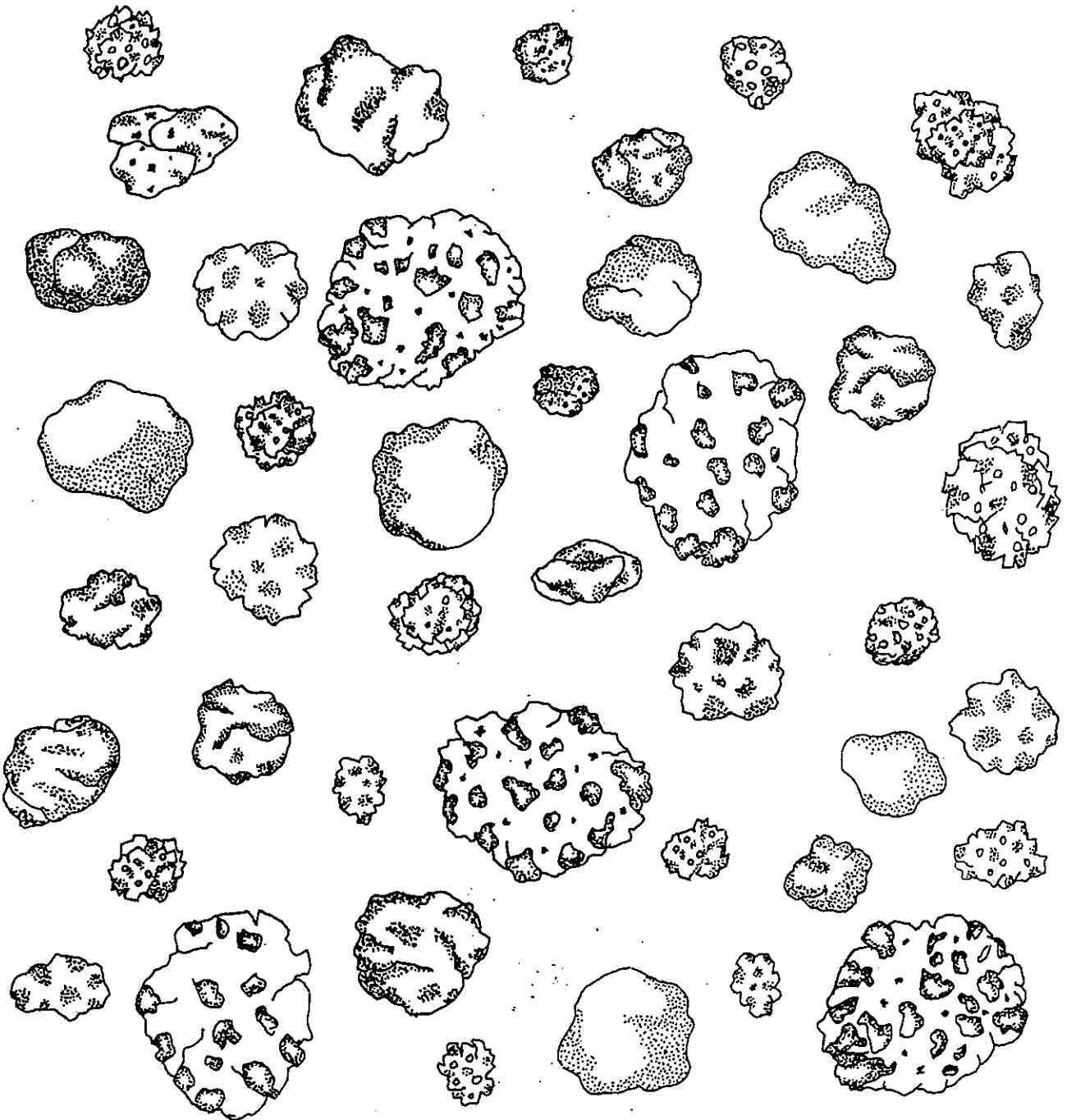
לפניך שלושה מיטיאוריטים שנפלו מן השמים.  
 כל אחד מהם גרם למכתש על פני האדמה.  
 מצא לכל מכתש את המטיאוריט שיצר אותו.



## כד. מן השמים

לפניך סלעים שנפלו מן החלל על כדור הארץ.  
מצא ביניהם שניים שהם זהים לחלוטין.

---





## כה. השמים נופלים!

לא! השמים אינם יכולים ליפול אלא ישנם מראות מופלאים של כוכבים נופלים בשמי הלילה ישנם. אפילו לילות שרואים בהם כל הלילה מטר של כוכבים שנופלים. בלילות כאלה כדור הארץ (תוך כדי מהלכו סביב השמש) נתקל בגרגירים שהתפוררו מכוכבי שביט שגם הם מקיפים את השמש, אבל מסלולם חותך את מסלולו של כדור הארץ שלנו.

ישנם תאריכים ידועים במשך השנה אשר בהם רואים כוכבים נופלים בלילה הנה רשימה של תאריכים כאלה:

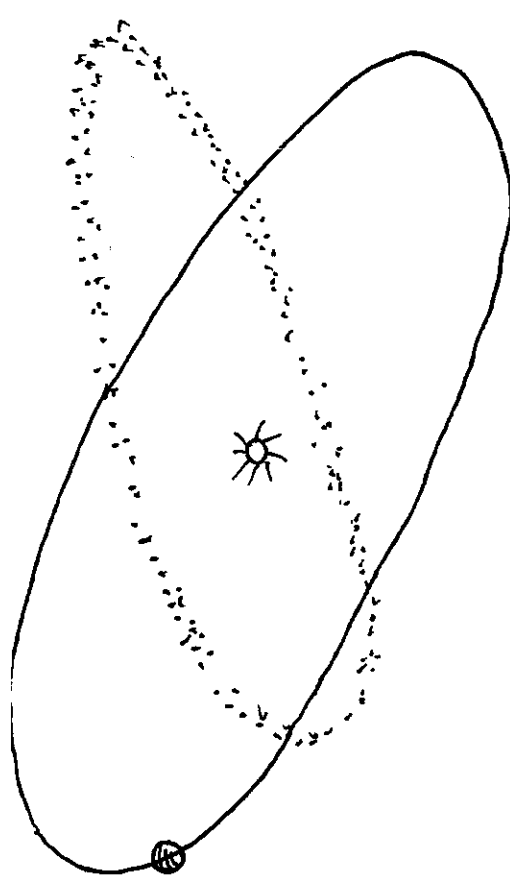
תאריך	מספר לילות	קצב מספר כוכבים	שם
<u>המטר</u>			

נופלים בשעה (בערך)

3 בינואר	4	28	קואדרנט'דים
24 אפריל	4	7	לירידיים
5 במאי	8	7	איתא אקואריד
29 ביוני	?	?	פונס-וינקה
29 ביולי	3	27	דלתא אקואריס
12 באוגוסט	25	69	פרסידים
10 באוקטובר	1	10	אורקונידיים
20 באוקטובר	14	21	אויונידיים
17 בנובמבר	7	21	ליאונידיים
21 בנובמבר	2	10	אנדרמד'ה
13 בדצמבר	14	23	ג'מינידיים

מצא ברשימה לעיל שלושה תאריכים שכדאי בהם לצפות בכוכבים נופלים

תשובה: \_\_\_\_\_



התמונה מראה צילום של "כוכב נופל" (מטאור). אבל באמת אין זה כוכב כלל, אלא גרגיר אבן קטן שנכנס במהירות עצומה לאטמוספירה של כדור הארץ מן החלל החיצון, והוא פשוט נשרף מרוב מהירותו באטמוספירה. בצילום למעלה ישנן שתי קבוצות כוכבים ידועות. האם תוכל לזהותן?



