

מהדורה שניה שנת ה'תשע"ט עם הגהות ומילואים

# צבא השמים

כרך י"ב

פירוש על

# קידוש החודש

של הרמב"ם והמפרש בחמישה כרכים

כרך ד'

המהלכים האמיתיים של השמש והירח בשמים, פרקים  
י"א – ט"ז.

ניתן גם לראות את השיעורים בסרטים של  
"קול הלשון"

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

המלצת הרה"ג אשר זעליג וייס שליטא  
רחוב כגן 8  
פעיה"ק ירושלים ת"ו

(המקור נמצא בספר צבא השמים חלק ד')

ג' כסלו תשס"ו

הן ראיתי את הספר היקר והחשוב "צבא השמים" על סוגיות הש"ס העוסקים בענייני אסטרונומיה וכוכבי הלכת. ספר זה חובר ע"י איש מלא חכמה ודעת, חכם וסופר, מדען וידען מופלג בעניינים אלו, שהוא תלמיד חכם וירא שמים ידוע, הרב נסים וידאל הי"ו. מגמת הספר לבאר את דברי חכמינו ומידותיהם בהשקפה נכונה, ע"פ אמיתת התורה והחכמה.

על אף שלא היה בידי לעבור על כל הספר, מן המעט שראיתי, חזיתי איש מהיר במלאכת שמים לכל דבריו, ראויים לעלות על שלחן מלכים, וכבר איתמחי גברא ביראתו קודמת לחכמתו.

ברכתי להרב וידאל, שיזכה תמיד לקדש שם שמים, כאות נפשו הטהורה.

באהבה ויקר  
לכבוד התורה ולומדיה  
אשר וייס  
אב"ד "דרכי הוראה" ירושלים ת"ו  
ריש מתיבתא להוראה "מנחת אשר"

## מצבת עולם

לא"מ ויקטור חיים וידאל בן קמר ובכור דוד ז"ל  
למ"א אסתר וידאל בת קמר ומשה לבית מוסרי ז"ל  
לחמי אליהו לוי בן לונה ויוסף ז"ל  
לחמותי ודודתי מזל פורטונה לוי בת קמר ומשה לבית מוסרי ז"ל  
לאישתי מיריי ז"ל, בת מזל פורטונה ואליהו לוי ז"ל

לרבי ומורי הרה"ג דניאל פריש זצ"ל, מחבר הפירוש "מתוק מדבש" על כל חלקי  
הזהר הקדוש  
ויבדל לחיים טובים וארוכים, רבי ומורי איש האמת הגאון רבי אהליאב חיון  
שליט"א  
לרפואת בני יוסף אליה בן מיריי שליט"א

תודתנו נתונה למחלקה לכתבי יד בספריה הלאומית בפאריס, על שאפשרו לנו  
לקבל צילום של כתב יד של המפרש של קידוש החודש להרמב"ם, המכונה אצלם  
בשם HEBREU 352, דרך המחלקה לכתבי יד בספריה הלאומית בירושלים.  
התודה והברכה גם להם, על הייעוץ והעזרה באיתור כתב היד, ובצילומו עבורנו.

כל הזכויות שמורות למחבר

## ספרי צבא השמים שיצאו לאור

סדרה ראשונה: אסטרונומיה מודרנית בעידן של אמונה

כרך א': כדור הארץ, הירח, ומערכת השמש  
כרך ב': מערכות הכוכבים ביקום  
כרך ג': נושאי יסוד באסטרונומיה מודרנית

סדרה שנייה: ספר התכונה (האסטרונומיה של חז"ל)

כרך ד': מבוא לאסטרונומיה של חז"ל  
כרך ה': ביאור הסוגיות באסטרונומיה של התלמוד הבבלי

סדרה שלישית: השמים מספרים כבוד אל. ספרי לימוד באסטרונומיה לבתי ספר

כרך ו': לאן הולכים כוכבי הלכת (לכתות ז' – ט')  
כרך ז': כוכבים ומזלות (לכתות י' – י"א)  
כרך ח': פרקי אסטרונומיה (לכתות י"א)

סדרה רביעית: ביאור מלא ונרחב להלכות קידוש החודש להרמב"ם והמפרש  
(ר' עובדיה בן דוד), בחמישה כרכים:

כרך ט': מבוא. ביאור פרק ג' בהלכות יסודי התורה.  
כרך י': הלכות ראיית הלבנה החדשה, פרקים א' – ה'.  
כרך י"א: חשבון לוח עיבור חודשים ושנים, פרקים ו' – י'.  
כרך י"ב: המהלכים האמיתיים של השמש והירח בשמים, פרקים י"א – ט"ז.  
כרך י"ג: חשבון הראייה של הלבנה החדשה, פרקים י"ז – י"ט.

אמר דוד: רבונו של עולם, עדויות שעשית במעשה בראשית, הם אמת להעיד עליהם בכל יום, דהא תנינן, כל המעיד במעשה בראשית בכל יום (שהקב"ה הוא שעשאים), מובטח לו שהוא בן העולם הבא (זוהר חדש, בראשית ט"ז:).

## הקדמה

אודה ה' בכל לבב בסוד ישרים ועדה, על שגמלני כל טוב, ופירשתי את הלכות קידוש החודש להרמב"ם, וכן את דברי ר' עובדיה בן דוד, הידוע בשם "המפרש". הפירוש כולל חמישה כרכים, שהם החלקים ט' – י"ג, מסדרת הספרים "צבא השמים".

הפירוש מבוסס על השיעורים שנתתי בבתי מדרשות בירושלים, בתשעה מחזורים, במשך כעשרים שנה, בין השנים ה'תשנ"ג – ה'תשע"ג.

כידוע, ספר היד החזקה של הרמב"ם הוא כשולחן ערוך, אשר בו כל התבשילים מונחים על שולחן מלכים, וכדרך הטבע, לא תמצא על השולחן הסבר לדרך ההכנה של כל תבשיל ותבשיל, אלא, אדם סועד את ליבו, ומהנה את נפשו, טועם מזה ומזה, וזוכר את הטעם הטוב. כך גם הרמב"ם לא הביא את הטעמים הרבים, אשר ביחד נתנו את הטעם הטוב, של כל מעדן ומעדן. לכן, נשאר מקום גדול ונרחב למפרשים שבכל הדורות, להתגדר בחידושי הטעמים לדבריו.

והנה בסדר זמנים של היד החזקה, הובא גם נושא קידוש החודש, באותה הדרך המתומצתת, של הלכה רודפת הלכה. אבל, בניגוד לשאר הנושאים, שיש להם בסיס ידוע בשישה סדרי משנה, ובתלמוד הבבלי והירושלמי, וכתבי חז"ל בכלל, המוכרים היטב ללומדי התורה, הרי בנושא קידוש החודש, יש ספרים מועטים היכולים להוות, אם בכלל, בסיס להבנת דבריו בנושא זה.

יתר על כן, הלכות קידוש החודש, על פי הרמב"ם, נראות לפעמים כמרשם של הוראות לביצוע שרשרת ארוכה של חשבונות, בזה אחר זה, ללא הקדמה או הסבר אסטרונומי. לכן, לא פעם נשאלה השאלה, היכן נמצא הקשר של המושגים המתמטיים המופשטים הנמצאים בקידוש החודש, עם המציאות האסטרונומית, כפי שהיא נראית בשמים?

המפרש ר' עובדיה בן דוד, אשר חי כמאה וחמישים שנה אחרי הרמב"ם, היה ראשון אשר נחלץ לפרש את המושגים המתמטיים של קידוש החודש. הוא הסביר כיצד מושגים אלה נלקחו כולם מתצפיות אסטרונומיות בשמש בירח ובכוכבים. כך הוא הראה, בעזרת שרטוטים של מערכות הכוכבים, את הקשר שבין החשבונות של הרמב"ם, לבין המציאות האסטרונומית בשמים.

כבר מאות בשנים שהמפרש היה, ועדיין מהווה, פירוש סטנדרטי לדברי הרמב"ם בקידוש החודש (וכן לפרק ג' בהלכות יסודי התורה). הוא מופיע תמיד בשם "המפרש", ומעטים יודעים את שמו, כאמור, ר' עובדיה בן דוד.

עם כל זה, במשך כל הדורות, גם הפירוש של המפרש היה סתום, בעיני רבים מאלה שחשקה נפשם ללמוד את הנושא. אם כי היו מספר מפרשים שפירשו את דבריו באופן חלקי, בכל זאת, עדיין נשאר הנושא סתום מכל צדדיו. כך נשאר נושא זה כעין מת מצווה, שאין מי שיטפל בו.

לכן, אמרתי בליבי, אאזור חלצי, ואעסוק אני במצוה זו, ואנסה בסיועו של בורא עולם, עושה המולדות, ויודע החשבונות והקיצים, להסביר, כידו הטובה עלי, את מה שנחוץ ללומדי התורה, להבנת הנושא הנכבד הזה, המכונה בפי המפרשים גם בשם "שער השמים", תרתי משמע, בבחינת (תהילים קמ"ג ה) "זכרתי ימים מקדם, הגיתי בכל פעלך, במעשה ידיך אשוחח".

אודה על האמת, הדרך היתה קשה מאד, כי רציתי להביא לקורא את הדברים בדרך פשוטה, אבל, פשטות כזו כרוכה במאבק ארוך ומייגע מאד. פעמים רבות, ההסבר "הפשוט" היה כל כך ארוך ומסובך, עד שאבדתי את התקווה, שאי פעם תעלה בידי המטרה, שלשמה אני כותב את הספר הזה. אבל, לעולם לא איבדתי את האמונה, שהי' יתברך יאיר את עיני, בכדי להעמיד את הדברים בדרך הפשוטה והנכונה. כי בהיות ספר זה ספר לימוד בעיקרו, כל דאגתי היתה לעזור לקורא, ולהציג בפניו את ההסבר הישיר והפשוט ביותר. לכן, פירשתי את דברי הרמב"ם ודברי המפרש, מלה במלה, וכן כתבתי הרבה הקדמות ארוכות בכל מקום, על פי הצורך, וגם הבהרתי את הדברים בכ 700 שירטוטים נוספים על אלה של המפרש, על מנת להקל על הקורא.

"גדולה החכמה מן החכם, שאין חכם שיהא נקי משגיאות, ואין החכמה תמימה, בלתי להי' לבדו", כך כתב רבינו ישעיהו מיטראני בשו"ת הרי"ד סימן ס"ב. אכן, חכמת קידוש החודש היא בודאי דוגמא מובהקת של חכמה שהיא "גדולה מן החכם". לכן, אני מבקש, קודם כל, את מחילתם של אלה מהקוראים, שימצאו בספר פגמים כל שהם, או ענין כל שהוא, שאינו מניח את דעתם. אנא, הטו שכם, איש את אחיו יעזורו, על מנת להוציא לאור דבר מושלם יותר, כי ישראל בני מלכים הם, ומן הראוי להגיש להם את הראוי להם, וכיתבו למחבר את הערותיכם (ראה לקמן), ומשכורתכם תהא שלמה מאת הי' יתברך, כפי פעלכם, וכן כל הדורות הבאים מבני ישראל, יודו לכם גם הם על זה מאד, על שנחלצתם לעזרת הי' בגיבורים.

יהי רצון שהי' יתברך יאיר את עינינו בתורתו, ובפרט, בנושא זה של קידוש החודש, שהוא חלק בלתי נפרד מתורתנו הקדושה, בהיותו מכשיר מצווה לקידוש החודש על ידי בית דין, שהיא מצווה דאורייתא, ועל ידי זה, אולי ירחם עלינו אב הרחמים, ובראותו שאנו עמלים בעניני עיבור חודשים ושנים, יחדש את הסנהדרין, שתקדש חודשים, ותעבר שנים, כבימים עברו, ובזכות הלימוד הזה, נחיש גם את גאולתנו השלמה. אכ"ר.

נ. וידאל  
בית וגן, ירושלים  
שבט תשע"ד

ניתן לרכוש את הספר ישירות מהמחבר, בדאר אלקטרוני

[NVVIDAL613@GMAIL.COM](mailto:NVVIDAL613@GMAIL.COM)

## התודה והברכה

אני מודה, קודם כל, לכל תלמידי שהשתתפו בשיעורים שנתתי במשך שנים רבות, ומכל מלמדי השכלתי. וכן לבני בכורי אב בית דין הרב חיים וידאל שליט"א, שקרא חלקים רבים מהספר, והעיר את הערותיו המחכימות, וכן לבנו (נכדי) היקר אליהו וידאל, שהגיה את כל הספר בשלמותו, וכן עזר בחקירת מספר סוגיות מרכזיות בענייני קידוש החודש, שצורפו בנספחים לספר, וכן לתלמידי ר' אברהם טאומן, ר' רפאל לסרי, ר' משה חגיבי, כולם שליט"א, שקראו חלקים שונים מהספר.

כן אני מודה לאלה שעזרו לי, גם באופנים ובדרכים אחרות, קודם כל, לבני היקר ר' חיים וכלתי מרים בירושלים, שאירחו אותי בביתם לתקופות ארוכות, וכן לבני היקר יוסף אליה וכלתי פנינה, שאירחו אותי הרבה בביתם בלונדון, וכן לד"ר פרוספר טולדנו ורעייתו רבקה, וכן ר' לורן יונס ורעייתו יעל, שתי משפחות יקרות שארחו אותי ארוכות בשהותי בביתם בפאריס, וכן לידידי ר' עקיבא קשמן, שתרם מערכת ריהוט נאה, לחדר עבודתי בלונדון. בפרט, ברצוני להזכיר את ד"ר אליהו ("לילו") בוסקילה ז"ל, יהודי יקר, אוהב האדם ובעל לב חם, שנתן לי חדר מיוחד לעבודתי בקליניקה שלו בפאריס, יהי זכרו ברוך.

תודה מיוחדת לר' משה כהן סולל, על תמיכתו הנדיבה לזיכוי הרבים, לכתובת ספר זה, ולקיום השיעורים בקידוש החודש, במשך כעשור שנים, בשני בתי כנסיות "בית אל", ו"דואק", והרה"ג רפאל הדיה ויצחק כהן, שאיפשרו לקיים את השיעורים בבתי הכנסיות האלה, במקור ברוך בירושלים, וכן לתרומתו של פ.א. לרכישת כתב יד פאריס על קידוש החודש, לעילוי נשמת אימו ז"ל.

אני מודה גם לביתי היקרה נינט פיטי, שעזרה לי בהדפסות ארוכות ללא לאות, וכן לכלתי פנינה, ולנכדתי שרה שפירא, שגם הן עזרו בהדפסות.

אני מודה גם על העזרה הטכנית הרבה שקבלתי מתלמידי, ובפרט, מנכדותי היקרות, אפרת ושירה, וכן ממשפחת ר' משה גרינברג, למרת נעמי קרייזר (מייקל) וממרת שירלי שרביט (לבית בן דהאן), שעזרו לי מאד, כאשר התגברו על העומס הרב, ועל העבודה הנפלאה שעשו בהכנת השרטוטים והעריכה של הספרים.

לבסוף אני מודה למרת שרה (שרלוט) לבית כהן, על טיפולה המסור בכל ענייני הבית בחכמה רבה ובתבונה. תהא משכורתה המלאה מאת ה' יתברך, לבריאות איתנה, ושתרווה נחת מכל צאצאיה.

התחלתי בכתובת ספר זה, עוד בחייה של אישתי הראשונה ע"ה, מרת מירלה וידאל ז"ל (לבית לוי), והיא איפשרה לי לעסוק בלימוד, בכתובה, ובמחקר, במשך כארבעה עשורים, כאשר לקחה על עצמה, בסבלנות ובטוב לב אינסופי, את כל הטיפול בביתנו ובילדינו ש"יו, בשהותנו בישראל, וגם באנגליה, באוסטרליה ובארה"ב, בגלל עבודתי המתמשכת במקומות אלה. יהי זכרה ברוך.

נ. וידאל

בית וגן, ירושלים

שבט, ה'תשע"ד

## מודעה רבתי

הציבור מוזמן לכתוב הערות, הוספות וחידושים, מאמרים, ציורים, תמונות, שאלות, ציון מקורות, או כל אמצעי אחר המקדם את הבנת עניני קידוש החודש, אשר ייבחנו על ידי המחבר, ויצורפו למהדורות הבאות, עם שמות הכותבים. כך, עם השנים, אי"ה, ילבש חיבור זה צורה של אנציקלופדיה לקידוש החודש, לתועלת כל עם ישראל.

בדואר אלקטרוני

[NVIDAL613@GMAIL.COM](mailto:NVIDAL613@GMAIL.COM)



## מבנה הספר ומקורותיו

כרך י"ב זה, מכלל סדרת הספרים "צבא השמים", הוא גם חלק רביעי על קידוש החודש של הרמב"ם והמפרש, המכיל, בפרט, את פירושו לפרקים י"א – ט"ז. נושאי הפרקים האלה הם החשבונות של המהלכים האמיתיים של החמה והלבנה. זהו הבסיס לחשבון הראייה של הלבנה החדשה, כפי שנסביר בכרך הבא.

כזכור, בכרך ט', הבאנו את הפירוש של הרמב"ם ושל ר' עובדיה בן דוד (המפרש), הכל כלשונם, ללא ביאור. טקסט כזה דרוש לקורא, כי הוא מהווה את הבסיס לביאורנו. כמעט כל השרטוטים של המפרש הוגהו על ידינו, כפי מיטב ידיעותנו, ושורטטו מחדש בצורה מקצועית.

בסוף כל פרק, אנו מביאים דברי חכמה, שנועדו להרחיב דעתו של אדם, בעניני דעת והשקפת עולם, הקשורים לנושאי קידוש החודש. קראנו להם בשם "פרפראות לחכמה".

כל השרטוטים השייכים לכל כרך נמצאים בסופו, על פי סדר הפרקים באותו כרך.

עיקר המקורות שהיו בידינו הם מהדורות הדפוס הקיימות על קידוש החודש, וכן כתב יד פאריס, שכלל רק את דברי המפרש, וכן כתבי ראשונים ואחרונים (ראה קובץ מקורות בספר פועל ה'), וכן שרטוטים שהובאו בשם המפרש, במהדורות אלו. נעזרנו רבות גם בספר האלמאגיסט (בתרגומו מיוונית לאנגלית), שחיברו האסטרונום הקדמון הידוע בשם "בטלמיאוס" (PTOLEMAEUS), בכל כתבי הרמב"ם והראשונים, וכפי שכינו אותו גם חכמי הערביים בתקופתם. האות פ' (דגושה) היא האות הראשונה בשם של אסטרונום זה, אבל, היא אינה קיימת בשפה הערבית, לכן, הם מבטאים אותה כמו אות ב' (דגושה). רבים מחכמי ישראל הראשונים, הכירו היטב את השפה הערבית, והם נמשכו אחריהם, וגם הם קראו לו בשם "בטלמיאוס", עם אות ב' דגושה, בכל ספריהם, אם כי מן הראוי היה לקרוא לו בשם פטולמיאוס, או פשוט, תלמי, שהיה שם נפוץ בתקופת בית שני, ובפרט, במצרים ההלניסטית, מקום מושבו של אסטרונום יווני זה (באלכסנדריה), שחי בתקופת רבי.

הלכות קידוש החודש של הרמב"ם הוגהו פעמים רבות בעבר, בהיותם גם חלק ממשנה תורה בכלל. גם דבריו של המפרש הוגהו מספר פעמים, כפי שניכר היטב במהדורות הדפוס הקיימות. אבל, מצאנו בו עדיין שיבושים רבים, במהדורות השונות, ולא פעם נאלצנו להגיה את לשונו, על פי כתב יד פאריס. כך גם נמצאים עד היום שיבושים רבים כמעט בכל השרטוטים של המפרש, ובכל מהדורות הדפוס, וגם בדפוס ונציה, אשר הוגהו כולם על ידינו. בפרט, מצאנו ששרטוט י"ח של המפרש בפרק ב', אינו שייך כלל לענין הנדון, וגם הוא מובא בדפוס ונציה, ומאז, כל מהדורות הדפוס נמשכו אחריו. רק בכתב יד פאריס מצאנו את השרטוט הנכון. רוב

השרטוטים אשר שולבו בהם אותיות לסימון נקודות מסוימות, נאלצנו להגיה, על מנת שיהיו מובנים לקורא. מצאנו גם שרטוטים אשר בהם שתי נקודות שונות סומנו באותה האות. בהוצאה לאור של אחד המפרשים הידועים, הרחיקו לכת, והציגו שרטוטים חדשים של המפרש, ולא הכלילו כלל את האותיות השייכות לשרטוטים, אף על פי שהן מוזכרות במפורש בטקסט עצמו של המפרש. למותר להדגיש, עד כמה חשובים השרטוטים בנושא כה מורכב, כמו אסטרונומיה. כך גם חסרות כליל, טבלאות חשובות בכל הגירסאות שבדפוס, ללא יוצא מן הכלל, אשר הוזכרו באופן ברור על ידי המפרש, ולא הובאו כלל לדפוס עד היום. מצאנו חלק מהן בספר חשבון העיבור של ר' אברהם בר חייא הנשיא, וחלק אחר – בכתב יד פאריס (ראה כל הגהה במקומה). מצאנו גם כי בהלכה ז' בפרק י"ז, שהוא הפרק המרכזי בהלכות קדוה"ח, מציג המפרש ארבעה מצבים מיוחדים של הגלגלים, ואשר הודגמו על ידו בארבעת הציורים מ"ז – נ'. בתחילה, נראה כאילו כל כוונתו היתה להציג ארבעה תרגילי חשיבה, המיישמים את העקרונות הקודמים שבאר קודם לכן. אבל, עיון מעמיק בדבריו מבהיר, שארבעת המצבים האלה קשורים קשר עמוק והדוק ביותר להמשך הדברים. אכן, עיון בספר האלמאג'סט של בטלמיאוס מגלה, כי ארבעת המצבים האלה, מהווים את הבסיס התיאורטי להמשך הפרק כולו, ובלעדיהם לא יובנו דברי המפרש כלל. אבל, לא מצאנו לזה רמז כלשהו במפרש במהדורות הדפוס שלפנינו, אלא, ההמשך נקטע, והמפרש עובר לנושא אחר. יתכן מאד, שהמפרש הסביר את הקשר החסר הנ"ל, אבל, קטע זה נעלם במשך הדורות. ישנן עוד הגהות נוספות רבות, הנמצאות בגוף פירושו, והן צוינו כולן במקומות המתאימים.

# תוכן הענינים

## לכרך י"ב

1	פרק אחד עשר.....
23	פרפראות לחכמה לפרק האחד עשר.....
24	פרק שנים עשר.....
61	פרפראות לחכמה לפרק שנים עשר.....
63	פרק שלשה עשר.....
94	פרפראות לחכמה לפרק שלושה עשר.....
96	פרק ארבעה עשר.....
122	פרפראות לחכמה לפרק הארבעה עשר.....
125	פרק חמישה עשר.....
163	פרפראות לחכמה לפרק החמישה עשר.....
165	נספח לפרק החמישה עשר.....
192	פרק שישה עשר.....
217	פרפראות לחכמה לפרק שישה עשר.....
220	שרטוטים.....
221	פרק אחד עשר.....
252	פרק שנים עשר.....
281	פרק שלושה עשר.....
303	פרק ארבעה עשר.....
337	פרק חמישה עשר.....
373	פרק שישה עשר.....

## פרק אחד עשר

### הלכה א

לפי שאמרנו בהלכות אלו, שבית דין היו מחשבין בדקדוק, ויודעים אם יראה הירח או לא יראה, ידענו שכל מי שרוחו נכונה, וליבו תאב לדברי החכמות, ולעמוד על הסודות, יתאוה לידע אותן הדרכים שמחשבין בהם, עד שיידע אדם, אם יראה הירח בליל זה, או לא יראה.

### המפרש להלכה א

#### לפי שאמרנו בהלכות אלו

דבר זה נאמר כבר בתחילת פרק ו' מזו ההלכה, היינו, בהלכה א' שם, "בזמן שעושין על הראייה, היו מחשבין ויודעין, שעה שיתקבץ בו הירח עם החמה (דהיינו, שחישבו בדרך מדוייקת את המולד האמיתי), בדקדוק הרבה, כדרך שהאיצטגנין עושין, כדי לידע, אם יראה הירח (בפועל לעדי הראייה), או לא יראה. ותחלת אותו החשבון (האמיתי), הוא החשבון שמחשבין אותו (כיום, והוא רק) בקירוב, ויודעין שעת קיבוץ (של החמה והלבנה), בלא דקדוק, אלא, במהלכם האמצעי, הוא הנקרא מולד. ועיקרי החשבון (המקורב הזה שבידנו, הוא החשבון) שמחשבין בזמן שאין שם בית דין (כמו בימינו), שיקבעו בו על הראייה, והוא החשבון שאנו מחשבין היום, הוא הנקרא עיבור". עכ"ל.

המשך דברי המפרש העברנו להלכה ב', שם הוא מקומם.

### הלכה ב

ודרכי החשבון, של המהלך האמיתי של הירח, יש בהן מחלוקות גדולות בין חכמי הגוים הקדמונים, שחקרו על חשבון התקופות והגימטריאות. ואנשים חכמים גדולים נשתבשו בהן, ונתעלמו מהן דברים, ונולדו להן ספקות; ויש מי שמדקדק הרבה, ולא פגע בדרך הנכונה, בחשבון ראיית הירח, אלא צלל במים אדירים, והעלה חרס בידו.

### המפרש להלכה ב

#### ואמר ז"ל (הרמב"ם) ודרכי זה החשבון וכו'

לפי שדרכי החשבון של ראיית הלבנה החדשה, אינו כל כך ידוע, ועל כן, נחלקו בו חכמי הגוים הקדמונים, ויש ביניהם מחלוקות גדולות, ולדעת המפרש, עילת חלוקתם בזה הענין, היינו, הסיבה למחלוקות שבין חכמי הגוים היא, לפי שלא העתיקו, היינו, לא העבירו הלאה, בעלי המחקר הראשונים, שהיו לפניהם, בחשבונות של ראיית הירח כלום, ואע"פ שהחכמים הקודמונים, היו יודעים חכמת המזלות היטב, היינו, חכמת מהלכי הכוכבים.

לפי שהאומות של הקדמונים, שקדמו את הישמעאלים בעלי הדתות, לא היו עושים החודשים על פי ראיית הירח, אלא עם ישראל בלבד, והדרכים שהיו ישראל סומכין עליהן, ובית דין מחשבים בהן, לא מצינו בהם העתקה מחכמינו הקדמונים, ולכן, ענין זה הלך ונשתכח עם הזמן. ואמנם, שאר האומות, יש מהן מי שהיה עושה, בכל זאת, חודשי הלבנה, על פי הזמן שמקבוץ חמה ולבנה אחד, לקיבוץ שני, ויש מהם מי שעושה החודשים חודשי החמה, שמחלקים שנת החמה לשנים עשר חלק, וקורין כל אחד מהם בשם חודש מחודשי החמה, ועושין בכל שנה כזו מקצת החדשים פחות משלושים, וקצתן יותר משלושים, והם הרומיים, כפי שביארנו לעיל בפרק ט', שהיה זה יוליוס קיסר שהתקין לרומיים את הלוח הזה על פי מהלך החמה. ויש מי שעושה כל שנה בת שנים עשר חודשים, וכל החודשים שלהם, כל חודש שלושים יום, ומוסיפים בסופם חמישה ימים, ובסך הכל, יש להם בכל שנה שס"ה יום, והם הנוצריים והפרסיים. בענין הנוצריים האלה, אולי המפרש מתכוון לנוצרים שונים מצאצאיהם של הרומיים, שהרי ידוע לכל, שהנוצרים האלה דווקא המשיכו את הלוח המבוסס בעיקרו על הלוח של יוליוס קיסר, עד לימינו אנו. אבל, כשבאו ההגריים, דהיינו, הישמעאלים, אשר תחילת ספירת השנים שלהם, היא מהיום אשר בו נביאם היגר, היינו, יצא (מכאן כינויים של בני ישמעאל "הגריים") אל העיר מדינה, והיתה סברתם שיעשו החודשים על הראייה, כמו שסוברין ישראל, לפיכך, היו חכמיהם משתדלים בידיעת זה החשבון, של המהלך האמיתי של הירח, כמו של היהודים, ומדקדקים בו כל אחד כפי יכולתו. יש מהם מי שעלה בידו האמת, ויש מהם מי שדקדק הרבה ויגע, ולא הגיע לידיעת האמת בזה החשבון, רק צלל במים אדירים והעלה חרס בידו. לפי שבדרכי זה החשבון הזה, של המהלך האמיתי של הירח, יש קושי גדול, מפני שיש בו מהלכים שונים המצטרפים זה על גבי זה, ואינם קלים להבנה, ועוד נכירם בפרוטרוט בפרקים הבאים, כגון שינוי מהלך השמש והירח באורך וברוחב, ובעגולת גבהו, וכן שינוי מרחקו ומנת גובה המדינה, וכיוצא בזה, כמו שיתבאר בפרקים הבאים.

### הלכה ג

ולפי אורך הימים, לאחר זמן רב, ורוב הבדיקות והחקירות, נודעו למקצת החכמים דרכי חשבון זה; אבל, פרט לידיעות שהגיעו אלינו מחכמיהם, בכל זאת, נשאר בידנו כמה דברים, ועוד שיש לנו בעיקרים אלו, קבלות מפי החכמים, וראיות שלא נכתבו בספרים הידועים לכל. ומפני כל אלו הדברים, כשר בעיני לבאר דרכי חשבון זה, כדי שיהיה נכון למי שמלאו ליבו לקורבה אל המלאכה, לעשות אותה.

### הלכה ד

ואל יהיו דרכים אלו, של חישוב המהלך האמיתי של הירח, קלים בעיניך, שאין בהם צורך, ואולי תאמר, מפני שאין אנו צריכין להם בזמן הזה, שהרי אנו משתמשים כיום בחשבון העיבור, שאינו מבוסס על הראייה, אלא, על המולד האמצעי והדחיות בלבד, כמו שביארנו בפרקים ו' ז'. אבל, האמת היא, שאלו הדרכים של חשבון המהלך האמיתי של הירח, דרכים רחוקים ועמוקים הן, ולכן, יש בהן דווקא ענין רב, והוא סוד העיבור, על פי המהלך האמיתי של הירח (אם כי, בדרך כלל, מילת "עיבור" נשמרת ל"לוח העיבור", שהוא הלוח שלנו כיום, שאינו על פי המהלכים האמיתיים של השמש והירח) שהיו החכמים הגדולים יודעים אותו, ואינם מוסרין אותו לכל אדם, אלא לסמוכים נבונים. אבל, זה החשבון של העיבור, שמחשבין בזמן שלנו כיום, שאין שם בית דין לקבוע על הראייה, כמו שכבר ראינו לעיל בפרקים ו' עד י', שאנו מחשבין בו היום, אפילו תינוקות של בית רבן, מגיעין עד סופו, בשלושה וארבעה ימים.

## הלכה ה

כאשר נסביר בפרקים הבאים לקמן, את שלבי חשבון של המהלך האמיתי של הירח בפרוטרוט, נעשה את החשבון בדרך המדויקת ביותר האפשרית, אבל, בשלבים מסוימים של החישוב, לא נקפיד על הדיוק כל כך. הסיבה לכך היא, שבמקומות שיש בהם השפעה מכרעת על התוצאה הסופית, אכן, יש לעשות זאת בדיוק המירבי, באיזה יום ובאיזה שעה בדיוק יראו העדים את הירח החדש. אבל, בשלבים אחרים, שלא הקפדנו בהם כל כך על הדיוק בחישובים, מתברר שהתוצאות החשבוניות שלהם, אינן משפיעות כל כך על הדיוק של התוצאה הסופית, ולכן לא הקפדנו שם על הדיוק המירבי. אי לכך, אומר הרמב"ם, **שמא יתבונן חכם מחכמי האומות, או מחכמי ישראל שלמדו חכמת יוון, בדרכים אלו שאני מחשב בהן לראיית הירח, ויראה, שבשלב מסוים של החישוב, אין אני מחשב זאת בדיוק, אלא, אני לוקח רק קירוב מעט במקצת הדרכים של החשבון, ויעלה על דעתו, שנתעלם ממנו, כביכול מהרמב"ם, את הדיוק הדרוש בדבר זה, ולא ידענו, כביכול, שיש באותה הדרך רק חשבון של קירוב. הרי אל יעלה זה על דעתו, אלא, כל דבר שלא דיקדקנו בו, הוא מפני שידענו בעיקרי הגימטריות בראיות ברורות, שאין הדיוק הזה משפיע כל כך על התוצאה הסופית, לכן, אין דבר זה מפסיד בידיעת הראייה, ואין חוששין לו. לפיכך, לא דיקדקנו בו.**

## המפרש להלכה ה

שמא יתבונן חכם מחכמי האומות או מחכמי ישראל וכו'.

סופנו לבאר זה מדוע השתמשנו בזה הקירוב שעשינו בחשבונות, וכל אחד מקירובים אלו, נבאר את סיבותיו במקומו, כשנגיע לו.

## הלכה ו

וכן כשיראה בדרך מן הדרכים, שיש, כביכול, חיסרון מעט מהדיוק בחשבון הראוי לאותה הדרך, אלא להפך, כי בכוונה עשינו זה, לפי שיש כנגדו, בדרך שבחרנו בה דווקא, יתרון בדרך חשבון אחרת, עד שבסך הכל, ייוכח כל אדם לראות, שבסופו של דבר, ייצא הדבר לאמיתו, בדרכים קרובים וקצרים, כפי שעשינו אנו, בלא חשבון ארוך, כדי שלא ייבהל האדם, שאינו רגיל בדברים אלו, ברוב החשבונות, שאין מועילין בראיית הירח, אלא, דרכי החישוב שלנו הן באמת הטובות ביותר הדרושות כאן, ולא דרכים אחרות, אשר נראות, כביכול, טובות יותר.

## הלכה ז

העיקרים שצריך אדם לידע אותן תחילה לכל חשבונות האיציטגנינות, בין לדרכי חשבון הראייה של הלבנה, בין לשאר דברים העוסקים בתכונה, כגון חשבון המהלכים של שאר חמשת כוכבי הלכת, אלו הן: הגלגל השמיני, אשר בו נמצאים כל כוכבי השבת, הוא הרקע של הכוכבים, אשר ביחס אליו, אנו נחשב את תנועת השמש והירח ושאר כוכבי הלכת. ראה הסברים נרחבים על כך בסעיף ה' בעמ' 10 בספר צבא השמים חלק ד'. ובכן, גלגל שמיני זה בתחילה הוא מוחלק בשלוש מאות ושישים מעלות; שנית, הוא מוחלק לשנים עשר מזלות, וכל מזל ומזל תופס שלושים מעלות מגלגל המזלות, וההתחלה של כל שנים עשר המזלות היא מתחילת מזל טלה. וכל מעלה ומעלה, מתוך 360 המעלות שיש בכל מעגל, מחלקים גם אותה לשישים חלקים; וכל חלק וחלק, מחלקים לשישים שניות; וכל שנייה ושנייה, לשישים שלישייות. וכן הלאה, אז תדקדק החשבון, ותחלק שוב ושוב כל יחידה

הבאה אחריה, **כל זמן שתרצה**, וכך תוכל לבטא דיוקים גדולים יותר ויותר, על ידי יחידות קטנות יותר ויותר.

## המפרש להלכה ז

### העיקרים וכו'

**בעלי חכמת התכונה חילקו הגלגל השמיני לש"ס מעלות**, דהיינו, הם חילקו את הפס של גלגל המזלות ל 360 חלקים (ראה עמ' 39-40 בספר צה"ד), וכל חלק נקרא בשם "זוית של מעלה", ראה תמונה 1. שים לב כי זוית אינה לא אורך וגם לא שטח, אלא זוהי מידה של פתיחה בין שני קוים ישרים המתחברים בנקודה אחת (קדקד הזוית). ככל שמתרחקים מנקודת הקדקד של הזוית, הרי אורך הקשת, אמנם, גדל יותר ויותר, אבל פריסת הזוית היא זהה עבור כל הקשתות, ראה תמונה 2. ומדוע חילקו את כל המעגל במספר 360? **לפי שזה המנין**, של 360, מתחלק במספרים רבים בדיוק, וללא שארית, ולכן, הוא נוח לעריכת החישובים. למשל, אם תרצה לחשב את חציו, דהיינו, לחלקו לשניים, או לשלוש או לארבע, התוצאה תהיה מספר שלם בדיוק, ללא שארית, ובלשון המפרש, **כי יש לו חצי ללא שארית, ורביע, ושמינית, ושליש, וחומש, ועשור, ושתות, ותשיע**, כולם מחלקים אותו בדיוק, ותוצאת החילוק היא מספר שלם, ללא שארית. **אבל**, חלוקה שלו במספר שבע, יש לה שארית, כלשונו, **אין לו שביע**. **לכן, אין מחלקים את מעלות הגלגל, למספר אחר, לזולת זה המנין**, של 360, בגלל הנוחיות היחסית הזאת בחישובים.

**ועשו שהתחלה של כל שנים עשר המזלות**, תהיה דווקא **ממזל טלה**, ואחריו מזל שור, תאומים וכו' (ראה תמונות 70, 71 בעמוד 102 בספר צה"ד), **לפי שזה הפרק של השנה**, דהיינו בזמן האביב, כאשר השמש נמצאת על פני מזל טלה, כל היום כולו, והיא נראית ברקע זה בשחר ובבין הערביים (ראה עמ' 98 בספר צה"ד), **אין כמוהו בכל השנה זמן שוה**, היינו, זמן דומה לו, והוא גם נוח, **לא חם ולא קור, ובזה הזמן של השנה, השמש גם מתחלת לנטות לצד צפון, שהיא פאת הישוב**, כלומר, שבכל יום ויום שאחרי תחילת האביב, השמש זורחת בנקודה על האופק המזרחי, אבל, בנקודה צפונית יותר ויותר, במשך כל זמן האביב (ראה סעיף ט' בעמ' 65 בספר צה"ד). לכן, תחילת מזל טלה נחשב כהתחלה של כל המזלות כולם.

## הלכה ח

**לפיכך, אם יצא לך בחשבון, שכוכב פלוני, מקומו בגלגל המזלות בשבעים מעלות ושלושים חלקים וארבעים שניות** (ראה פירוט ענין מיקום הכוכבים בשמים בעמ' 39-40 בספר צה"ד), **תדע שכוכב זה הוא במזל תאומים, בחצי מעלת אחת עשרה ממזל זה, לפי שמזל טלה ומזל שור, הנמצאים לפני מזל תאומים, תופס מזל טלה שלושים מעלות, ומזל שור אחריו גם הוא שלושים מעלות**, לכן, מתוך שבעים מעלות וכו', נשאר עשר מעלות ומחצה ממזל תאומים, וארבעים שניות מחצי המעלה האחרון, ראה תמונה 3.

## הלכה ט

**וכן אם יצא מקומו בגלגל המזלות בשלוש מאות ועשרים מעלות, תדע שכוכב זה במזל דלי, בעשרים מעלה בו**, ראה תמונה 4. ועל דרך זו, **בכל המניינות; וסדר המזלות, כך הוא: טלה, שור, תאומים, סרטן, אריה, בתולה, מאזניים, עקרב, קשת, גדי, דלי, דגים**.

## הלכה י

**בכל החשבונות כולם**, כפי שכבר למדנו לחשב בפרק ו' בהלכה ט', ואלו שלפניה, שם עסקנו בחישובים של זמנים, ביחידות של ימים, שעות וחלקים, כך גם כאן, במקרה של זוויות, דהיינו, ביחידות של מעלות, חלקים ושניות, אנו נחבר אותן, או נחסר, או נכפול או נחלק אותן, באותן השיטות בדיוק, כפי שעשינו בפרק ו'. וכמו שכתב שם הרמב"ם בהלכה ט' עבור יחידות של זמנים, **כשתקבץ שארית לשארית, או כשתוסיף מנין על מנין, אז תקבץ כל מין עם מינו, דהיינו, השניות עם השניות, והחלקים עם החלקים, והמעלות עם המעלות. וכל שיתקבץ מן השניות שישים, תשים אותו חלק, דהיינו, תעשה ממנו חלק אחד, ותוסיפו על החלקים; וכל שיתקבץ מן החלקים שישים, תשים אותו מעלה אחת, ותוסיף אותה על המעלות; וכשתקבץ המעלות, תשליך אותן שלוש מאות ושישים, שלוש מאות ושישים, כי כל 360 מעלות הוא מעגל שלם, ופירוש הדבר הוא, שבסיבוב שלם הגעת שוב להתחלה הנחשבת כזווית של אפס, ולכן כל זווית של 360 מעלות נחשבת כאפס מעלות, אפילו אחרי מספר רב של סיבובים שלמים, והם כולם נחשבים כזווית אפס. אבל, אם הסיבוב האחרון אינו שלם, אלא סיבוב חלקי, השארית מהסיבוב האחרון היא היא הזווית הנחשבת, והנשאר משלוש מאות ושישים מהסיבוב האחרון, ולמטה, כלומר, מה שנשאר מהזווית שהיא פחות מ 360 מעלות, הוא הזווית שתופסין לחשבון, וכל הסיבובים שלפני כן נחשבים כאפס מעלות.**

## הלכה י"א

שוב, כפי שלמדנו בפרק ו' לעיל, הרי **בכל החשבונות כולן, כשתרצה לגרוע מנין ממנין, אם יהיה זה שגורעין אותו, יתר על זה שגורעין ממנו, אפילו בחלק אחד, למשל, אם יש להחסיר זווית של 200 מעלות מזווית שניה של 100 מעלות, והדבר נראה כבלתי אפשרי, שהרי אי אפשר להחסיר מספר גדול ממספר קטן ממנו. לכן, משתמשים בשיטה הבאה: כבר הבהרנו בהלכה הקודמת, שהפחתה של סיבוב שלם בן 360 מעלות, היא למעשה הפחתה של אפס מעלות, זאת כיון שהסיום של סיבוב בן 360 מעלות ערכו הוא גם כן אפס מעלות, לכן, נוכל גם להוסיף 360 מעלות לכל זווית שהיא, כיון שערכה של התוספת של 360 מעלות הוא גם כן אפס מעלות, והיא לא תשנה את ערך הזווית. לכן, אומר הרמב"ם, **תוסיף על הזווית הקטנה, דהיינו, על זה שגורעין ממנו, שלוש מאות ושישים מעלות, שכאמור, הערך של תוספת של 360 מעלות היא אפס, כדי שיהא אפשר לגרוע זה המנין של הזווית הגדולה יותר ממנו. למשל, בדוגמה שהבאנו לעיל, נוסיף לזווית הקטנה בת ה 100 מעלות את ה 360 מעלות, ונקבל 460 מעלות, וכך נוכל לחסר את הזווית הגדולה בת ה 200 מעלות מהזווית 460 מעלות, והתוצאה הסופית תהיה 260 מעלות. בהלכה הבאה מראה הרמב"ם, דוגמה נוספת.****

## הלכה י"ב

**כיצד? הרי שהצריך החשבון לגרוע מאתיים מעלות וחמישים חלקים וארבעים שניות, סימנם רנ"מ, ממאה מעלות, ועשרים חלקים, ושלושים שניות, סימנן קכ"ל, דהיינו,**

100 20 30

200 50 40 \_

-----



תוסיף על המאה שלוש מאות ושישים, יהיו המעלות ארבע מאות ושישים, דהיינו,

460	20	30	
200	50	40	—

---

ועתה, כפי שעשינו בפרק ו', תתחיל לגרוע השניות מן השניות. תבוא לגרוע ארבעים משלושים, הרי אי אפשר. לכן, תרים (קח) חלק אחד מן העשרים החלקים, ותעשה אותו שישים שניות, ותוסיף על השלושים, וכך נמצאו השניות בסך הכל תשעים, דהיינו,

460	19	90	
200	50	40	—

---

תגרע מהם הארבעים (הארבעים מהתשעים), ישאר חמישים שניות. ותחזור לגרוע החמישים חלקים מהתשעה עשר חלקים, שכבר הרימות מהם חלק אחד, ועשיתו שניות, ושוב אי אפשר לגרוע חמישים מתשעה עשר. לפיכך, תרים מעלה אחת מן המעלות, דהיינו, תקח מעלה אחת מה 460 מעלות, ותעשה אותה שישים חלקים, ותוסיף על התשעה עשר, ונמצאו החלקים תשעה ושבעים, דהיינו,

459	79	90	
200	50	40	—

---

תגרע מהן החמישים, ישאר תשעה ועשרים חלקים. ותחזור לגרוע המאתיים מעלות מן ארבע מאות ותשע וחמישים מעלות, שכבר הרימות מעלה אחת ועשיתו חלקים, ישאר מאתיים ותשע וחמישים מעלות. ונמצא השאר, סימנו רנ"ט כט"נ. ועל דרך זו, בכל גירעון וגירעון, דהיינו,

459	79	90	
200	50	40	—

---

259 29 50

תמונה 5 מראה את צורתה של זווית כזו בת 259 מעלות, דהיינו, היא מהוה סיבוב של שני רבעים של סיבוב, שכל אחד מהם הוא 90 מעלות, שהם בסך הכל 180 מעלות, ועוד שארית בת 79 מעלות כבשרטוט.

הלכה י"ג

כבר הסברנו בהלכות ד'ה' בפרק ג' בהלכות יסודי התורה, (ראה כרך צה"ט, וכן בספר צה"ד עמ' 49-39), כי הקדמונים צפו וראו ממדידותיהם בשמים, כי השמש והירח ושאר כוכבי הלכת, אינם זזים בקצב קבוע על פני הרקע של גלגל המזלות. אמנם היה ידוע כי השמש משלימה את סיבובה באופן קבוע ב 365 יום ורביעי, אבל, הם שמו לב כי אורכי העונות, שבתוך כל שנה עצמה, אינם שווים זה לזה, דבר המעיד על כך שקצב תנועתה אינו קבוע, אף על פי שאורך השנה כולה הוא קבוע. גם תנועת הירח אינה בקצב קבוע, ואפילו האורך של כל חודש וחודש אינו בעל אורך קבוע, והוא משתנה בין 29 יום ושש שעות לבין 29 יום ועשרים שעות, ואורך החודש הידוע, של 29 יום 12 שעות ו 793 חלקים, הוא רק אורך ממוצע שבין חודשי לבנה. באופן מפורט יותר, מתברר כי קצב תנועתה של השמש משתנה בכל יום, והממוצע שלה הוא קצת פחות ממעלה אחת ביום אחד. גם הירח נע בקצב משתנה מ 12 מעלות ועד ל 14 מעלות ביום אחד, והקצב הממוצע ביניהם הוא 13 מעלות.

אבל חכמי האומות לא היו מוכנים לקבל את העובדה, שיתכן בכלל שכוכבי הלכת ינועו במעגל בקצב לא קבוע (ראה שם), כי גרמי השמים נחשבו בעיניהם כבעלי שלמות אלילית, ולכן, לדעתם, רק תנועה במעגל בקצב קבוע תוכל לבטא שלמות כזו, ראה הלכה ט' בהלכות יסודי התורה (שם). מאידך, כאמור, הם ראו בפועל כי קצב תנועתם של כוכבי הלכת בשמים אינו קבוע, לכן, בליט ברירה, הם השתמשו במנגנון המורכב ממספר גלגלים (מעגלים) תיאורטיים מורכבים זה על גבי זה, אשר קצב הסיבוב המעגלי של כל אחד מהם, הוא אמנם קבוע, אבל, בסך הכל, צופה על פני כדור הארץ יראה, שהתנועה המורכבת של כל הגלגלים האלה ביחד, נותנת תוצאה של תנועה בקצב לא קבוע של אותו כוכב הלכת (ראה שם).

כפי שהסברנו (שם), הקדמונים השתמשו בשני מנגנונים תיאורטיים אפשריים כאלה של גלגלים, אשר כל אחד מהם היה יכול לתאר את התנועה המשתנה, היינו, הקצב הבלתי קבוע של מהלך השמש לאורך מסלולה בשמים, או הירח וכל שאר כוכבי הלכת במסלוליהם.

מנגנון אפשרי אחד כזה היה מורכב מגלגל שכינו אותו בשם "גלגל יוצא מרכז" (ראה הלכה ה' בפרק ג' ביסודי התורה, בספר צה"ט), שכשמו כן הוא, שכוכב הלכת היה נע אמנם בגלגל בקצב קבוע, אבל, הארץ אינה נמצאת בדיוק במרכזו, כמו בתמונה 6. במנגנון "יוצא מרכז" כזה, הצופה על כדור הארץ היה רואה תנועה משתנה של השמש ביחס אליו, אף על פי ששני המעגלים בדגם זה סבבו, כל אחד מהם, בקצב קבוע. אבל תנועתם המשותפת יחד, נותנת תוצאה הנראית לצופה על כדור הארץ כתנועה משתנה.

מנגנון אפשרי שני היה מורכב מגלגל גדול, אבל, על גביו היה גלגל קטן, שמרכזו נע על גבי ההיקף עצמו של הגלגל הגדול (ראה תמונה 7), ולכן הוא נקרא בשם "הגלגל הקטן" או "הגלגל המקיף" או גם בשם "גלגל המעגל". והגלגל הגדול היה נקרא במקרה זה גם בשם "הגלגל הנושא", כי הוא היה נושא על גבי היקפו, את המרכז של הגלגל המקיף (שם).

לכל אחד מכוכבי הלכת ניתן היה להרכיב מנגנון תיאורטי כזה של גלגלים עם אחת משתי האפשרויות האלו, אשר יתאים בדיוק לתצפיות. היו כאלה שהעדיפו לתאר את תנועת השמש דווקא על ידי מנגנון תיאורטי של גלגל יוצא, ותנועת הירח על ידי מנגנון תיאורטי אחר של גלגל גדול עם גלגל מקיף, כפי שאכן, התקבל במשך הזמן על ידי חכמי אומות העולם. אבל, כפי שציינו לעיל, ניתן לתאר ולהתאים לכל כוכב לכת את אחד משני המנגנונים האלה, (או צירוף של שניהם), והבחירה של מנגנון

אחד על פני השני, אם זה גלגל יוצא או גלגל מקיף, היתה יותר על רקע פילוסופי, ולא מדעי.

לבסוף נעיר, כי הגודל של כל גלגל בכל מנגנון תיאורטי כזה, וכן קצב סיבובו המיוחד לו, נקבע כך, שבסך הכל, תתקבל תנועה בקצב המשתנה הנראית בפועל בתצפיות (שם).

נחזור להלכה י"ג בדברי הרמב"ם:

**השמש והירח, וכן שאר השבעה כוכבים, דהיינו, שבעת כוכבי הלכת, מהלך כל אחד ואחד מהן בגלגל שלו, מהלך שוה, כלומר, התנועה שבכל גלגל וגלגל במנגנון המורכב הזה של גלגלים שונים, הכולל גלגל יוצא או גלגל מקיף, או צירוף של שניהם, היא תמיד בקצב קבוע: כלומר, לכל גלגל וגלגל במנגנון הכולל הזה אין בו לא קלות, ולא כבדות, אלא כמו מהלכו היום, כמו מהלכו אמש, כמו מהלכו למחר, כמו מהלכו בכל יום ויום, היינו, כל גלגל סובב בקצב קבוע. וגלגל של כל אחד מהם, מהגלגלים היוצאים, אף על פי שהוא מקיף את העולם, אין הארץ באמצעו.**

#### הלכה י"ד

**לפיכך, אם תערוך, דהיינו, תחבר את מהלך כל אחד מהן ביחד במנגנון אחד, אז תקבל תוצאה של תנועה אחת כוללת של כל המנגנון כולו המוביל את השמש או הירח, על רקע גלגל המזלות, כלומר, ביחס לגלגל המקיף את העולם, שהארץ באמצעו, שהוא גלגל המזלות. אמנם, כל גלגל במנגנון זה מסתובב בקצב קבוע ומיוחד לו, אבל, עבור צופה על כדור הארץ ישתנה הילוכו, כי תנועתו מורכבת עתה מהתנועה של כל הגלגלים האלה שבמנגנון, הפועלים ביחד, ונמצא מהלכו ביום זה בגלגל המזלות אינו בדיוק זה של אתמול, אלא, פחות או יותר על מהלכו אמש או על מהלכו למחר, והשינויים הקטנים האלה מתואמים לכתחילה, כך שיתאימו לתצפיות בפועל (ראה שם).**

#### הלכה ט"ו

**המהלך השווה שמהלך הכוכב או השמש או הירח בגלגלו, אם זה הגלגל היוצא, או הגלגל המקיף, הוא הנקרא "אמצע המהלך" (או "המהלך האמצעי", או "המהלך הממוצע"), והמהלך בפועל שיהיה נראה לנו מכדור הארץ בגלגל המזלות, ייראה לנו שהוא פעמים יתר ופעמים חסר, והוא הנקרא בשם "המהלך האמיתי", ובו יהיה מקום השמש או מקום הירח האמיתי, על רקע המזלות.**

#### המפרש להלכה ט"ו

#### או השמש או הירח בגלגלו הוא הנקרא וכו'

**דע שיש לשמש ולירח, ולשאר כוכבי הלכת, מנגנון תיאורטי המורכב משני גלגלים, ויש מהם מנגנונים תיאורטיים שיש לו שלושה גלגלים, ונוסף עליהם גם גלגל קטן, הנקרא "גלגל המעגל" (או גלגל המקיף, או הגלגל הקטן). ומספר הגלגלים הנחוצים לשמש או לירח, נקבע על פי המנגנון התיאורטי שנבחר, המורכב משני המנגנונים שתוארו לעיל. כאמור, גם הגודל של כל גלגל וקצב תנועתו, מחושב מראש, כך שבסך הכל, המנגנון המורכב מהגלגלים השונים, צריך לתת את התנועה של כוכב הלכת הנראית בפועל בתצפיות, כאמור לעיל. אבל, הכל נשתתפו, היינו, המשותף לשמש לירח, ולשאר כוכבי הלכת הוא, בשיש לכל אחד מהם, לפחות שני גלגלים, שכל**

אחד מהם **מקיף את העולם**, היינו, את הארץ, הנמצאת ממש במרכזו. אמנם, בשני הגלגלים האלה הארץ נמצאת בתוכם, אבל, רק **האחד מהן**, משני הגלגלים האלה, אכן, הארץ נמצאת ממש **במוצקו** (במרכזו) של גלגל זה, וכן הוא נקרא בשם "הגלגל הדומה", לפי שהוא דומה במהלכו לגלגל המזלות, וליתר דיוק, לפי שחגורתו עומדת כנגד חגורת גלגל המזלות, ואינה נוטה מעליה לא לצפון ולא לדרום (ראה ריש כרך צה"ט). ולעומת הדגם הזה, בדגם של הגלגל השני, אין הארץ נמצאת במוצקו ממש, כמו בגלגל הדומה, ואף על פי שהיא (הארץ) נמצאת, בכל זאת, בשטח שבתוכו, והוא נקרא בשם "גלגל היוצא", לפי שמוצקו יוצא ממוצק הארץ, כמו בתמונה 6 לעיל. וגלגל זה נקרא גם בשם "הגלגל הנושא", לפי שהוא נושא מוצק השמש, כמו בתמונה 6. אבל, מצאנו שהכינוי "גלגל נושא", נמצא גם במנגנון השני, היינו, במנגנון של הגלגל הקטן המקיף, שהמוצק שלו שבתמונה 7, גם הוא נישא על ידי "גלגל נושא", כאמור לעיל, לפי שגם הוא נושא את מוצק גלגל המעגל בירח, או בשאר הכוכבים.

וכוכב השמש קבוע בגלגל הנושא שלו, כמו בתמונה 6, ואלכסונו, דהיינו, קוטרו של הגלגל הנושא, הוא שווה לעוביו, היינו, הוא הוא העובי הנראה של הגלגל הנראה לצופה, מקצה אחד של הקוטר עד לקצה השני שלו. ותנועת השמש בזה הגלגל, בכל יום מימות השנה, אין לה בו לא קלות ולא כבדות והוא הנקרא "המהלך האמצעי" של השמש. ומהלכה בערך אל גלגל המזלות, דהיינו, ביחס לרקע של גלגל המזלות, הוא הנקרא בשם המהלך האמיתי המשתנה בכל עת. "המהלך האמצעי" הוא המהלך היומי הממוצע של השמש על פני כל ימות השנה. לעומתו, מהלך השמש האמיתי במציאות הוא קצת יותר, או קצת פחות, מהערך הממוצע הזה לאורך מסלולה השנתי. כמהלך השמש קבוע על גלגל האמצעי, בחרו את אותו המהלך היומי הממוצע הזה, והוא קבוע על פני כל השנה על פני הגלגל האמצעי, ומכאן שמו של גלגל זה, "גלגל אמצעי", כי תנועת השמש בו היא קבועה, בגודל הממוצע הזה דווקא, בכל יום לאורך כל השנה.

מדוע מהלך זה של השמש על גבי רקע המזלות נקרא בשם "המהלך האמיתי"? המפרש יסביר, כי זוהי התנועה של השמש, שאנו רואים בפועל במציאות בשמים, על רקע גלגל המזלות, כאשר אנו צופים בה מכדור הארץ שלנו הנמצא בנקודה ט', כמו בתמונה 8. לשם כך, המפרש ישרטט קו ראייה ישר העובר ממקום הצופה על כדור הארץ ט', ועד לשמש הנמצאת בנקודה ס' על גלגלה האמצעי. אבל, הצופה רואה את השמש, לא על גלגל האמצעי, אלא, דמותה מושלכת על רקע גלגל המזלות עצמו. לכן, הוא רואה את הדמות של השמש מושלכת בקצהו של קו ראייה זה ט"ס, הפוגע בהמשכו בנקודה ל', על רקע של גלגל המזלות. כאשר תסתובב השמש בנקודה ס' על פני המעגל היוצא, שמרכזו בנקודה כ', או מה שהרמב"ם מכנה גם בשם "המעגל האמצעי", הרי גם הנקודה ל' תסתובב על פני גלגל המזלות, כפי שהיא נראית בפועל לצופה מכדור הארץ ט'. זוהי הסיבה שקראו למהלך זה בשם "המהלך האמיתי" של השמש, כי זהו מהלך השמש שאנו רואים במציאות בשמים על רקע המזלות, מנקודת מבטנו על כדור הארץ ט'.

יש לשים לב, כי המנגנונים שאנו מרכיבים מגלגל יוצא, או ממעגל מקיף, הם מנגנונים תיאורטיים בלבד (כמו הגלגל האמצעי של השמש הנמצא במרכז כ'), וכל תפקידם הוא רק "להסביר" את השינויים בקצב השמש או הירח או כוכבי הלכת, באופן תיאורטי, ולמעשה אין להם הכרח מציאותי כלל, כפי שהסביר זאת הרמב"ם בספר מורה נבוכים (ראה כרך ט' במבוא, וכן הסברנו בעמ' 47 בצה"ד). אבל, המהלך של השמש שאנו רואים במציאות בשמים על רקע גלגל המזלות, זהו "המהלך האמיתי", בשעה שהמהלך על הגלגל היוצא, שמרכזו בנקודה כ', נקרא בשם "המהלך האמצעי", והוא תיאורטי לחלוטין. כיון שהשמש הסובבת במהלך האמצעי

הזה אינה השמש האמיתית, לכן, גם היא נקראת בשם "השמש האמצעית", או ה"שמש הוירטואלית". בדרך כלל, סתם "שמש" היא השמש האמצעית, כמו שסתם "מולד" הוא המולד האמצעי של לוח העיבור. לכן, בכל פעם שאנו מתכוונים לשמש האמיתית, אנו מכנים אותה בשם "גוף השמש" או "השמש האמיתית", כמו שגם במולד האמיתי יש להקפיד להוסיף את המילה "אמיתי".

לקמן יסביר המפרש, כי השמש נעה כל הזמן על הגלגל האמצעי שלה בקצב קבוע, של כמעלה אחת, בסיבובה השנתי שמרכזו בנקודה כ'. ברגע מסוים, נמצאת השמש בנקודה ס' על פני הגלגל האמצעי הזה, כמו בתמונה 8. עתה, ניתן לראות את השמש האמצעית, משתי נקודות מבט שונות של שני צופים שונים: נקודת מבט אחת היא של צופה הנמצא על כדור הארץ בנקודה ט', והמביט משם לעבר הנקודה ס'; והשניה היא של צופה תיאורטי הנמצא בנקודה כ', שהיא מרכז גלגל האמצעי של השמש, אשר גם הוא מביט מהנקודה כ' לעבר הנקודה ס'. עתה, כיון שגלגל השמש וגלגל המזלות רחוקים מאד מאתנו, אין אנו יכולין להבחין שהשמש קרובה אלינו יותר מגלגל המזלות, אלא אנו תמיד נראה כי השמש נמצאת ממש על גלגל המזלות עצמו, כי שניהם מאד רחוקים מאתנו, גלגל השמש, וגלגל המזלות, ואין אנו מרגישים שקיים מרחק כלשהו ביניהם. אף על פי כן, ההסתכלות בשמש משתי נקודות המבט השונות האלו, היינו, מנקודת מבט ט', או מהנקודה כ', מראה כי השמש נראית לכל אחד מהם במקום קצת שונה על גלגל המזלות. הסתכלות ממבט של צופה הנמצא על הארץ בנקודה ט', מראה כי השמש נמצאת בנקודה ל' על גלגל המזלות. לעומתו, הצופה התיאורטי הנמצא במרכז גלגל האמצעי שמרכזו כ', רואה מנקודת מבטו, כי השמש נמצאת בנקודה מ', שאינה זהה כלל לנקודה ל' על גלגל המזלות. במילים אחרות, שני קוי הראיה טס"ל ו כס"מ של שני הצופים אינם זהים, ולכן, השמש נראית, משתי נקודות המבט האלו, במקומות אחרים על גלגל המזלות. אבחנה זו חשובה בהמשך.

עתה יובנו דברי המפרש:

**שהרי כשנוציא קו מיושר ממוצק הארץ בנקודה ט' (תמונה 8), עד שיגיע אל השמש** בנקודה ס', וקו זה הוא בעצם קו הראיה של צופה מכדור הארץ אל השמש, הנמצאת על היקף הגלגל היוצא (קו ראיה כזה ניתן לשרטט מנקודת הצופה הנמצא על כדור הארץ, לא רק לעבר השמש, אלא גם לעבר הירח, כמו בתמונה 9, **או**, לא רק לירח, אלא גם **אל אחד מגלגלי המעגל לשאר כוכבי הלכת**, שהרי גם לכוכבי הלכת התאימו גם להם מודלים של גלגלים תיאורטיים, כמו לירח, וגם להם יש גלגל המעגל, היינו גלגלים קטנים, כמו גלגל המעגל של הירח שבתמונה 9, כמו שתיארנו במנגנון השני. אבל, נחזור לענין קו הראיה אל השמש, אלא, נמשיך את הקו ט"ס הלאה בהמשך קו הראיה הזה, מעבר לנקודה ס' שעל בגלגל היוצא של השמש, והוא **יגיע אל שטח גלגל המזלות, ויגיע אל נקודה ל' מן גלגל המזלות**. דהיינו, הנקודה ל' היא ההשתקפות של מקום השמש על גלגל המזלות, כפי שהוא נראה לצופה מכדור הארץ ט'.

עתה, מתאר המפרש את ההשתקפות של דמות השמש על גלגל המזלות, כפי שהיא נראית מנקודת המבט השניה, היינו, מהמרכז כ' של הגלגל האמצעי.

**וכן נוציא קו אחד ממוצק גלגל היוצא שבנקודה כ', עד מוצק השמש שבנקודה ס', ויגיע גם כן אל גלגל המזלות, אבל, הוא יפגע בנקודה אחרת מ', חוץ מן הראשונה ל'.**

כאמור, שתי הנקודות לי' מ', משתקפות במקומות שונים על גלגל המזלות, ויש הפרש ברור ביניהם. עובדה זו מעידה על כך, שאכן, יש הבדל בין ראיית השמש מכדור הארץ, לבין ראייתה ממרכז המעגל היוצא, דהיינו, ההשתקפות של התנועה האמצעית מהמרכז כי אל גלגל המזלות, נראית במקום שונה מההשתקפות של התנועה האמיתית על גלגל המזלות, כפי שהיא נראית ממרכז כדור הארץ.

עתה, המפרש דן בגודל הזוית שבין שתי הנקודות האלו לי' מ'. שתיהן נמצאות, בעצם, על פני קשת על רקע גלגל המזלות, כמו בתמונה 8. **ויהיה בין שתי הנקודות קשת, הנקראת בשם "קשת השינוי"** שבין שתי הנקודות לי' מ', כלומר, יש הפרש ברור בין שני המהלכים, האמצעי והאמיתי, כי קשת זו מבטא, כאמור, את ההבדל שבין הראיה של מקום השמש על גלגל המזלות, ממרכז הגלגל היוצא שבנקודה כ', לבין הראיה ממרכז כדור הארץ שבנקודה ט', משם רואים את "המהלך האמיתי" המשתנה, כדבריו. כך יוצא, שבכדי לחשב את מקומה של הנקודה לי' על גלגל המזלות, עלינו לחשב, קודם כל, את מקום הנקודה מ', ולחסר ממנה את "קשת השינוי" לי"מ, וכך לקבל את מקומה של הנקודה לי' על גלגל המזלות, כפי שרואה אותה צופה על כדור הארץ.

אבל, מוסיף המפרש, לא תמיד יהיה צורך דווקא לחסר ממקום הנקודה מ' את קשת השינוי, בכדי לקבל את מקום הנקודה לי', אלא, קשת השינוי היא **פעם לתוספת, פעם למגרעת**, ביחס למקום הנקודה מ', דהיינו, כאשר תנוע השמש במהלכה האמצעי על פני היקף המעגל היוצא, הרי לא תמיד הנקודות לי' מ' יעמדו בסדר הזה, אלא, לפעמים תקדים הנקודה מ' את הנקודה לי', כמו בתמונה 8, אבל, כאשר השמש תעמוד במקום אחר מאשר הנקודה ס', אנו נראה כי אז הנקודה לי' יכולה גם להקדים את הנקודה מ', ולכן, יש להוסיף למקום הנקודה מ', את קשת השינוי לי"מ, בכדי לקבל את מקום הנקודה לי'. אכן, בתמונה 10 אנו מראים שוב את תמונה 8, אבל, הוספנו לה מצב חדש נוסף של השמש, שסימנו אותו באות ב', אשר בו רואים כי המקומות של הנקודות לי' מ' התחלפו: עתה, הנקודה לי' היא המקדימה את הנקודה מ'.

תמונה 11 מראה (זוהי גם תמונה לי' אצל המפרש, אבל מתוקנת כאן), את השינויים של קשת השינוי לי"מ, כאשר השמש נעה בהדרגה על היקף המעגל האמצעי שלה, שמרכזו בנקודה כ'. המצב שראינו כבר בתמונה 8 נמצא כאן כאחד המצבים מיני רבים, של הנקודה ס'. כאן בתמונה 11, הנקודה ס' סובבת על פני הגלגל האמצעי של השמש, אבל, כל אחת מהנקודות האלו המסומנות באות ס', יש לה בדיוק את אותו התפקיד כמו בתמונה 8. בפרט, נסתכל בנקודה ס' מסוימת אחת (עם האות ח' לידה), הנמצאת למעלה מצד ימין של תמונה 11. לא רק הנקודה ס', אלא, גם הנקודות נאחרות הן בדיוק כמו בתמונה 8, כגון הנקודה ט', המייצגת את הצופה על כדור הארץ, והנקודה כ' היא מרכז הגלגל האמצעי של השמש. השמש האמצעית נמצאת בנקודה ס', והנקודה לי' היא המקום בו נראית השמש על גלגל המזלות, כפי שרואה אותה צופה מכדור הארץ ט', והנקודה מ' היא מקום השמש האמצעית, מנקודת מבטו של צופה וירטואלי, הנמצא במרכז הגלגל האמצעי כ'. גם בתמונה 11 שלפנינו, קו הראיה של צופה מכדור הארץ הוא הקו ט"ל, וקו הראיה של הצופה הוירטואלי הנמצא בנקודה כ', הוא כס"מ.

בכל שאר הנקודות ס' שעל פני הגלגל האמצעי בתמונה 11, אנו רואים שוב ושוב את אותו הציור של קו הראיה האלה, עם אותן האותיות בדיוק, אלא, שההבדל ביניהם הוא, שגודל השנוי לי"מ אינו קבוע, והוא משתנה, בהתאם למצב בנקודה ס', על פני הגלגל האמצעי.

יש לשים לב, כי ישנם שני מצבים מיוחדים על גלגל המזלות, שכאשר השמש האמצעית ס' נמצאת בדיוק בנקודה א' במזל סרטן, או בנקודה ג' במזל גדי, שני קוי הראיה, טס"ל כס"מ, נופלים שניהם זה על גביזה. פירוש הדבר הוא, ששתי הנקודות ל"מ מתלכדות שם, וגודל השינוי הוא אפס.

עתה, נבדוק כיצד משתנה בהדרגה המרחק ל"מ, היינו, מה שקראנו בשם "השינוי" ל"מ, כאשר השמש נמצאת בתחילה במזל סרטן, בנקודה א', והיא נעה בכוון מימין לשמאל על רקע המזלות, כפי שמסומן בתמונה 11. רואים כי קשת השינוי מתחילה בערך אפס בסרטן כנ"ל, אחרי כן, תוך כדי תנועתה לעבר מזל גדי, קשת השינוי ל"מ הולכת וגדלה, עד לנקודה ד' (במזל מאזניים) שעל גלגל המזלות, ואחרי כן, היא הולכת וקטנה עד לנקודה ג' (במזל גדי), עד ששתי הנקודות ל' מ' שם שוב מתלכדות שם, וקשת השינוי ל"מ היא שוב אפס כנ"ל. כאשר השמש חוצה את הנקודה ג', שוב הולכת וגדלה קשת השינוי ל"מ עד לנקודה ב' (במזל טלה), ואחרי כן, היא שוב הולכת וקטנה עד לנקודה א' (במזל סרטן), שבה התחלנו את הסיבוב, וקשת השינוי ל"מ היא שוב אפס.

שים לב כי לאורך כל המהלך מנקודה א' במזל סרטן, עד לנקודה ג' במזל גדי, דהיינו, לאורך המהלך של השמש במחצית של גלגל המזלות (ראה כוון הסיבוב של השמש בתמונה 11), ממזל סרטן ועד למזל גדי, הקדימה הנקודה מ' את הנקודה ל', דהיינו, הקדים המהלך האמצעי של השמש המשתקף על גלגל המזלות בנקודה מ', את המהלך האמיתי שלה המשתקף בנקודה ל'. לעומת זאת, במחצית השנייה של גלגל המזלות, דהיינו, מנקודה ג' במזל גדי ועד לנקודה א' במזל סרטן, מקדים המהלך האמיתי של השמש (נקודה ל') את המהלך האמצעי המשתקף על גלגל המזלות (נקודה מ').

יתר על כן, המפרש משרטט את קו הראיה ט"ב<sup>2</sup>, של צופה הנמצא בנקודה ט', והמביט לעבר מזל טלה (תמונה 11), ממש מקביל לקו הראיה כ"ב של צופה הנמצא במרכז הגלגל האמצעי כ', והמביט לעבר מזל טלה. כך יוצא כי שתי הנקודות ב'1, ב'2 מראות למעשה כוון מקביל משותף, המסומן באות ב' לעבר מזל טלה. אנו נזדקק לעובדה זו בפרק י"ג לקמן, שם גם נבאר את הסיבה המעשית לתופעה מעניינת זו.

נעיר שוב, כי רק המהלך האמיתי של הנקודה ל', נראה לנו בפועל בשמים. אבל, הנקודה מ' היא נקודת ביניים תיאורטית לחלוטין, כי היא השתקפות של המהלך האמצעי של "השמש האמצעית", היינו, על הגלגל היוצא, שמרכזו בנקודה כ', שהוא עצמו שרטוט ביניים תיאורטי. מתברר שאפשר לחשב, באופן תיאורטי, גם בעזרת תצפיות עקיפות רבות, שנערכו בעבר של מהלך הנקודה ל'. כך חושבו כל תכונותיו של הגלגל האמצעי של השמש, דהיינו, את הקוטר שלו, וכן קצב התנועה של השמש האמצעית שלו, וכן באיזה מרחק יש להניח באופן תיאורטי את הנקודה כ' ממרכז כדור הארץ ט', כך חישובו את המצב של הנקודה מ' התיאורטית, על סמך כל נתוני הגלגל היוצא, שחושב על פי הנתונים שנאספו מן העבר. עתה, לאחר שכל הידיעות הנחוצות על הגלגל הזה היו ידועות היטב, ניתן היה לחשב הלאה, אפילו כמה מאות שנים אחרי כן, היכן תמצא את הנקודה מ' על גלגל המזלות, בכל רגע ורגע. כך בעזרתה, ובעזרת קשת השינוי, נוכל לחשב בדיוק, כפי שנראה בהמשך, היכן תמצא גם את הנקודה ל' של המהלך האמיתי של השמש, בכל רגע שהוא בעתיד. כלומר, המעגל האמצעי הוא רק כלי ביניים תיאורטי, המחושב על סמך תצפיות של המהלך של הנקודה ל' שנעשו בעבר, בכדי להיעזר בו אחרי כן לחישוב המהלך האמיתי של הנקודות מ' ל' בעתיד, על פני המעגל האמצעי. כל זאת נבאר שוב בחישובים מפורטים יותר של מקום השמש האמיתי בשמים בפרקים י"ב י"ג לקמן.