צילום של המיטיאוריט השישי בגודלו בעולם. הוא שוקל כ-15 טון, ושימש זמן רב לאינדיאנים באמריקה לפולחנים דתיים.



ציור של מאורע מדהים של  
 "כוכבים נופלים", דהיינו מיטיאורים  
 שחל בלילה שבין ה-12-13 בנובמבר  
 בשנת 1833. אנשים רבים חשבו  
 שזהו "סוף העולם".

צילום של כוכב שביט המכונה בשם  
 "הייל- בופ" באביב שנת 1997.  
 היכן נמצא גרעין השביט? ממה מורכב "הזנב"?

תשובה: \_\_\_\_\_



מה אתה רואה בצילום?  
האם אתה גם מזהה קבוצת כוכבים מפורסמת בשמי הלילה?

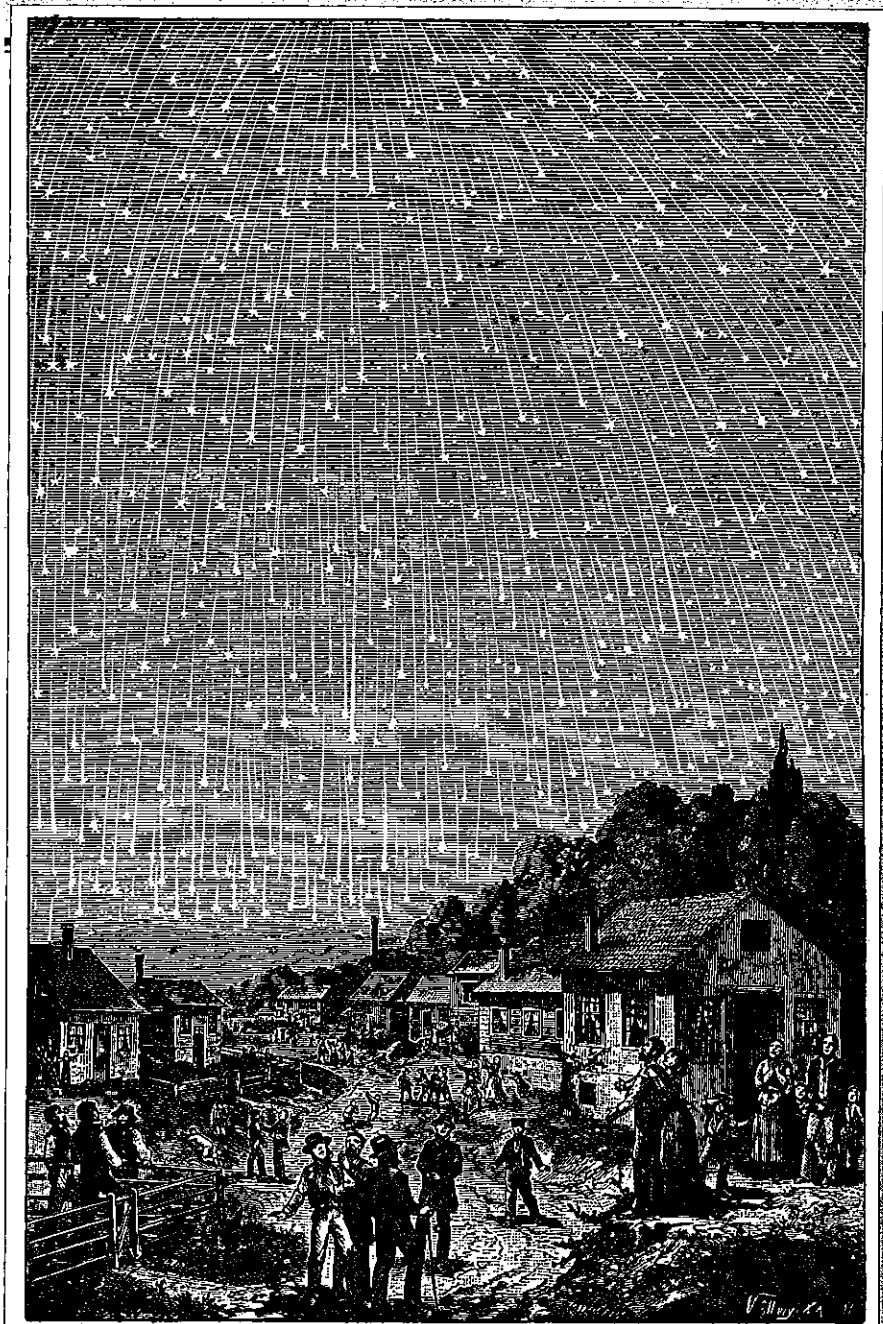
---

זהה ותאר את התופעה השמימית שבצילום

---



זֶהָה וְתֹאדָר אֶת הַתּוֹפֵעָה הַשְּׁמִימִית שֶׁבְּצִיּוֹר



## כו. הכן לך כוכב שביט

הכן לפניך:

כדורים קטנים של צמר גפן

פסים דקים של נייר צבעוני באורך של כ-2 מטר כל אחד.

דבק פלסטי.

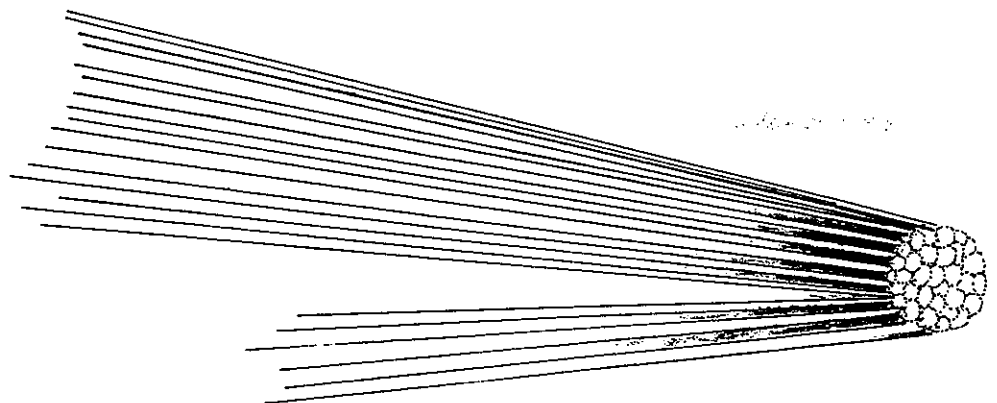
סרט דביק.

### ביצוע:

הדבק את כדורי צמר הגפן זה לזה עד שתקבל כדור בגודל כ-10 סנטימטרים.