מעיר המפרש, דרך אגב, שמתברר שהגודל המעשי של קשת השינוי ל"מ, שחושבה עבור מהלך השמש, היא גדולה ביחס לקשת השינוי שחושבה במקרים אחרים של כוכבי הלכת, כלשונו: **ואע"פ שקשת השינוי הוא גדול מזה הקשת בכל מקום, כמו שאומר זה הענין, במקומות אחרים מן החיבורים שחברנו אותם בזו החכמה. אין לנו ידיעה כל שהיא, על ספרים כאלה שנשמרו במשך הדורות. ראה ספר סדר הדורות, וכן ספר מערכת ספרים לחיד"א, אשר צוין בהם שהמפרש, ר' דוד בן עובדיה, כתב את הפירוש לקדוה"ח של הרמב"ם, ולא יותר. אשר לתוכן דבריו, נראה לנו שכוונתו היא, שבספריו האחרים שהוא כתב, השינוי ל"מ הוא קטן מזה שהרמב"ם מביא כאן (בהמשך). אבל, יתכן גם כי המילים שלו "בכל מקום", הכוונה היא שבכל כוכבי הלכת האחרים, ערכי השינוי ל"מ הם קטנים יותר מאשר עבור השמש.**

כפי שקרה לספרי ראשונים אחרים, יתכן שספריו של המפרש עדיין קיימים, ויתכן גם שתורגמו ללטינית, ואולי הם שויכו בטעות לאדם אחר, אולי גם לכומר נוצרי, כפי שקרה במשך מאות שנים, לפיוט הנודע "כתר מלכות" לר' שלמה אבן גבירול (ראה צה"ד).

המפרש מתאר את המהלך של קשת השינוי, כלשונו:

**ונאמר עתה, שנניח גלגל המזלות {ציור ל'} (תמונה 11) עובר דרך ארבע הנקודות אבג"ד, ומוצק ט', וגלגל היוצא עובר דרך ארבע הנקודות אחז"ה, ומוצקו בנקודה ט', ומהלכו של כוכב השמש, בכל מקום בתנועתו בגלגל האמצעי, תסומן באות ס'. עתה, כאשר משרטטים את קוי הראיה מהמרכז ט' או כ', לעבר הנקודה ס', הרי המשכם של קוי ראיה אלה ט"ס וכ"ס, משתקפים על פני גלגל המזלות במקומות שונים ל' ו מ', כדברי המפרש, ושני הקוין היוצאין מנקודת ט' ומנקודת כ', ופוגעין בנקודת ס', ובהמשכם הם יוצאין ופוגעין בגלגל המזלות, מגיעים ממנו אל נקודת ל' ונקודת מ' שם, והמרחק בין שתי הנקודות האלה, היינו בין שתי הנקודות קשת ל"מ, ונקרא "קשת השינוי" בין ההשתקפויות של שני המהלכים, היינו, שני המהלכים השונים של שתי הנקודות ל"מ על רקע גלגל המזלות, המהלך האמצעי מ', והמהלך האמיתי ל', כלשונו, ונקודת ל' הוא מקומה של ההשתקפות של המהלך האמיתי על רקע גלגל המזלות, שרואים בפועל בשמים, ונקודת מ' הוא מקומה האמצעי של השתקפות השמש על גלגל המזלות, כאשר היא נעה בגלגל האמצעי התיאורטי שלה, שמרכזו בנקודה כ', הנמצאת מחוץ למרכז כדור הארץ.**

שים לב, כי כאשר השמש האמצעית נעה סיבוב אחד, היינו, כאשר הנקודה ס' נעה במשך שנה אחת, בגלגלה האמצעי סביב המרכז היוצא כ', דמות השמש נראית בנקודה מ' על פני גלגל המזלות, ויחד איתה, גם הנקודה ל' נראית על גלגל המזלות, אבל במקום שונה מזה בו נמצאת הנקודה מ', וגם היא נעה סיבוב אחד שלם, ובנפרד מהנקודה מ', כאמור. מהתמונה 11 רואים כי במשך השנה, פעמים הנקודה מ' תקדים את הנקודה ל', ופעמים להיפך. יתר על כן, גם המרחק ביניהן, היינו, גודל קשת השינוי שביניהן, היינו ל"מ, גם היא אינה קבועה, והיא משתנה ממזל למזל על גלגל המזלות, במשך השנה כולה. המהלך של הנקודה ס', כאמור, הוא קבוע בגלגל האמצעי, ולכן, גם המהלך של הנקודה מ', גם הוא קבוע על גלגל המזלות. אבל, הנקודה ל' אינה נעה במהלך קבוע, שהרי ההפרש בינה לבין הנקודה מ', היינו, קשת השינוי ל"מ משתנה במשך השנה, וניתן אף לחשב אותה מראש. ברור כי אם נדע לחשב היכן נמצאת בדיוק הנקודה מ' בכל רגע במשך השנה, אז נוכל להוסיף או לחסר ממקום הנקודה מ' את קשת השינוי ל"מ, בכדי לקבל את מקומה המדויק של הנקודה האמיתית ל'.



**ועילת שינוי המהלך האמיתי היא, לפי שנופל מגלגל היוצא בחצי גלגל המזלות, קשת יתירה או חסרה ממנו, כפי שראנו לעיל, בחצי התחתון של גלגל המזלות, אנו מוסיפים את השינוי ל"מ לנקודה מ', ובחצי העליון אנו מחסרים אותה ממנה, בכדי לקבל את מקום הנקודה ל'; והסיבה לכל השינויים האלה היא, שמרכז הגלגל היוצא כ' אינו נמצא על מרכז כדור הארץ ט', ואז כל התנועה של השמש משתקפת בצורה שונה על גלגל המזלות. לכן, הגלגל היוצא נראה פעם קרוב לכדור הארץ, ופעם רחוק ממנו, דהיינו, כאשר השמש נמצאת בנקודה ז', הרי היא קרובה יותר לכדור הארץ, בשעה שכאשר היא נמצאת בנקודה א', הרי היא נמצאת רחוק יותר. זה מה שאומר המפרש, לפי שחצי גלגל המזלות, שיש בו המרחק הרחוק, דהיינו, הקשת ב'א'ד', נופל, דהיינו, הוא חלק מן הגלגל היוצא יתר מחציו, והיא קשת ע' א' פ', לפי שחצי המזלות שבנקודות בא"ד, וחצי הגלגל היוצא הוא בא"ח. כלומר, שרואים מהשרטוט כי, כיון שמרכז המעגל היוצא ט' הוא ימינה ממרכז כדור הארץ כ', שהוא גם מרכז גלגל המזלות כולו, לכן, חצי גלגל המזלות ב'א'ד' כולל יותר מחציו של הגלגל היוצא עצמו, דהיינו, הקשת ע'א'פ' היא גדולה יותר מהקשת ע'ז'פ'. ובהפך זה, בחצי בג"ד של גלגל המזלות, נופל בו מגלגל היוצא פחות מחציו, והוא קשת עז"פ. ומסיים המפרש, ועל זה הדרך בכל קשת וקשת ל"מ, על פני כל גלגל המזלות, כמו שנתבאר בספרי חכמת התכונה.**

### הלכה ט"ז

להבנת ההלכה הבאה, נקדים תיאור של דוגמה פשוטה:

אם אנו רוצים לדעת היכן נמצא אדם ההולך בדרך, עלינו לדעת, קודם כל, מהיכן ובאיזה שעה הוא יצא, וכן באיזה קצב הוא התקדם בדרכו. אבל, לא תמיד אנו יודעים מהיכן הוא יצא בדיוק, ומאיך, יש לנו אפשרות לצלמו, בזמן מסוים, כאשר הוא נמצא בנקודה מסוימת על הדרך. למשל, נניח שצילמנו אותו בשעה 3:00 אחה"צ, וגם הבחנו שקצב הליכתו היה 4 קילומטר בשעה, והוא היה באותו רגע במרחק של 500 מטר מביתו, והוא צעד כל הזמן בדרך ישרה.

אם נרצה לדעת באיזה מרחק הוא נמצא מביתו לאחר שעתיים, עלינו לכפול קודם כל את השעתיים האלו בקצב הליכתו, ונקבל שהוא התקדם בשעתיים אלו 8 קילומטרים, ולכן, מרחקו מביתו הוא עתה 8 קילומטרים, ועוד 500 מטרים, ובסך הכל, מרחקו מהבית הוא 8.5 ק"מ, והשעה היתה כבר 5:00 אחה"צ.

למקום והזמן אשר בהם צילמנו את הליכתו, כשהיה במרחק של 500 מטר מהבית, בשעה 3:00, אנו קוראים בשם, "התנאים ההתחלתיים" של המקום והזמן, של האדם המהלך, כי אין אנו יודעים מה הוא עשה קודם, לפני הצילום. מידיעת קצב הליכתו, יכלנו לחשב את המקום והזמן החדשים שהגיע אליהם, כלומר, למרחק של 8 קילומטרים ו 500 מטר בשעה 5:00, ראה תמונה 12.

לנתונים של הזמן והמקום של התנועה ברגע מסוים ("זמן הצילום") קורא הרמב"ם בשם "זמן העיקר", או בקיצור "העיקר". דהיינו, זמן העיקר הוא הזמן אשר בו ידועים כל הנתונים הדרושים בזמן מסוים, שאנו קוראים לו בשם "זמן העיקר", לצורך חישוב מאוחר יותר.

יכלנו גם להשתמש בדוגמה דומה, אשר בה האדם אינו הולך בקו ישר, אלא במעגל גדול. במקרה זה, אנו סופרים את "המרחק" שהוא עבר על המעגל, לא במרחקים על פני ההיקף של המעגל, אלא, ביחידות של מעלות של זווית, כשמרכז המעגל משמש גם כקודקוד ("השפיץ" של הזווית). גם את הזוויות אנו מודדים ביחס לזווית

מסוימת, שאנו קוראים לה בשם "זוית האפס". גם כאן אנו מצלמים אותו בזמן מסוים, כשעמד בזוית מסוימת בסיבובו, ביחס לסימון של "אפס מעלות". שוב, אין לנו ידיעה מתי ובאיזה מרחק של זוית הוא היה ביחס לזוית האפס. אבל, אנו מצלמים אותו בזמן מסוים, ורואים ש"המרחק" שלו בזמן הצילום היה כבר 30 מעלות ביחס לנקודת האפס. התנאים ההתחלתיים שקלטנו במצלמה היו, שהוא עמד אז בזוית של 30 מעלות בשעה 3:00. אם נניח שהוא הולך על המעגל בקצב של 10 מעלות בשעה, לכן, אחרי שעתיים, הוא יכסה זוית של 20 מעלות. לכן, בשעה 5:00 הוא יעמוד, בסך הכל, בזוית של 50 מעלות ביחס לזוית האפס.

עתה נניח שיש אדם נוסף, ההולך גם הוא במעגל, אלא שהמעגל שלו הוא פנימי יותר מזה של הראשון, ולשני המעגלים אותה נקודת מרכז, כמו בתמונה 14, ואת שניהם אנו מצלמים יחד באותה תמונה. רגע הצילום של שניהם היה בשעה 3:00 אחה"צ, והוא הנקרא "זמן העיקר" של שניהם. האדם השני נראה עומד בצילום ההתחלתי (של שניהם) בזוית אחרת של 120 מעלות מזוית האפס, וקצב ההליכה של השני הוא 25 מעלות בשעה. לכן, אחרי שעתיים, יתקדם האדם השני במעגל שלו בזוית של 50 מעלות. נוסף לזה את הזוית שהוא עמד בה בזמן העיקר, דהיינו, בשעה 3:00, ונקבל שבשעה 5:00 הוא עומד בזוית של 170 מעלות, ביחס לזוית האפס. כפי שראינו לעיל, ההולך הראשון הגיע באותו זמן עד לזוית של 50 מעלות, מאותה נקודת אפס השייכת לשניהם.

כל אחד מהם יכול להמשיך הלאה בסיבובו במעגל שלו, ובזמן מאוחר יותר, הם יחלפו זה על פני זה. אנו גם יכולים לחשב באיזה שעה הם יחלפו זה על פני זה, ובאיזה זוית זה יקרה. תמונה 15 מראה את המצב בו שני הולכי הרגל חולפים זה על פני זה, ואז הראשון עומד בדיוק בנקודה ג'1, והשני עומד בדיוק בנקודה ג'2. במצב זה, אדם העומד במרכז של שני המעגלים, רואה ששני הולכי הרגל נמצאים בדיוק באותו קו ראייה שלו. במצב זה אנו אומרים ששניהם "מקובצים" באותו כוון ראייה, או גם, שהצופה במרכז, ושני הולכי הרגל, נמצאים שלושתם על קו ישר אחד.

זה היה המשל, וברור מה הוא הנמשל: האדם הראשון דומה לשמש, הנעה על פני הגלגל האמצעי שלה, סביב כדור הארץ, בקצב קבוע. האדם השני דומה לירח הנע גם הוא על הגלגל האמצעי שלו, וגלגל זה הוא פנימי לגלגל האמצעי של השמש, ושניהם סובבים סביב מרכז כדור הארץ.

כמו במשל שהבאנו, אנו מעוניינים לדעת היכן נמצאת השמש בגלגל שלה בזמן מסוים. לשם כך, עלינו לקבל מראש מה היו הנתונים בתחילה, דהיינו, באיזה זוית עמדה השמש, בזמן התחלתי מסוים, על גלגל המזלות, בכדי שנוכל לחשב, עד היכן הגיעה מאוחר יותר. ראה תמונה 16.

בעצם, אין אנו צריכים לדעת היכן היתה השמש בזמן בריאתה דווקא, אלא, מספיק שנמדוד באיזה זוית על גלגל המזלות היא עמדה בזמן ידוע מסוים ("רגע הצילום"), וזו תהיה נקודת ההתחלה הראשונה. משם והלאה, אם אנו יודעים את קצב התקדמותה בכל יום, נוכל לחשב בכל רגע ורגע, עד לאיזה זוית חדשה היא הגיעה על גלגל המזלות. תמונה 16 מדגימה זאת: בשעה מסוימת בתאריך מסוים, מדדו ומצאו ("בצילום") היכן עמדה השמש בפועל, על גלגל המזלות. נניח שהתנאים ההתחלתיים האלה היו, שבשעה 6:00 בערב בתאריך ג' בניסן בשנה זו וזו, עמדה השמש בזוית של 120 מעלות על גלגל המזלות, ביחס לתחילת מזל טלה, שהוא 0 מעלות. עתה, אם קצב תנועתה הוא זוית של מעלה אחת ביום, נוכל לדעת בכל זמן שנרצה, לאיזה זוית חדשה היא הגיעה על גלגל המזלות. למשל, אחרי כחודשיים, היינו 59 יום, היא

תתקדם כ 59 מעלות, ולכן, היא תעמוד אז, בסך הכל, בזוית של 179 מעלות על גלגל המזלות, ביחס לתחילת מזל טלה.

ללא ידיעת הנתונים ההתחלתיים, דהיינו, היכן היתה השמש בזמן מסוים, לא נוכל לחשב היכן היא תמצא בזמן אחר. דהיינו, בלשון הרמב"ם, אם אנו רוצים לחשב היכן היתה השמש בזמן כלשהו, עלינו לדעת היכן היא עמדה, באיזה שהוא זמן, שנקרא לו בשם "בזמן העיקר".

חכמי אומות העולם מדדו בזמן מסוים, היכן בדיוק עמדה השמש על גלגל המזלות, ברגע מסוים. הם גם מדדו את קצב התקדמותה הקבוע על הגלגל האמצעי שלה (היוצא). הזמן בו מדדו זאת, נקרא בשם זמן העיקר, כי הם כאילו "צילמו" את מצב השמש באותו זמן. אבל, לשם נוחיות, ניתן גם לחשב זמן עיקר אחר, מאוחר יותר מהראשון, שהוא גם קרוב אלינו יותר. בעצם, ניתן לחשב זאת בקלות בכל זמן מאוחר יותר משלהם, על סמך הנתונים ההתחלתיים של זמן העיקר שהם מדדו בתחילה. למשל, בתמונה 16, בתאריך ג' בניסן עמדה השמש, כאמור, בזוית של 120 מעלות, ואנו נבחר עתה את זמן עיקר חדש, שהוא חודשיים לאחר מכן, דהיינו, שביום ג' בחודש סיון עמדה השמש בזוית של 179 מעלות, וכל חישובנו מעתה והלאה יהיו מהעיקר החדש הזה.

באותו זמן עיקר שבחרנו, נוכל גם לדעת היכן עמד הירח בכל רגע ורגע על גלגל המזלות. אבל, כמובן שהירח עמד אז בזוית אחרת באותו רגע בו "צולמה" השמש, והוא גם נע בקצב של כ 13 מעלות ביום בממוצע, כאמור לעיל, והוא יימצא בכל זמן להבא, במקום אחר על מסלולו (תמונה 17). כך השמש והירח נעים כל אחד בגלגלו, וניתן לחשב בכל רגע היכן הוא נמצא על גלגלו, ביחס לתחילת מזל טלה.

מדוע אנחנו צריכים לחשב בדיוק, היכן נמצאים השמש והירח על גלגל המזלות?

יש צורך בזה, בכדי לחשב את מולד הירח, דהיינו, את הזמן אשר בו יתקבץ הירח עם השמש על גלגל המזלות (מולד), או בכדי לחשב את רגע הראייה הראשון של הירח החדש.

תמונה 18 מבארת מהו רגע המולד: השמש והירח סובבים את הארץ, כל אחד בגלגל שלו. בזמן העיקר, עמד הירח בנקודה ב', והשמש בנקודה ג'. אנו יכולים לחשב, בזה אחר זה, בכל רגע, היכן יימצא כל אחד מהם לאחר מכן, על גלגל המזלות. באחד מרגעים אלה, הם יהיו קרובים מאד לקבוץ, כמו במצב ד' ה', ואז נוכל לחשב, בזמנים קרובים מאד זה לזה, בצורה מדוקדקת, עד שנראה מתי היה רגע המולד, בדיוק הרצוי.

אמנם יש ענין בחישוב רגע המולד, אבל, זו אינה מטרתנו העיקרית, אלא, אנו רוצים לחשב דווקא את רגע הראייה של הלבנה החדשה, לשם בדיקת העדים. הרמב"ם יסביר בפרקים הבאים, כיצד לחשב זאת. הרמב"ם אינו מחשב כלל את רגע המולד האמיתי, כי אין בו צורך, שהרי רגע הראייה של העדים נמצא שעות רבות אחרי רגע המולד האמיתי, כלשונו,

**כבר אמרנו בהלכה א', שאלו הדרכים שאנו מבארים בהלכות אלו, אינן אלא לחשבון ראיית הירח בלבד. לפיכך, עשינו זמן העיקר, דהיינו, זמן הצילום, אשר ממנו והלאה, מחשבים את תנועת השמש והירח, בזמן מאוחר יותר. וזמן העיקר, שממנו מתחילין לעולם לחשבון זה, והוא מתחילת ליל חמישי בשבוע, שתאריך יומו בחודש הוא, יום שלישי לחודש ניסן משנה השוטפת הזו, וזה כנראה, קרוב**

ליום שבו כתב הרמב"ם פרק זה, **שהיא שנת שבע עשרה ממחזור ר"ס של י"ט שנה**, **שהיא שנת שמונה ושלושים ותשע מאות וארבעת אלפים ליצירה**, דהיינו, שנת ד'תתקל"ח (4938), **שהיא גם שנת תשע ושמונים וארבע מאות ואלף לשטרות** (1489), **שהיא גם שנת תשע ומאה ואלף לחורבן בית שני** (1109). **וזו השנה היא שאנו קוראים אותה, שנת העיקר בחשבון זה**, כלומר, זהו הזמן אשר עברו אנו יודעים מהתצפיות, היכן היו מקומותיהם של השמש והירח, כך שנוכל מאותו מקום, הן של השמש והן של הירח, להוסיף עליהם את שיעור ההתקדמות של כל אחד מהם בנפרד, ולקבל היכן הוא נמצא בכל זמן להבא.

### המפרש להלכה ט"ז

#### כבר אמרנו שאלו הדרכים שאנו וכו'.

דע שזה זמן העיקר שהתחיל החכם (הרמב"ם), הוא רחוק מזמננו זה הרבה (של המפרש). לפיכך, אנו צריכים לעשות עיקר אחר שנתחיל ממנו, כך שהמספרים שנעסוק בהם, לא יהיו יותר מדי גדולים, ובלתי נוחים לחישוב. המפרש כותב, שאכן, הוא חישוב זמן עיקר חדש, כלשונו, **וכבר עשינו עיקר שני**, שהוא מתחילת ליל שלישי, שיומו הוא אחד לחודש ניסן, משנת תשעה ממחזור רס"ט של לבנה. המפרש חישוב זאת בדרך שביארנו לעיל בתמונה 16, **ובפרק י"ב נבאר כיצד הדרך לידיעתו על דרך פרט**, של העיקר החדש הזה שקבע לעצמו המפרש, אבל, **בזה הפרק כאן, נבאר הדרך לידיעתו על דרך כלל. והדרך בזה, קודם כל, לחשב כמה זמן עבר מאז העיקר של הרמב"ם ועד זמן העיקר שבחר המפרש. לכן, הצורך הראשון הוא, שנקבץ מנין הימים, של הרמב"ם, שהיה מתחילת ליל ה' בשבוע, שיומו שלושה לחודש ניסן משנת י"ז ממחזור ר"ס, עד לזמן המפרש, שהיה ליל שלישי, שיומו הוא ראשון לחודש ניסן. ונקח מנתם, דהיינו, כמה ימים עברו מן המהלך האמצעי לשמש או לירח, ונוסיפהו על העיקרים שיסדם הרמב"ם ז"ל, ומה שיצא אחר זו התוספת, יהיה העיקר השני, והוא העיקר שסמכנו עליו אנחנו (המפרש). וכבר מצאנו אלו הימים שבין שני העיקרים, והם נ"ט אלף ותקל"ג יום. מעתה והלאה, קורא המפרש לזמן העיקר שלו בשם "העיקר השני", זאת לעומת "העיקר הראשון" שהניח הרמב"ם לפניו. ראה ריש דבריו בפרק י"ז לקמן.**

בפרק י"ב לקמן, מציין המפרש, כי בזמן העיקר שלו, שהיה כאמור לעיל, ביום א' לחודש ניסן משנת תשעה למחזור רס"ט של לבנה, עמדה השמש בגלגל האמצעי שלה בהי מעלות, ל"ה חלקים, מ' שניים, מתחילת מזל טלה.

**וכבר חישבנו, ודקדקנו, ומצאנו העיקר שזכרו הרמב"ם ז"ל נופל משני ערביים, כלומר, המפרש חישוב את זמן העיקר של הרמב"ם, על פי ספירת השנים של הלוח המוסלמי, וזה היה ביום שני מחודש עשירי, הנקרא בלשונם שוא"ל, ושנת תקע"ג משנותם, והוא גם חישוב מתי היתה בכלל תחילת הספירה של השנים בלוח שלהם, ומצאנו כי תחלה שני הערביים, דהיינו, מנין שנות הערביים החל ביום שהוא יום ה' בשבוע הנופל ביום שלשה מחדש אב, שנת י"ב ממחזור רל"א של לבנה, על פי הלוח שלנו.**

### הלכה י"ז

ולפי שהראייה של העדים בזמן הסנהדרין, לא תהיה אלא בארץ ישראל וסביבתה הקרובה, כמו שביארנו, לכן, עשינו כל דרכי חשבון זה בנויים על עיר ירושלים, ולשאר המקומות הסובבין אותה, בכמו מרחק של עד שישה או שבעה ימים של הליכה מירושלים, שבהם רואין את הירח תמיד, דהיינו, שהיו העדים רגילים להגיע

תמיד ממקומות אלה, **ובאים ומעידים בבית דין**. הכוונה היא שהעדים באים מאיזור רחב שצורתו כריבוע, וירושלים במרכזו, וריבוע זה מתפשט מירושלים והלאה לארבע רוחות השמים, עד כדי מהלך של כשישה שבעה ימים. **ומקום זה**, דהיינו, הקוים הגיאוגרפיים (קוי אורך וקוי רוחב) של ירושלים (ראה תמונות 19,20), **הוא נוטה מתחת הקו השווה** (כוונת המפרש כאן היא צפונה לקו המשווה), **המסבב באמצע העולם**, דהיינו, שקו הרוחב של ירושלים הוא בצד הצפוני מעל לקו המשווה, כלשונו, **כנגד רוח צפונית**; והגבולות של קוי הרוחב העליון והתחתון של הריבוע שמסביב ירושלים, הם **בכמו שתיים ושלושים מעלות**, שהוא קו הרוחב של ירושלים, ומשם לכוון צפון **עד חמש ושלושים**, ומדרום לירושלים **עד תשע ועשרים**; וכן קו האורך של ירושלים, **הוא נוטה מאמצע היישוב**, דהיינו, מקום מוסכם בזמנם הנחשב כאמצע היישוב של בני אדם (מסין במזרח ועד ספרד במערב), ושם עובר קו אורך אפס של כל קוי האורך, ומשם **כנגד רוח מערב**, של אותו קו האפס, נמצאת ירושלים **מערבה ממנו בכמו ארבע ועשרים מעלות**, והגבולות של קוי האורך של הריבוע הנ"ל, מימין ומשמאל לירושלים, **עד שבע ועשרים, ועד אחת ועשרים**, ראה תמונה 20.

**המפרש להלכה י"ז**

**ולפי שהראייה לא תהיה וכו'**

זה נאמר כבר בפרק א'.

**ומקום זה נוטה מתחת הקו השווה וכו'**

**זה הקו**, דהיינו, קו המשווה, **הוא מכוון תחת עגולת משוה היום, שעל הגלגל התשיעי, והיא חגורת גלגל תשיעי, ונקרא בשם ערבי כא אל סתוי**, ראה תמונה 21. שים לב, כי לדעת הקדמונים, כדור הארץ אינו סובב סביב צירו, אלא הוא נח לחלוטין, והגלגל התשיעי, בזמן סיבובו היומי, הוא המשרטט, כביכול, על ידי קו המשווה שלו, גם את קו המשווה על פני כדור הארץ, ובמרכזו של הגלגל התשיעי נמצא כדור הארץ עצמו, כידוע. ציר הסיבוב של הגלגל התשיעי עובר דרך נקודת המרכז של כדור הארץ. כדור הארץ עצמו קבוע במקומו באמצע הגלגל התשיעי, וגם אינו סובב כלל סביב ציר זה.

**ירושלים נוטה לצד צפון העולם, מתחת זה הקו המשווה**, והיא מתרוממת בגובה, או בריחוק, של **ל"ב מעלות** צפונה ממנו, כמו בתמונה 22, ביחס למישור המשווה; **ונקרא זה הריחוק בשם "רוחב המדינה"**, או "קו הרוחב של המדינה".

תמונה 23 מראה כי, לא רק לירושלים, אלא, כל המדינות הנמצאות על אותו קו רוחב כמו ירושלים, גם הן נמצאות בקו רוחב של 32 מעלות. לכן, בכדי להבדיל בין מדינה אחת לרעותה, כמו ירושלים ובבל, ששתיהן נמצאות על אותו קו רוחב, היה צורך להגדיר גם מה שמכנים בשם "קו אורך", המייחד כל אחת מרעותה.

לשם כך, נסתכל בתמונה 24. נקח שתי מדינות א' ב', הנמצאות שתיהן על **קו המשווה**, כלומר, כיון ששתיהן נמצאות בגובה אפס מעל מישור המשווה, לכן, קו הרוחב של שתיהן הוא אפס, אבל, נוכל להבחין בין המקומות שלהן על ידי הזוית בכ"א, אף על פי ששתיהן נמצאות על קו המשווה, ברוחב אפס. למשל, נוכל לקבוע שהמדינה א' נמצאת בזוית של 20, ימינה מאיזה נקודת אפס, שנקבעה בהסכם בינלאומי, וכן מדינה ב', בזוית של 40 מעלות ימינה יותר, כמו בתמונה 25.

עתה, נעביר "קו אורך", העובר דרך הקוטב הצפוני, ומגיע עד לקוטב הדרומי, העובר גם דרך ארבע המדינות גדת"ה, והחוצה בדרכו גם את נקודת האפס, הנמצאת על קו המשווה, כמו בתמונה 26. לכן, כל המדינות גדת"ה עומדות גם הן על אותו קו אורך אפס. פירוש הדבר הוא, שכאשר תחלוף השמש בשעת הצהריים מעל המדינה א', הרי היא תחלוף גם מעל לשלושת המדינות האחרות, בדיוק באותה שעת צהריים.

תמונה 27 מראה כי הזוית בין קו האורך העובר מעל ירושלים, לבין קו האורך העובר מעל לבבל היא כ 8 מעלות. לכן, השמש תחלוף בצהריים מעל בבל, כחצי שעה לפני שתחלוף בצהריים מעל לירושלים (כי השמש סובבת סיבוב יומי בקצב של 15 מעלות בשעה).

**גם ירושלים רחוקה מסוף היס המערבי, ראה תמונה 28, לצד מזרח, ס"ו מעלות.** כלומר קו האורך של ירושלים הוא במרחק של 66 מעלות מזרחה מהנקודה המערבית ביותר של ספרד. המפרש מסביר לקמן, כי אפשר גם להעביר קו אורך צש"ד באמצע המרחק בין הנקודה המיושבת המערבית ביותר הידועה בזמנם, דהיינו, במערב ספרד, ועד לצד השני בקצה המזרחי של היישוב בסין. הם גם העריכו שיש בין שני קצוות אלה, מקצה מערב היישוב ועד לקצה מזרחו, כ 180 מעלות. כלשונו, **ויש שם עגולה**, דהיינו, קו אורך, העובר באמצע המרחק בין ספרד לקצה סין, **שחולקת את היישוב לשני חלקים שוים, סובבת מן הצפון אל הדרום**, וכך היא מחלקת את ה 180 מעלות של היישוב ממערב ספרד, למזרח סין, לשני חצאים שאורך כל אחד מהם הוא 90 מעלות. קו אורך זה נמתח מהקוטב הצפוני צ' אל הקוטב הדרומי ד', כמו בתמונה 28, דהיינו, קו האורך צש"ד, **הולכת אל אמצע היישוב, לפי שכל היישוב מן המזרח של סין, אל המערב של ספרד, הוא קרוב מק"פ (180) מעלות, וחצי זה המנין הוא צ' מעלות. לפיכך, כל מדינה שהיא רחוקה מחוף ים המערבי של ספרד בזוית של צ' מעלות מזרחה ממנו, היא נמצאת תחת עגולה זו** צש"ד (המפרש מניח שהקו צש"ד הוא קו האפס על פני כדור הארץ, והנמצא בשיא "הגובה", ושאר קווי הרוחב משני צידיו הם נמוכים יותר, היינו, הם מצאים "מתחתיו" (ראה תמונה 29, בה רואים תמונה תלת מימדית של כדור הארץ). על פי הרמב"ם, קו האורך של ירושלים, היינו, 24 מעלות, הוא ביחס לקו האפס צש"ד, אשר ביחס אליו מודדים את ה 24 מעלות של קו האורך של ירושלים. אבל, לדעת המפרש, כפי שנראה לקמן, הקו צש"ד אינו תחילת קו האורך, אלא בזמן המפרש (שהיה חי כ 150 שנה אחרי הרמב"ם), הוסכם על ידי האומות, על קו אפס אחר.

**ומזה למדנו, שהעיר ירושלים נוטה מתחת זאת העגולה (ציור ל"א), (אבל, ציור זה אינו מדגים את כוונות המפרש. תמונה 28 (או 29) היא התמונה הנכונה. אבל, תמונה ל"א היא התמונה הנכונה להבנת המשך דברי המפרש לקמן), היינו, קו האורך העובר דרך ירושלים נמצא מערבה מקו האורך האמצעי צש"ד, שהוא קו האורך אפס, וירושלים נמצאת לצד מערב ממנו כ"ד מעלות, לפי שהיא רחוקה מן המערב ס"ו מעלות, הנמדד מהקצה המערבי ביותר של ספרד, שהרי ציינו כבר לעיל, כי הזוית בין קו האפס צש"ד, עד לקצה המערב היא 90 מעלות, שהיא סכום שתי הזויות 66 ו 24 מעלות.**

נעיר שוב, כי קו האורך צש"ד, העובר דרך אמצע היישוב הוא, על פי הרמב"ם, כאמור בהלכה לעיל, קו האורך אפס אשר ממנו סופרים את כל שאר קווי האורך. כך הוא ספר לא רק את קו האורך של ירושלים, אלא גם את קווי האורך של ארבעת הצדדים של הגבולות של הריבוע סביב ירושלים, שתיארנו לעיל בתמונה 20. אבל, כפי שנראה לקמן בסוף דברי המפרש, דווקא קו האורך העובר דרך קצה המערב

בתמונה 28, הוא קו האורך הראשון, אשר ממנו מתחילים את האפס של קו האורך.

**וכן הדין הוא בכל** נקודה שבתוך **המדינות**, שלכל נקודה בתוכן, יש שני קוים, האחד הוא קו רוחב, והשני הוא קו אורך, המיוחדים לכל אחת מהנקודות, מתחילתו עד לסוף היישוב, משני עברי קו האורך הזה צש"ד, כלשונו, והמדינות הן נמצאות עד לקצוות **סוף היישוב משני צדדים**, של קו האורך העובר דרך אמצע היישוב צש"ד.

עתה מבאר המפרש את הנ"ל בעזרת שרטוט ל"א (והוא מתוקן בתמונה 31).

בתחילה, נסתכל בתמונה התלת מימדית 30, המראה את חלוקת כדור הארץ לשני חצאים שוים: האחד פונה אלינו (הקשת אד"ג), והשני נמצא בתוך הדף (הקשת אב"ג), בצד האחורי של כדור הארץ. נסתכל בחצי הכדור הפונה אלינו: בצפון של חצי זה, נמצאות היבשות, ועליהן יישוב בני אדם, מסין במזרח, ועד ספרד במערב. לעומתם, בצד הדרומי התחתון של חצי זה של כדור הארץ, הפונה אלינו, הוא כולו מים, וחרב. "קו היס" אד"ג הוא הקו המפריד בין צפון של חצי זה, אשר בו היישוב, לבין דרומו, שהוא כולו מים בלבד, ושניהם נמצאים, כאמור, באותו חצי כדור הפונה אלינו.

עתה, בחצי השני של כדור הארץ, שאינו פונה אלינו בתמונה 30, נמצא הצד השני, האחורי, המכיל את הקו אב"ג. כל כולו של החצי האחורי של כדור הארץ, ושלא כחצי הראשון הפונה אלינו, אין בו שום יבשה כלל (ראה בהמשך), והוא כולו מים בלבד. לכן, הוא גובל בצד הצפוני שלו בסין במזרח, ובספרד במערב, כי הוא נמצא בצד האחורי, "מתחת" ליישוב. מאידך, דרומו של ים זה, מתחבר לים שבדרום החצי הראשון של כדור הארץ. כלומר, החלק האחורי, שכולו מים, יש לו "קו ים" גגול, המתחבר עם היישוב בצפון, ואל הים הדרומי שבחצי הראשון, בדרומו.

תמונה 31 של המפרש, מראה את קו היס העגול הזה, המפריד בין החצי הפונה אלינו, לבין החצי האחורי של כדור הארץ, וכאמור, הוא כולו מים. אבל, ציור זה אינו תלת מימדי כמו בתמונה 30, אלא הוא מראה רק את החצי הראשון של כדור הארץ הפונה אלינו בלבד, המכיל את היבשות בצפון, והים בדרומו. כאמור, החצי השני של כדור הארץ, שהוא כולו ים, נמצא בצד האחורי, שוב בעומק הדף, ואפשר לראות בתמונה 31, רק את קו היס שלו בלבד, הגובל עם החצי הפונה אלינו. כאמור לעיל, החצי האחורי שכולו ים, והנמצא בצד האחורי של כדור הארץ, גובל בסין במזרח (נקודות אט"ז), ובספרד במערב (נקודות גה"ח). שים לב, כי סיבוב כדור הארץ הוא בכיוון מערב – מזרח, ולכן, ציר הסיבוב שלו הוא הקו ב"ד.