הדבק את פסי הנייר הצבעוני לכדור שהכנת.

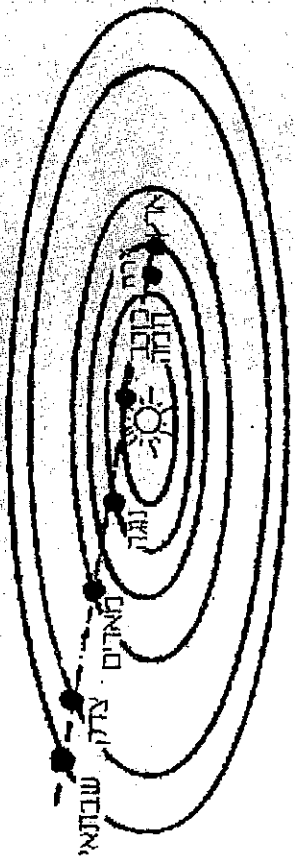
הדבק את הכדור ופסי הנייר הצבעוני לקיר. הרם פס נייר אחד שיהיה כמעט מקביל לרצפה.



## כז. דגם מערכת השמש

1. קח קרטון לבן בגודל 30X25 ס"מ.
2. שרטט שמש במרכז: וצבע אותה בצבע צהוב.
3. עשה נקב במרכז השמש והחדר שם כפתור כפול ממתכת.
4. גזור את השקפים של כוכבי הלכת כל אחד במעגל, והשחל את מרכזו לתוך הפין של הכפתור המרכזי על הקרטון הלבן.
5. צבע את כוכבי הלכת כל אחד בצבע המתאים (ראה צילומים).

כך הרכבת מערכת של השמש וכוכבי הלכת. עתה הפעל את התנועות במערכת שהרכבת.



1. סובב את כוכבי הלכת מסביב לשמש.
2. סובב את המעגלים של כוכבי הלכת עד שיהיו כלם בקו ישר אחד. כיצד לדעתך תיראה תמונה כזאת בשמי הלילה, דהיינו, שכל כוכבי הלכת מסודרים בקו אחד? זהו אמנם מאורע נדיר מאד, אבל יתכן במציאות. כלומר, שיהיו כלם קרובים מאד זה לזה באיזור מסוים בשמים.
3. האם יתכן שכל כוכבי הלכת ימשכו את כדור הארץ לכיוון שלהם ויוציאו אותו ממסלולו? לא! מתברר שכח המשיכה של השמש הוא הרבה יותר חזק!
4. ציין איזה צד של כל כוכב לכת מואר ע"י השמש.
5. עתה סדר את הארץ וכוכב הלכת נוגה שיעמדו כל אחד ברבע מעגל שלו. מה תהיה הצורה של נוגה בעינינו?
6. הנח את נוגה מול כדור הארץ בצד השני של השמש. איך תיראה לנו עתה צורת נוגה? מהי מסקנתך לגבי מראות נוגה במשך הזמן?

## כח. כוכב שביט בתנועה

שני הדפים הבאים מכילים 18 "צילומים" של כוכב שביט בתנועה. כוכב השביט הוא במסלול אליפטי מאורך. מסלולי כוכבי הלכת הם המעגלים, והשמש נמצאת במרכז כל המערכת.

התבונן היטב בתמונות לפי הסדר ותוכל לראות כי מתמונה לתמונה השביט נע בתחילה לעבר השמש (תמונות מספר 9-1) ואחרי כן הוא מתרחק ממנה (תמונות מספר 18-10). למשל לכוכב השביט הלי לוקח כשבעים שנה עד שהוא משלים הקפה אחת שלמה כזאת.

שים לב כי בתמונות מספר 6-1 אין לשביט "זנב" כמעט אבל בתמונות 13-6 יש לו "זנב".

ענה על השאלות הבאות:

1. החל מאיזה תמונה בדיוק אתה מתחיל לראות את הזנב של השביט?

תשובה: \_\_\_\_\_

2. החל מאיזה תמונה כבר נעלם הזנב?

תשובה: \_\_\_\_\_

3. השמת לב כי זנב השביט פונה מהשמש והלאה?

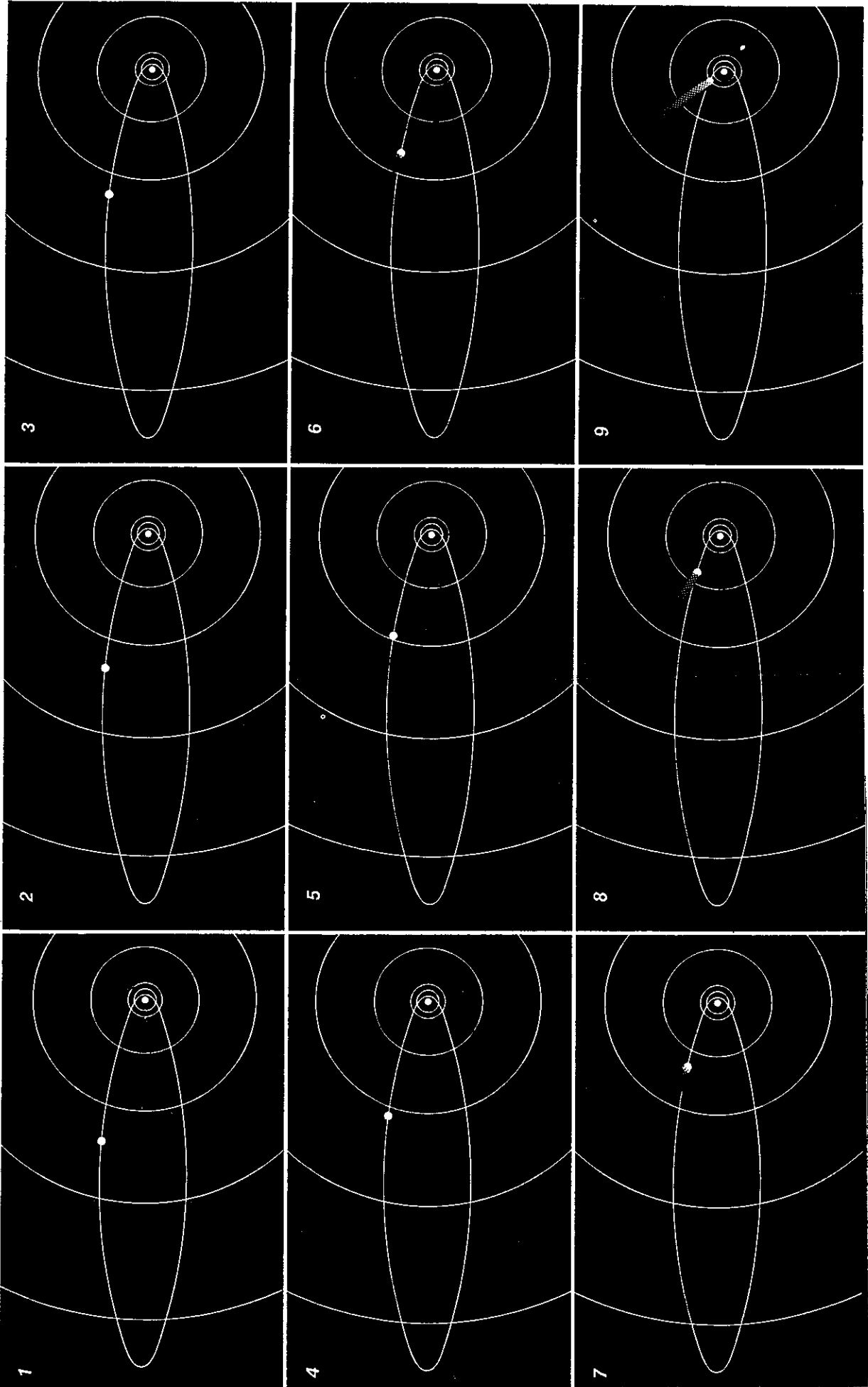
התוכל להסביר זאת?