דעת הקדמונים, והמפרש בתוכם, היתה, שהחצי השני של כדור הארץ הוא, כאמור, כולו מים. לכן, לדעתם, היה אפשר להגיע באניה דרך הים שבצד האחורי של כדור הארץ, מספרד במערב ועד לסין (והודו במזרח), היינו, מהנקודות גה"ח במערב ספרד, בתמונה 31, דרך הים האחורי, עד לסין במזרח בנקודות אט"ז. קולומבוס עשה את המסע הזה באוניות שלו, ואכן, הוא הגיע ליבשה, וחשב שהגיע להודו (קרובה יותר מסין). רק מאוחר יותר התברר שלא הגיע להודו כלל, אלא, כך הוא גילה, בלי לדעת זאת, את שתי היבשות של אמריקה, הנמצאות "באמצע הדרך", מספרד להודו ולסין. דעת הזהר היא, שגם מתחת לכדור הארץ, היה תמיד קיים יישוב של בני אדם, ראה פרפראות לחכמה לפרק שישי.

נחזור לדברי המפרש:

ונניח שעגולת זה אבג"ד היא הים, המפריד בין החצי של כדור הארץ הפונה אלינו, לבין החצי האחורי שלו, כמו בציור ל"א (תמונה 31). רואים כי היישוב נמצא בצפון, וגבולותיו עוברים דרך כל הנקודות זחהגלא"ט. וקו א"ג אלכסון (קוטר) עגולת משוה היום, והוא קו השוה על כדור הארץ, וכל מדינה שהיא עליו, דהיינו, על עגולת משוה היום אבג"ד, אין לה רוחב, כלומר, קו הרוחב שלה הוא אפס. ואפשר שלמדינה מסוימת לא יהיה לה אורך, והוא כשתהיה בחלק התחתון של סוף הישוב, היינו, על נקודת האפס של קוי האורך, הנמצאת בנקודה מסוימת שנקבעה מראש (כפי שראינו לעיל בתמונה 25 לעיל), היינו, היא נמצאת על אחת מנקודות הקו המעגלי המחבר את שתי נקודות א' או ג'.

לפני שנמשיך בדברי המפרש, נעיר כי קו האורך של כל מדינה ומדינה נקרא גם בשם "קו חצי היום" או "קו הצהריים", כי בשעת הצהריים, אז חולף קו האורך של אותה מדינה, מעל לראשם של יושבי מדינה זו.

וקו ב"ד הוא אלכסון על עגולת חצי היום, זהו קו האורך הנמתח מצפון לדרום, העובר וחוצה בדרכו את איזור היישוב, כלשונו, הוא מגיע לאמצע הישוב, וממשיך עד לקו המשווה הארצי א"ג (קו המשווה הארצי, שהוא מעגל, נראה רק כקו ישר א"ג מנקודת מבט מהצד). ושארנו לעיל (תמונה 29), חצי כדור הארץ התחתון והוא נמצא מתחת לחצי המעגל אד"ג והוא חרב, ואין שם בני אדם, לפי שהוא דרומי, וציין בטלמיאוס, שאיזור דרומי זה של כדור הארץ הוא חס מאד, ולכן אינו ראוי ליישוב. והחצי השני, שהוא כדור הארץ, שמקיף אותו עגולת אב"ג הוא צפוני, ובו כל הישוב של בני אדם, ונקודת ג' נמצאת בפאת מערב, ונקודת א' נמצאת בפאת מזרח. וכל מדינה, כגון ל' ס' פ' בתמונה 31, שהיא תחת עגולה ב"ד, מרחקה מרוח מזרח ומערב שוה, והוא צ' מעלות. כלומר, כל המדינות הנמצאות על פני כדור הארץ, וגם על המעגל ב"ד, (המעגל הזה נראה כקו ישר ב"ד, בגלל שהוא נראה בתמונה זו, בנקודת מבט הנמצאת ממש מול החצי הפונה אלינו), ולכן, כל מדינה כזו נמצאת על קו האורך אפס (ראה תמונה 28).

ונניח שלוש מדינות תחת זו העגולה (בצידה הצפוני, שם קיים היישוב) והן לס"פ (תמונה 31), אבל, רחבן משתנה, המדינה שהיא במקום ל', היא תחת הקו השוה, ואין לה רוחב, אבל יש לה אורך (90 מעלות מהקצה המזרחי של היישוב, בקצה סין), אבל, במדינה שבמקום ס', רחוקה מן הקו השוה בקשת ל"ס, וקשת זו היא רוחבה הגיאוגרפי של המדינה בנקודה ס'. ונקודה פ' רחוקה מן הקו השוה עוד יותר, ורוחבה הגיאוגרפי הוא קשת ל"פ. ואם תהיה מדינה מערבית יותר מנקודת ס', כמו נקודה נ', והיא ירושלים, ומרחקה מנקודה ס' הוא כ"ד מעלות, ורחבה מקו א"ג קשת מדינת ל"ס, והוא ל"ב מעלה, היינו, זהו קו הרוחב של ירושלים (ראה תמונה 28).

כן הדין בכל המדינות, יש מהן שוין ברוחב ומשתנים באורך, ויש מהן בהפך, ויש מהן משתנים בשניהם באורך וברוחב, ואי אפשר שיהיו שתי המדינות שוים באורך וברוחב, אלא, רק במקרה, שיהיו שתיהן במדינה אחת.

ונקודה צ' נוטה לצד מזרח מאמצע הישוב ל', ונ' לצד מערב, והנקודות אט"ז הן על חוף הים המזרחי, והנקודות גה"ח הן על חוף הים המערבי, שהיא תחילת הישוב באורך, שהרי הסכימו בעלי חכמת התכונה שתהיה התחלת האורך החל מהים המערבי (ולא כפי שציין לעיל על קו האורך ב"ד, שהוא האפס של קוי האורך, והוא חוצה את היישוב לשניים, ואינו עובר דרך הקצה המערבי של ספרד, כמו היום). כאמור לעיל, הסכם זה הוא שונה מזה שהיה ידוע להרמב"ם בהלכה זו, אשר שם מציין במפורש, כי התחלת קוי האורך היא דווקא מקו האורך העובר באמצע



היישוב, כפי שתיאר המפרש בשם הרמב"ם לעיל, ולא מהקצה המערבי של היישוב, כדעת המפרש כאן, בשם "בעלי חכמת התכונה".

וכמו שהשמש זורחת ראשונה על כל מדינה הנמצאת מזרחה יותר, כך גם הכוכבים זורחים על נקודה ט' (כך יש להגיה, ולא ז') קודם נקודה צ', ועל צ' קודם ס', ועל ס' קודם לנ', ועל נ' קודם ה', ועל זו הדרך בכל מדינות הישוב.

## פרפראות לחכמה לפרק אחד עשר

### "תקעו בחודש שופר, בכסה ליום חגנו"

לראיית הלבנה החדשה בראש השנה דרושים שני עדים, שיעידו בפני בית דין של מטה, שיכריזו על יום א' בתשרי של ראש השנה. אבל, באותה מידה, דרושים גם שני עדים בבית דין של מעלה, שיעידו על הנהגתם של ישראל במשך השנה. על זה כתוב בזוהר שופטים, ברעיא מהימנא, דף ער"ה.:

דכד מטא ראש השנה, כאשר מגיע ראש השנה, ייתי ס"מ למתבע דינא לבנוי קמי קודשא בריך הוא, יקטרג הס"מ לפני הקב"ה, ויתבע את בניו, שיעשה בהם דין, והוא יימא ליה שייתי סהדין, והקב"ה יאמר לס"מ שיביא שני עדים, והוא ייתי לשמשא עמיה, והס"מ ילך להביא עמו את השמש שתעיד על עוונות ישראל. אזל למיתי סיהרא, והוא ילך להביא גם את הלבנה (שהיא דימוי לכנסת ישראל, שהם בניה) כעד שני, אבל, והיא מתפסת, והיא נעלמת, כי בינתיים עשו ישראל תשובה, ושואל, באן אתר מתכסת? באיזה מקום היא מתכסה? אלא, סליקת לה הוא אתר, אלא, היא עולה למקום ההוא, דאתמר ביה, שנאמר בו, במכוסה ממך אל תחקור, היא עולה לדרגה עליונה, שאדם אינו ראוי לחקור בה, לפייסא ליה על בנהא, שכנסת ישראל עלתה לשם, כדי לפייס אותו על בניה, ואז אין אותם העוונות נמסרים לס"מ, אלא, ישראל נידונים בינם לבין קונם, ללא התערבות של הס"מ, כדלקמן.

והאי הוא דאמר קרא, וזהו שאמר הכתוב, תקעו בחודש שופר, בכסה ליום חגנו, דהיינו, לאתר דביה סליקת שכונתא, למקום אשר עלתה אליו השכינה (כנסת ישראל), דאתמר ביה, ובמכוסה ממך אל תחקור, וחובין באתכסיא, והעוונות של העם מכוסים, כי תמן צריך למידן, בינו לבין קונו, כי העוונות שבין בני ישראל, נידונים רק בינם לבין קונם בלבד, ככתוב, "אשרי נשוי פשע, כסוי חטאה". לכן, כאשר ישראל עושים תשובה, עולים עוונותיהם עד לאותו מקום, ונטהרים שם.

אשר לעצם התופעה של כיסוי הלבנה, היינו, כאשר היא נסתרת מעיני כל רואה, כיום אחד לפני המולד, וכיום אחד אחריו, וכמובן גם בראש חודש תשרי, הענין הנ"ל יכול להיות מובן, רק לפי לוח העיבור שלנו כיום, שאינו עוסק בראייה כלל. אכן, אנו מראים בהלכה ז' בפרק ז' לעיל, כי בדרך כלל, בליל ראש השנה שלנו, אין רואים כלל את הלבנה החדשה, וזו תוצאה של הלוח הספיציפי שלנו, היינו, שהלבנה מתכסה מאתנו.

אבל, על פי הלכות הראיה, העדים צריכים לראות את הלבנה החדשה בליל ראש השנה, היינו, היא אינה מכוסה, ורק אז יכול בית הדין להכריז על יום א' בתשרי כיום הראשון של ראש השנה.

יתכן שהמשמעות היא, שבזמן כתיבת מזמור זה בתהילים, היו קובעים את החודשים על פי לוח העיבור שלנו, ולא על פי הראייה.

## פרק שנים עשר

בשני הפרקים הבאים, י"ב וי"ג, מסביר הרמב"ם, כיצד אפשר לחשב את המקום האמיתי של השמש על גלגל המזלות, בכל זמן רצוי. אחרי כן, בסוף פרק י"ג, הוא מחשב דוגמה מעשית.

בתחילה, נביא הקדמה על קצב מהלך השמש ברקיע במשך השנה :

כזכור, השמש, כמו כל הכוכבים בשמים, נעה ממזרח למערב, בגלל הסיבוב היומי של כדור הארץ סביב צירו (או לחילופין, בהנחת הסיבוב של הגלגל התשיעי, והארץ אינה סובבת כלל סביב עצמה). הקצב של התנועה היומית הזו הוא קבוע, דהיינו, 360 מעלות בכל יום, שהם 15 מעלות בשעה.

לעומת התנועה היומית הזו ממזרח למערב, יש גם תנועה עצמית שנתית של השמש, על רקע שנים עשר המזלות, בכוון הפוך, היינו, ממערב למזרח, סביב כדור הארץ, והיא אינה מתנהלת בקצב קבוע (כמו הסיבוב היומי), כפי שראינו בדברי המפרש לעיל, על הלכה ט"ו בפרק י"א. ניתן לייצגה, על ידי תנועה בגלגל הנע בקצב קבוע, בתנאי שמרכז הגלגל הזה אינו במרכז כדור הארץ, אלא, הוא נמצא מחוצה לו. גלגל זה נקרא גם בשם "גלגל יוצא מרכז", או "גלגל אמצעי", כפי שראינו שם בתמונה 8.

כיון שמהלך השמש על פני הרקיע הוא בצורה של קשת על פני חצי הכדור, ראה תמונה 1, לכן, נוהגים למדוד את תנועת השמש על פי גודל הזווית השייכת לקשת זו. קוקודה של זווית זו, היינו, נקודת החוד שלה בנקודה ג', היא הנקודה ממנה צופה האדם בשני הכוכבים א"ב. שתי קרניה של זווית זו הן שני הקווים ג"ב ג"א. את הקצב של תנועת השמש השנתית ממערב למזרח מודדים במספר המעלות קשת, שמהלכת השמש ביום אחד, בכוון ממערב למזרח, על רקע הכוכבים שעל גלגל המזלות. אנו מוסיפים את המלה "קשת", בכדי להבדילה מיחיד מעלה אחרת, הנמדדת ב"מעלות" חום. אבל, כיון שבכל הנושא שלפנינו אין אנו עוסקים בנושא החום כלל, לכן, נשתמש בקיצור בשם "מעלה", ובזה נתכוון למעלה של זווית, כפי שהסברנו בהלכה ז', ובפרט בתמונות 1,2 בפרק י"א.

באותה הלכה גם הסברנו, כי נוהגים לחלק את המעלה ל 60 חלקים, ולכל חלק נהוג לקרוא כיום בשם "דקת קשת", בכדי להבדילה מ"דקת זמן", שגם היא החלק ה 60 של השעה. אבל הרמב"ם והקדמונים קראו לזה בשם "חלק". כלומר, הם חילקו כל מעלת קשת ל 60 "חלקים". כאמור, כל חלק כזה מכונה כיום בשם דקת קשת (שם לב ששעת זמן מכילה 1080 "חלקים", וחלק זה כאן, אינו חלק של יחידת זמן, אלא של מעלת קשת).

ניתן גם לחלק, שוב, כל דקת קשת (או "חלק", בלשון הרמב"ם), ל 60 חלקים, ואז כל חלק נקרא בשם "שניית קשת", בכדי להבדילה משניית זמן, שהיא החלק ה 60 של דקת זמן. ניתן לחלק הלאה כל שניית קשת ל 60 חלקים, ולקבל מה שמכנים בשם "החלק השלישי" של מעלת קשת. שוב ניתן לחלק את החלק השלישי הזה ל 60 חלקים, ולקבל את "החלק הרביעי" של הקשת, וכך הלאה, לחלק החמישי, השישי, עד לדיוק הרצוי. בנושא לפנינו, אין אנו עוסקים ביחידות של שעה או דקה או שניה של זמן. לכן, כאשר נזכיר יחידה של "מעלה" או "חלק" או "דקה" או

"שניה" או "שלישית" או "רביעית" וכו', כוונתנו תהיה רק ליחידות של זוית, ולא של זמן, עד שנציין אחרת.

נהוג לסמן את כל אחת מיחידות המשנה של המעלה ע"י תגים. יחידת הדקה תסומן על ידי תג אחד. יחידת השנייה תסומן על ידי שני תגים, יחידת השלישית תסומן על ידי שלוש תגים, וכו'. למשל, 5 דקות קשת מסמנים על ידי תג אחד לימין המספר: חמש שניות – ע"י שני תגים "5"; חמש שלישיות – ע"י שלושה תגים "5"; חמש רביעיות – על ידי ארבעה תגים "5", וכו'. כל תג מעיד על חלוקה נוספת ב 60. למשל, מידת קשת של

$$35'''''' 23'''' 12'' 55' 14' 3 \text{ מעלות}$$

פירושה הוא: 3 מעלות, 14 חלקים (או דקות), 55 שניות, 12 שלישיות, 23 רביעיות, 35 חמישיות.

שים לב שלא רשמנו סימן מיוחד של מעלה, אלא, רשמנו את המילה עצמה "מעלות". אבל, מקובל לרשום את סימן המעלה בצורת אפס קטן למעלה מצד ימין של המספר.

כבר ציינו לעיל, כי כיון שהשמש נעה סביבנו סיבוב יומי שלם, דהיינו, 360 מעלות בכל 24 שעות, לכן, קצב תנועתה היומי הוא:

$$15 \text{ מעלות בשעה} = 360 : 24$$

בכוון ממזרח למערב, והוא קצב קבוע בכל ימות השנה. אבל, אין אנו עוסקים כלל בתנועה היומית הזו בפרק זה, אלא בתנועה השנתית בלבד, היינו, ממערב למזרח, שהיא הרבה יותר איטית מהתנועה היומית ממזרח למערב, כדלקמן.

כאמור, לשמש יש תנועה עצמית שנתית סביב כדור הארץ, הרבה יותר איטית, בכוון הפוך, דהיינו, ממערב למזרח, בקצב ממוצע של כמעלה אחת ביום בלבד, על רקע המזלות. ניתן לראות באופן מעשי, כחצי שעה אחרי השקיעה, את המזל בו שקעה השמש, בכל יום ויום משנת החמה.

בניגוד לתנועה היומית ממזרח למערב, שהיא תמיד 15 מעלות בשעה, מתברר שהשמש משנה את קצב מהלכה השנתי סביב כדור הארץ, בין הכוכבים שבמזלות מיום ליום, ורק הממוצע שלה הוא כמעלה אחת ביום ממערב למזרח. למשל, ניתן לראות שינוי זה מהאורך השונה של העונות, היינו, אף על פי שהשמש מכסה רבע מסיבובה סביב כדור הארץ בכל עונה, הרי מתברר שאורך הזמן של העונות האסטרונומיות אינו שווה: החורף נמשך כ 89 יום, האביב 92.75, הקיץ 93.67, והסתיו 89.83 יום. כיון שכל רבע סיבוב הוא 90 מעלות, מתוך סיבוב שלם של 360 מעלות, לכן, נוכל לחשב את הקצב היומי הממוצע של השמש בכל עונה, דהיינו, שנחלק את 90 המעלות של רבע סיבוב, במספר הימים של כל עונה. למשל, קצב תנועתה של השמש ממערב למזרח בחורף הוא:

$$1.0112 = 89 \text{ יום} : 90 \text{ מעלות}$$

דהיינו, קצב תנועתה העצמית של השמש, ממערב למזרח, הוא 1.0112 מעלה ביום, כלומר, קצת יותר ממעלה אחת ביום. לעומת החורף, השמש נעה לאט יותר בקיץ, שאז היא מכסה את ה 90 מעלות שלה ב 93.67 יום, ולכן, הקצב שלה הוא:

$$0.9608 = 93.67 \text{ יום} : 90 \text{ מעלות}$$

דהיינו, השמש נעה בתנועה העצמית שלה בקיץ ממערב למזרח בקצב של 0.9608 מעלה ביום.

באותה דרך חישוב, נמצא גם כי קצב תנועתה באביב הוא 0.9703 מעלות ביום, ובסתיו 1.0018 מעלות ביום.

לכן, רואים בבירור, כי הקצב של התנועה האמיתית של השמש ממערב למזרח, כפי שהיא נראית בפועל, אינו קבוע במשך השנה (אף על פי שאורך השנה כולה הוא קבוע, בהתאם למדרש על הפסוק "שמש ידע מבואו", ברי"ה כ"ה).

אמנם, רשמנו את קצב תנועתה של השמש בכל עונה בצורת שברים עשרוניים, אבל, ניתן לרשום קצב זה גם בצורה של דקות ושניות. למשל, קצב של 0.9608 מעלה ביום הוא גם 57 דקות ו 39 שניות. כיצד?

כאמור, יש בכל מעלה 60 דקות, לכן, בכדי לדעת כמה דקות יש בשבר העשרוני 0.9608, יש לכפול אותו ב 60, וכך נדע כמה דקות יש בשבר עשרוני זה, מתוך כלל ה 60 דקות. כפל זה נותן לנו 57.648 דקות, כלומר, 57 דקות שלמות, ועוד שארית של 0.648 של דקה. אבל, בדקה אחת יש 60 שניות, ולכן, החלק ה 0.648 של 60 שניות אלו הוא הכפל של שארית זו ב 60, ונקבל כי ערכה הוא כ 39 שניות (עם שארית קטנה), כך יוצא כי 0.9608 של מעלה, הוא כ 57 דקות ו 39 שניות.

אם נבצע את החישוב הנ"ל גם עבור שאר העונות, נקבל את הטבלה הבאה של המהלך הממוצע של השמש בכל עונה, בשברים עשרוניים, לעומת כתיבתו בדקות ובשניות, כדלקמן:

<u>קצב יומי</u>	<u>קצב יומי</u>	<u>אורך העונה</u>	<u>עונה</u>
(בדקות ושניות)	(בשבר עשרוני)	(בימים)	
1 0' 40"	1.0112 מעלה	89.0	חורף
0 58' 13"	0.9703	92.75	אביב
0 57' 39"	0.9608	93.67	קיץ
1 0' 7"	1.0019	89.83	סתיו

ראינו כבר בפרק י"א בהלכה ט"ו, כי ניתן לייצג את התנועה השנתית הבלתי קבועה הזאת של השמש, על ידי תנועה קבועה של גלגל סביב כדור הארץ, בתנאי שהגלגל, אשר בו היא מסתובבת סביב כדור הארץ, הוא יוצא מרכז. כלומר, השמש אמנם מקיפה את כדור הארץ על פני גלגל, אבל, מרכזו של גלגל זה אינו נמצא בדיוק

במרכז כדור הארץ, אלא, מעט מרוחק ממנו, היינו, מה שמכנים בשם "גלגל יוצא". לגלגל זה קראנו גם בשם "גלגל אמצעי", ראה תמונה 8 שם.

עתה, כאשר צופה על כדור הארץ יסתכל בשמש, הוא לא ייראה שהיא נעה על הגלגל האמצעי הזה, אלא, הוא יראה רק את הדמות שלה בלבד המשתקפת על פני הרקיע, כי הוא אינו מבחין שהגלגל האמצעי הוא קרוב אליו יותר מגלגל הרקיע, כי שניהם רחוקים מאד ממנו, ולכן, הוא משליך את דמות השמש על גלגל הרקיע, ונדמה לו שמקומה הוא שם. לכן, נוהגים להבחין בין "השמש" (או "גוף השמש") שעל הגלגל האמצעי, לבין "דמות השמש", שהיא תמיד דמות השמש על הרקיע.

אם הוא יצפה בדמות השמש מידי יום במשך השנה, הוא יראה כי היא אינה נעה בקצב קבוע על רקע המזלות, אף על פי שהיא נעה בגלגל האמצעי שלה בקצב קבוע. כי הצופה שעל כדור הארץ אינו נמצא במרכז הגלגל היוצא עצמו, שמרכזו נמצא בנקודה כ' (תמונה 2א), אלא, קצת הצידה ממנו, בנקודה ט'. למעשה, הוא יראה כי המהלך היומי של השמש ממערב למזרח, על רקע הכוכבים (כל יום מיד אחרי השקיעה), אינו בדיוק מעלה אחת ביום, אלא, כפי שראינו בטבלה לעיל, הוא משתנה בקצת פחות, או יותר, ממעלה אחת, מיום ליום, בהתאם לעונות השנה. מתברר, שאם ישימו את מרכז הגלגל היוצא התיאורטי הזה כ', במרחק של  $1/30$  של המרחק הכללי של השמש מכדור הארץ, כאשר השמש נעה בקצב קבוע של כ" 8' 59" ביום בגלגל אמצעי (היוצא), התיאורטי הזה. שמרכזו בנקודה כ', אז התנועה התיאורטית המחושבת של השמש, כפי שהיא תיראה לצופה על רקע המזלות, תתאים בדיוק לתנועה המשתנה של השמש במשך השנה כפי שהיא נראית במציאות לצופה על כדור הארץ.

כיצד בונים תמונה תיאורטית כזו? תמונה ב' מדגימה זאת: כאמור, אנו מניחים שהשמש נעה על הגלגל האמצעי שלה, שמרכזו בנקודה כ', בקצב קבוע. צופה וירטואלי "הנמצא" בנקודה כ', רואה את "דמות השמש" בנקודה ב', על רקע כיפת השמים. אבל, מהנקודה ט', צופה על כדור הארץ רואה את "דמות השמש" בנקודה א'. אם כי השמש נעה בקצב קבוע במעגל האמצעי שלה, מתברר, שדמות השמש א', נראית לצופה הנמצא בנקודה ט', נעה בקצב משתנה על רקע כיפת השמים. אפשר לשנות את הקצב המשתנה הזה, על ידי שינוי המרחק כ"ט שראינו בתמונה 2א', ואז מתברר שדמות השמש נעה בקצב משתנה במשך כל השנה. מן התצפיות בפועל בשינויי הקצב הזה, ניתן לקבוע מהו בדיוק המרחק כ"ט, ובכך לקבוע לתמיד את כל השינויים של תנועת השמש במשך כל השנה כולה. אחרי שהדבר נקבע, ניתן עתה לחשב מראש, באופן תיאורטי, את מקום הנקודה א', בכל רגע, על רקע כיפת השמים, ללא תצפיות כלל, כי הנחנו באופן תיאורטי את המרחק המיוחד מאד הזה כ"ט ( $1/30$  מתמונה 2א'), המאפשר לנו לחקות בצורה מדויקת, את השינויים בקצב של תנועת דמות השמש א' על הרקיע, בכל זמן ובשנה אחרת כלשהי. לשרטוט הזה בתמונה 2ב' אנו קוראים בשם "דגם תיאורטי" או "מודל תיאורטי" לחישוב מראש, את מקום השמש המדויק בכל רגע ורגע, שאנו מעוניינים בעתיד, או גם בעבר. כי כל חלקיו של שרטוט זה, וביניהם הגלגל האמצעי, והמרחק כ"ט, אינם קיימים במציאות, אלא, אנו מניחים את המנגנון התיאורטי, בכדי למצוא, על ידי חישוב, את המקום של דמות השמש על פני הרקיע, בכל רגע רצוי, זאת אחרי שמדדנו בתחילה את הנתונים התצפיתיים האלה בפועל, אשר בעזרתם קבעו את הגודל של המרחק כ"ט, בתמונה 2ב'.

את הקצב הקבוע של כ" 8' 59" ביום, של השמש על הגלגל האמצעי, מקבלים מחלוקת מספר המעלות שיש במעגל כולו, דהיינו, 360 מעלות, במספר הימים שיש באורך השנה כולה, כפי שנראה לקמן. זו הסיבה שקוראים לגלגל היוצא גם בשם "הגלגל

האמצעי". כי מהלכה הקבוע של השמש על הגלגל היוצא הזה, הוא בקצב הממוצע ("אמצעי" בלשון הראשונים) של ארבע העונות לאורך כל השנה כולה.

## הלכה א

מהלך השמש האמצעי ביום אחד, שהוא ארבע ועשרים שעות, כלומר, קצב תנועתה הממוצעת של השמש ביום אחד במהלכה סביב כדור הארץ, כפי שהסברנו לעיל, ממערב למזרח, הוא תשעה וחמישים חלקים, ושמונה שניות, וסימנם הוא נ"ט ח', כלומר, קצב יומי של 59 חלקים מתוך מעלה אחת, ו 8 שניות, דהיינו, "8' 59". קצב יומי זה נקבע כקצב של תנועת השמש על הגלגל היוצא, ולכן, גלגל יוצא זה נקרא גם בשם "הגלגל האמצעי" של השמש, כאמור.

על פי זה, נוכל לחשב את הזווית שתכסה השמש בשמים במהלכה, ממערב למזרח, בעשרה ימים, על ידי כפל הקצב של "8' 59" בעשר, ולכן, כותב הרמב"ם, נמצא כי מהלכה של השמש בגלגלה האמצעי, בעשרה ימים (ראה החשבון המפורט לקמן), הוא תשע מעלות, ואחד וחמישים חלקים, ושלוש ועשרים שניות, וסימנם הוא ט' נ"א כ"ג, דהיינו, 9 מעלות, 51 דקות 23 שניות, או בקיצור, "23' 51' 9" מעלות. אבל, המפרש יראה לקמן, כי באמת, הכפל של "8' 59" ב 10 אינו נותן את מה שהביא כאן הרמב"ם, דהיינו, "23' 51' 9" מעלות.

ונמצא מהלכה במאה יום, שמונה ותשעים מעלות, ושלושה ושלושים חלקים, ושלוש וחמישים שניות, וסימנם צ"ח ל"ג נ"ג, דהיינו, 98 מעלות, 33 דקות, 53 שניות, או "53' 33' 98" מעלות. גם כאן המפרש יראה לקמן, כי המהלך במאה יום, שהביא כאן הרמב"ם, אינו פי עשר פעמים הקצב שהביא לעיל לעשרה ימים.

ונמצא שארית מהלכה באלף יום, אחר שתשליך כל שלוש מאות ושישים מעלות כמו שביארנו (בפרק י"א הלכה י'), מאתיים וחמש ושישים מעלות, ושמונה ושלושים חלקים, וחמישים שניות, וסימנם רס"ה ל"ח נ', דהיינו, 265 מעלות, 38 דקות 50 שניות, או "50' 38' 265" מעלות.

ונמצא שארית מהלכה בעשרת אלפים יום, מאה שש ושלושים מעלות, ושמונה ועשרים חלקים, ועשרים שניות, סימנם קל"ו כ"ח כ', דהיינו, "20' 28' 136" מעלות.

ועל דרך זאת, תכפול ותוציא מהלכה של השמש לכל מניין של ימים ושנים שתרצה. וכן אם תרצה לעשות סימנין ידועים אצלך למהלכה לשני ימים, ולשלושה, ולארבעה, עד עשרה, תעשה.

וכן אם תרצה להיות לך סימנין ידועים מוכנין למהלכה לעשרים יום, ולשלושים, ולארבעים, עד מאה, תעשה. ודבר גלוי הוא וידוע, מאחר שידעת מהלך יום אחד.

וראוי הוא להיות מוכן וידוע אצלך, מהלך אמצע השמש לתשעה ועשרים יום; ולשלוש מאות וארבעה וחמישים יום, שהן ימי שנת הלבנה, בזמן שחודשיה כסדרן, והיא הנקראת שנה סדורה. שבזמן שיהיו לך אמצעיות אלו מוכנין לפניך, יהיה החשבון קל עליך לחישוב זמן ראיית הירח, לפי שמספר זה, דהיינו, תשעה ועשרים יום גמורים, הוא מספר הימים מאז ליל הראייה הקודם של הירח, עד ליל הראייה האפשרי של החודש הבא. וכן בכל חודש וחודש, שהרי אין פחות מתשעה ועשרים יום ולא יתר, שאין חפצנו בכל אלו החשבונות, אלא, לדעת את רגע הראייה בלבד. שהרי בית הדין זקוק לעדות הראייה של ליל שלושים בלבד, כי אם לא נראה

הירח בליל שלושים, שוב אין זקוקים לעדות, כי החודש הוא בן שלושים יום, ושוב אין צורך בקידוש החודש על ידי בית דין, כי הוא מתקדש בשמים.

וכן כדאי שיהיו לפניך גם מהלכי השמש, מליל הראייה של חודש זה, עד ליל הראייה, לאותו החודש, לשנה הבאה, כשהיא שנה סדורה, היינו, שנה סדורה של לבנה, בת 354 יום, שבה החודשים חשוון וכסלו הם כסדרן, או שנה ויום אחד, היינו, כאשר חשוון וכסלו הם מלאים, ואז שנת הלבנה היא ארוכה ביום אחד משנה סדורה, ואורכה יהיה 355 יום. וכן שנה סדורה פחות יום אחד, כאשר חשוון וכסלו שניהם חסרים, ואז אורך השנה הוא 353 יום, וכן בכל שנה ושנה.

ומהלך השמש האמצעי לתשעה ועשרים יום הוא, שמונה ועשרים מעלות, וחמישה ושלושים חלקים, ושנייה אחת. סימנן כ"ח ל"ה א', ראה דברי המפרש לקמן בהלכה ה'. ומהלכה לשנה סדורה, שלוש מאות ושמונה וארבעים מעלות, וחמישה וחמישים חלקים, וחמש עשרה שניות, סימנן שמ"ח נ"ה ט"ו. ראה דברי המפרש לקמן.

### המפרש להלכה א

#### מהלך השמש וכו'

כבר ידעת, כפי שראינו למעלה, כי ענין המהלך האמצעי, וכבר ביארנו לעיל, שהמהלך האמצעי הזה הוא מהלך השמש בגלגל השנתי סביב כדור הארץ המוסגל בה, היינו, דבר המסוגל והמורגל בשמש תמיד, והוא גלגל היוצא, כפי שהסברנו זאת בדברי המפרש בהלכה ט"ו, ובאלו שאחריה, בפרק י"א לעיל, ושזה המהלך של השמש בגלגל האמצעי, הוא בקצב שוה, דהיינו, הוא בקצב קבוע, אין בו לא קלות (מהירות) ולא כבדות (איטיות), אלא, מהלכו היום, כמו מהלכו אמש, כמו מהלכו למחר (ולכן הוא תיאורטי, כיון שאין במציאות גלגל כזה), וכבר אָמְרו הרמב"ם ז"ל, בהלכה זו לעיל, ששיעור זה המהלך הוא נ"ט חלקים וח' שניות, וזו היא גם דעת חכם הנקרא בשם אֶלְפֶתְנִי (אסטרונום ערבי מפורסם שחי בעיר חרן (אותו מקום בו היו אברהם אבינו, ואחר כך, יעקב אבינו), שהיה חי כמאה וחמישים שנה לפני הרמב"ם), שהרי אמר אלבתני בספרו, ששיעור מהלך השמש האמצעי ביום אחד הוא נ"ט חלקים וח' שניות, וכ' שלישיים ול"ה רביעיים בקרוב.

המפרש מציין "בקירוב", כי היה לאלבתני גם דיוק מעבר ל"רביעיים" כאן. כאמור לעיל, חלקי השלישיים הם החלק ה 60 של השניים, והרביעיים הם החלק ה 60 של השלישיים, או כאמור לעיל, בכתובה המקוצרת, יהיה המהלך היומי של השמש בקירוב זה 35''' 20''' 8'' 59', על פי אלבתאני. אבל, כאמור לעיל, המפרש מביא ערך מקורב בלבד של אלבתאני, ובו הוא ישתמש לבאר את דברי הרמב"ם.

מתברר שמחברים שונים השתמשו, כנראה, בערך אחר של מהלך השמש, שהתבסס על הטבלה המקורית של אלבתני, בה הוא מציג את המהלך של השמש ליום אחד, 29 יום, שנה אחת, עד ל 600 שנה. נויגבאואר, בהערותיו על הלכה זו כותב, כי הטבלה של אלבתאני מבוססת על מהלך של 14'''''' 56'''' 46'''' 20'''' 8'' 59'. המפרש מצטט לקמן עוד שני ערכים אחרים, של מהלך השמש היומי. נויגבאואר מציין עוד (לקמן), כי נמצאו חרסים מימות הבבליים, שנעשו כמאתיים שנה לפני חורבן בית שני, אשר בהם השתמשו האיזטגנינים בחישוביהם בערך המקורב של 8'' 59' דווקא. ערך מקורב זה היה בשימוש גם כמאה שנה אחרי הרמב"ם, והוא גם אימץ אותו כנ"ל.



**אבל, על דעת בטלמיוס** (חי כשמונה מאות שנה לפני אלבתאני), הקצב הוא נ"ט ח"י"ז י"ג י"ב ל"א ביום, דהיינו, 31" 12" 13" 17" 8" 59'.

**ועל דעת זולת אלו השנים**, דהיינו, על דעת אחרים זולתם, פרט לאלבתני ובטלמיוס, גם הם מביאים ערכים שונים במעט מהמהלך היומי הנ"ל של בטלמיוס ואלבתני, פחות או יותר, כפי דעתו, בשיעור שנת החמה.

עתה, מבאר המפרש, כיצד ניתן לחשב את המהלך היומי הממוצע (האמצעי) של השמש, בהתאם לאורך השנה, שהיה בידיהם של מספר אסטרונומים קדמונים.

**שהרי היא אצל בטלמיוס** (אורך שנת החמה) **שס"ה יום ורביעי, פחות חלק אחד מש' ביום**, כפי שתיארנו זאת בפרוטרוט בהקדמתנו לפרק ד' לעיל, וחישבנו שם, כי השיעור של 1 מתוך 300 ביום הוא כ 4.8 דקות, דהיינו, שאורך השנה על פי בטלמיוס הוא קטן יותר משש שעות ב 4.8 דקות.

ולעומת בטלמיוס, **אצל אלבתני**, אורך השנה הוא **שס"ה יום ורביעי, אבל, פחות שלש מעלות מש"ס ביום ומ' חלקים, על מנת שיהיה רביעי היום צ' מעלות**, כלומר שרביעי היום הוא מהלך של 90 מעלות, מתוך מעגל של 360 מעלות. בפרק ו' לעיל, בדברי המפרש על הלכה ג', כבר הביא המפרש את אורך השנה הזה של אלבתני, ושם חישבנו את גודל החיסרון הזה מתוך שש השעות, ומצאנו שהוא 14.6666667 דקות, דהיינו, 14 דקות ו 2/3 דקה, או 14 דקות ו 40 שניות.

לפיכך, אורך השנה של אלבתני הוא 365 יום 6 שעות, פחות 14 דקות ו 48 שניות אלה, והוא 365 יום 5 שעות 45 דקות 12 שניות, שהם גם 0.010185185 של יום אחד. לכן אורך השנה של אלבתאני בשיטת הכתיבה העשרונית, הוא:

$$\text{יום } 365.239814815 = 0.010185185 - 365.25$$

עתה, נוכל לחשב את המהלך הממוצע של החמה ביום אחד, על ידי חלוקה של 360 מעלות (שיש בכל הסיבוב כולו סביב כדור הארץ), במספר הימים בכל השנה כולה. ברור כי קצב זה יהיה שונה בהתאם לאורך השנה שנבחר, אם זה של בטלמיוס, או זה של אלבתני. כדברי המפרש, **והדרך בידיעת שיעור המהלך ביום אחד, היא שתחלק ש"ס מעלות הגלגל, על שיעור שנת החמה, היינו, שתחלק 360 מעלות שיש בסיבוב אחד של גלגל, במספר הימים שיש בשנה אחת, ויצא לך מן החלוקה, מהלך השמש ביום אחד, כפי שינוי הדעות, אם זו אורך השנה של בטלמיוס או זו של אלבתני, כדלקמן.**

כיון שהשמש משלימה בגלגלה השנתי סך 360 מעלות קשת, לכן, נקבל את מהלכה השנתי, על פי אלבתני, על ידי חלוקת 360 מעלות במספר הימים שלו בשנה, כנ"ל:

$$\text{מעלות ביום } 0.985653769 = 365.239814815 : 360$$

או 13" 21" 8" 59' 0 מעלות.

אבל לקמן, בכדי להסביר את התמיהות של המפרש, כביכול, על הרמב"ם, לשם פשטות, מְעַגֵּל המפרש את קצב התנועה היומית של אלבתאני שראינו לעיל, לערך 20" 8" 59' 0 מעלות בלבד, ובכך הוא שינה את שני המספרים האחרונים שם, היינו, 13" 21", למספר אחד בלבד שבא במקומם, היינו, ל 20". קירוב זה יקל עלינו להבין את הסבריו של המפרש לקמן, וזו היתה מטרתו של המפרש בלבד.

עתה מראה המפרש, כי אפשר להסיר את התמיהות, כביכול, על הרמב"ם: הוא ידגים זאת בעזרת הקצב היומי המקורב שהוא הניח עבור מהלך השמש ביום אחד, שהוא, כפי שציינו לעיל, "20 8' 59".

בתחילה נעיר, כי אכן, כדברי המפרש לעיל, המהלך שהביא הרמב"ם ליום אחד, דהיינו, "8' 59", הוא המהלך של אלבתני שקבלנו לעיל, דהיינו, "20 8' 59", אלא, שהרמב"ם עיגל את המהלך של החמה ביום אחד, עד לדיוק של שניית קשת בלבד, ולכן, הוא הזניח כליל את ה"20", כיון שהם רק שלישי של שניה.

ומה בקשר למהלכים של הרמב"ם לעשרה, מאה או אלף יום, האם גם הם על פי אלבתני?

המפרש ממשיך את הדיון בענין זה, ופותח בתחילה בתמיהה על כך, שהמהלך לעשרה ימים, דהיינו, "23' 51' 9" מעלות שהביא הרמב"ם, אינו פי עשר מהמהלך "8' 59" שהביא הרמב"ם ליום אחד.

אכן, כאשר כופלים את המהלך של יום אחד בעשר, אין מקבלים בדיוק את המהלך שציין הרמב"ם לעשרה ימים, כי

$$\begin{array}{r} 8'' \quad 59' \\ \times \quad 10 \\ \hline \end{array}$$

$$80'' \quad 590'$$

כיון שיש "60 בכל שניה, לכן ה"80 אלה הם "20' 1.

כמו כן, "590 מכילות מספר מעלות שלמות, שהרי בכל מעלה יש "60. אכן, חלוקת "590 ב"60 נותנת,

$$9.833333 \text{ מעלות} = 60 : 590$$

דהיינו, 9 מעלות שלמות, ועוד 0.833333 של מעלה. על ידי כפל שארית זו ב"60, נקבל את שארית של דקות שנותרו מהמעלה:

$$0.833333 \times 60 = 50'$$

נוסיף ל"50 אלה את ה"20' 1 שקבלנו קודם, ובסל הכל, נקבל "20' 51' 9 מעלות.

אבל, הרמב"ם ציין בהלכה זו, כי המהלך בעשרה ימים הוא "23' 51' 9, ולא "20' 51' 9, כפי שקבלנו בחשבון לעיל. כלומר, יש הפרש של "3.

סביר להניח, שאכן הרמב"ם לקח, בעצם, את המהלך היומי של השמש, כמו זה שהמפרש הביא לעיל בשם אלבתני, דהיינו, שהמהלך של השמש ביום אחד הוא "20 8' 59", ואם אתה בא לחשב את המהלך של החמה למספר ימים בלבד, הרי תוכל לעגל ולהשתמש רק בשני המספרים הראשונים של אלבתני, היינו, רק את "8' 59, ולהזניח את השארית של "20, כי שארית כזו היא זעירה ביותר, ואף אם נחשב

את המהלך של שלושה או ארבעה ימים, הרי כשנכפול אותה בשלושה או בארבעה, תהיה התוצאה 60" או 80", שהן, בסך הכל כשניה אחת בלבד, והפרש זעיר כזה אינו משפיע בצורה משמעותית על התוצאה הסופית, לדעת הרמב"ם.

אבל, אם באים לחשב את מהלך השמש למשך עשרות ימים, הרי אי אפשר להזניח יותר השארית הזו של 20", כי היא מצטברת, בסוף החשבון, לכמה שניות שלמות, אשר אי אפשר להזניח יותר, כי הן משפיעות על התוצאה הסופית. למשל, עבור עשרה ימים, הכפל של השארית הזו ב 20" ב 10, נותן כבר 200", שיש בהן יותר משלוש שניות שלמות. כלומר, הרמב"ם אמנם עיגל את המהלך של יום אחד ל 8' 59" בלבד, והזניח את ה 20", זאת בתנאי שמשמש בזה לחישוב מהלך השמש למספר ימים בלבד, אבל, אין זה מתאים לעשרה ימים.

לכן, אם אתה צריך לחשב את המהלך הכללי במשך עשרה ימים ויותר, עליך להשתמש בערך המדויק יותר 20" 8' 59", כי אחרת, השגיאה בחישוב הסופי מצטברת בצורה ניכרת. זה מה שכותב המפרש:

**והראייה שהוא (הרמב"ם) ז"ל, סמך על דעת אלבתני, לא על זולתו, שהרי כשכפל הרמב"ם את מהלכה של החמה ביום אחד, דהיינו, 8' 59" בי ימים, ראינו לעיל כי הוא הוסיף שלש שניות מעצמו. הכיצד? שהרי אמר שְׁמֵנַת המהלך של עשרה ימים, כפי שחישבנו לעיל היא טנ"א כ"ג, היינו, 23' 51" 9, לעומת זאת, ועל דרך שאמר תחילה, תהיה המנה טנ"א כ' בלבד 20" 51' 9, כלומר, אם נכפול את המהלך של יום אחד שהביא הרמב"ם בתחילה, דהיינו, 8' 59", במספר 10, נקבל רק 20" 51' 9, ולא 23' 51' 9. כך רואים כי הרמב"ם הוסיף, כביכול, שלש שניות מעצמו, דהיינו, מ 20" שניות ל 23", בניגוד לתוצאת הכפל ב 10 שביצענו כבר לעיל. אבל, האמת היא, כפי שהביא המפרש את אלבתני לעיל, לפי שיש במהלכה של החמה, לא נ"ט ח' ביום אחד, אלא ערכה המדויק יותר הוא נ"ט ח' ועוד כ' שלישיות, כי כפי שהסברנו לעיל, המפרש לקח רק את הקירוב של המהלך היומי, כפי שהסברנו לעיל, דהיינו, במקום 21", הוא לקח רק 20", כי הוא רצה רק ליישב את התמיהה על הרמב"ם, וזאת על ידי שבחר דווקא במספר הנוח 20" כקירוב, שהוא נוח בחישובים, כי 20" שלישיות אלו הן בדיוק שליש שניה, וכך הוא הזניח לא רק את ה 1" מתוך ה 21", אלא, גם את ל"ה רביעיות של מעלה אחת, שיש במהלך היומי של השמש, שהבאנו לעיל. האמת היא שאותן ל"ה רביעיות אינן כל כך מדויקות, ויתכן שזוהי אפילו טעות דפוס, שהרי ראינו לעיל כי המהלך היומי המדויק של אלבתני, שהביא המפרש לעיל הוא 35" 21" 8' 59", ואנו קבלנו לעיל רק 13" ולא 35". (אבל, הוא עיגל את ה 21" שניות ל 20" בלבד, כאמור, רק לצורך ההדגמה של דרך היישוב על התמיהה על הרמב"ם).**

לפני כן נבהיר, כי כ' שלישיות אלו, הן בדיוק שליש של שניה, כלומר 0.3333 שניות: שהרי כל שלישית של מעלה, היא החלק השישים של שנייה אחת. כיון ש 20" הוא שליש מתוך שישים, לכן, 20" הם שליש משנייה אחת של מעלה.

עתה, כיון שהמהלך אינו בדיוק 8' 59", אלא, יש להוסיף עוד 20", לכן, בכדי לחשב את המהלך בעשרה ימים, יש לכפול את הכ' שלישיות האלו גם כן ב 10, שהן בסך הכל מאתיים שלישיות, ועלינו להוסיף למהלך של עשרה ימים. אבל, מאתיים שלישיות אלו מכילות שלוש שניות שלמות, ועוד שארית של 20 שלישיות. לכן עיגל הרמב"ם את המספר הזה של 200 שלישיות לשלוש שניות בלבד, שהן 180" מתוך ה 200" כולן, ונשארה עדיין שארית של 20". לכן, המהלך המדויק של עשרה ימים, עד לדיוק של שניות שלמות, הוא 23" ולא 20" בלבד, אבל, כאמור, כפי שהניח הרמב"ם, עדיין נשאר אי דיוק של 20" שנשארו מה 200". זה מה שאומר המפרש:

**קבץ אותם עשרה פעמים, הרי באו מאתיים שלישיות.** אבל, הרמב"ם **לקח מהן**, מאותן מאתיים שלישיות רק **ק"ף שלישיות**, שיש **בג' שניות**, והזניח את שאר הכי שלישיות שנשארו מתוך המאתיים שלישיות האלו, **והוסיף את אותם השלש שניות, על הכ' שניות**, וכך **נהיו כ"ג, ונותרו כ' שלישיות**, שהוזנחו לגמרי במהלך של יום אחד בלבד מפאת קטנן, כי הרמב"ם הקפיד לדייק רק עד כדי שניות שלמות בלבד.

עתה, כאשר ציין הרמב"ם את המהלך של ק' יום, שהם עשר פעמים המהלך של עשרה ימים, הוא הביא בחשבון את השארית הזו של כ' שלישיות האלו שנותרו, מהכפל האחרון בעשר, שהרי כאשר **כפל אותן עשר פעמים**, דהיינו, כאשר הוא כפל את המהלך של עשרה ימים ב 10, בכדי לקבל את המהלך של מאה יום, הצטברה שוב התוצאה עד כדי ג' שניות נוספות, ולכן, הוא **לקח מהן**, שוב את אותן ג' שניות האלו שהצטברו, **והוסיף אותן על כפל ק' יום, שהרי אמר שהמהלך של ק' יום הוא צ"ח ל"ג נ"ג**, ואם היינו כופלים את המהלך של עשרה ימים, שציין קודם הרמב"ם, דהיינו, ט' נ"א כ"ג, דהיינו, "23' 51' 9 מעלות, בעשר, לא היינו מקבלים אלא רק נ' שניות, ולא נ"ג שניות. כלומר, הרמב"ם הוסיף את אותן "3, בגלל שהפרש שהזניח קודם, בתוצאת הכפל בעשר, בכדי לקבל את המהלך של 100 יום, הצטברה השארית הקטנה הזאת שהזניח, עד כדי ג' שניות שלמות (ועוד שארית של "20), ולכן, רשם נ"ג ולא נ' שניות במהלך של ה 100 יום.

כך יישב המפרש את התמיהות, כביכול, על הרמב"ם, ותוך כדי כך, הוא גם הראה כי הרמב"ם סמך על דעת אלבתני, ולא על זולתו, בערכים של 10, ו 100 יום, עד כדי דיוק של שניה אחת.

אבל, אם נמשיך לבדוק הלאה, אנו נראה כי עבור 1000 יום, הרמב"ם פשוט כפל את המהלך של 100 יום "53' 33' 98 ב 10 וקבל:

$$98 \quad 33' \quad 53''$$

$$10 \times$$

---


$$980 \quad 330' \quad 530''$$

עתה, נהפוך את כל 60 שניות לדקות, וכל 60 דקות למעלות, וכן ננכה 360 מעלות זה אחר זה, כדלקמן:

בתחילה, נחשב כמה דקות שלמות יש ב "530, על ידי חלוקה ב 60:

$$530 : 60 = 8.83333333 \text{ דקות}$$

כלומר, יש ב "530, 8 דקות שלמות ועוד 0.83333333 מתוך 60 שניות, שהן

$$0.83333333 \times 60 = 50 \text{ שניות}$$

עתה נוסיף ל '330 הדקות את ה '8 דקות שקבלנו מתוך "530 בחשבון לעיל,

$$330 + 8 = 338'$$

גם 338' אלו נקבץ למעלות, על ידי חלוקתן ב 60, ונקבל,

$$5.63333333 \text{ מעלות} = 60 : 338$$

כלומר, 5 מעלות שלמות, ועוד שארית של 0.63333333 של מעלה.

נכפול שארית זו ב 60, ונקבל את מספר הדקות שנתרו,

$$0.63333333 \times 60 = 38 \text{ דקות}$$

נוסיף את 5 המעלות השלמות (שקבלנו לעיל) ל 980 המעלות דלעיל,

$$980 + 5 = 985 \text{ מעלות}$$

בסך הכל, אם נקבץ את כל התוצאות, נקבל

$$50'' \quad 38' \quad 985 \text{ מעלות}$$

נחסר 360 מעלות בזה אחר זה, מה 985 מעלות, שהרי בכל סיבוב יש 360 מעלות, שערכם המספרי במעלות, הוא גם אפס מעלות, ונקבל לבסוף, ששארית המהלך של אלף יום היא:

$$50'' \quad 38' \quad 265 \text{ מעלות}$$

וזהו, כאמור, בדיוק המהלך שהביא הרמב"ם לאלף יום.

אבל, האמת היא, שעבור 1000 יום, היה מן הראוי לכפול ב 10 את המהלך המדויק של 100 יום, דהיינו, לא את 53' 33" 9 ב 10, אלא, כפי שראינו לעיל, יש להביא בחשבון גם כאן את השארית של 20'', שהזנחנו לעיל, ולכפול את המהלך המדויק יותר של 100 יום, דהיינו, את 20'' 53' 33" 9 ב 10. אכן, כאשר מבצעים את הכפל הזה, רואים כמו קודם, כי הכפל של 20'' אלו ב 10 נותן 200'', שהם שוב 3'' עם שארית של 20'', ואז המהלך המדויק של 1000 יום היה צריך להיות 53' 38" 265, ולא כפי שהביא הרמב"ם 50'' 38' 265.

אבל, הרמב"ם לא ראה צורך להוסיף את הדיוק הזה של 3'' נוספות, והוא השאיר את המהלך של 1000 יום כ 50'' 38' 265 בלבד, אף על פי שהיה ראוי לרשום את המהלך המדויק יותר של 53' 38" 265 מעלות.

לא רק שהרמב"ם לא ראה לנכון להוסיף דבר למהלך של אלף יום, אלא, גם לא למהלך של עשרת אלפים יום. כלומר, הוא אימץ את המהלך של אלף יום, דהיינו, 50'' 38' 265 מעלות, כשיעור הבסיסי לכל מהלך שהוא, בין שהוא לאלף יום, ואז יש לכפול את המהלך הנ"ל של מאה יום בעשר, או בין שהוא עשרת אלפים יום, ואז יש לכפול את התוצאה של אלף יום בעשר, וכך הלאה, מבלי להתחשב יותר בשאריות של העשרים שלישיות במהלכים הארוכים יותר.

רואים כי, אמנם, הרמב"ם אימץ את המהלך של אלבתני עבור יום אחד, עשרה ימים ואף מאה יום, ודייק בו, עד כדי שניה אחת, בעקבות אלבתני, אבל, הוא עשה זאת כך, רק עד מהלך של 100 יום בלבד. אחרי כן, נראה שהוא "התנתק" מהדיוק של

אלבתני לאלף יום והלאה, כלומר, הוא השאיר את המהלכים של 1000 ושל 10000 יום ומעלה, ללא הדיוק המרבי האפשרי, אשר היה ניתן לשפרו, כאמור לעיל.

הרלב"ח מביא כאן ענין זה, וגם תמה על כך, כלשונו: **מה שכתב המפרש שהרב (הרמב"ם) סמך על דעת אלבתאני, כפי החשבון, דהיינו, שהרמב"ם הניח את חשבון המהלכים של אלבתאני, ולכן הוסיף בעשרה ימים ג' שניים, הרי שזה נראה אמיתי ונכון ומוכרח. אבל, קשה לי, למה לא עשה כן הרב (הרמב"ם) באלף יום, שהרי היה לו להוסיף שלושה שניים גם כן, שהוא העולה משני שלישים הנשארים במאה יום, וכן בעשרת אלפים יום, אשר בזמנינו זה (בזמן הרלב"ח), שהוא אחר תאריך העיקר של הרב (הרמב"ם), כבר מגיע ההפרש ליותר מקכ"ו אלף יום, היינו, יש חילוף במקום השמש ז' חלקים, שהם פחות, כלומר, שהמהלך של השמש על פי הרמב"ם, הוא פחות מהערך המדויק בז' חלקים, וצל"ע, וגו', כי עם היות על לבי קצת דברים ליישבו, עדיין לא נשלמו בשכלי, ולכן לא כתבתים. עכ"ל.**

גם בעל הלבושים, בספרו "אדר היקר", על קידוש החודש להרמב"ם והמפרש, גם הוא השאיר כאן את הקושיא הזו על הרמב"ם והמפרש בצ"ע.

כאמור לעיל, אחד החוקרים הידועים של האסטרונומיה העתיקה, דן גם הוא בסוגיא זו בהרחבה, והשווה את המהלכים שהביא הרמב"ם כדלעיל, לעומת המקור שלהם בספרו של אלבתני. אכן, נראה בבירור כי הרמב"ם לא השתמש בכל המהלכים שאלבתני הביא בספרו, אשר כללו גם מהלכים של השמש לכל עשרים שנה, עד שש מאות שנה. (ראה עמ' 339 במאמרו של O. Neugebauer משנת 1949 למנינם, שכותרתו "האסטרונומיה של הרמב"ם", *The Astronomy of Maimonides*)

אולי זהו אחד המקומות שהרמב"ם לא דייק בהם יותר מזה, כפי שכבר הזכיר קודם לכן, בהלכות ה' ו' בפרק י"א, כדבריו: שמא יתבונן חכם וגו', בדרכים אלו שאני מחשב בהן וגו', ויראה קירוב במעט במקצת הדרכים, ויעלה על דעתו, שנתעלם ממנו דבר זה, ולא ידענו שיש באותה דרך קירוב, אל יעלה זה על דעתו וגו'.

יש אשר נתלו במהלך המקורב שהביא הרמב"ם למאה יום (שהוא גם המהלך ל 1000 ול 10000 יום), וחישבו על פיו את המהלך היומי, והשתמשו בזה לחישוב אורך השנה.

החישוב הבא, שנעשה על ידי מספר חוקרים, לא הובא כלל על ידי הרמב"ם, אבל, הוא מוביל לתוצאה צדדית מעניינת בפני עצמה, שאינה שייכת לעניין חישוב זמן הראייה של הלבנה.

חוקרים אלה הניחו, שהמהלך של מאה יום, שהביא הרמב"ם, הוא מהלך מדויק, כביכול, וחישבו את המהלך היומי הממוצע של החמה, על ידי חלוקת המהלך הזה של 100 ימים הבסיסי הנ"ל 53' 33" 98 מעלות, ב 100 ימים. כך הם קבלו את המהלך של השמש בכל יום, על פי המהלך שהניח הרמב"ם למאה יום.

אחת הדרכים לעשות את החישוב הזה, היא להפוך קודם כל, את המהלך של מאה יום, לשבר עשרוני, ואחרי כן, לחלק אותו במאה.

החלק העשרוני של 33' מתוך 60' שיש במעלה אחת הוא,

$$0.55 \text{ של מעלה} = 60 : 33$$

החלק העשרוני של 53" מתוך 3600 שניות, שיש במעלה אחת הוא,

$$0.0147222 \text{ של מעלה} = 3600 : 53$$

נסכם את כל החלקים העשרוניים, ונקבל שהמהלך היומי של מאה יום, בצורה של שבר עשרוני הוא, בסך הכל, 98.564722 מעלות.

חלוקת מהלך זה במאה יום, תתן את המהלך היומי שהניח הרמב"ם בקרוב שלו כדלעיל,

$$0.9856472 \text{ מעלה ביום} = 100 : 98.564722$$

עתה, נחזור ונהפוך את המהלך הזה לדקות ושניות וכו', על ידי כפל בזה אחר זה ב 60, כפי שכבר עשינו במקרים קודמים, כדלקמן:

הכפל של 0.985647 ב 60 נותן לנו את חלק הדקות שיש ב 60,

$$59.138832 \text{ דקות} = 60 \times 0.9856472$$

כלומר יש בו 59' ועוד שארית של 0.1388333 של דקה.

שוב, נכפול שארית זו ב 60, בכדי לקבל את מספר השניות שיש בה, ונקבל,

$$8.32992 \text{ שניות} = 60 \times 0.138832$$

שוב, כפל של השארית 0.329992 ב 60 תתן את מספר השלישיות,

$$19.7952 \text{ שלישיות} = 60 \times 0.329992$$

שוב, כפל השארית 0.799952 ב 60 תתן את מספר הרביעיות,

$$47.712 \text{ רביעיות} = 60 \times 0.7952$$

מספר זה ניתן לעיגול ל 48'''

ונקבל, שהמהלך היומי שהרמב"ם הניח הוא:

$$48''' 19'' 8' 59' 0 \text{ מעלות}$$

עתה, אם נקח את המהלך היומי של החמה שהניח הרמב"ם, דהיינו 0.9856472 מעלות ביום כדלעיל, נוכל לחשב בכמה זמן, תשלים החמה את כל הסיבוב של 360 מעלות. זאת נעשה על ידי חלוקת ה 360 בקצב של המהלך ביום אחד, דהיינו,

$$365.2422489 \text{ יום} = 360 : 0.9856472$$

אשר בה 365 ימים שלמים, ועוד שארית של יום אחד בת 0.2422489 של יום.

נהפוך שארית זו לשעות על ידי כפל ב 24, וכך נדע את מספר השעות השלמות שבשארית זו,

$$0.2422408 \times 24 = 5.81397482$$

כלומר, יש בשארית זו 0.2422408 של יום, 5 שעות שלמות, ועוד שארית של 0.8139748 של שעה.

גם שארית זו 0.8139748 של שעה, נוכל להפוך לדקות, על ידי כפל ב 60 דקות,

$$0.81397482 \times 60 = 48.8384891$$

כלומר, יש בשארית זו עוד 48 דקות שלמות בשנה, וכן שארית של 0.8384880 של דקה.

שוב נבטא שארית זו של דקה בשניות, על ידי כפל ב 60, ונקבל,

$$0.8384880 \times 60 = 50.31$$

כלומר, יש להוסיף עוד כ 50 שניות לאורך השנה, ובסך הכל, תהיה אורך השנה כולה על פי הרמב"ם:

$$50 \text{ שניות} \quad 48 \text{ דקות} \quad 5 \text{ שעות} \quad 365 \text{ יום}$$

אורך זה של השנה הוא קרוב מאד, עד כדי מספר שניות בלבד, לאורך השנה הידוע כיום. תוצאה זו היא מופלאה, לכאורה.

אבל, האמת היא, כי הסטייה של הרמב"ם מאורך השנה של אלבתני היא היא שהביאה, בעצם, לתוצאה המופלאה הזאת. לכן, לתוצאה זו של הרמב"ם אין שום בסיס תצפיתי, בניגוד לאלבתאני שערך מדידות ממש, וזו של הרמב"ם נבעה רק מהקירובים שהוא נקט בהם, וכפי שאמר בהלכות ה' ו' בפרק י"א, קירובים אלה לא ישנו בצורה משמעותית את זמן ראיית הלבנה, וכיון שזו היתה כל מטרתם של קירובים אלה, הרי לחשבונות אלה בלבד הם נכונים, ובודאי שאינם בהכרח נכונים לחישוב אחר, כגון לחישוב מדויק של אורך השנה. לכן, תוצאה זו נראית כמניפולציה מספרית בלבד, ותו לא.

כאמור לעיל, אורך השנה של אלבתני, המבוסס על תצפיות של זמנו, הוא כרבע שעה קצר משש שעות, ולכן, הוא קצר יותר מזה של הרמב"ם שקבלנו לעיל (והידוע כיום) בכארבע דקות.

אורך השנה, על פי הקירוב של הרמב"ם לעיל, הוא קצר יותר מזה של שמואל בכ 11 דקות, ומזה של רב אדא בכ 6 דקות. בכל מקרה, הרמב"ם כבר ידע היטב, גם על סמך מדידותיו של אלבתני, כי אורך השנה של רב אדא גם הוא אינו מדויק, ובכך הוא חולק על דעת הראב"ח והיסוד עולם, שהביאו סיבה נבואית לאורך השנה של רב אדא, היינו, שאורך השנה של רב אדא הוא יסוד מוסד שקבלנו ממש בסיני, ראה ספר העיבור לראב"ח, בשער החמישי של המאמר השלישי, וכן ביסוד עולם בפרק ב' של המאמר השלישי. בעצם, אין כל סתירה בין תוצאות של מדידה, לעומת ידיעה נבואית, כיון שהיא באה ממקור אחר לחלוטין, שגם אותו אי אפשר להכחיש על ידי מדידה, כיון שהוא מייצג אמת מסוג אחר. למשל, אורך השנה של רב אדא, אמנם אינו מתאים לתוצאות המדידה של אורך השנה, אבל, אפשר לומר, שלא לכך הוא נועד, אלא, תפקידו הוא שבלוח העיבור שלנו, חג הפסח יפול תמיד אחרי תקופת ניסן של רב אדא, ובכך מתקיים במלואו הצווי על שמירת הפסח באביב, אף



על פי שאורך השנה של רב אדא אינו מתאים למדידות. כלומר, על פי מפרשים אלה, חג האביב מוגדר רק על ידי תקופת רב אדא, ולא על ידי תקופת ניסן האמיתית, שהיא על פי מהלך השמש האמיתי, הקובע את עונות השנה. וכבר ראינו דבר דומה, בלוח שלנו, שראשי החודשים והמועדים מתקדשים על פי המולד הממוצע, ולא על ידי המולד האמיתי. שני אלה, הן תקופת רב אדא, והן המולד הממוצע, הם אילוצים וחלופות חשבוניות הנובעים מהיותנו בגלות, היינו, שאין לנו סנהדרין שתקבע את ראשי החודשים ואת תקופת ניסן על פי הראייה האמיתית. בכל אופן, כל לוח לא נועד לצרכים אסטרונומיים, אלא לצורך החיים האזרחיים ממש, אם הוא לוח העיבור או לוח על פי הראייה, והוא נכון ואמיתי לזמן שנועד בו, והכל מתקדש בשמים, כראות עיניו של בית הדין. יש לזכור, כי הדיוק האסטרונומי מעולם לא היה היסוד המכריע לקביעת לוח השנה, ולא רק בעם ישראל.

מאידך, שנה ארוכה יותר בכשש דקות, כמו זו שהניח רב אדא, ביחס לאורך השנה האמיתי הידוע כיום, גורמת לכך שהפסח "נדחף" יותר ויותר לעבר הקיץ. זו היא הסיבה שבאלף השישי, יצא הפסח מעבר לחודש הראשון של האביב.

ולהבדיל, בהשוואה ללוחות של עמים אחרים, מתברר שבמשך כאלף שנים ויותר, האסטרונומים שלהם (וגם מנהיגי המדינות) ידעו היטב, שהלוח היוליאני שהשתמשו בו במשך כאלף חמש מאות שנה, מתרחק יותר ויותר מהאביב, באופן עקבי. רק לפני כחמש מאות שנה, הם תיקנו אותו בכאחד עשר יום, וגם אז, לא בכל המדינות, עד היום. ללמדך, שהבסיס לקביעת לוח שנה הם הצרכים האזרחיים דווקא, על אף שאינם נאמנים כל כך, לדיוקים האסטרונומיים.

**וכן הדין במהלכה בשנה ובחדש**, דהיינו, אם נכפול את המהלך המדויק של החמה ביום אחד שקבלנו לעיל, דהיינו,  $48'' 19''' 8'' 59'$  ב  $354$  יום שיש בשנה של לבנה, נקבל,  $12'' 49''' 8'' 55'$   $348$  מעלות, אבל, בעקבות הרמב"ם, נעגל עד כדי דיוק בשניות, ונקבל,  $9'' 55'$   $348$  מעלות. אבל, הרמב"ם, בהלכה לעיל, ציין כי מספר השניות אינו  $9''$ , אלא,  $15''$ , וצ"ע (וכבר הקשה הרלב"ח שם).

באותה שיטה נקבל כי מהלך החמה בחודש בן  $29$  יום הוא  $1'' 35'$   $28$  מעלות, ראה הלכה ו' לקמן.

**והדרך** כיצד נוהגים בביצוע המעשי של **כפילת השיעורין** שעשינו בכל הסעיפים לעיל, **ברורה היא למבין, אחר ידיעת העיקרים שאמר הרמב"ם למעלה**, בהלכות י' – **י"ב בפרק י"א**, על פי מה שהסברנו אותן שם, וגם בפרק זה, בפרוט רב.

### הקדמה להלכה ב

כבר הסברנו בפרק י"א, וכן לעיל, שתפקידו של הגלגל היוצא מרכז, אשר בו נעה השמש הוירטואלית בקצב קבוע במהלך האמצעי שלה, כמו שראינו לעיל בתמונות 2א', 2ב', הוא לגרום לכך שצופה על כדור הארץ יראה שדמות השמש המשתקפת על כיפת השמים, תנוע בהתאם למהלך האמיתי המשתנה של השמש מיום ליום. במילים אחרות, הגלגל יוצא מרכז הוא הדגם התיאורטי אשר בעזרתו מסבירים את המהלך המשתנה של השמש הנראית בפועל במשך השנה, וכן גם ניתן לחשב בעזרתו את המקום המדויק, בו תמצא את דמות השמש בשמים, בכל זמן שהוא.

תמונה 3 מראה כיצד נעה השמש הוירטואלית (''גוף השמש'' כביכול) בגלגל האמצעי שלה, במהלכה הקבוע במשך כל השנה, סביב נקודה כ' היוצאת מרכז. אבל, צופה הנמצא על כדור הארץ בנקודה ט', יראה כי דמות השמש משנה את מהלכה השנתי

על כיפת השמים, אף על פי שהיא נעה בקצב קבוע בגלגל היוצא מרכז שלה סביב כ"י. כלומר, כאשר דמות השמש נעה על רקע המזלות במשך השנה, הוא רואה כי היא מכסה מזל מסוים, או קבוצת מזלות (כמו בעונות השנה) בקצב שונה. המרחק בין שני המרכזים ט"כ, הוא הוא הקובע את גודל השינויים האלה במהלכה של השמש על כיפת השמים במשך השנה, כפי שהם נראים בפועל לצופה על כדור הארץ. לכן, בכדי להתאים את הציור התיאורטי הזה בתמונה 3, לשינויים במהלך השמש שרואה הצופה בפועל על כיפת השמים, היו צריכים לקבוע את המרחק התיאורטי ט"כ, בגודל המיוחד של 1/30 מהמרחק הממוצע של השמש מכדור הארץ כ"י, כפי שהסברנו לעיל בתמונה 2א'.

בתמונה 3 הוספנו גם את הרקע של המזלות, אשר עליו רואה הצופה על כדור הארץ מהנקודה ט', את דמות השמש במהלכה המשתנה במשך השנה. למשל, רואים כי כאשר השמש ("גוף השמש" בתמונה 3) נמצא בגלגל האמצעי שלה בנקודה א', אז דמות השמש משתקפת לצופה בנקודה ב' על פני כדור השמים, על רקע מזל תאומים. דמות השמש נעה במשך כל חודש ניסן על פני מזל זה, ואורך הזמן בו היא תחלוף על פני מזל זה כולו, יהיה תלוי, כאמור, במרחק המדויק בין המרכז כ"י של הגלגל היוצא לבין המרכז ט', שם נמצא הצופה על כדור הארץ. את המרחק הזה בין שתי הנקודות ט"כ (1/30) התאימו כך שהזמן שבו שווה השמש בכל אחד מהמזלות (וזמן זה שונה ממזל למזל) יתאים בפועל למציאות, כפי שרואה אותה הצופה מנקודת תצפיתו הוא, היינו, מהנקודה ט'.

כידוע, השמש חוזרת על מהלכה השנתי בצורה מדויקת, היינו, היא מגיעה לנקודה מסוימת על גלגל המזלות, באותו הרגע מדי שנה בשנה, ככתוב, שמש ידע מבואו (ראה ר"ה כה.). כיון שמסלולה נמצא תמיד באמצע פס המזלות, לכן, ניתן לאפיין כל נקודה שם על ידי מספר המעלות המדויק, בו היא נמצאת לאורך מעגל זה. האסטרונומים הקדמונים קבעו כי תחילת ספירת המעלות, או נקודת האפס, אשר ממנה מתחילים לספור את המעלות על גלגל המזלות, תהיה בנקודת האביב שעל גלגל המזלות. יש לנו גם סימן לכך על כדור הארץ, והוא היום בשנה אשר בו היום והלילה שווים זה לזה, שחל בתחילת עונת האביב (ולא בסתיו, שגם שם נמצאת נקודה שנייה בה היום והלילה שווים גם כן). מפאת חשיבותו של עניין זה, נחזור להסביר שוב כיצד נקבעה נקודת האביב כנקודת האפס על גלגל המזלות, והמשתמע ממנה, כדלקמן. (ראה גם בכרך ט', בהלכות ו' ז' בפרק ג' בהלכות יסודי התורה)

תמונה 4 מראה את כדור הארץ במרכז, ועליו משורטט קו המשווה שלו, וכן ההשלכה של קו המשווה הזה על הגלגל התשיעי, היוצרת את קו המשווה השמימי הזה על הגלגל התשיעי (וכן גם גלגל משווה דומה על הגלגל השמיני). כזכור, על פי הקדמונים, תפקיד הגלגל התשיעי היה לשוב את כל הגלגלים שבתוכו בסיבוב היומי סביב כדור הארץ, והארץ אינה סובבת כלל סביב עצמה. כיון שהגלגל התשיעי סובב את הסיבוב היומי, לכן, בהכרח, שייך לו גם ציר אשר סביבו הוא סובב. באותה מידה, על מנת שהצופה על כדור הארץ יראה, שכביכול, כל גרמי השמים סובבים דווקא סביבו, הרי הציר של הגלגל התשיעי עובר בהכרח דרך מרכז כדור הארץ עצמו, אף על פי שכדור הארץ עצמו אינו סובב כלל, אלא זהו ציר סיבוב של הגלגל התשיעי סביב צירו עצמו, כפי שהניחו הקדמונים. ברור כי כאשר האסטרונומים החליטו, לפני כמה מאות שנים בלבד, שכדור הארץ הוא הסיבוב את הסיבוב היומי סביב עצמו, אז לא היה צורך יותר בגלגל תשיעי, וכך הוא "נעלם" מאליו מתמונת העולם שהייתה מקובלת עד אז, וכיום מניחים שכדור הארץ הוא הסיבוב בעצמו סביב ציר זה.

תמונה 5 מראה שרטוט של המשווה השמימי וגלגל המזלות, מנקודת מבט חיצונית לשניהם. האסטרונומים החליטו כי נקודת הפגישה א' של שני קוים אלה בשמים, היא נקודת האפס, אשר ממנה סופרים את תחילת המעלות על גלגל המזלות, ואשר מספרן הולך וגדל בכוון ממערב למזרח לאורך גלגל המזלות. מאידך, כידוע, לשמש יש גם מהלך שנתי על גלגל המזלות, בכוון ממערב למזרח, ובמשך השנה, היא עוברת בהכרח גם דרך נקודת הפגישה הזאת א', ביום אשר בו חל השוויון של היום והלילה. לכן, נקודה הפגישה הזו שעל גלגל המזלות, נקראה בשם "נקודת האביב", כי כאשר השמש מגיעה אליה במהלכה השנתי, אז חל יום השוויון של היום והלילה על כדור הארץ.