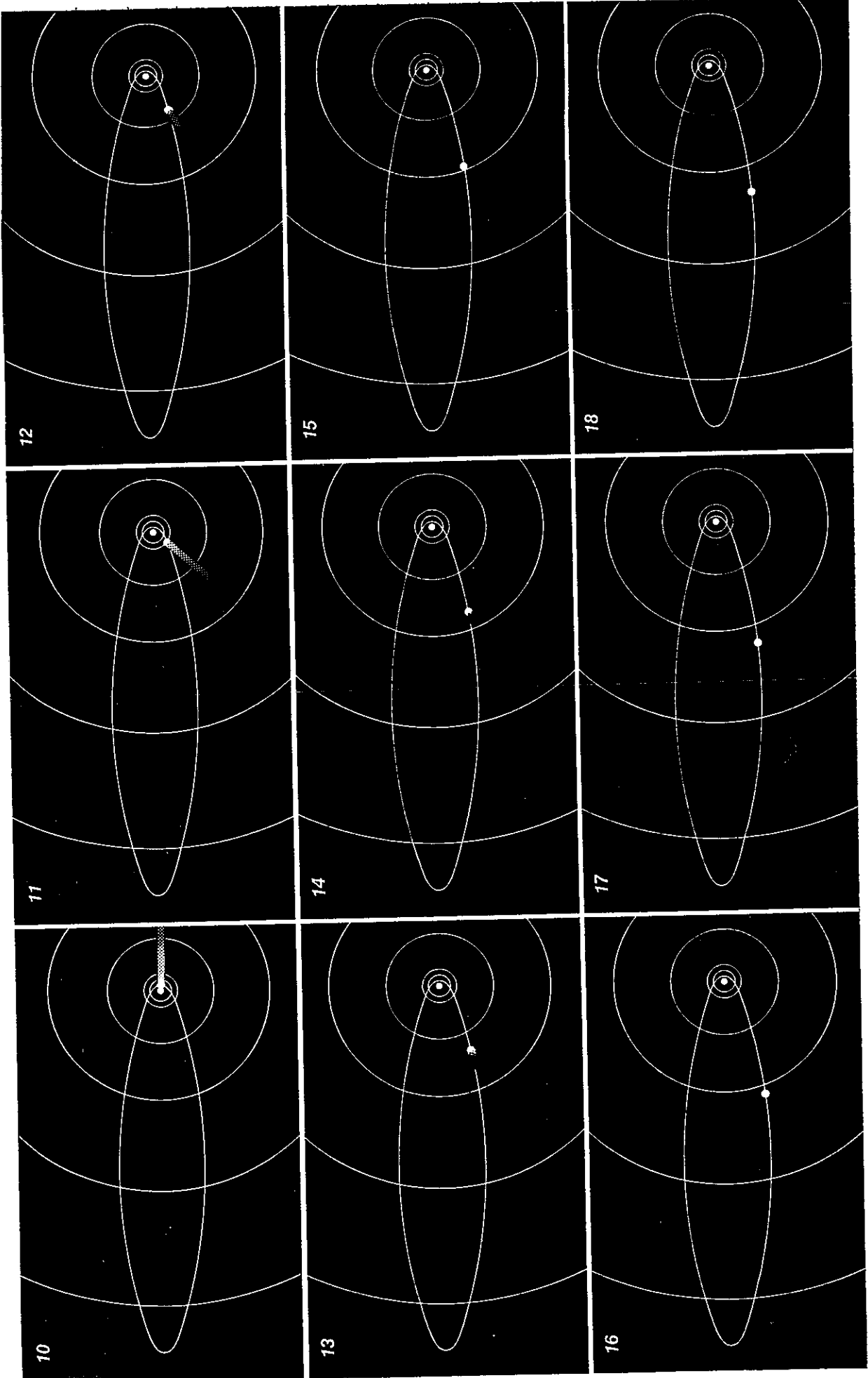
תשובה: \_\_\_\_\_

4. גזור את הצילומים וצרף אותם לפנקס אחד לפי סדר התמונות. חבר אותם ע"י סיכה בצד. אם תדפדף בדפים בזה אחר זה, אתה תראה את תנועת השביט סביב השמש, וכן כיצד הולך ומתפתח הזנב שלו ככל שהוא מתקרב אל השמש.





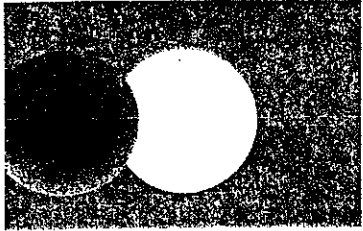




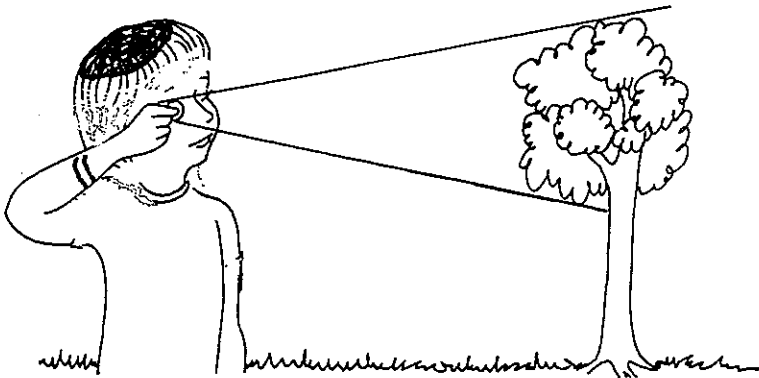
## פרק ג'

### א. ליקויי מאורות

בפרק הקודם למדנו שכוכבי הלכת זזים לאט בשמי הלילה. הם מקיפים את השמש כל אחד בקצב שונה. גם הירח זז והוא מקיף את כדור הארץ שלנו. לפעמים הוא נמצא בדיוק מול השמש והוא מכסה אותה מעינינו לחלוטין. לתופעה כזו קוראים בשם "ליקוי חמה", כאילו החמה לקתה במכת חושך. אבל ליקוי חמה אינו קורה באופן פתאומי אלא הירח מכסה בהדרגה את השמש כמו בציור.