אבל, כיצד תיראה תמונה 5 לצופה הנמצא על כדור הארץ? תמונה 6 מראה את כיפת השמים כפי שרואה אותה הצופה, ועליה שני הקוים, המשווה השמימי וגלגל המזלות, העוברים מעל לראשו של הצופה, ושניהם פונים מעט דרומה. נקודת פגישתם א' שבתמונה 5 נראית כאן קצת מעל האופק המערבי שלו. יתר על כן, כמו כל כוכב בסיבובו היומי ממזרח למערב של הצופה, גם נקודת הפגישה א' עצמה, גם היא זורחת ממזרח ושוקעת במערב, כי גם היא, כמו כל כוכב, משתתפת בסיבוב היומי ההכרחי. אבל, כיון שהיא נמצאת גם על קו המשווה השמימי עצמו, לכן, כמו כל שאר הנקודות האחרות שעל המשווה השמימי, הזורחות באמצע המזרח, ושוקעות באמצע המערב, גם היא, כמו כולן, תשקע בנקודת אמצע המערב של הצופה. בתמונה 5 הוספנו גם את שמות המזלות, היינו, טלה, שור תאומים וכו'. לכל נקודה הנמצאת על מזל כל שהוא, ניתן לשייך לה על פני גלגל המזלות, מספר מעלות הנמדדות מתחילת הנקודה א', היינו, מנקודת האביב, מזרחה. כך מזל טלה מתחיל בנקודה א', העומדת בנקודת האפס של המעלות, מזל שור שאחריו מתחיל מ 30 מעלות, תאומים מ 60 מעלות, וכך הלאה, עד המזל השנים עשר, שהוא מזל דגים, המתחיל ב 330 מעלות, ומסתיים ב 360 מעלות, שהיא גם נקודת האפס שהתחלנו בה. הקדמונים קבעו צורה של טלה במרווח שבין אפס מעלות לבין 30 מעלות, על ידי חיבור של מספר כוכבים בהירים מסוימים באותו איזור של גלגל זה, והחיבור של הקוים האלה ביחד מראה, דמות שצורתה טלה, כביכול. ההכרח לצייר דווקא צורה של מזל טלה באזור זה, הייתה על סמך ידיעה פנימית של ההנהגה בעולם, על פי השקפת עולמם של האסטרוולוגים הקדמונים. כך, באותה מידה, נקבעה צורת שור לאזור שבין 30 מעלות לבין 60 מעלות, וכך הלאה עבור כל צורות המזלות. זו היא הסיבה שקוראים לכל הגלגל השמיני כולו בשם "גלגל המזלות", אף על פי שהמזלות תופסים רק פס צר על גביו. פרט לשנים המזלות האלה, הוא מכיל גם את כל שאר כוכבי השבת.

תמונה 7 מראה את התנועה היומית של השמש בשמים במשך השנה, ובפרט בשלושת החודשים תמוז, ניסן וטבת, מעל האופק של צופה הנמצא בירושלים. המסלול היומי שלה ממזרח למערב בחודש ניסן הוא המסלול האמצעי הנמצא בין המסלול היומי בחודש תמוז, לבין זה של חודש טבת. מסלול אמצעי זה, בחודש ניסן, הוא גם המשווה השמימי עצמו שבשרטוט 6 (ראה פירוט עניין זה בתמונות 19-21, בהקדמתנו לפרק י"ז לקמן). כאמור לעיל, בחודש ניסן, ביום הראשון של האביב, השמש שוקעת בדיוק על רקע נקודת הפגישה א', כלומר, היא זורחת באותו היום על הרקע שלה באמצע המזרח, וגם שוקעת יחד איתה באמצע המערב. כאמור לעיל, נקודה זו א' שעל גלגל המזלות, היא הנקראת בשם "נקודת האביב". שים לב, כי נקודת האביב היא נקודה שמימית הנמצאת על גלגל המזלות, ותנועתה היומית בשמים היא כמו כל כוכב. לעומתה, נקודת אמצע המערב היא נקודה ארצית הנמצאת על האופק המערבי של הצופה על כדור הארץ, והיא לעולם קבועה ומקובעת שם באותו מקום.

בסיכום, נקודת האביב שעל גלגל המזלות מתלכדת בדיוק, אחת לשנה, ביום השוויון של היום והלילה (שחל על כדור הארץ), עם נקודת אמצע המערב הארצית, בה שוקעת השמש במערב על הארץ באותו יום. אחרי כן, מנקודת אמצע המערב, גם השמש וגם נקודת האביב, שוקעות יחד מתחת לנקודת אמצע האופק המערבי, כי נקודת אמצע המערב היא ארצית, ואינה זזה משם לעולם, והשמש והכוכבים נעים ביחס אליה. כלומר, במשך השנה כולה, נקודת האביב הנמצאת על גלגל המזלות, זורחת ושוקעת בשמים כמו כל כוכב, אבל, ישנו יום אחד בשנה, כאשר היום והלילה שווים על כדור הארץ, אז נקודת האביב אי' שעל גלגל המזלות, שוקעת במערב בדיוק באמצע האופק הארצי של הצופה, ובאותו רגע חל גם רגע השקיעה של השמש באותו יום.

כידוע, היום הראשון של עונת האביב, היינו, יום שוויון היום והלילה, חל מידי שנה בשנה, באותו היום בדיוק בכל הארצות הצפוניות של כדור הארץ. יתר על כן, מתברר, בכל יום כזה של השנה, שוקעת השמש על רקע נקודת האביב, בנקודה אמצעית של האופק המערבי של כל צופה בכל ארץ וארץ (ראה גם פירושונו על דברי המפרש, בפרק י"ט לקמן).

כאמור, ניתן לאפיין את מקומו של כוכב הנמצא על גלגל המזלות ביחס לנקודת האביב. למשל, אם אומרים שהשמש נמצאת בזוית של 80 מעלות על גלגל המזלות, הכוונה היא שהיא נמצאת 80 מעלות מזרחה, מנקודת האביב שעל גלגל המזלות. או, אפשר גם לומר, 80 מעלות לאורך גלגל המזלות, החל מנקודת אמצע המערב של האופק של הצופה, ביום שוויון היום והלילה. זאת כיון שתחילת מזל טלה נמצאת אז בדיוק בנקודת אמצע המערב של הצופה. כלומר, באופן מעשי, אפשר לחכות עד יום השוויון של היום והלילה, ובמקום למדוד את מקומו של כוכב על גלגל המזלות ביחס לתחילת מזל טלה, הרי ניתן למדוד אותו ביחס לנקודת אמצע המערב עצמה, כי כאמור, תחילת מזל טלה נמצאת בדיוק על נקודת אמצע המערב של הצופה (שהיא נקודה ארצית, ולא שמימית), ביום השוויון של היום והלילה. כך הופכת נקודת אמצע המערב לנקודת ייחוס קבועה, אשר ממנה יוכל צופה על כדור הארץ, לקבוע ביחס אליה את מקומה של כל נקודה על גלגל המזלות, אבל, הוא יוכל לעשות זאת רק ביום שוויון היום והלילה.

והנה, לאחר מאות רבות בשנים של תצפיות בכוכבים של האסטרונומים הבבליים הקדמונים, שנעשו מדי שנה בשנה, ביום השוויון של היום והלילה דווקא, ותצפיות אלו נמשכו זמן רב, גם על ידי האסטרונומים היוונים, שבאו אחריהם, התברר, כי כוכבי שבת שעל גלגל המזלות, כמו למשל, הכוכב הבהיר ביותר במזל בתולה, המכונה בשם "ספיקה" (אות פ' דגושה, spica), משנים את מקומם באיטיות רבה (תמונה 8), של כמעלה אחת בשבעים שנה, ביחס לנקודת אמצע האופק המערבי שעל כדור הארץ. כאמור, תופעה זו נראתה מדי שנה בשנה, בימי השוויון של היום והלילה, זה אחרי זה. עם חלוף הזמן, נמצאו כוכבים נוספים על גלגל המזלות, כמו הכוכב "ספיקה", שהזכרנו לעיל, הנעים גם הם, באותו קצב של מעלה אחת בשבעים שנה, ביחס לנקודת אמצע המערב. כלומר, באופן מעשי, מידי שנה בשנה, ביום השוויון של היום והלילה, ראו מעין "תהלוכה" איטית מאד של שנים עשר המזלות, החולפת משנה לשנה, על פני נקודת אמצע המערב (תמונה 9). תופעה זו נצפית גם כיום, והשם המדעי שלה הוא "פרצסיה" (precession) (ראה גם הלכות ו' – ז' בהלכות יסודי התורה בכרך צה"ט)

לפני כאלפיים שנה נקבע לתמיד מקומם של צורות המזלות שציינו לעיל, על הגלגל התשיעי, לרבות מקומו של תחילת מזל טלה, שעמד אז בנקודת אמצע המערב, כמו בתמונה 6 (ראה גם תמונה 10). אבל, כאמור, מאז, כמו הכוכב "ספיקה" לעיל, זו

כל הכוכבים של המזלות ממקומם, לרבות הכוכבים במזל טלה, ביחס לנקודת אמצע המערב, היינו, הם נעים כלפי מעלה מנקודת אמצע המערב, כלומר, בכיוון ממערב למזרח (תמונה 11). בפשטות, נוכל לומר, כי משנה לשנה, כאשר מסתכלים במערב, ביום השוויון של היום והלילה של כל שנה, רואים כי מזל טלה "עזב" את מקומו בנקודת אמצע המערב. למשל, כיום, רואים באותו יום של השוויון של היום והלילה, כי הכוכבים של מזל טלה כבר נמצאים כולם בשלושים מעלות מעל האופק המערבי, עד שתפסו את מקומו של מזל שור "הישן", שעמד שם לפני כאלפיים שנה (תמונה 9). מזל שור עצמו גם כן "עזב" גם הוא את מקומו הישן, והגיע כיום למקומו של מזל תאומים הישן, וכך הוא עבור שאר המזלות, כל אחד תופס כיום את מקומו של המזל שהיה מזרחה ממנו, עד אחרון המזלות, מזל דגים, הנראה כיום בנקודת אמצע המערב עצמה, שם עמד, כזכור לעיל, מזל טלה לפני כאלפיים שנה. בכל זאת, השאירו הקדמונים את "מזל טלה" עצמו במקומו הישן, וכן גם כל המזלות אחריו, אבל, כמזלות ווירטואליים בלבד, וכאמור, רואים כיום בפועל מזלות אחרים במקומם כנ"ל. כלומר, תחילתו של מזל טלה הווירטואלי נשארה בנקודת אמצע המערב עד היום, והוא הוא תחילתו של מזל טלה על הגלגל התשיעי, יחד עם כל שאר המזלות הווירטואליים כנ"ל. מערכת המזלות הווירטואליים הזאת, אשר מזל טלה הווירטואלי שלה נמצא תמיד בנקודת אמצע המערב, ולעולם הוא לא אז משם, מערכת זו משמשת מאז כמערכת ייחוס קבועה, אשר ביחס אליה מודדים את התנועה האיטית מאד של המזלות מדי שנה בשנה. עתה, בכדי להבחין בין מזל טלה הווירטואלי "הישן", לבין מצבו כיום, שהרי הכוכבים במזל טלה נעו ממקומם לכיוון מערב, החליטו האסטרונומים הקדמונים לקרוא לכוכבים של מזל טלה, שרואים בפועל, בשם "קבוצת טלה" (ולא מזל טלה), ו"קבוצת טלה" זו היא שזזה עם הזמן ביחס "למזל טלה" הווירטואלי, כלומר, הם השאירו לתמיד את הכינוי "מזל טלה" הישן כפי שהיה קודם, בנקודת אמצע המערב, ומעתה נוכל לומר, כי "קבוצת הכוכבים של טלה" היא היא שזזה בקצב של מעלה אחת בשבעים שנה, ביחס לנקודת אמצע המערב, שם נמצא עדיין, עד היום הזה, וגם בכל הזמנים, תחילת מזל טלה הישן, והוא גם תחילתו של הגלגל התשיעי, שגם הוא ווירטואלי, וכן כל שאר המזלות נמצאים על הגלגל התשיעי הזה, המתחיל מתחילת מזל טלה הישן, והנמצא תמיד על נקודת אמצע המערב של הצופה. לעומתו, הגלגל של "קבוצות המזלות", כגון "קבוצת טלה" או "קבוצת שור" וכו', הם כולם מהוים את "קבוצות המזלות" על הגלגל השמיני, הנע במעלה אחת בשבעים שנה, ממערב למזרח, ביחס לגלגל התשיעי, או ביחס לנקודת אמצע המערב.

שים לב, כי לדעת הקדמונים, לנקודת אמצע המערב, אין שום תנועה כלל, לא סיבובית, וגם לא תנועה אחרת, כי היא נמצאת על פני כדור הארץ עצמו, הנמצא במרכז של כל הגלגלים, ללא סבוב עצמי, וללא תנועה אחרת כל שהיא. לכן, היא משמשת כנקודת ייחוס מוחלטת ותמידית של תחילת הגלגל התשיעי של המזלות הווירטואליים. אי לכך, לדעתם, ניתן למדוד ביחס לנקודת אמצע המערב, כל שינוי המתחולל בשמים, כגון תנועת הגלגל השמיני, היינו, תנועת קבוצת המזלות, כי היא נחשבת כנקודה נחה באופן מוחלט. בכל חישוביו של הרמב"ם בקידוש החודש, הוא חישב את כל הגדלים ביחס לאמצע המערב, היינו, ביחס למקום של תחילת מזל טלה הווירטואלי שעל הגלגל התשיעי, היינו, ביחס לאמצע המערב דווקא. הסיבה לכך היא, כפי שנראה בפרק י"ט, לדעת הרמב"ם, חקירת העדים, בעניין מקומו של הירח, אינה היכן היה בזמן הראייה ביחס למקומה של החמה באופק המערבי בזמן השקיעה, כדעת הגמרא בר"ה כ"ג:; לכאורה, אלא, ביחס לנקודת אמצע המערב דווקא, וזה אינו היינו הך (ראה נספח ב' להלכה ד' בפרק ב').

כאמור, ניתן לומר, כי לדעת הקדמונים, גלגל המזלות מסתובב לאורכו, לא רק ביחס למקום המזלות הקודמים, כמו בתמונה 9, אלא, תוך כדי כך הוא גם חולף

באופן איטי, גם ביחס לנקודת אמצע המערב, שם שוקעת כל יום נקודת האביב באותו מקום בדיוק, עד היום. או ניתן גם לומר, כי, למשל, קבוצת טלה שתחילתה נקבעה על ידי הקדמונים לפני כאלפיים שנה, בדיוק בנקודת האביב באמצע המערב, יחד עם כל שאר המזלות הישנים, נשארו שם כל אחד באותו מקום בדיוק, כמו בתמונה 6, ואילו קבוצת טלה ושאר קבוצות המזלות הם שזזו ביחס למזלות הישנים, כמו במצב בתמונה 10. על פי זה, לאחר סיבוב שלם של 360 מעלות, תחזור שוב קבוצת טלה למקומה, בדיוק מול מזל טלה הישן, לאחר כ 25,200 שנה, כמו בתמונה 10.

בגלל התזוזה הזאת, אף על פי שהיא זעירה ביותר, מקומה האמיתי של השמש אינו רק על הגלגל האמצעי שהגדרנו לעיל, אלא, יש להוסיף עליו את התזוזה הזאת לכל הגלגל היוצא כולו, לכוון מזרח, בקצב של מעלה אחת בשבעים שנה. כך נקבל את מקומה האמיתי של השמש ביחס לאמצע המערב, או כלשונו של הרמב"ם, ביחס לתחילת טלה "הישן", המיוצג תמיד, בכל תקופה ותקופה, בדיוק ברקע של נקודת אמצע המערב.

הרמב"ם כבר תיאר את התזוזה הזאת של המזלות, ביחס לנקודת אמצע המערב, בצורה ציורית יותר, בהלכות ו' ז' בפרק ג' של הלכות יסודי התורה (ראה כרך צה"ט). לדבריו, לפני כאלפיים שנה "העתיקו" האסטרונומים, היינו, ציירו את הצורות של המזלות מהגלגל השמיני, על פס וירטואלי דומה על הגלגל התשיעי, באופן שכל מזל ומזל ווירטואלי שעל הגלגל התשיעי, עמד בדיוק מול אותו מזל שעל הגלגל השמיני, אבל, ללא הכוכבים עצמם שבכל מזל ומזל, אלא, רק צורותיהם בלבד (שהרי אין כוכבים כלל בגלגל התשיעי) (תמונה 10). בהתאם לציור זה, כפי שהסברנו כבר לעיל, התזוזה של מעלה אחת בשבעים שנה היא, כאילו שקבוצות המזלות שבגלגל השמיני נעות ממערב למזרח, ביחס לגלגל מזלות ווירטואלי קבוע שנקבע על ידי בטלמיאוס על הגלגל התשיעי, היינו, שקבוצת טלה החדשה הולכת ותופסת את מקומו של מזל שור הנמצא ברקע של הגלגל התשיעי (תמונה 11), ומזל שור הולך ותופס את מקומו של מזל תאומים, וכו'. את התזוזה הזאת, ניתן למדוד ישירות ביחס לנקודת אמצע המערב, כאמור לעיל.

כיון שכל י"ב קבוצות המזלות שעל הגלגל השמיני, נעות ביחס למזלות שעל הגלגל התשיעי, במעלה אחת בשבעים שנה, לכן, ברור שגם נקודת האפס של המעלות, היינו, נקודת האביב, הנמצאת בתחילת קבוצת טלה, גם היא זזה באותו קצב, ממערב למזרח, ביחס לנקודת האביב, הנמצאת בתחילת מזל טלה, שעל הגלגל התשיעי.

רק לפני כארבע מאות שנה, נתגלתה הסיבה האסטרונומית לתזוזה הזו של מעלה אחת בשבעים שנה (ראה פירושונו על הסוגיא בפסחים צ"ד בספר צה"ה). מתברר כי הסיבוב העצמי של כדור הארץ סביב עצמו, גורם לתופעה, שקו המשווה של כדור הארץ אינו קבוע במרחב, ולכן, בעקבותיו, גם קו המשווה השמימי אינו קבוע במרחב, ובעקבותיו גם נקודת אמצע המערב (ראה תמונה 5 לעיל) היא היא שנסוגה אחור (מערבה), ולא שגלגל קבוצות המזלות זו מזרחה, כפי שחשבו הקדמונים. לכן, רואים את נקודת האביב כיום על רקע סוף מזל דגים, ולא שמזל דגים זו מזרחה, כדעת הקדמונים. הסיבה לתזוזה זו היא שנטיית קו המשווה הארצי עצמו ביחס לגלגל המזלות, אמנם קבועה, אבל, הכוון של מישור המשווה השמימי נע בהדרגה ביחס לגלגל המזלות, כפי שראינו שגלגל הסיבוב של הירח משנה את כוונו ביחס לגלגל המזלות, היינו, שמסלול הירח בחודש אחד אינו חוזר על עצמו במרחב בכל חודש (ראה תמונות 17, 19, 20 בפרק ב').

בהלכה ב' לקמן, מוסיף הרמב"ם את התיקון הזה של מעלה אחת בשבעים שנה מזרחה, בכדי לחשב את מקומה המדויק של השמש, ביחס למזל טלה הישן, היינו, ביחס לאמצע המערב של הצופה, על ידי שהוסיף סיבוב קטן ואיטי, של מעלה אחת בשבעים שנה מזרחה, למרכז עצמו כ' של הגלגל היוצא (הגלגל האמצעי) סביב כדור הארץ (תמונה 12). למעשה, זו היא בדיוק תמונה 3 שכבר ראינו לעיל, אלא, שעתה נקודת המרכז כ' של הגלגל היוצא, אינה עומדת כל הזמן בנקודה כ', אלא, היא סובבת במעגל סביב לנקודה ט', בקצב של כמעלה אחת בשבעים שנה. נעיר כי התנועה השנתית של השמש בגלגל היוצא שלה סביב המרכז כ', גם היא בכיוון ממערב למזרח, כמו התנועה של מעלה אחת בשבעים שנה, לכן, יש להוסיף על מקום השמש בגלגל היוצא, גם את התוספת בה נעה נקודת המרכז עצמה כ' סביב הנקודה ט', היינו, מעלה אחת בשבעים שנה. למשל, אם מקום השמש, בסיבובה סביב הגלגל היוצא שמרכזו בנקודה כ', גדל בחודש אחד בשלושים מעלות, אז יש להוסיף עליו גם את ההתקדמות היומית היחסית של חודש אחד של המרכז כ' סביב ט', שהרי גם הוא נע מזרחה, כמו סיבוב השמש בגלגל היוצא שלה, אם כי הסיבוב של כ' סביב ט' הוא זעיר ביותר, ביחס לשינוי של שלושים מעלות בחודש אחד, כאמור לעיל.

תמונה 13 מראה כיצד הנקודה כ' מתקדמת במעגל שלה סביב ט', והיא סבבה מעט, עד שהגיעה ממצב כ'1 למצב כ'2. לכל אחד מהמרכזים כ'1 כ'2 שעל המעגל היוצא הסובב סביב ט', שייך גלגל אמצעי (יוצא) אחר, הנקודה כ'1 היא המרכז של הגלגל היוצא (אמצעי) מס' 1 (מסומן בתמונה 13), והנקודה כ'2 היא המרכז של הגלגל היוצא (אמצעי) מס' 2. המעבר מהנקודה כ'1 לנקודה כ'2 הוא איטי מאד. כזכור, מהלכו הוא רק מעלה אחת בשבעים שנה (וסיבוב שלם יארך כעשרים וחמש אלף שנה). כלומר, השמש תנוע שבעים פעם במעגל היוצא שלה, היינו, שבעים שנה, עד שהמרכז כ' יסתובב מהנקודה כ'1 עד לנקודה כ'2, במעלה אחת סביב ט'. מאידך, במשך השבעים שנה האלו, יתקדם הגלגל היוצא בהדרגה מזרחה יותר ויותר, אמנם באופן איטי מאד, כאשר הוא נושא עליו את השמש תמיד, והיא מצדה, סובבת תוך כדי כך את הסיבוב השנתי שלה סביב הנקודה כ'. כך יוצא, שלכל נקודה ונקודה כ' הסובבת סביב הנקודה ט', שייך גלגל יוצא (אמצעי) אחר, הנושא את השמש על גביו. לפיכך, השמש נעה בשתי תנועות, האחת היא תנועה שנתית סביב מרכז הגלגל היוצא שמרכזו בנקודה כ', והתנועה השנייה היא של המרכז כ' עצמו סביב הנקודה ט'. רואים בתמונה 13, כי תוך כדי סיבובה השנתי של השמש בגלגל היוצא, כאשר היא עצמה נעה גם מגלגל יוצא אחד, לגלגל יוצא אחר, מקומה האמיתי הולך ו"נדחף" מזרחה יותר ויותר, כי על מקומה בגלגל היוצא, נוסף עליו עתה גם הסיבוב של המרכז כ' עצמו, של הגלגל היוצא סביב ט'. לכן, בכל נקודה אליה מגיעה השמש במהלכה השנתי על הגלגל היוצא, יש להוסיף עליה גם את התנועה הזאת מזרחה של הגלגל היוצא הנושא אותה, כפי שסיביר זאת הרמב"ם לקמן.

תמונה 14 מראה מצב מסוים של הגלגל היוצא שמרכזו בנקודה כ', הסובבת סביב כדור הארץ הנמצא בנקודה ט'. כאמור, גוף השמש סובב בגלגל היוצא. אם נחבר את מרכז הגלגל היוצא ט', עם מרכז כדור הארץ כ', בקו מרוסק, ונמשוך אותו למעלה ולמטה, עד שיחתוך את הגלגל היוצא בשתי הנקודות ר"ש, כפי שעשינו זאת כבר בפרק הראשון, בהלכה ג', בדברי המפרש לציור ט"ו (והציורים הנלווים אליו שם), נראה, כי כאשר השמש נמצאת בנקודה ר', אז, מכל הנקודות שעל הגלגל היוצא, הנקודה ר' נמצאת במרחקה הגדול ביותר מכדור הארץ הנמצא בנקודה ט', ולכן, קראנו שם לנקודה ר' בשם נקודת "רום", או נקודת "גובה". לעומתה, הנקודה ש' נקראה בשם נקודת "שפּל", כי היא הנקודה הקרובה ביותר של הגלגל היוצא אל כדור הארץ. ברור כי כאשר המרכז כ' של הגלגל היוצא סובב סביב הנקודה ט', כזכור, בקצב של מעלה אחת בשבעים שנה, הרי גם נקודת הגובה ר' נעה גם היא מזרחה באותו קצב, כפי שמראה תמונה 15. היינו, כאשר מרכז הגלגל היוצא נע

מהנקודה כ'1 לנקודה כ'2, אז נקודת הגובה תסתובב מהנקודה ר'1 לנקודה ר'2, באותו גודל של זווית.

כאמור, כאשר המרכז כ' של הגלגל היוצא סובב סביב הארץ, הנמצאת בנקודה ט', ברור כי לא רק הנקודה כ' סובבת סביב ט', אלא גם כל הנקודות שעל הגלגל היוצא כולן, כגון הנקודה ב' בתמונה 15, בתנועה זו. כלומר, כל הנקודות שעל הגלגל היוצא, כמו הנקודה ב', יש להן תנועה נוספת על גבי זו שהם סובבים בגלגל היוצא השנתי הרגיל, וגודלה של התוספת הזו היא גם בדיוק הזווית שבה נעה הנקודה כ', סביב ט', היינו, בכמעלה אחת בשבעים שנה, ממערב למזרח. כך יוצא, כי אם אנו רוצים לחשב את מקום השמש בכל רגע ורגע, עלינו לחשב, בתחילה, את השיעור בו התקדמה השמש בסיבובה השנתי הרגיל על הגלגל היוצא, ביחס למקומה בזמן העיקר, ואחר כך, כאמור, עלינו להוסיף על גבי זה את המעלה אחת בשבעים שנה. כי כאמור, הסיבוב של הנקודה כ' "דוחף" את כל הנקודות השייכות לגלגל היוצא הסובב סביבו, כגון הנקודה ב' שעליו, וזאת בכל נקודה ונקודה אליה תגיע אליו השמש בסיבובה השנתי סביב הנקודה כ'.

כאשר השמש סובבת 70 סיבובים שנתיים סביב כדור הארץ, בכל סיבוב וסיבוב, הגלגל היוצא כולו נע מעט מזרחה. תמונה 15 מדגימה זאת: גלגל 1 (קו מלא) נע למצבו החדש לגלגל 2 (קו מרוסק). כלומר, אמנם הנקודה ב' נעה על הגלגל היוצא בסיבובה השנתי, אבל, יש להוסיף על תנועתה זו, גם מעלה אחת מזרחה, אחת לשבעים שנה, היינו, הנקודה ב' על המעגל המלא, מגיעה עד לנקודה מ' על המעגל המרוסק, פרט לסיבובה השנתי במעגל המלא.

נעיר, כי ניתן להזניח רק גדלים בתוך מערכת הארץ והשמש, ביחס למרחק אל גלגל המזלות בלבד, אבל, גדלים בתוך הגלגל היוצא עצמו, אי אפשר סתם להזניחם זה ביחס לזה.

הקדמונים היו מחשבים גם את המסלולים, לא רק של השמש והירח, כפי שמביא הרמב"ם בהמשך הפרקים כאן, אלא, הם חישובו גם את המהלכים של שאר כוכבי הלכת. לצורך זה, הם שייכו לכל אחד מהם, גם כן גלגלים יוצאים אחרים עבורם, וגלגלים מקיפים, אשר פעלו יחד, בכדי לתאר את תנועתו המשתנה של כל אחד מכוכבי הלכת, כפי שהיא נראתה להם בפועל בשמים (ראה כרך צה"ט, הלכות יסודי התורה, פרק ג', הלכות ד' ה', וכן גם בספר צה"ד סעיף ח'). ברור כי הגלגלים האלה של כל כוכב לכת, הותאמו ספציפית, כאמור לעיל, למדידות בפועל של כל אחד מהם בנפרד. יתר על כן, גם הגלגלים היוצאים שהותאמו להם, גם הם סובבים סביב כדור הארץ בנקודה ט', כי תנועה זו, כזכור, היא של הגלגל השמיני ביחס לנקודת אמצע המערב, היינו, ביחס לתחילת מזל טלה של הגלגל התשיעי, ולכן, תנועה זו (תנועת הפרצסיה) מופיעה גם היא בכל דגם של תנועת כוכבי הלכת, אלא, שלכל אחד מהם יש קצב שונה מהמעלה אחת בשבעים שנה, שראינו לעיל.

עתה יובנו יותר דברי הרמב"ם והמפרש.

## הלכה ב

**נקודה אחת יש בגלגל השמש** (תמונה 14), דהיינו, כאשר השמש נעה במשך השנה על פני הגלגל היוצא (האמצעי) סביב מרכזו בנקודה ט', הרי כאשר היא חולפת על פני הנקודה המיוחדת ר', אז היא תהיה במרחקה הגדול ביותר ר"ט מהארץ.



ולא רק בשמש, אלא, **כן** הדבר גם **בשאר גלגלי השבעה כוכבים** (כוכבי הלכת), כי גם לכל אחד מהם, כמו לשמש, יש גם כן סיבוב של מרכז הגלגל היוצא שלהם כ', כמו זה של מעלה אחת בשבעים שנה, של הגלגל היוצא של השמש, אלא, שלכל גלגל יוצא שלהם יש קצב אחר, ואז גם להם יש נקודת גובה של הגלגל היוצא שלהם, כמו ר', שכאשר כוכב הלכת חולף על פניה, במהלכו בגלגל היוצא שלו, הרי **בעת שיהיה הכוכב בה**, דהיינו, בנקודה המיוחדת הזאת ר' שעל הגלגל היוצא, של כל כוכב לכת או השמש, הרי **יהיה כוכב הלכת או השמש גבוה מעל הארץ כל מאודו**, כלומר, יהיה מרחק השמש או הכוכב לכת, במרחק הגדול ביותר האפשרי שלו מהארץ, שהרי הגלגל האמצעי הוא יוצא מרכז, ולכן השמש תהיה פעם קרובה ביותר אל הארץ במרחק ט"ש (בתמונה 14), ופעם תהיה רחוקה ביותר ממנו במרחק ט"ר. כאמור לעיל, נקודה זו נקראת גם בשם "נקודת הגובה של השמש", או בקיצור "גובה השמש", היינו, בכל שנה ושנה יש לשמש נקודה אחת שהיא עוברת דרכה, ואז השמש נמצאת בנקודה הרחוקה ביותר מכדור הארץ.

כאמור בהקדמתנו לעיל, מסלול הסיבוב השנתי של השמש המתואר בתמונה 14 אינו קבוע. היינו, השמש אינה סובבת כל שנה ושנה, באותו גלגל יוצא, כמו בתמונה 13, אלא, הגלגל האמצעי של השמש, שמרכזו בנקודה כ', כל כולו סובב סביב מרכז כדור הארץ ט', ממצב של גלגל 1, למצב של גלגל 2, וסיבוב זה הוא בקצב של מעלה אחת בשנה ימינה, כמו בתמונה 15. התוצאה היא שגם נקודת הגובה ר' של השמש גם היא נעה ימינה מדי שנה בשנה. כלשון המפרש:

**ואותה הנקודה ר', הנקראת בשם "גובה השמש", שנמצאת על גלגל השמש, ושאר הכוכבים** (שאר כוכבי הלכת, **חוץ מן הירח**), שגם להם יש נקודת גובה ר' כזאת, אינה קבועה כמו בתמונה 14, אלא, כאמור, כל הגלגל האמצעי כולו שמרכזו בנקודה כ', סובב ימינה (לעבר המצב של המעגל בקו המרוסק), היינו, מרכזו כ' סובב סביב שלם סביב כדור הארץ, כמו בתמונה 15. לכן, הנקודה הרחוקה ביותר ר' של גלגל השמש בשנה מסוימת, אינה קבועה במקומה, היינו, נקודת גובה השמש ר' 1, סובבת עד למצב חדש ר' 2, כלשון המפרש, היא **סובבת** במעגל בקצב שווה, סביב כדור הארץ (תמונות 16, 17), **ומהלכה בכל שבעים שנה הוא בקירוב מעלה אחת. ונקודה זו ר', היא הנקראת גם בשם גובה השמש.**

נתבונן שוב בתמונה 16. נקודת הגובה ר' זזה בקצב של כמעלה אחת בשבעים שנה. כפי שהסברנו לעיל, תזוזה זו היא בכיוון ממערב למזרח. לכן, אם היא עמדה בזמן מסוים במזל טלה (תמונה 16), הרי לאחר כ 1400 שנה, היא זזה כעשרים מעלות מערבה, והיא עתה במזל דגים, כמו בתמונה 17.

אם כי אין רואים בפועל את הנקודה ר' על רקע המזלות, שהרי כל הגלגל האמצעי כולו הוא רק בבחינת דגם תיאורטי בלבד, ואין בו מציאות כלל (ראה תחילת הקדמתנו להלכה ב' לעיל), אבל, כאמור לעיל, השמש אינה נראית תמיד על רקע מזל טלה בתקופת האביב (יום שוויון והלילה), שהרי הגלגל היוצא שלה זז במעלה אחת בשבעים שנה. למשל כיום, כפי שהסברנו לעיל, היא זורחת ושוקעת על רקע מזל דגים (במקום מזל טלה, לפני כאלפיים שנה), כפי שכל אחד יכול לראות זאת כיום באופק המערבי, לאחר שקיעת השמש, שאכן, ביום שוויון היום והלילה, היינו, ביום תקופת ניסן האמיתי, השמש זורחת ושוקעת במזל דגים, ולא במזל טלה.

כיון שמזל דגים הוא כיום המזל של תקופת האביב (היום שבו הלילה שווים) במקום מזל טלה, וכן גם טלה תופס את מקומו של מזל שור וכו', לכן, התזוזה של קבוצות המזלות היא ממערב למזרח, כי מזל דגים הוא מערבה ממזל טלה, והוא נע

ממערב למזרח בכדי לתפוס את מקומו של מזל טלה, שהוא מזרח ממנו. (ראה נושא זה בהרחבה בספר צה"ד, עמ' 43, 54 וכן בספר צה"ה עמ' 362)

המשך הלכה ב' של הרמב"ם, נמצאת אחרי דברי המפרש.

### המפרש להלכה ב

#### נקודה אחת יש בגלגל השמש וכו'

זאת הנקודה נקראת **בלשון ערבי אנג'**, והיא נקודת הגובה ר' לעיל; וכאשר השמש נמצאת בנקודת הגובה הזאת, שמרחקה הוא **המרחק הרחוק ביותר שלה מן הארץ**, והיא בצורה שקדמה (אולי כוונת המפרש היא לציור ט"ו שלו, אלא, שלא מצאנו שם כלל את הנקודות א' או ה', שהזכירם המפרש לקמן. לכן, הוספנו את שתיהן, לצרכינו, במקומות המתאימים בציור ט"ו שלו, שהיא תמונה 18 כאן), והיא נקודת א' (בתמונה 18). **וכנגדה של נקודה א'**, ישנה נקודה אחרת ה', קרובה מן הארץ, והוא המרחק של השמש הקרוב ביותר אל הארץ, ונקודה זו נקראת **בלשון ערבי חצץ**, והיא בצורה שקדמה נקודת ה', ואלו הן נקודות, נמצאים גם לכל כוכבי הלכת.

ומהלכה של הנקודה א' מתנהל בכבודות, דהיינו, באיטיות גדולה, והוא בקצב של מעלה אחת בלבד בכל ע' שנה, על דעת האיציטגנינים האחרונים, שהיו בזמנו של הרמב"ם והמפרש.

אמנם גם בשאר כוכבי הלכת תנועת הנקודה א', היא איטית מאד כמו זו של השמש, חוץ מן הירח, שמהלך אלו המרחקים של נקודה א' זו, הנמצאת בו, הוא דווקא קל (מהיר יותר), ביחס למהלך השמש, והוא בכל יום י"א מעלות וי"ב חלקים, כפי שנראה בפרק י"ד לקמן.

וכל אלו הנקודות, כמו נקודת הרום א' של גלגל אמצעי של השמש או כוכבי הלכת, מהלכם הוא תמיד מן המערב למזרח, היינו, בכיוון הפוך לתנועה היומית, חוץ מגובה הירח שמהלכו בהיפך, מן המזרח למערב, כפי שנראה בפרק י"ד לקמן, בו מתאר הרמב"ם את גלגלי הירח בפרוטרוט.