התבונן בעץ רחוק בעין אחת. קח מטבע וקרב אותו לאט לאט לעין שלך עד שכל העץ ייעלם מאחורי המטבע. זהו "ליקוי" של העץ ע"י המטבע. אמנם המטבע הרבה יותר קטנה מהעץ, אבל היא קרובה אל העין ולכן יש באפשרותה להסתיר את כל העץ. כך גם בליקוי חמה: אמנם הירח הרבה יותר קטן מהשמש, אבל הוא מספיק קרוב אלינו כך שהוא יכול להסתיר את כל השמש כלה. זהו ליקוי חמה.



הציוור הבא מדגים כיצד הירח במסלולו סביב כדור הארץ נכנס לנקודה בין השמש לבין כדור הארץ, ואז הוא מסתיר את השמש מעינינו. כאמור זהו ליקוי חמה.



ליקוי חמה נוצר כאשר הירח חוצה את הדרך בין כדור הארץ

לשמש

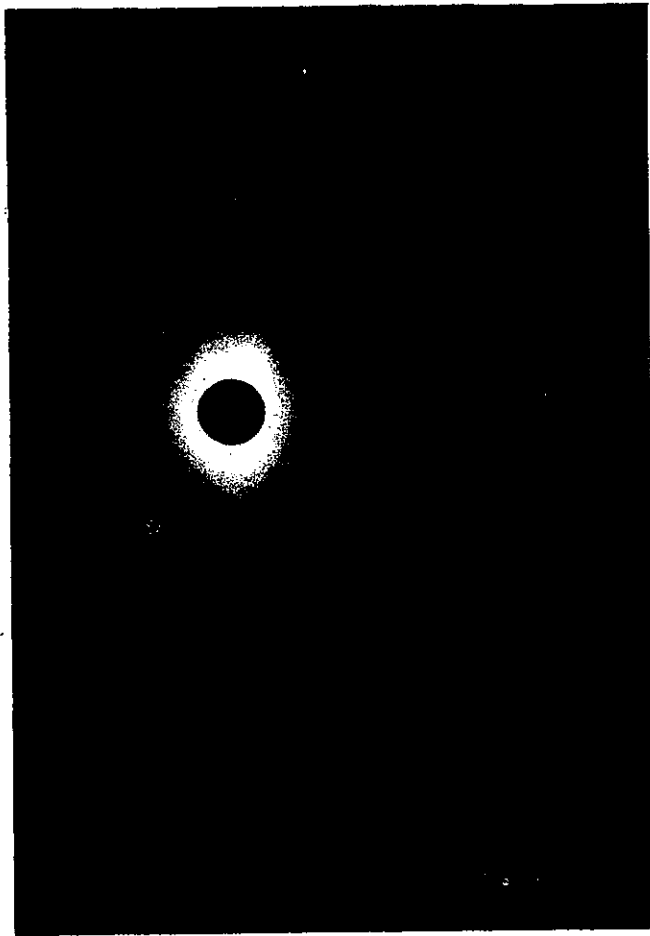
סדרת הצילומים הבאה מראה כיצד מתכסה עיגול השמש בהדרגה ע"י הירח. במרכז נמצא ליקוי חמה מלא.



סדרת צילומים של ליקוי חמה שנעשו בזה אחר זה. בצילום

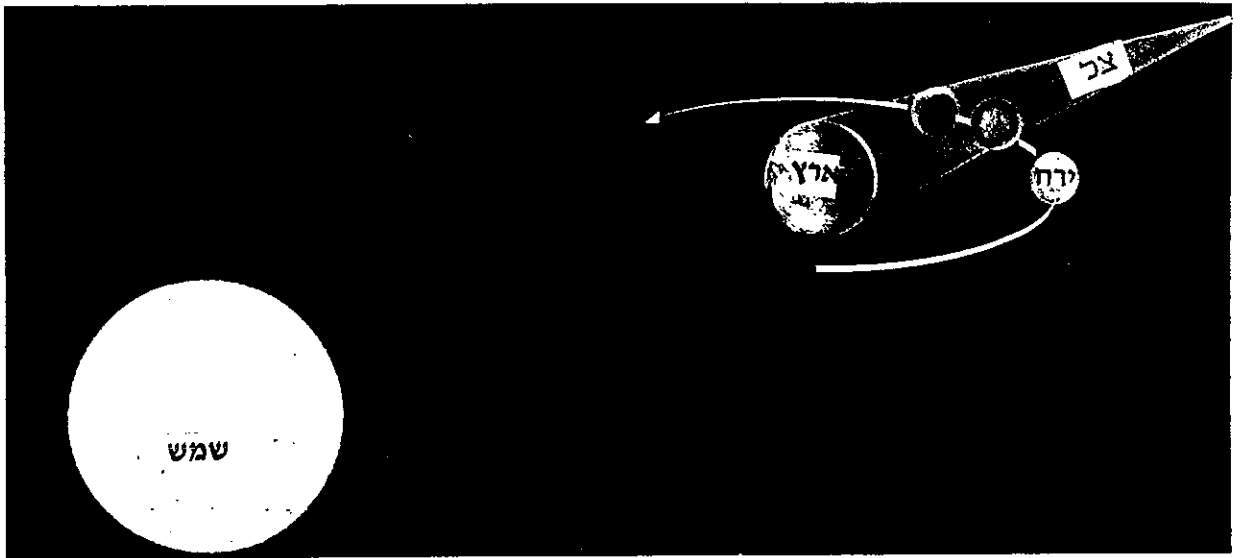
המרכזי בסדרה רואים כי השמש כוסתה לחלוטין.

בתצלום כאן רואים ליקוי חמה מלא.  
בזמן הליקוי השמים נעשים חשוכים ממש כמו בלילה ואז ניתן  
אפילו לראות כוכבים. בצילום רואים את כוכב חמה (למעלה)  
וכוכב צדק (למטה).



צילום של ליקוי חמה. רואים את כוכב חמה (למעלה) וכוכב הלכת  
צדק (למטה).

כאשר הירח נמצא בצד השני כמו בציור אז נוצר "ליקוי ירח", כי כדור הארץ מסתיר את קרני השמש מלהגיע אליו והוא נעלם מעינינו.



תוך כדי הקפתו של הירח הוא נכנס מדי פעם לצל של כדור הארץ.