וכשתבונן במה שזכרנו, בשיעור מהלך הגובה בחודש ובשנה, תמצא בו אמנם קרוב, אבל, קירוב זה אינו מפסיד בסופו של חשבון קביעת ראיית הירח, לצורך חקירת העדים, כמו שאמר למעלה, כלומר, אם כי הקצב שהביא הרמב"ם הוא של מעלה אחת בשבעים שנה, אשר ממנו אנו מחשבים גם את הקצב ליום ולחודש, כל אלה הם רק קירובים בלבד לקצב של נקודת הגובה, אבל, קירובים אלה הם מספיק טובים בכדי לקבל את רגע הראייה של הלבנה החדשה, כפי שציין הרמב"ם בענין חשבונותיו המקורבים, בפרק י"א הלכות ה' ו'.

כיון שהמשך דברי המפרש להלכה ב' הם הסבר נרחב בעניין זמני היום, כגון זמן השקיעה, הזריחה או אמצע היום, שהם נושאים בפני עצמם, שהרמב"ם לא הביא אותם, לכן, הבאנו אותו בסוף פירושו בפרק זה.

נחזור לדברי הרמב"ם להלכה ב', בהם הוא מפרט את שיעור הקצב של תזוזת נקודת הגובה של השמש, במרווחי זמן שונים, אשר כולם נגזרים מהמהלך של מעלה אחת בשבעים שנה, שצינו לעיל:

**הלכה ב' (המשך)**

**גובה השמש, מהלכו בכל עשרה ימים, שניה אחת וחצי שניה, שחצי שניה הזו היא שלושים שלישיות, כי בכל שניה יש 60 שלישיות, לכן, חצי שניה היא שלושים (30) שלישיות. מהלך השמש הזה בשבר עשרוני הוא 0.15 שניות ביום ("0.15), או גם 0.0000417 מעלות ביום.**

כוונו של מהלך זה עבור השמש הוא, כאמור, ממערב למזרח, כי ראינו כבר לעיל, שכיום, נקודת אמצע המערב נמצאת ברקע מזל דגים, ולפני אלפיים שנה עמד שם מזל טלה, לכן, תנועת ה"מעלה אחת בשבעים שנה" היא בכוון ממזל דגים למזל טלה (הישן), היינו ממערב למזרח.

שים לב, כי מהלך של שנייה וחצי בעשרה ימים הם 0.15 שניות ביום, ופירושו הוא גם מעלה אחת בכ 65.7 שנה, היינו, 65 שנה וכ 8.5 חודשים. זהו הערך שקיבל הרמב"ם מהאיצטגנינים שהיו בזמנו. אנו השתמשנו כל הזמן בביטוי "מעלה אחת בשבעים שנה" כדרך דיבור קצרה, כפי שציין הרמב"ם במספר מקומות. אבל, כאן הוא מדקדק יותר, לצורך החישובים, אם כי גם זה יש בו קירוב, כפי שציין לעיל.

**נמצא מהלכו במאה יום, חמש עשרה שניות; ומהלכו באלף יום, שני חלקים (כזכור, כל חלק הוא החלק השישים של מעלה) ושלושים שניות; ומהלכו בעשרת אלפים יום, חמישה ועשרים חלקים; ונמצא מהלכו לתשעה ועשרים יום, ארבע שניות, ועוד שארית של כ 21 שלישיות; ומהלכו בשנה סדורה, שלוש וחמישים שניות, ועוד קצת, כ 6 שלישיות.**

נציג ערכים אלה בטבלה:

<u>מהלך נקודת הגובה</u>			<u>ימים</u>
1"	30"		10
4"	0"		29
15"	0"		100
53"	0"		354
2'	30"	0"	1000
25'	0"	0"	10000

עתה מביא הרמב"ם את זמן העיקר שלו, אשר עבורו הוא מביא את המקום, היכן שעמדה השמש בדיוק במעגל האמצעי שלה, וכן היכן עמדה אז נקודת הגובה, בתאריך העיקר הזה. שני העיקרים האלה נמדדים ביחס לתחילת מזל טלה, הנמצא תמיד באמצע המערב של הצופה, היינו, בתחילת מזל טלה בגלגל התשיעי.

**כבר אמרנו לעיל, בפרק י"א הלכה ט"ז, שהעיקר שממנו ההתחלה בחשבון זה, הוא מתחילת ליל חמישי בשבוע (ועל פי זמני היום שלנו, זה היה ביום רביעי בשעה 6:00 בערב או 18:00) שתאריך יומו הוא שלישי לחודש ניסן, משנת שמונה ושלושים ותשע מאות וארבעת אלפים ליצירה (ליל חמישי, ג' בניסן, שנת ד' תתקל"ח, היינו,**

4938). על פי מנינם, זמן זה היה ביום 22 למרץ בשנת 1178, שהוא קרוב מאד לזמן תקופת ניסן האמיתית, אשר בה אורכי היום והלילה שווים.

**ומקום השמש במהלכה האמצעי היה בעיקר הזה, בשבע מעלות, ושלושה חלקים, ושניים ושלושים שניות, מתחילת מזל טלה, סימנן ז"ג ל"ב (32' 3' 7 מעלות).** תמונה 19 מדגימה את מקום השמש בזמן העיקר. שים לב, כי כיון שהמרחק בין שתי הנקודות כ"ט הוא קטן מאד ביחס למרחק למזל טלה, לכן קו הראייה של צופה בנקודה כ', לעבר תחילת מזל טלה, הוא מקביל לקו הראייה מהנקודה ט' לעבר תחילת טלה, היינו, שני כווני הראייה הם זהים. הסבר מפורט לכך נמצא בתמונה 2 והלאה, בתחילת פרק י"ג.

**ומקום גובה השמש היה בעיקר זה, בשש ועשרים מעלות, וחמישה וארבעים חלקים, ושמונה שניות ממזל תאומים, סימנם כ"ו מה"ח (8' 45' 26 מעלות),** כפי שהיה בפועל בשמים בזמן המדידות של האיציטגנינים שהיו בימיו של הרמב"ם. תחילת מזל טלה, הנמצאת 60 מעלות לפני תחילת קבוצת מזל תאומים (כל מזל טלה תופס 30 מעלות, וכל מזל שור תופס עוד 30 מעלות), ובסך הכל, עמדה נקודת הגובה של השמש בזמן העיקר ב 86 מעלות 8' 45' מתחילת מזל טלה, ראה תמונה 20. כיון שתזוזת קבוצת טלה מאפיינת את תזוזת כל הגלגל היוצא במעלה אחת בשבעים שנה, לכן, נוסף אותה על מקום השמש בגלגל היוצא, וכך נקבל את מקומה המדויק של השמש ביחס לתחילת מזל טלה (הישן), הנמצא תמיד בנקודת אמצע האופק המערבי של הצופה.

**כשתרצה לידע מקום השמש, במהלכה האמצעי, בכל זמן שתרצה, כמו שהביא הרמב"ם בתחילת הלכה א' לעיל, תיקח את מניין הימים, היינו, תספור את מספר הימים שחלפו מאז תחילת יום העיקר, היינו, הזוית בה עמדה השמש בתחילת ליל ג' בניסן ד'תתקל"ח, שהיתה, כזכור לעיל, ז' מעלות, ג' חלקים, ל"ב שניות (32' 3' 7) ביחס למזל טלה, ותוסיף עליה את המהלך של השמש שהצטבר עד היום שתרצה. ולשם כך, תוציא בתחילה, היינו, תחשב בתחילה את מהלכה האמצעי, כלומר, המהלך של השמש שהצטבר באותן הימים, מן הסימנן שהודענו, ותוסיף הכול, דהיינו, תוסיף כמה מעלות התקדמה השמש בסך הכל בגלגל האמצעי שלה, על העיקר, היינו, על ז"ג ל"ב כנ"ל, ותקבץ כל מין עם מינו, היינו, מעלה למעלה, חלק לחלק, ושניה לשניה. והיוצא מהחישובים האלה, הוא מקום השמש במהלכה האמצעי לאותו היום, היינו, בזמן החדש.**

**כיצד? הרי שרצינו לידע מקום השמש האמצעי, בתחילת ליל השבת, שיומו ארבעה עשר (י"ד) יום לחודש תמוז משנה זו, שהיא שנת העיקר של הרמב"ם, כלומר, אנו רוצים לחשב מה הוא מספר המעלות שהשמש התקדמה על פני המעגל האמצעי שלה.**

זמן העיקר היה, כזכור לעיל, ביום ג' בניסן בשנת 4938, ואז עמדה השמש בגלגלה האמצעי בסימנן ז' מעלות, ג' חלקים (דקות קשת), ל"ב שניות, דהיינו, היא עמדה ב 32' 3' 7 מעלות. החל ממקום זה ואילך, היא התקדמה במהלך יומי של 8.33' 59', בזה אחר זה, עד ליום י"ד בתמוז של אותה שנה.

כמה ימים עברו מאז ליל ג' בניסן, ועד ליל י"ד בתמוז, על פי הלוח הקבוע שלנו?

שים לב, כי אנו סופרים ימים שלמים בלבד, כי אנו מתחילים את הספירה מתחילת הלילה של ג' בניסן, ומסיימים את הספירה שוב בתחילת הלילה של י"ד בתמוז, ואין

כלל ספירה של שעות בנפרד, אלא, ימים שלמים בלבד. לכן, מספר הימים בכל חודש יהיה:

בחודש ניסן עברו 28 יום

בחודש אייר עברו 29 יום

בחודש סיון עברו 30 יום

בחודש תמוז עברו 13 יום

בסך הכל, עברו 100 ימים בדיוק. לכן, כותב הרמב"ם: **מצאנו מניין הימים מיום העיקר, דהיינו, מליל ג' בתמוז, עד תחילת יום זה, ליל י"ד בתמוז, שאנו רוצים לידע המקום החדש של השמש בו, הוא בסך הכל, מאה יום.**

במקום לכפול את המהלך היומי של השמש ב 100 הימים האלה, לקחנו אמצע מהלכה ביום ישירות מהטבלה לעיל בתחילת הלכה א', צ"ח ל"ג נ"ג, והוספנו את העיקר, שהוא ז' ג' ל"ב, היינו,

53" 33' 98 מעלות

32" 3' 7

-----

85" 36' 105 מעלות

25" 37' 105 מעלות

**יצא מן החשבון, מאה וחמש מעלות, ושבעה ושלושים חלקים, וחמש ועשרים שניות, וסימנן הוא ק"ה ל"ז כ"ה.**

עתה, 105 המעלות האלו הן מתחילת מזל טלה, לכן, בתוכן נמצאים כל מזל טלה, וכן מזל שור ומזל תאומים, ובסך הכל, תופסים שלושת המזלות האלה 90 מעלות, מתוך ה 105 מעלות, והשארית של 15 מעלות תהיה מתחילת מזל סרטן. לכן, כותב הרמב"ם:

**ונמצא מקומה במהלך אמצעי בתחילת ליל זה, במזל סרטן בחמש עשרה מעלות בו, ושבעה ושלושים חלקים, ממעלת שש עשרה.**

אמנם, 100 הימים שספרנו לעיל, הם ימים שלמים, אבל, תחילת ליל י"ד בתמוז היה מאוחר בכשעה אחת אחרי תחילת ליל ג' בניסן, שהרי זמן השקיעה בימות הקיץ הוא מאוחר יותר. אבל, כיון שתנועתה של השמש היא רק מעלה אחת במשך כל היום כולו, לכן, מקומה לא ישתנה בצורה משמעותית בגלל אותה שעה המאוחרת יותר. בכל מקרה, אנו נביא זאת בחשבון, כאשר נצטרך לדייק בחישוב מקומו של הירח, שהרי הוא נע בקצב הרבה יותר מהיר, של כחצי מעלה בשעה, ואז נביא בחשבון גם את ההפרש הקטן בחישוב מקום השמש על המזלות בזמן השקיעה.

במילים אחרות, כיון שאנו מעוניינים, בדרך כלל, בראיית הירח החדש, כעשרים דקות אחרי שקיעת השמש, לכן, יהיה עלינו לבדוק אם השמש, במקומה ב 105 המעלות בגלגלה האמצעי, ביום י"ד בתמוז, באיזה שעה של היום שלנו על כדור הארץ, היא נמצאת למעשה, ובפרט אם היא לפני שקיעתה או לאחריה, לצורך התצפית בירח. כיון שרגע השקיעה של החמה, במשך השנה, אינו קבוע, כי הרי השעונים שלנו פועלים על בסיס של שעות שוות, וכידוע, זוהי הסיבה שזמן השקיעה משתנה מיום ליום, לכן, נצטרך לחשב בדיוק את השינוי הזה של זמן השקיעה, למשל, באותו יום י"ד בתמוז, כאשר השמש נמצאת בגלגלה האמצעי בזוית של 105 מעלות, מתחילת מזל טלה. זה מה שכותב הרמב"ם:

**והאמצע, דהיינו, מקום השמש בגלגל האמצעי שלה, שיצא בחשבון זה, פעמים יהיה בתחילת הלילה בשווה, כלומר, הוא ייפול בדיוק בשוויון עם זמן שקיעת החמה, או קודם שקיעת החמה בשעה, או אחר שקיעת החמה בשעה. בכל זאת, כיון שההפרשים אינם כל כך משמעותיים עבור השמש, אומר הרמב"ם, ולכן, דבר זה לא תחוש לו בשמש בחשבון הראייה, כי הוא זעיר ביותר, כאמור לעיל. בכל אופן, שהרי אנו משלימים את מה שהזנחנו בשמש בקירוב זה, כאשר נחשוב את התיקון הזה לאמצע הירח בפרקים הבאים.**

**ועל הדרך הזאת, תעשה תמיד, לכל עת שתראה, ואפילו אחר אלף שנים, שתקבץ כל השארית ותוסיף על העיקר, יצא לך המקום האמצעי; וכן תעשה באמצע הירח, שנלמד בפרקים הבאים, ובאמצע כל כוכב וכוכב מכוכבי הלכת, מאחר שתדע מהלכו ביום אחד כמה הוא, ותדע העיקר שממנו תתחיל, ותקבץ מהלכו לכל השנים והימים שתראה, ותוסיף על העיקר, וייצא לך מקומו במהלך אמצעי.**

**וכן תעשה בגובה השמש, תוסיף מהלכו באותם הימים או השנים על העיקר, יצא לך מקום גובה השמש לאותו היום שתראה.**

**וכן אם תרצה לעשות לך עיקר אחר, שתתחיל ממנו, חוץ מעיקר זה, שהתחלנו ממנו בשנה זו, כדי שיהיה אותו עיקר בתחילת שנת מחזור ידוע, או בתחילת מאה מן המאות, הרשות בידך, כפי שעשה המפרש בהמשך. ואם תרצה להיות העיקר שתתחיל ממנו, משנים שעברו קודם עיקר זה, או לאחר כמה שנים מעיקר זה, הדרך ידועה.**

**כיצד היא הדרך?**

כאן מתאר הרמב"ם, קודם כל, כיצד יש לחשב את מספר הימים שעברו מן העיקר, עד היום שבו אתה מבקש לדעת את מקום השמש, בגלגלה האמצעי (היוצא).

**כבר ידעת מהלך השמש לשנה סדורה (354 יום), ומהלכה לתשעה ועשרים יום, ומהלכה ליום אחד, כדלעיל בטבלה. ודבר ידוע שהשנה שחודשיה שלמים, היא יתרה על הסדורה יום אחד (355 יום); והשנה שחודשיה חסרין, היא חסרה מן הסדורה יום אחד (353). והשנה המעוברת, אם היו חודשיה כסדרן, תהיה יתרה על השנה הסדורה שלושים יום (384 יום); ואם היו חודשיה שלמים, היא יתרה על הסדורה אחד ושלושים יום (385 יום); ואם היו חודשיה חסרין, היא יתרה על הסדורה תשעה ועשרים יום (383 יום).**

**ומאחר שכל הדברים האלו ידועים, תוציא מהלך אמצע השמש לכל השנים והימים שתראה, ותוסיף על העיקר שעשינו. כך יצא לך אמצעה ליום שתראה משנים הבאות, ותעשה אותו היום עיקר; או תגרע האמצע שהוצאת מן העיקר שעשינו,**

**וויצא לך העיקר ליום שתראה משנים שעברו, ותעשה אותו אמצע עיקר. וכזה תעשה באמצע הירח ושאר הכוכבים, אם יהיו ידועים לך. וכבר נתבאר לך מכלל דברינו, שכשם שתדע אמצע השמש לכל יום שתראה מימים הבאים, כך תדע אמצעה לכל יום שתראה מימים שעברו, עד כאן דברי הרמב"ם לפרק י"ב.**

אבל, המפרש ממשיך לבאר בסוף הלכה ב' נושא אחר, היינו, את הדרך לחישוב אורך היום, בכל אחד מימי השנה, וכן את זמן השקיעה. עניין זה הוא חישוב צדדי, והרמב"ם לא עסק בו, וכן ההסבר של המפרש הוא גם ארוך, וסוטה מן העניין העיקרי של הפרק. לכן, הבאנו אותו בסוף פירושונו כדלקמן.

להבנת הדברים, יש ללמוד בעיון רב את ההקדמה שלנו בתחילת פרק י"ז.

המשך דברי המפרש בהלכה ב' :

### והאמצעי שיצא וכו'

**צריך אתה לידע, תחלה, ארבעה עקררים, ואח"כ תבין זו ההלכה :**

**העיקר הראשון הוא ענין מנת המזלות הצומחים בכל מקום. נסביר את דבריו :**

תמונה 21 מראה את המצב של שישה מהמזלות, ממזל תאומים ועד למזל גדי, הנמצאים ברגע מסוים על כיפת השמים, כפי שרואה צופה על כדור הארץ, בתחילת הלילה של ימי חודש כסלו. כל מזל נמצא בגובה אחר מעל האופק. כידוע, כשעה אחרי כן, כל המזלות ינועו, כל אחד, בסיבוב היומי, בקשתות מקבילות זו לזו, כחמש עשרה מעלות מערבה יותר, על פני הקשת היומית הספיציפית של כל אחד מהם, כפי שרואים בתמונה 21. אמנם ששת המזלות נראים מסודרים בכעין שיירה על קו אלכסוני, אבל, אין הם נעים זה אחרי זה לאורך האלכסון, אלא, כולם נעים בקשתות מקבילות זו לזו, כל אחד על הקשת היומית שלו, והתמונה 21 מראה את מצבם ההדדי בלבד ברגע מסוים, היינו, זהו צילום של מצבם בשמים, כפי שנראה לצופה ברגע הצילום.

תמונה 22 מראה את אותו המצב של המזלות, שרואה הצופה, כמו בתמונה 21, אלא, שהסרנו ממנה את הקשתות של הסיבובים היומיים של המזלות. כלומר, הצופה רואה עתה בתמונה 22, רק את ששת המזלות, על פני כל כיפת השמים, מקו האופק סביבו, ועד לכיפת השמים הנמצאת ממש מעל לראשו. תמונה 23 היא גם תמונה תלת מימדית של תמונה 22. על אף שנראה, כביכול, שהמזלות "רודפים" זה את זה, אין הדבר כך, כאמור, אלא, כל מזל נע את הסיבוב היומי שלו, על פני הקשתות המקבילות, כמו בתמונה 21, והצירוף שלהם נראה כאילו הם "רודפים" זה אחרי זה. (למען פשטות ההסבר, אנו מתעלמים לרגע, מהתנועה של מעלה אחת בשבעים שנה, של גלגל המזלות, אשר אכן, תנועתו היא לאורך האלכסון הזה של המזלות, כפי שהראנו בהקדמה לעיל בתמונות 8 – 9).

במשך הזמן, ימשיכו המזלות לנוע מערבה יותר ויותר. בינתיים, יש מהם שישקעו לחלוטין במערב, ויש מזלות אחרים חדשים, שיזרחו במזרח. כך יוצא, שבכל רגע ורגע, מצב המזלות משתנה בשמים, כשכולם סובבים לאט, כל אחד בקשתו שלו, בכיוון ממזרח למערב. תנועתם זו נקראת בשם "מצעדי המזלות", כי כל מזל נראה "צועד" מערבה, אבל, לא זה אחר זה, אלא, כאמור, כל אחד נע רק בקשת מקבילה לקשת של חברו בלבד. יתר על כן, גם האלכסון הזה, בו נוטה קו המזלות, ביחס לקו האופק של הצופה, גם הוא משתנה בכל רגע, וגם מיום ליום, בהתאם למזלות

שצופה רואה באותה תקופה של השנה, כמו בתמונה 24, וזו שאחריה (המשך). ראה הסבר נרחב של שתי תמונות אלו בספר צה"ד עמ' 112.

כידוע, ישנם כוכבים רבים בכל מזל ומזל. למשל, אורכו של כל מזל טלה, על גלגל המזלות, הוא שלושים מעלות (כמו בכל המזלות). לכן, הכוכב הראשון הנמצא במזל זה, יזרח ראשון במזרח. אחריו יזרחו כל שאר הכוכבים השייכים למזל טלה, עד שאחרון הכוכבים במזל טלה, יזרח גם הוא במזרח. שים לב, כי הכוכבים במזל טלה אינם מסודרים כולם בשורה זה אחרי זה, אלא, כיון שישנם כאלה הנמצאים גם לרוחב המזל, לכן, הם יזרחו במקומות שונים לאורך האופק המזרחי, כל אחד במקומו הוא. גם המזלות עצמם זורחים, כל אחד במשך השנה, במקומות שונים באופק המזרחי.

עוד יתברר לפנינו, כי הזמן שלוקח לכל מזל לזרוח כולו מעל האופק, הוא שונה ממזל למזל. למשל, הזמן שלוקח לכל מזל טלה כולו, מתחילתו ועד סופו, היינו, לאורך כל ה 30 מעלות שלו, לזרוח במזרח, הוא שונה מזה של מזל אריה כולו, אף על פי שאורכו של כל מזל ומזל הוא תמיד, כידוע, 30 מעלות. "מנת המזל" היא אורך יחסי מסוים, טיפוסי לכל מזל ומזל, המעיד על אורך זריחתו של כל מזל מעל האופק המזרחי. אמנם, המפרש משתמש בנושא זה כאן, אבל הוא יוסבר ויוגדר היטב בדברי הרמב"ם בפרק י"ז בהמשך.

לקראת סוף דבריו של המפרש כאן, הוא מראה את דרכי החישוב של הטבלאות שמביא הרמב"ם בפרקים הבאים.

בכל אופן, זהו "ענין מנת המזלות הצומחים (הזורחים) בכל מקום" לאורך האופק המזרחי, כדברי המפרש לעיל.

**העיקר הב' הוא ידיעת שיעור היום ולילו.**

**העיקר הג' הוא ידיעת ענין היום האמצעי והאמיתי.**

**העיקר הד' הוא ידיעת עילת, דהיינו, סיבת שינוי אורך הימים והלילות באורך ובקוצר, דהיינו, מדוע הימים והלילות הם ארוכים, או קצרים יותר, במשך השנה.**

כפי שהסברנו לעיל, כל דברי המפרש בהמשך, אינם נוגעים להבנת נושא קידוש החודש עצמו, כפי שהסביר אותו הרמב"ם. הנושאים בהם מטפל עתה המפרש, הם כולם חלקי נושאים הנלמדים בעיקרם בפרק י"ז, שם הסברנו אותם בהרחבה רבה. לכן, כיון שהבנת הנושא כאן תהיה הרבה יותר קלה, לאחר הבנת כל פרק י"ז, מן הראוי להשאיר את לימוד דברי המפרש כאן, רק לאחר לימוד פרק י"ז.

**וביאור העיקר ראשון הוא: דבר ידוע, שיש עגולה גדולה, דהיינו, עיגול גדול מאד סביבנו, הנקרא בשם "אופק", אשר ממנו זורחין ממנה המזלות במזרח, והכוכבים משוקעין, דהיינו, יש גם כוכבים השוקעים בה, בצד הנגדי של עגולת האופק במערב. הזריחה והשקיעה נובעים מהסיבוב הגלגל היומי. האופק הזה נקרא בלשון ערבי דאיר"א אל אופק (ראה תמונה 21).**

**ונניח שהעגול הזה של האופק סביבנו, היא עגולת א"ב ג"ד שהוא רואה מסביבו {ציור ל"ב}. והעגולה שהשמש סובבת במשך השנה על רקע הכוכבים שכנגדה, (שממולה), היינו, רקע הכוכבים שמאחורי השמש, הנקראת, כידוע, בשם גלגל המזלות, צוירה בתמונה זו כעגולת א' ה' ג'.**



והעגולה שחולקת לגלגל התשיעי בשווה היום, הנקראת בלשון ערבי דאי"ר מעד"ל אלנה"ר, מסומנת בתמונה זו בעגולת זה"ח, והיא ידועה כקו המשווה השמימי של הגלגל התשיעי, שהוא גורם לסיבוב היומי של כל גרמי השמים סביבנו.

עתה, שני הגלגלים, גלגל המזלות וגלגל המשווה השמימי, נפגשים, כידוע, בשתי נקודות התלי. ונניח שנקודת ה' בתמונה זו היא נקודת מפגש אחת, ונניח גם שהיא ראש מזל טלה, וכנגדה, דהיינו, מהצד הנגדי של גלגל המזלות, תהיה נקודת התלי השנייה, ושם היא ראש מזל מאזנים, אשר, כמובן, אינו נראה בתמונה זו. כלשונו, ושתי נקודות אלו פוגעות בעגולה הראשונה, דהיינו, בגלגל המזלות, ובתמונה זו רואים רק את נקודת המפגש הי' בראש מזל טלה.

כמו שאתה אומר, שעלה מזל טלה כולו במזרח, והוא קשת ג"ה, ועלה עמו, מעגולת משוה היום, קשת ה"ו, והוא מנתו מזו העגולה, ונקרא בלשון ערבי מטאלע"ה, ועל דרך זו בשאר המזלות. היינו, באותו זמן שיזרחו כל הכוכבים לאורך מזל טלה הנמצא כולו בקטע ג"ה, יזרחו באותו אורך זמן, גם כל הכוכבים שעל קו המשווה השמימי בקטע ה"ז. כך לכל מזל, יש קשת מתאימה לה על קו המשווה השמימי, המעידה על אורך הזמן שבו זורח כל כולו, של כל מזל ומזל. כלומר, קו המשווה השמימי מכיל עתה קשתות מתאימות לכל מזל ומזל, וכך הוא מהווה עתה מעין שעון, אשר קטעיו מעידים על אורך הזריחה של כל מזל ומזל.

יתר על כן, וזו קשת, היינו, כל קטע, לא רק שהוא משתנה ממזל למזל, אלא, הוא גם משתנה במקומות שונים על כדור הארץ, כלשונו, הוא משתנה בשינוי מקום המדינות. לפי שהמדינות, למשל, שהן תחת הקו השוה (הנמצאות על קו המשווה הארצי), יהיה בהן שיעור זה הקשת למזל טלה, כ"ז נ"ב חלקים על קו המשווה השמימי, היינו, שהאורך של כל מזל טלה, שהוא עצמו רק 30 מעלות, הרי עבור צופה הנמצא על קו המשווה הארצי, אורך הקטע של הקשת על קו המשווה השמימי הזורחת עם מזל טלה כולו, היא כ"ז נ"ב חלקים ( 52' 27 מעלות). ולעומתה, שיעורה במצרים הוא כ"א ז' חלקים. ועל זה הדרך ידיעת שיעורה לכל מזל. וזו היא צורתו במדינה מסוימת {ציור ל"ב}. כך כל מזל ומזל מבין י"ב המזלות, שייך לו קטע מסוים על קו המשווה השמימי, ואורכם היחסי של י"ב המזלות, משתנה בהתאם לרוחב הגיאוגרפי של הצופה.

### וביאור ידיעת העיקר השני:

(ראה הקדמה לפרק י"ז)

והוא ידיעת שיעור הלילה ויומו, והוא הזמן הכולל תנועה שלימה לגלגל ט', ותוספת קשת היא מדת תנועת השמש ביום אחד מעגולת משוה היום. ונניח שהשמש בראש מזל שור, יהיה שיעור היום והלילה, בזו הנקודה, ש"ס מעלות, ויוסיף זה על מה שיעלה ממשוה היום, עם תנועת השמש האמצעי, היא תנועת שלימה יומית, ותוספת קשת ממשוה היום, הוא מנת תנועת השמש האמיתית ביום אחד.

### וביאור העיקר הרביעי:

דע שהעגולות שבהם תסוב השמש בכל יום, כל אחת מהן נחלקת בעגולת הזריחה והעריבה, והיא עגולת האופק בב' חלקים, פעם יהיו שווין, והוא בכל מדינה שהיא תחת משוה היום על הקו השוה. לפיכך, היום והלילה, באלו המקומות, שוין תמיד. ובשאר המדינות, הנוטות מתחת הקו השוה, לצפון או לדרום, עגולת האופק

מחלקת עגולת מסיבת היום, בשני חלקים שונים, לפיכך, היום והלילה משתנים. ומפני שהישוב בצפון, כשתהיה השמש במזלות הצפוניים, יהיו הימים ארוכים, וכשתהיה בדרומיים, יהיו הלילות ארוכים מהימים, לפי ששני צדי משוה היום אינם על עגולת האופק, כמו המדינות שעל הקו השווה (המשווה). אבל, הציר הצפוני גבוה בצפון, והדרומי שפל בדרום. לפיכך, יהיה בצפון קשת ממסיבת השמש למעלה, יתר מחציו, וקשת פחות מחציו למטה, תחת האופק. לפיכך, יהיו הימים ארוכים מהלילות במזלות הצפוניים, ובמזלות הדרומיים, בהיפך, לפי שהקשת של מעלה פחות מהקשת של מטה, וזו צורתו מעל האופק {ציור ל"ג}. וזו היא צורת האופק הנוטה, וציר משוה היום גבוה מעל האופק.

ודע, שהשמש יש לה שינוי אחד מוסגל בה, והוא הקשת השווי שלה, שבין מקומה האמצעי והאמיתי, וזה הקשת פעם יהיה גדול, ופעם יהיה קטן, וסוף תכליתו, כשתהיה השמש או בראש טלה או בראש מאזנים, יהיה סוף גדלו בשני מקומות שתי מעלות. והוא כשתהיה במרחק הממוצע. וכשתהיה בראש סרטן, והוא המרחק הרחוק, או בראש גדי, והוא המרחק הקרוב, אין לה שווי כלל. ובין אלו הארבע נקודות, יהיה קשת השווי פחות מזה תמיד, בין מעט בין הרבה. אבל, אינו מגיע עד שתי מעלות, אלא, בראש טלה או מאזנים. ופעם יהיה זה השווי ראוי לתוספת על האמצע, ופעם לגרעון, לפי מה שישתנה הילוכם האמיתי, פעם יהיה יתר מן האמצעי, כשתהיה השמש במזלות שבין ראש גדי וראש סרטן, על סדר המזלות, והם שבאמצעם ראש טלה, ופעם יהיה פחות מן האמצעי, והוא במזלות שבין ראש סרטן וראש גדי, על סדר המזלות, והם המזלות שבאמצען ראש מזל מאזנים. וזה השינוי אינו גלוי ביום או יומיים, מפני מיעוטו, ומורגש בו בימים רבים. כמו שתאמר, כשתהיה השמש בגובה שלה, אין לה שווי (אפס), וכשתרחק ממנו יום אחד, יהיה השווי, שני חלקים ושני שניות. ואם תרחק י' מעלות, יהיה השווי כ' חלק וי"ג שניים. וכן יוסיף זה השווי, עד שיגיע לשתי מעלות ושלוש שניות, והוא כשתהיה השמש בג' מעלות ממזל מאזנים. ואח"כ, הולך וחסר, עד שיכלה במעלה ראשונה ממזל גדי, ואח"כ, הולך ונוסף, עד שתי מעלות ושלוש חלקים, וזה כשתהיה השמש בכ"ח מעלות ממזל דגים, ואז יהיה השווי בסוף תכליתו. ואח"כ, הולך וחסר, עד שיגיע אל מעלה אחת ממזל סרטן, ושם הוא כלה.

ויגיע לשמש שינוי אחר, בשביל זריחתה ועריבתה, והוא מפני הקשת העולה עמה ממשוה היום, הנקרא מטאל"ע אלברו"ג, ונקרא מצעדי המזלות. והוא על שני פנים:

הראשון, כשתהיה המדינה על הקו השווה, והשני כשתהיה רחוקה ממנו, ואלו הן המדינות שיש להן רוחב, והוא מרחקה לצפון העולם. ודין המטאל"ע בחלק הראשון שווה בכל המדינות שהן תחת הקו השווה. כלומר, כשיעלה ממשוה היום, עם מזל טלה, באחת מן המדינות שעל הקו השווה, כ"ז מעלות ונ"ג חלקים, ג"כ יעלה בזה השיעור במדינה אחרת מן המדינות, שתחת משוה היום, ואפילו הם ק' או אלף. והעילה בזה, ששני צידי משוה היום הם על אופק כל המדינות שעל הקו השווה, אחד צפוני, ואחד דרומי, ועליה מתקבלים כל אופק ואופק.

ונניח עגולת {ציור ל"ד} אופק אמצע העולם אבג"ד, וג' במערב, וב' בצפון, וא' במזרח, וד' בדרום, ואמצע אורך היישוב נקודת ה', וקו אה"ג הוא אלכסון משוה היום, והוא הקו השווה, שאם תהיה עליו מדינה, לא יהיה לה רוחב. ונניח חצי היום לנקודת ה', עגולת בה"ד, לפיכך, תהיה נקודת ה' מרחקה מכל צד צ' מעלות, בין מזרח בין מערב, ולפי שהישוב בצפון, ואורך כל מדינה, הוא מרחקה מן המערב, והיא נקודת ג', לפיכך, כל מדינה שהיא רחוקה מן הקו השווה לצפון, יש להן רוחב, וגם יש לה אורך מן המערב, והוא מרחקה מחצי האופק המערבי, והוא קשת בג"ד.

אלא, אם תהיה על חוף הים המערבי. ונניח ג"כ המדינה מרחקה מנקודת ג' פ' מעלות, והיא נקודת ז' על הקו השוה, יהיה האופק שלה חבט"ד, ועגולת חצי היום שלה בז"ד. וגם נניח מדינה מרחקה מנקודת ג', ע' מעלות, והיא נקודת נ' על הקו השוה, ואופק שלה ס"ב מ"ד, וחצי היום שלה בנ"ד. ונניח שתי מדינות רחוקות מן הקו השוה לצפון, האחד נקודת ס', והשנית ע', האחת עוברת על ראש שוכני אופק דה"ב, והשנית על ראש שוכני אופק דז"ב. לפיכך, מן הצורה הזאת, יתבאר לך שעגולת חצי היום לכל מדינה, אפשר שתהיה אופק למדינה מן המדינות, שהן על קו השוה.

ואחר שהקדמנו אלו העניינים, יאות לנו לבאר דבריו שאמר.

והאמצע שיצא מחשבון זה, פעמים יהיה בתחילת הלילה בשווה וכו'.

דע תחילה, שבעלי חכמת הגימטריאות, כשרצו לידע מקום אמצע כל כוכב, לכל עת שירצו, הניחו מהלך יום א', וכפלו אותו, והיה מנת שני ימים. וכן עד שלשים, ועד י"ב חודש, ועד שנה תמימה, וכן עד כל הימים והשנים והחדשים שרצו, וכל השיעורים מכל מהלך אמצעי, הוספתו בשיעור שווה. כאילו תאמר, שאמצע השמש ביום אחד נ"ט ח', ובשני ימים מעלה אחת נ"ח חלקים וט"ז שניים, שהם אנ"ח ט"ז, ובשלשה ימים בנ"ז כ"ה. ולפי שהכפילה על שיעור שוה, לא יתכן להניח אותם בנויין על הימים המשתנים, והם הימים האמיתיים, שפעם הם יתר מן הימים האמצעיים, שהן שוין תמיד. לפיכך, תהיה כפילת מהלך הכוכב האמצעי שוה, לפי שהיא בימים שוים. ואילו עשו אותם על הימים האמיתיים, לא היה הדבר נכון, לפי שאין לימים האמיתיים שיעור ידוע, בכל זמן וזמן, אלא ישתנה. לפיכך, כשנקבץ התנועה האמצעית לימים השוים, אפשר שלא הגיע עד שקיעת החמה, אם יהיה האמצע יתר מן המטאל"ע, ואפשר שתתבאר לאחר שקיעת החמה, אם יהיה האמצע חסר מן המטאל"ע.