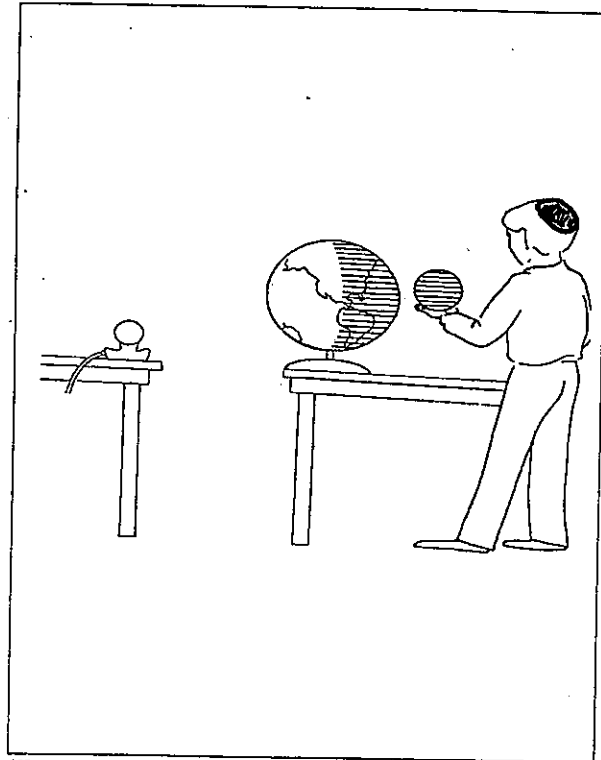
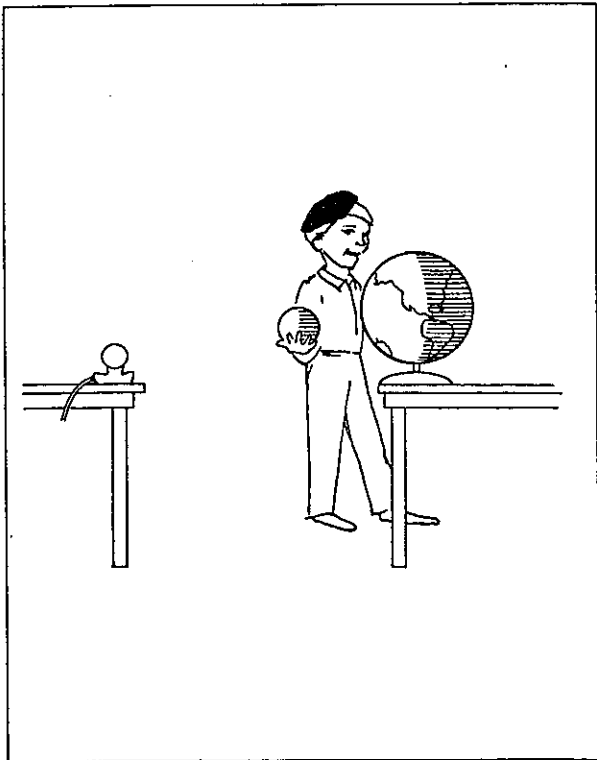
התבונן היטב בשני הציורים:

1. הנורה מאירה את הגלובוס כמו שהשמש מאירה את כדור הארץ.
2. הילד מחזיק את הירח בידו ומקיף אותו סביב כדור הארץ.
3. התבונן היטב בשני הציורים. איזה מהם הוא ליקוי ירח ואיזה מהם ליקוי חמה?

ציור 1: ליקוי \_\_\_\_\_

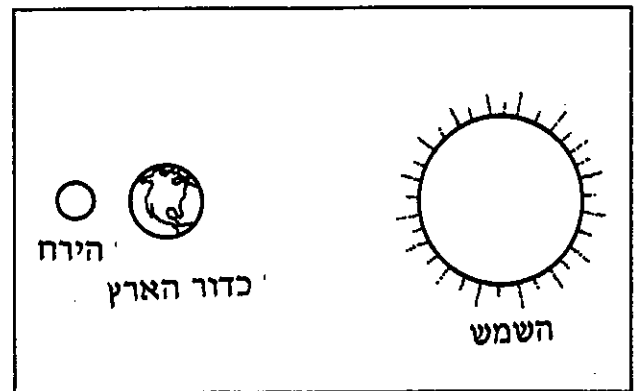
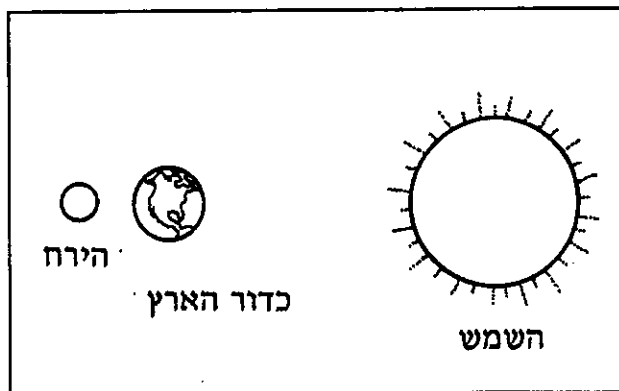
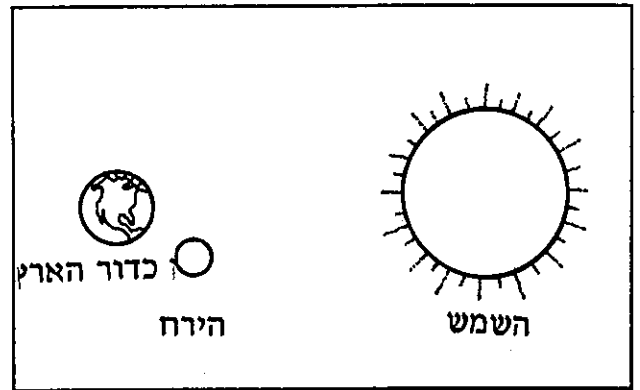
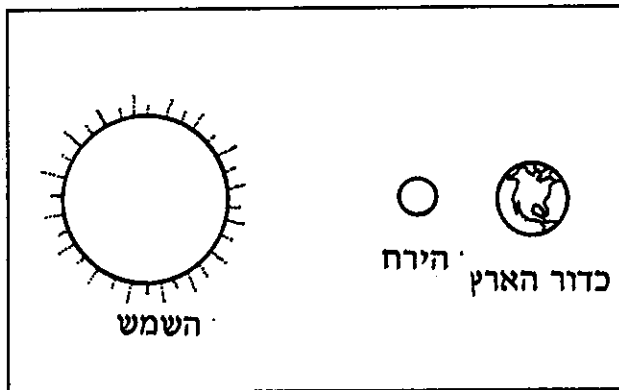
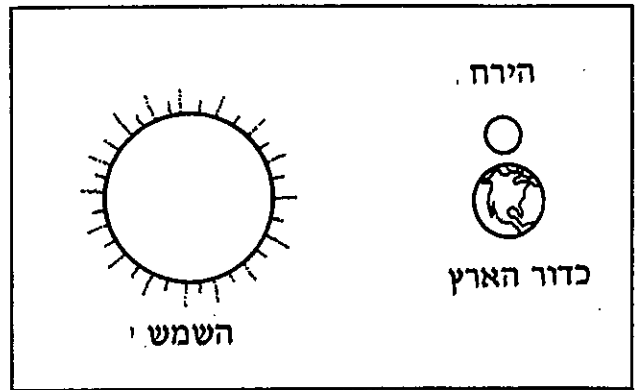
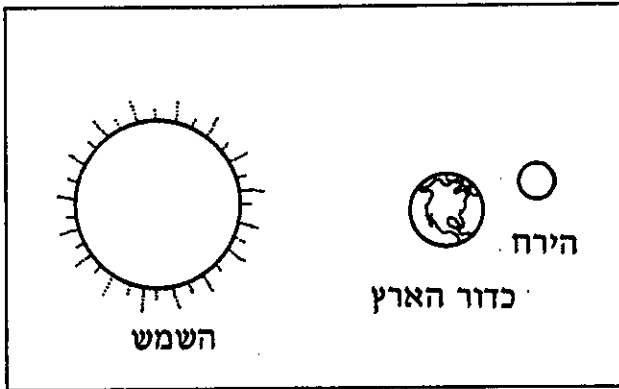
ציור 2: ליקוי \_\_\_\_\_

הסבר!



# ב. סוגי ליקויים

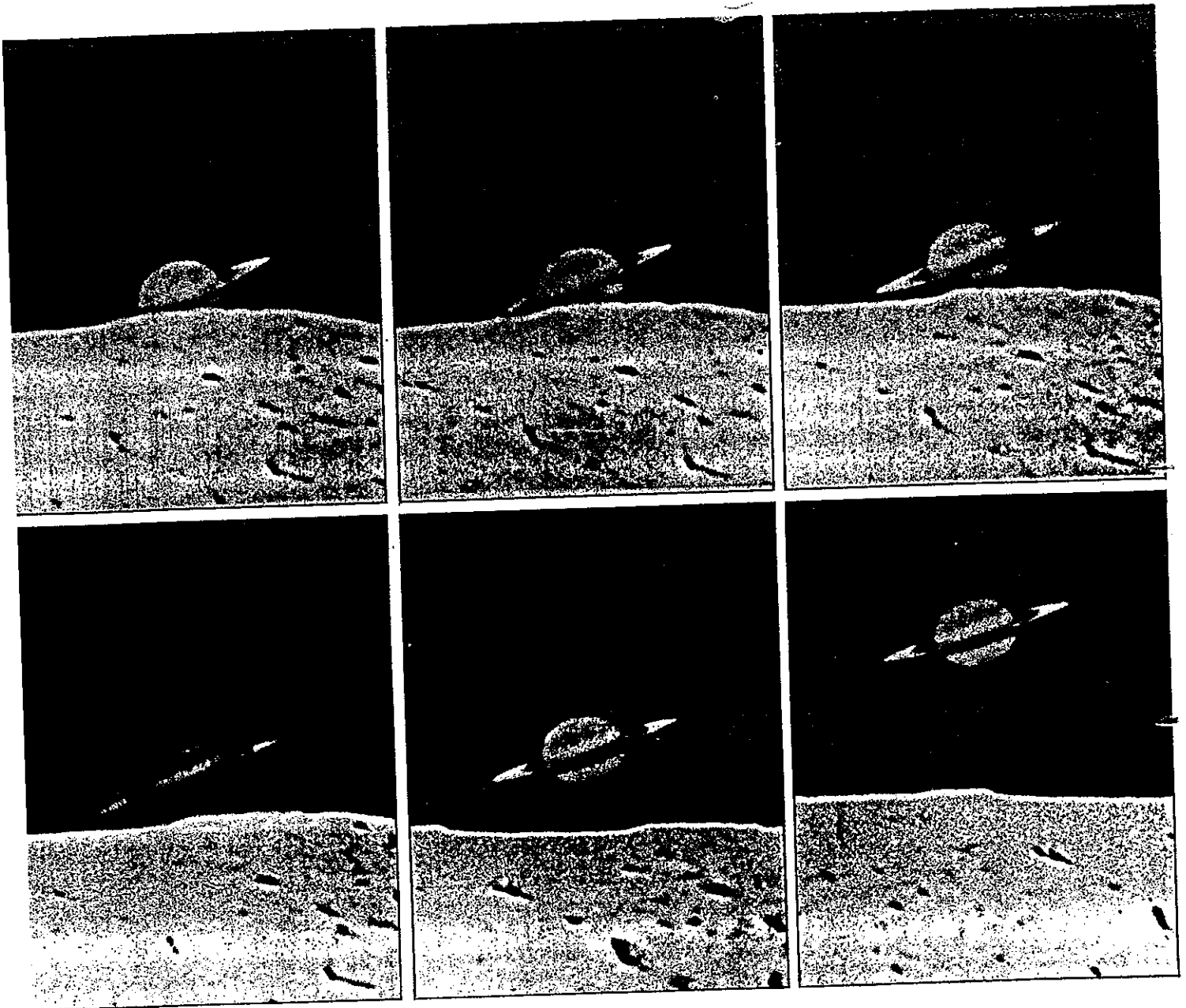
רשום בכל מסגרת אם זה ליקוי שמש, ליקוי ירח, ליקוי חלקי, או שאין כל ליקוי.



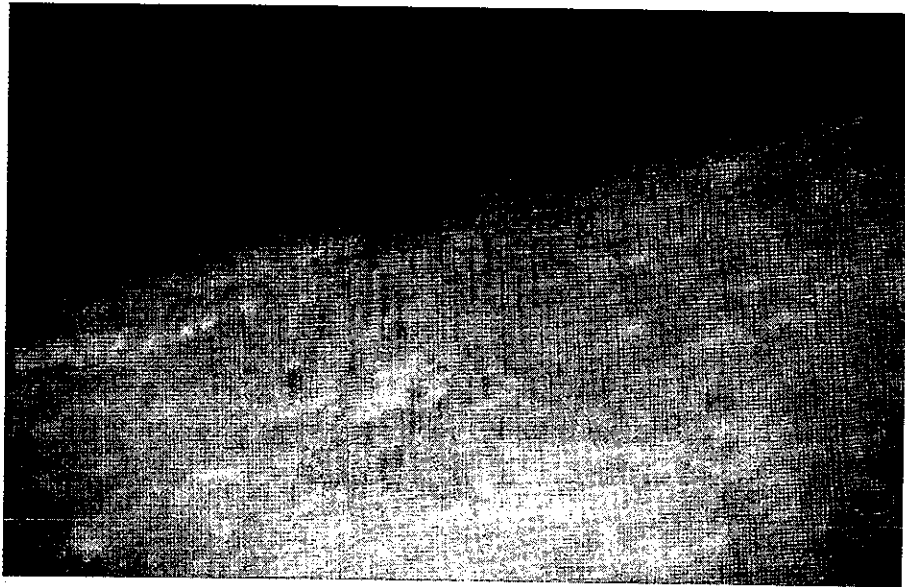


## ג. ליקוי של שבתאי

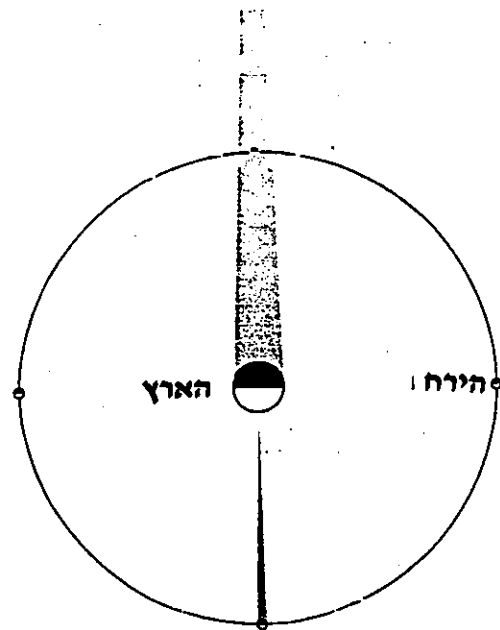
הצילום הבא מראה סדרת צילומים של כוכב הלכת שבתאי בקרבתו של הירח. רשום באיזה צילום מתחיל הליקוי של שבתאי הסבר את התופעה.



התמונה הבאה היא צילום של כוכב חמה כשהוא עובר על פני  
השמש.  
כיצד תקרא לתופעה כזאת?



## ד. דגם ליקויי שמש וירח



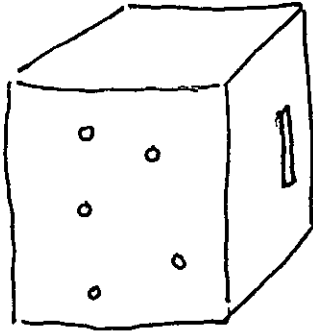
1. קח גליון נייר לבן בגודל 25X30 ס"מ. זהו הבסיס.
2. עשה בו נקב במרכזו בעזרת סיכה.
3. הכנס כפתור לחצן בנקב.
4. גזור לאורך המעגל את השקף של כדור הארץ.
5. עשה נקב במרכזו והשחל גם אותו בכפתור הלחצן.
6. שרטט קרני שמש מקבילות זו לזו מצד ימין.
7. גזור לאורך המעגל את שקף הירח.
8. עשה נקב במרכזו והשחל לתוך כפתור הלחצן.

קרני שמש

כך הכנת מודל מערכת שמש-ארץ-ירח.

1. סובב את מעגל כדור הארץ. איזה צד הוא לילה ואיזה הוא יום? שים לב לצל שכדור הארץ יוצר מאחוריו בגלל קרני השמש.
2. סובב את הירח סביב כדור הארץ. שים לב שאותו צד של הירח פונה תמיד אל כדור הארץ.
3. ציין איזה צד של הירח תמיד מואר ע"י השמש.
4. העמד את הירח בדיוק בין כדור הארץ לבין השמש. האם נוכל במצב זה לראות את הירח?
5. העמד את הירח בדיוק כך שהארץ נמצאת בין השמש לבין הירח. איזה חלק נראה מן הירח?
6. סובב לאט לאט את הירח ושרטט את צורת הירח שאתה רואה בכל פעם.
7. סובב את הירח סביב כדור הארץ. הדגם ליקוי ירח.
8. עתה נקב את הירח במרכזו וכן חבר אליו את צילו בעזרת סיכת לחצן שניה.
9. הדגם ליקוי חמה.
10. הסבר מדוע ליקוי שמש לוקח רק כמה דקות בשעה שליקוי ירח לוקח כשעתיים.
11. הסבר מדוע ליקוי ירח נראה רק במספר מדינות בשעה שליקוי ירח נראה בהרבה מאד מקומות על פני כדור הארץ.

## ה. הרכבת דגם ליקויי מאורות



1. קח את גליון הקרטון המדגים את ליקויי מאורות.
2. גזור מסביב לפי הוראות הרשומות על הקרטון.
3. קבלת קופסת קרטון קטנה שצדדיה פרושים לפניך.
4. קפל את כל צדיה פנימה כך שתוצר לפניך קופסה.
5. השחל את פס הפלסטיק השקוף לתוך שני החריצים.
6. עתה הסתכל במפת ארץ ישראל אשר בה רשומות מספר ערים ולידן נקב בקרטון.
7. העמד את הקופסה מול האור והתבונן דרך אחד הנקבים ליד אחת הערים. תוך כדי כך הזז את פס הפלסטיק וכך תדגים בהדרגה ליקוי חמה.
8. עתה התבונן בנקב של עיר רחוקה מן הראשונה ושוב ובדוק את הליקוי שנוצר בהדרגה. מה תוכל לאמר על ההבדל למה שראית בסעיף 7 לעיל?

מהי מסקנתך?

---



---



---

## ו. ליקויי מאורות בכתבי חז"ל

ליקויי מאורות הוזכרו בכתבי חז"ל כאותות השמים.

כבר במעשה בראשית מוזכר במפורש שהקב"ה עשה את המאורות הגדולים לצורך "אותות": ככתוב שם (בראשית א, י"ד) "ויאמר אלקים יהי מאורות ברקיע השמים להבדיל בין היום ובין הלילה, והיו לאותות ולמועדים לימים ולשנים".  
דהיינו, השמש והירח קובעים לא רק את הימים, השנים והמועדים אלא הם נבראו גם לצורך "האותות".  
ואכן בגמרא סוכה (כ"ט) מוזכרים ליקויי חמה ולבנה בתור אותות בשמים המבשרים מאורעות שיכולים לקרות בעתיד. אבל בסוף הדיון בגמרא שם נאמר כי הנביא ירמיהו כבר אמר שאותות אלה אינם פועלים על עם ישראל כלל ככתוב שם: ומאותות השמים אל תחתו כי יחתו הגויים מהמה... כי לא ירעו וגם היטיב אין אותם (ירמיהו פרק י' פסוק ב, ה'). כלומר, אין שום ממש באותות אלה, אבל הגויים הם תמיד מפחדים מאותות כאלה, ועם ישראל שם בטחונו בקב"ה תמיד.

כתוב בגמרא סוכה כ"ט): "בזמן שהחמה לוקה, סימן רע הוא לעולם. משל למה הדבר דומה? למלך בשר ודם שעשה סעודה לעבדיו והניח פנס לפניהם. כעס עליהם ואמר לעבדו: טול פנס מפניהם והושיבם בחושך. תניא רבי מאיר אומר, כל זמן שמאורות לוקין סימן רע לשונאיהם של ישראל, מפני שמלומדים הם במכותיהן. משל לסופר שבא לבית הספר ורצועה בידו. מי דואג? מי שרגיל ללקות בכל יום הוא דואג. תנו רבנן: בזמן שהחמה לוקה – סימן רע לעובדי כוכבים. לבנה לוקה – סימן רע לשונאיהם של ישראל, מפני שישראל מונין ללבנה ועובדי כוכבים לחמה. לוקה במזרח- סימן רע ליושבי מזרח. במערב – סימן רע ליושבי מערב. באמצע הרקיע – סימן רע לכל העולם כלו...

ואין לך כל אומה ואומה שלוקה שאין אלוהיה לוקה עמה,  
 שנאמר: "ובכל אלהי מצרים אעשה שפטים" (שמות י"ג). ובזמן  
 שישראל עושין רצונו של מקום, אין מתיראין מכל אלו, שנאמר:  
 "כה אמר ה' אל דרך הגויים אל תלמידו ומאותות השמים אל  
 תחתו, כי יחתו הגויים מהמה", (ירמיהו י'), עובדי כוכבים יחתו  
 ואין ישראל יחתו".

**ספר זה יצא לאור בעזרתה הנדיבה של  
 מרת שרה וידאל-כהן היח"ו**

**לע"נ הוריה היקרים  
 שלום כהן בן שרה ז"ל  
 חנה כהן בת לאה ז"ל**

**ואחיה  
 אליעזר כהן בן חנה ז"ל**

**ת.נ.צ.ב.ה.**