משל, נניח הימים שנוסיף אותן על העיקר, חמשים יום. מנתה מן האמצע מ"ט מעלות וט"ז חלקים מ"א שניות. נוסיפנו על העיקר שעשאו הרמב"ם ז"ל, שהוא ז"ג ל"ב, יעלה אמצע השמש נ"ו מעלות ד' חלקים י"ג שניים, והגובה יהיה, אחר תוספת מנתו בחמישים יום על העיקר שלו, יצא הגובה פ"ו מ"ה י"ו. נגרע הגובה מן האמצע, אחר שנוסיף על אמצע ש"ס מעלות, ישאר שכ"ט מעלות ל"ד חלקים ונ"ז שניים, ומנתה מן השווי נ"ח חלקים. ולפי שהמסלול הזה יתר על ק"פ, נוסיף זה המנה על אמצע השמש, יעלה בידנו מקום השמש האמיתי נ"ז מעלות וי"ח חלקים וי"ג שניים. נקח מטאלעתו ברוחב ל' (מטאלע שלו, היינו, גודל עלייתו ברוחב 30 מעלות), יהיה מ"ג מעלות ונ' חלקים. והוא פחות מאמצע השמש בי"ב מעלות ל' חלקים י"ג שניים. וזה השיעור משעה ישרה, שיוסיף בה הזמן האמיתי על האמצעי. אם תוסיף אותו על הזמן האמצעי, יגיע הזמן עד שקיעת החמה, וזו הי"ב מעלות ול' חלקים, מנתה מן השעה נ"ג חלקים, ומנתה מאמצע השמש יותר מב' חלקים במעט. נוסיף אותה על אמצע השמש, עלה בידנו אמצע השמש לעת שקיעת החמה נ"ו מעלה וכ"ב חלקים וי"ג שניים. וכן נוסיף על אמצע הירח כ"ט חלקים וח' שניות, וזהו אמצע הירח לשקיעת החמה.

משל אחר, נוסיף על העיקר מנת ק' יום, והוא צ"ח ל"ג נ"ג, ונוסיף עליו ז"ג ל"ב, יעלה בידנו ק"ה ל"ז כ"ה. נגרע ממנו הגובה, והוא פ"ו מ"ה כ"ג שניים, יהיה המסלול י"ח נ"ב ב', מנתו מן השווי ל"ח חלקים. ולפי שמסלול יהיה פחות מק"ף, נגרע המנה מן האמצעי, ישאר ק"ה מעלות בקירוב ל"ח חלקים, והוא מקום השמש האמיתי. נקח מטאלע"א, יהיו צ"ב נ"ז, והוא פחות מן האמצע בי"ב מעלות

וג' שניות, והיא ד' חומשי שעה. לפיכך, צריכין להוסיף על אמצע השמש, או הירח, מנתה מן אמצע השמש, או אמצע הירח, עד שיהיה האמצע לשקיעת החמה.

משל אחר, הוספנו על עיקר מנת ר' יוס מאמצע השמש, והוא קצ"ז מעלות וז' חלקים ומ"ו שניים. וכשנוסיף על זה המנין העיקר, יצא לנו ר"ד מעלות וי"א חלקים וי"ח שניים. נגרע ממנו הגובה, והוא פ"ו מ"ה ל"ח, יצא לנו מסלול השמש קי"ז מעלות, וכ"ה חלקים, ומ' שניים, מנתה מן השווי, מעלה אחת וחמישים חלקים. ולפי שהמסלול פחות מק"פ, נגרע המנה מן האמצע, ישאר ר"ב מעלות כ"ט י"ח, וזהו מקום השמש האמיתי, ומטאלעה"א ר"ה מעלות ול"ד חלקים בקירוב. והאמצעי בזה המשל פחות מן המטאלע במעלה אחת וכ"ג חלקים, והוא קרוב מעשור שעה. ויהיה הזמן האמיתי בזה המשל, יתר על האמצעי בעשור שעה, ונקח מנתה מאמצע השמש והירח, ונגרע אותו מן האמצע, (ש)ישאר אמצע השמש, או הירח, לשקיעת החמה.

משל אחר, נוסיף על העיקר מנת ש' יוס, מאמצע השמש, והיא רצ"ה מ"ה ל"ט. ואחר תוספת העיקר, יהיה ש"ב מ"ה י"א. נגרע ממנו הגובה, והוא פ"ו מ"ה מ"ה, ישאר המסלול רי"ו מעלות בקרוב, ומנתה מן השווי, מעלה אחת וי"ב חלקים. נוסיף אותם על האמצע, יעלה בידינו ש"ג נ"ז י"א, והוא מקום השמש האמיתי. נקח מטאלעה"א, יהיו שי"ו מעלות, ונ' חלקים, והוא יתר על האמצע, בי"ד מעלות וה' חלקים, והוא כמו נ"ו חלק מס' בשעה, וזהו שיוסיף בו הזמן האמיתי על האמצעי. נגרע מנתו מן האמצע לשמש, או לירח, יצא לנו האמצע לעת שקיעת החמה.

וכבר הארכנו במשלים, כדי שיודע הדבר על בוריו. ולא נחוש לאורך הדברים, מאחר שנבין הדבר היטב, לפי שזו ההלכה קשה עד מאד.

ודע שהמעלות, שיש בהן תוספת האמצע על מטאלעה"א, הם סוף מזל תאומים. שהרי הקשת תשעים, ומטאלעה"א ברחב שלשים ע"ה כ"ד. לפיכך, הקשת יוסיף על מטאלעה"א בי"ד מעלות ול"ו חלקים. והמעלה, שבה הקשת פחות מן המטאלעה"א, הוא סוף מזל קשת, שהרי הקשת ר"ע מעלות, ומטאלעה"א רפ"ד מעלות ול"ו חלקים, והמעלה שהקשת שבה שוה למטאלעה"א, הוא ראש מאזנים, שכל אחד מהם ק"פ מעלות. אבל, ראש טלה, אין שם לא קשת, ולא מטאלעה"א.

ומאחר שדברנו באלו העניינים, יאות לנו שנשלים דבריו, שכתב בסוף פ"ד, לפי שהן בנויין על דבריו הנה. שהרי אמר עתה, והאמצע שיצא בחשבון, זה פעמים יהיו בתחלת הלילה בשוה, והוא כשיהיה האמצע שוה למטאל"ע, מקום השמש האמיתי, יהיה הזמן האמצעי שוה לזמן האמיתי.

#### או קודם שקיעת החמה בשעה

והוא בזמן שיהיה הזמן האמצעי, פחות מן הזמן האמיתי, וצריך להוסיף על האמצע מנת הזמן שחסר, ולא יגיע החסרון באלו המדינות, אלא, כמו שעה אחת, או יתר מעט, או חסר מעט, כמו שנתבאר:

#### או אחר שקיעת החמה בשעה

והוא בעת שיהיה הזמן האמצעי יתר על האמיתי לפיכך צריך לגרוע מן הזמן האמצעי כנגד היתר עד שיגיע לשקיעת החמה וצריך לגרוע מן האמצע לשמש או לירח כנגד היתר עד שיהיה האמצע לשקיעת החמה.

ודבר זה לא תחוש לו בשמש וכו'

לפי שהוא דבר מועט, והיא תנועת השמש בשעה, קרוב מב' חלקים או יתר מעט, וזהו סוף חסרונו, או תוספתו, והוא כשיהיה הזמן החסר, או היתר, שעה.

שהרי אנו משלימין קירוב זה, כשנחשב לאמצע הירח

לפי שאם יהיה הזמן החסר או היתר חצי שעה, יהיה קירוב זה יותר מחלק א', ותנועת הירח האמצעית בחצי שעה, יתר מי"ו חלקים במעט. כשיגרע זה הקירוב מהלך הירח בחצי שעה, ישאר ט"ו חלקים. פעם נוסף אותה על אמצע הירח, ופעם נגרע אותה ממנו. ואם יהיה הזמן החסר, או היתר, כמו שעה, ותנועת השמש בה כמו ב' חלקים ומחצה, ותנועת הירח בשעה, קרוב מל"ג חלקים, נגרע מתנועת הירח לשעה, תנועת השמש לשעה, ישאר כמו שלשים חלקים. פעם יוסיף אותה על אמצע הירח, או יגרע אותה ממנו.

הנה נתבאר תשלום הקירוב שבשביל השמש, בחשבון אמצע הירח. ואמר ז"ל בסוף פרק י"ד, אם היתה השמש מחצי מזל דגים עד חצי מזל טלה, תניח אמצע הירח כמות שהוא, שאם יהיה אמצע השמש מתחלת טלה עד ט"ו מעלות ממנו, יהיה המטאל"ע ברוחב שלשים, חסרים מן האמצע כמו ד' מעלות וכ"ו חלקים, והוא קרוב משליש שעה, וזה שלא צרך להוסיף על האמצע, בזה המקום כלום, מפני שהוא אמר בסוף הפרק, שכל זאת התוספת או הגרעון, הוא לאחר שקיעת החמה, בכמו שלישי שעה. לפיכך, כשתהיה השמש מחצי דגים עד חצי טלה, או מחצי בתולה עד חצי מאזנים, יניח האמצע כמות שהוא. שהרי יש בידנו שלישי שעה אחר שקיעת החמה, והוא קרוב מהקשת שבין האמצע והמטאלע בזה המקומות. וכשתהיה השמש במקום אחר מהגלגל, יוסיף טו חלק, או ל' חלק, או נגרע. ובדין היה, שראוי להוסיף ולגרוע יתר מזה. לפיכך, עשה האמצע לאחר שקיעת החמה, בכמו שלישי שעה, כדי להשלים מה שראוי להוסיפו, או לגרעו. כמו שאני מבאר, כשתהיה השמש בראש טלה, יהיה סוף הימים האמצעיים, הם סוף הימים האמיתיים. ויהיה הזמן עד שקיעת החמה בשוה. וזה הדין כולל כל אופק שבישוב. ואם תהיה השמש במקום אחר מהגלגל, יוסיפו המטאלע על האמצע, או יחסרו. ובגלל זאת התוספת או הגרעון, יוסיף הזמן האמצעי או האמיתי, או יחסר. לפיכך, אמר ז"ל, כשתדע אמצע הירח, התבונן בשמש, ודע באיזה מזל היא, כדי להוסיף ולגרוע, עד שנפגע בעת שקיעת החמה, ובא להודיענו, מה שנוסיף או נגרע, בכל מזל ומזל.

ואם תהיה השמש מחצי טלה עד תחלת מזל תאומים, תוסיף על אמצע הירח ט"ו חלקים.

לפי שהמטאל"ע בחצי טלה תחסר מן האמצע, כמו ד' מעלות וכ"ו חלקים, כמו שאמרו, והמטאל"ע בסוף מזל טלה תחסר מן האמצע, כמו ח' מעלות נ"ג חלקים. ובחצי מזל שור תחסר המטאל"ע מן האמצע י"ב מעלות ול"א חלקים, ובסוף מזל שור תחסר המטאל"ע מן האמצע י"ד מעלות ול"א חלקים. ואעפ"כ, לא הוסיף על אמצע הירח באלו המ"ה מעלות, כי אם מהלכו בחצי שעה, אחר שיגרע ממנו מהלך השמש בחצי שעה, ונשאר במקום הראשון, והוא בסוף מזל טלה, מעלה אחת וכ"ג חלקים, קרוב משמינית שעה. ובמקום השני, והוא חצי מזל שור, אחר שגרע מהלכו בחצי שעה, נשאר קרוב משליש שעה, והיא נשאר לאחר שקיעת החמה. ובמקום השלישי, והוא סוף שור, קרוב משעה, גרע ממנו חצי שעה, נשאר קרוב

מחצי שעה. והוא שאמר עליה, שהיא לאחר שקיעת החמה, בכמו שליש שעה, ואע"פ שהיא יתירה מעט.

ואם תהיה השמש מתחלת מזל תאומים עד תחלת מזל אריה, תוסיף על אמצע הירח שלשים חלקים.

לפי שהמטאל"ה בסוף מזל שור, תחסר מן האמצע קרוב משעה, כמו שאמרנו. ומטאל"ע חצי תאומים, יחסר מן האמצע ט"ו מעלות וי"ח חלקים, והוא יתר משעה במעט. ובסוף תאומים יחסר ארבע עשרה מעלות ול"ו חלקים, והוא קרוב משעה. ובחצי סרטן תחסר המטאל"ע מן הקשת י"ב מעלות ו' חלקים. ובסוף סרטן י"א מעלות ו' חלקים. ואע"פ כן, הוסיף על האמצע מנתה שעה, ואע"פ שהחסרון יתר משעה במעט, או פחות במעט, או יתר מד' חומשי שעה במעט, וזה השיעור ברוחב ל'. ולפי שדין זו התוספת או החסרון, כולל מרוחב כ"ט עד ל"ו, אם תחקור על אלו המטאל"ע ברוחב ל"ו, תצמיח מטאל"ע חצי טלה, תחסר מן הקשת ה' מעלות ול"ג חלקים, והוא יתר משליש שעה. ומטאל"ע סוף טלה תחסר מן הקשת י' מעלות ול"ט חלקים, והוא קרוב מחצי שעה ורביע שעה. גרע ממנו חצי שעה, ישאר רביע שעה. ובחצי שור יחסר כמו שעה, והוא ברוחב ל', יחסר כמו ד' חומשי שעה. ובסוף שור יחסר כמו שעה וחומש שעה. ובחצי תאומים יחסר י"ט מעלות, קרוב משעה ויתר מרביע, והוא ברוחב ל', יחסר כמו ד' חומשי שעה בלבד. ובסוף תאומים, יחסר כמו י"ח מעלות וחצי. ובחצי סרטן, יחסר כמו ט"ז מעלות וכ"ו חלקים. ובסוף סרטן, יחסר כמו י"א מעלות ו' חלקים. לפיכך, פעמים יחוש לשליש השעה, כשיהיה בחסרון יתר משעה, או מחצי שעה, או בשליש שעה, או בפחות או ביתר, ואע"פ שהוא ברוחב אחד, חסר או יתר.

ואם תהיה השמש מתחלת מזל אריה עד חצי מזל בתולה, תוסיף על אמצע הירח ט"ו חלקים.

שהרי חסרון המטאל"ע בסוף סרטן י' מעלות ו' חלקים, והוא מנת חצי שעה ושתות שעה, וברוחב ל"ו י"ג מעלות וכ"א חלקים, והוא יתר מחצי שעה ושליש שעה. וברוחב ל' יחסר בסוף אריה ד' מעלות ול"ט חלקים, והוא קרוב משליש שעה, ורוחב ל"ו יחסר ו' מעלות וכ"ה חלקים, והוא קרוב מחצי שעה. ובין חצי בתולה וחצי מאזנים לא תוסיף ולא תגרע, שהתוספת במטאל"ע או הגרעון מעט, והוא שמגיע בו האמצע לשעת הראייה.

ואם תהיה השמש בחצי מאזנים וכו'

שהרי בחצי מאזנים מוסיף המטאל"ע על הקשת בשתי מעלות וי"ט חלקים, ובסוף מאזנים מוסיף ד' מעלות ול"ט חלקים, ובחצי עקרב מוסיף ז' מעלות וי"ט חלקים, ובסוף עקרב מוסיף י' מעלות כ"ג חלקים, הרי ידענו שסוף התוספת למטאל"ע חצי שעה ושתות שעה. ואם תהיה השמש בתחלת מזל קשת, תוסיף המטאל"ע על הקשת י"ג מעלה ול"ד חלקים, ובסוף קשת תוסיף המטאל"ע י"ח מעלות ול' חלקים, והיא שעה ורביע, והוא קרוב ממה שאמרו בתוספת מנת השעה, והיא ל' חלקים ורוב משליש שעה, והיא לאחר שקיעת החמה. ובתחלת דלי יוסיף י"ז מעלות ול"ח חלקים.

ואם תהיה השמש בתחלת מזל דלי כו'

שהרי במחצית דלי תוסיף המטאל"ע י"ד מעלות ונ"ב חלקים, והוא יותר מחצי שעה ושליש שעה. ובסוף דלי יוסיף המטאל"ע י' מעלות ומ' חלקים, ובחצי דגים ב' מעלות ונ"ג חלקים, והוא שלישי שעה שאמר, שהיא לאחר שקיעת החמה.

וכן אם תרצה לעשות לך עיקר כו'

כבר עשינו העיקר לתחלת ליל ג', שיומו א' לחדש ניסן, משנה ט', מחזור רס"ט, שהיא שנת הק"א ליצירה, אלף תרנ"ב לשטרות. ומצינו בין שני העיקרים נ"ט אלף יום ותקל"ג יום, ויצא לנו אמצע השמש, בעיקר שעשינו, אחר תוספת העיקר שעשאו ז"ל, בה' מעלות ל"ה חלקים ומ' שניות ממזל טלה, סימנים ה' לה' מ', ויצא לנו מקום הגובה, בכ"ט מעלות וי"ד חלקים ממזל תאומים, סימנו כ"ט י"ד.

## פרפראות לחכמה פרק שנים עשר

### "חֲקוֹר פְּעָלוֹ, אֵךְ גֹּדְלוֹ תְּשִׁימָה נְגִדְךָ"

החקירה המדעית והטכנולוגית בתקופתנו, מלווה, בדרך כלל, בהכרזות יומרניות בנוגע לאפשרויותיה לדון בערכים חברתיים ומצפוניים. שורש הטענה המרכזית הוא, שיש ביכולתו של השכל האנושי, ואי לכך, גם החשיבה המדעית, להתערב ולהחליט, מה נכון ומה אינו נכון, בעניינים של דת ואמונה, ואפילו בהנהגה האמונית של האלקות עצמה.

הראשונים בתקופת תור הזהב בספרד, כבר הכירו בזמנם את הטענות האלו, ואף הגיבו עליהם בחומרה רבה, ובלעג מופגן. היחס בין האלקות לבין בן תמותה, נתבאר בצורה מושלמת בפיוטים של אותה תקופה, וביניהם רבי יהודה הלוי, ורבי שלמה אבן גבירול.

ר' יהודה הלוי מזהיר את החוקר, שאמנם יש מקום לחקירתו בענייני דרכי הטבע, לכל ענפיהם ומסיבותיהם הישירות, אבל, אין לחוקר, בן התמותה, שום אפשרות להכיר ולהתודע, כל שכן, לנתח את סיבת הסיבות, ועילת העילות, שהביאו את התופעות שהוא חוקר, מפאת גדלותה של האלקות, לעומת בן אנוש, שהוא אך רימה ותולעה. היינו, כדברי הפייטן, החוקר אינו יכול "לשלוח יד" באלקות ובהנהגתה. כלשונו,

והִבֵּט אֵל, גְּבוּרוֹת אֵל, וְהַעִירָה כְּבוֹדְךָ  
(חֲקוֹר פְּעָלֶיךָ, רַק אֵלֶיךָ, אֵל תִּשְׁלַח יָדֶיךָ. כִּי תִדְרָשׁ)  
חֲקוֹר פְּעָלוֹ, אֵךְ גֹּדְלוֹ, תְּשִׁימָה נְגִדְךָ .

(מתוך הפיוט "יהי שמך ארוממך", לרבי יהודה הלוי)

בפיוטו של רבי שלמה אבן גבירול (כתר מלכות פיסקה ל"ג), הוא מתאר את חולשתו הקטסטרופאלית של חוקר בן תמותה, שאינה מאפשרת לו לנגוע, אפילו כהוא זה, באלקות ובהנהגתה, ורק מתוך טומאה המקננת בליבו, הוא מעיז לערער עליה. כלשונו,

אֵלֶיךָ, בְּשֵׁתִי וְנִכְלַמְתִּי לְעֵמוּד לְפָנֶיךָ, לְדַעְתִּי,  
כִּי כִפִּי עֲצַמַת גְּדֻלַּתְךָ – כִּן תִּכְלִית דְּלוּתִי וְשִׁפְלוּתִי,  
וּכְפִי תִקַּף יְכַלְתְּךָ – כִּן חִלְשַׁת יְכַלְתִּי,  
וּכְפִי שְׁלֵמוֹתְךָ – כִּן חִסְרוֹן יְדִיעַתִּי.  
כִּי אַתָּה אֶחָד, וְאַתָּה חַי, וְאַתָּה גְּבוּר, וְאַתָּה קַיִם, וְאַתָּה גְּדוּל, וְאַתָּה חָכֵם, וְאַתָּה  
אֵלֹהִים – וְאַנִּי גוֹשׁ וְרִמָּה,  
עֶפְרוֹ מִן הָאֲדָמָה, כִּלְי מֵלֵא פְלִמָּה, אֲבֹן דוּמָה,  
צֶל עוֹבֵר, רוּחַ הוֹלֵךְ וְלֹא יָשׁוּב, חֲמַת עֶכְשׁוֹב,



עֵקֶב הַלֵּב, עֵרַל לֵב,  
 גָּדַל חֲמָה, חוֹרֵשׁ אֶן וּמְרָמָה,  
 גְּבַה עֵינַיִם, קֶצֶר אַפִּים,  
 טָמֵא שְׁפֵתַיִם, נֶעֱקֵשׁ דְּרָכַיִם, וְאַץ בְּרַגְלַיִם.  
 מָה אֲנִי, מָה חַיִּי, וּמָה גְבוּרָתִי, וּמָה צְדָקָתִי?  
 נְחָשֵׁב לְאִין כָּל-יָמַי הָיוּתִי, וְאַף כִּי אַחֲרַי מוֹתִי!  
 מֵאִין מוֹצֵאִי, וּלְאִין מוֹבָאִי?  
 וְהִנֵּה בָאתִי לְפָנֶיךָ אֲשֶׁר לֹא כָדַת בְּעֲזוֹת פְּנִים,  
 וְטָמֵאת רְעִיוֹנַיִם וַיֵּצֵר זִוְנָה, לְגִלּוּלָיו פּוֹנָה,  
 וְתֵאָוָה מִתְגַּבְּרָה, וְנִפְּשׁ לֹא מְטַהֲרָה,  
 וְלֵב טָמֵא, אוֹבֵד וְנֹדְמָה,  
 וְגוֹף נְגוּף מְלֵא אֲסַפְסוּף, יוֹסִיף וְלֹא יִסּוּף.

(מתוך הפיוט "כתר מלכות" לרבי שלמה אבן גבירול)

## פרק שלושה עשר

### הלכה א

**אם תרצה לידע את מקום השמש האמיתי בכל יום שתרצה, תוציא, דהיינו, תחשב תחילה את מקומה האמצעי לאותו היום, כלומר, את גודל הקשת מתחילת מזל טלה, הנמדדת על ידי גודל הזווית מתחילת מזל טלה, על הגלגל האמצעי שלה, ועד לנקודה אליה הגיעה השמש עד לאותו היום, על הדרך שביארנו, בפרק י"ב, כפי שחישב זאת הרמב"ם, למשל, עבור יום י"ד בתמוז שנת ד' תתקל"ח; ואחרי כן, תוציא, דהיינו, תחשב, גם את מקום גובה השמש, היינו את הזווית בה נמצאת נקודת גובה השמש, ותגרע מקום גובה השמש, ממקום השמש האמצעי. והנשאר, דהיינו, החיסור של שתי הזוויות השייכות, האחת לנקודת גובה השמש, והשנייה לנקודת אמצע השמש, הוא הזווית הנקראת בשם "מסלול השמש". בהמשך הדברים נראה, כי אנו זקוקים לזווית הזו, הנקראת בשם "מסלול השמש", בכדי שנוכל לחשב את מקום השמש האמיתי, כפי שהרמב"ם יבאר בהלכה הבאה.**

נעיר כי שתי הזוויות האלו, שאנו אמורים לחסר זו מזו, היינו, את הזווית של מקום גובה השמש, מהזווית של נקודת אמצע השמש, אינן יוצאות מאותה נקודת מרכז. כי קודקוד הזווית של גובה השמש, נמצא במרכז ט' של גלגל המזלות, היכן שנמצא הצופה על כדור הארץ. לעומתו, קודקוד הזווית של אמצע השמש, נמצא במרכז כ' של הגלגל האמצעי, שהוא גלגל יוצא מרכז, היינו, רחוק מהמרכז ט'. לכן, כעיקרון, כיון שלא ניתן לחסר שתי זוויות שאינן בעלות קודקוד (חוד) משותף, גם החיסור של נקודת הגובה מנקודת האמצע של השמש, הוא בלתי אפשרי (ראה תמונות 1א', 1ב'). בכל זאת, באופן מעשי, במסגרת הדיוקים שבידינו, ניתן לעשות זאת, ואין הדבר פוגע בתוצאה הסופית, כפי שנסביר לקמן.

### המפרש להלכה א

#### אם תרצה לידע מקום השמש האמיתי וכו'

בתחילה, נבהיר היטב את המושגים שהמפרש משתמש בהם בפרק זה.

תמונה 1ג' (היא שרטוט ל' של המפרש בפרק הקודם בתמונה 11) מראה את הסיבוב של גוף השמש הוירטואלי בגלגל האמצעי שלו, שמרכזו היוצא נמצא בנקודה כ'. סימננו את המקומות השונים על הגלגל האמצעי, אשר מגיע אליהם גוף השמש, באות ס'. כלומר, המקומות של השמש הוירטואלי על הגלגל האמצעי מסומנים באופן הבא: ס'1, ס'2, ס'3, וכו'.

יש הבדל יסודי בין הראייה של הנקודות ס' בה נמצאת השמש, כפי שרואה הצופה הנמצא בנקודה כ', לבין הראייה של צופה אחר הנמצא בנקודה ט', כפי שנראה לקמן.

מאידך, מקומה של השמש על הגלגל האמצעי שלה, (וכן, באופן כללי, גם מקומו של כל כוכב לכת אחר בגלגל האמצעי שלן) נמדד בגודל הזווית שלה על הגלגל האמצעי, ביחס לנקודת תחילת מזל טלה. אבל, כזכור (פרק י"א, תמונה 11), ציינו כי הכוון של ההסתכלות של הצופה מהנקודה ט', אל עבר תחילת מזל טלה נמצא, בעצם

באותו כוון, כמו כוון ההסתכלות מהנקודה כ' של הגלגל האמצעי (היוצא) המרכז, לעבר תחילת מזל טלה (נביא את ההוכחה לכך לקמן). כלומר, אף על פי שהנקודה כ' נמצאת במרחק מהנקודה ט', בכל זאת, הכוון של הקו ט"ע"ב'2 ושל הקו כ"ס'1מ'1ב'1 בתמונה ג' כאן הוא זהה, היינו, שני קווי הראיה האלה ט"ע"ב'2 ו כ"ס'1, מקבילים זה לזה. יתר על כן, אנו נראה לקמן, כי שני הקווים האלה נמצאים, למעשה, זה על גבי זה, כי המרחק של הנקודה כ' מהנקודה ט' הוא כמעט אפסי, ביחס למרחק אל הגלגל השמיני, שם נמצא מזל טלה. כלומר, שניהם מכוונים "ממש" כקו ישר אחד בלבד לעבר תחילת מזל טלה. זו הסיבה, כפי שנבהיר בפרוטרוט לקמן, ששתי הנקודות ב'1 ב'2 הן, למעשה, אותה הנקודה ב' על פני אותו קו ראייה משותף, המגיע עד לתחילת מזל טלה. כלומר, אם כי בתמונה ג' שתי הנקודות ב'1, ב'2 נראות נפרדות זו מזו, אבל, כיון שנקודת תחילת מזל טלה נמצאת במרחק גדול מאד, לכן, שתי הנקודות ב'1, ב'2 מתרכזות לכוון אחד בלבד, אשר נסמן אות באופן כללי באות ב', ולא ב'1, ב'2, והיא תקרא מעתה בשם ב', המסמן את הכוון המשותף אל תחילת מזל טלה שעל גלגל המזלות. לכן, ניתן לומר, שבאופן מעשי, הנקודה כ' מתלכדת עם הנקודה ט', והנקודה ס'1 עם הנקודה ע', והנקודה ב'1 (או מ'1) עם הנקודה ב'2, אשר תקרא מעתה בשם ב' סתם.

לכן, מקומו של גוף השמש הוירטואלי, בנקודה ס'1, או ס'2, או ס'3 וכו' בגלגל האמצעי, (שמרכזו בנקודה כ'), הוא אורך הקשת המתחילה מהכוון ב' (או טעב'1) אל תחילת מזל טלה, ועד למקומו הוירטואלי של גוף השמש בנקודה ס'1, או ס'2, או ס'3 וכו'.

אבל, כאמור, הקשת אשר בה מדובר כאן, אינה נמדדת ביחידות של אורך, אלא, זו היא הזווית, בה רואים את הקשת הזו, מהמרכז של המעגל אליו היא שייכת. במקרה שלפנינו, מדובר בקשתות של מקום השמש בנקודות ס'1 ס'2 ס'3, השייכות כולן לגלגל האמצעי, שמרכזו בנקודה כ'. לכן, כאשר אנו מציינים את המקום של גוף השמש על הגלגל האמצעי, הכוונה היא, אמנם, לקשת מתחילת מזל טלה, ועד למקומה של השמש על הגלגל האמצעי, כאמור לעיל, אבל, המדידה שלה נעשית על ידי הזווית אליה שייכת קשת זו. למשל, הזווית המסומנת בשלוש האותיות ס'2, כ', מ'1, היא "גודל" הקשת על הגלגל האמצעי מהנקודה ס'2 עד לנקודה ס'1, וזויות זו מסמנת את "מקומה" של השמש בגלגל האמצעי שלה (סתם "שמש" היא השמש הוירטואלית על הגלגל האמצעי), כי הנקודה ס'1 (או הנקודה ע') מציינת כאן את כווננו של תחילת מזל טלה כנ"ל.

כך באותה מידה, אנו מציינים את "המקומות" של הנקודות ל' ומ', הנמצאות על גלגל המזלות בתמונה ג'. גם כאן "המקום" של כל אחת מהן מצוין על ידי "אורך הקשת" הנמדד מתחילת מזל טלה, שעל גלגל המזלות עצמו, ועד הנקודה ל' או מ'. אבל, כאמור, קשתות אלו נמדדות באופן מעשי, רק על ידי הזוויות בט"ל או בט"מ, כאשר הנקודה ל' יכולה להיות כל אחת מהנקודות ל'1, ל'2, או ל'3 וכו', והנקודה מ' היא מ'1 או מ'2 או מ'3 וכו'.

עתה, כיון שישנם שני מרכזים של שני גלגלים שונים, מרכז הגלגל האמצעי כ', ומרכז גלגל המזלות ט' (שהוא גם מרכז כדור הארץ ט'), ניתן לראות את אותו גוף השמש כאשר היא נמצאת, למשל, בנקודה ס'2 על הגלגל האמצעי, משתי נקודות מבט שונות, היינו, ממרכז כדור הארץ ט', או מהמרכז היוצא בנקודה כ', כמו בתמונה ג'. במקרה הראשון רואים, כי כאשר אנו מסתכלים מהנקודה ט' לעבר השמש הנמצאת בנקודה ס'2, אנו רואים בהמשך קו הראיה ט'ס'1 את דמות השמש, בנקודה ל' על גלגל המזלות. במקרה השני, היינו, מנקודת מבט מהנקודה כ', נראה כי דמות השמש נמצאת בנקודה אחרת מ' על גלגל המזלות. כך הוא הדבר לכל אחת

מהנקודות ס'1, ס'2, ס'3, וכו', היינו, שניתן לראות כל אחת מהן מהנקודה ט' או מהנקודה כ', ואז לכל אחת ואחת מהנקודות האלו ס'1, ס'2, ס'3 וכו', שייכות נקודות שונות ל'1, ל'2, ל'3 וכו', מ'1, מ'2, מ'3 וכו', על גלגל המזלות. כלומר, באופן כללי, הנקודה ל' היא הנקודה בה רואה צופה מכדור הארץ ט' את דמות השמש על גלגל המזלות, כאשר גוף השמש, נמצא בנקודה האמצעית ס' על הגלגל האמצעי. לעומתה, הנקודה מ' היא הנקודה בה רואה צופה מהמרכז היוצא כ', את דמות השמש על גלגל המזלות, כאשר גוף השמש נמצא על גלגל אמצעי באותה הנקודה ס', כפי שבארנו זאת בפרק י"ב לעיל.

כאמור, מודדים את "אורך" הקשת בעזרת גודל הזווית השייכת אליה. למשל, מקומה של הנקודה ס'2, נמדד על ידי הזווית העוברת בין חמש האותיות הכלליות לסטע"ב, ובפרט, למשל, הזווית (ל'2)(ס'2) טיע'ב'2), וקודקודה של זווית זו הוא ב"נקודת המבט של הראיה", היינו, מהנקודה ט' בה נמצא הצופה על כדור הארץ. רואים כי לזווית זו יש שתי קרניים היוצאות מהנקודה ט': הקרן הראשונה יוצאת תמיד מהמרכז ט' של כדור הארץ, לעבר מזל טלה (בגלגל התשיעי) הנמצא בנקודה ב' (או ב'1), כי מהכוון הזה של תחילת מזל טלה, מתחילים למדוד את כל הזוויות. סימוני האותיות של הקרן השנייה של זווית זו, היוצאת מהנקודה ט' תעבור, למשל, דרך שתי הנקודות ס'2 ל'2, או ס'3 ל'3. שים לב, שבכדי למצוא את המקום האמיתי ל' של דמות השמש על גלגל המזלות, יש למתוח קו היוצא מהצופה בנקודה ט' של כדור הארץ, שיעבור דרך הנקודה ס', בה נמצא גוף השמש על הגלגל האמצעי, ולהמשיך אותו עד שיפגע בגלגל המזלות. בנקודת הפגיעה שם, המסומנת באות ל', נמצאת דמות השמש, כלשון המפרש:

**וכבר הודענו, שמקום הכוכב האמיתי, לשמש, או לזולתו, משאר שבעת כוכבי הלכת, הוא מקומה ל' הנמצא על (מ)גלגל המזלות, בערך אל מוצקו, ביחס אל מרכז גלגל המזלות עצמו, דהיינו, ניתן למצוא את המקום הזה ל' על גלגל המזלות, בעזרת מרכז גלגל המזלות בנקודה ט', ומאידך, הנקודה ל', היא בעצם, בסוף הקו הישר היוצא מאמצע כדור הארץ ט', דהיינו, הקו היוצא מהנקודה ט', עד לגוף השמש הוירטואלית (או לעבר הכוכב לכת אחר) הנמצא בנקודה ס', הנמצאת על הגלגל האמצעי של השמש, ונמשך מעבר לנקודה ס' והלאה, ומגיע עד לשטח גלגל המזלות, ופוגע שם בנקודה ל', שם נמצאת (דמות כוכב לכת, או דמות) השמש.**

**והכונה בכל התיאור הנ"ל היא, ידיעת המקום האמיתי, היינו, חישוב של מקום דמות השמש בנקודה ל' על גלגל המזלות, כפי שהיא נראית מכדור הארץ ט', ולא רק את ידיעת מקום הנקודה האמצעית ס' על גלגל האמצעי.**

### ותגרע מקום גובה השמש וכו'

**שהרי אם נסתכל עתה על המעגל האמצעי כולו, אשר מרכזו הוא בנקודה כ' בתמונה 1ג', יהיה הכוכב במרחקו הרחוק ביותר, בזמן המפרש, בסוף גבהו, בנקודה א'2, על רקע תחילת מזל סרטן על גלגל המזלות, אשר את המשכו סימנו שם בנקודה א'1; שהרי בנקודה א'2, כפי שהסברנו כבר בתמונה 11 בפרק י"א, נקודת הגובה היא הנקודה אשר בה השמש היא רחוקה ביותר מכדור הארץ הנמצא בנקודה ט', ואי לכך, כפי שהסברנו כבר שם, אין לו שווי. מהו שווי? הספר "ישועה בישראל" מסביר זאת בהלכה ב' בפרק י"ב בד"ה ודע שהשמש, "והנה קשת ל"מ זה נקרא קשת השווי, רוצה לומר, כשתוסיף קשת זו על מהלך האמצעי (מ') או תחסר (אותה ממנו), אזי יעמוד מהלך החמה (ל') נגד המזלות שוה בשוה במעלה אחת", כלומר, השווי נעשה על ידי חיבור או חיסור של הקטע ל"מ, אל מקום הנקודה מ' (או לחסר ממנה), על גלגל המזלות, כך שיתקבל המקום ל' בדיוק, שוה בשוה, באותה הזווית**

ובאותה מעלה, היכן שנמצאת דמות השמש בפועל על גלגל המזלות, כפי שרואה אותה, באופן מעשי, הצופה מנקודת מבטו ט', מכדור הארץ. כלומר, מידיעת מקומה של דמות השמש מ', כפי שהיא נראית מהמרכז היוצא כ', נוכל להוסיף לה (או לחסר ממנה) את הקשת ל"מ, וכך נקבל את המקום ל' של דמות השמש, כפי שהיא נראית לצופה על כדור הארץ מהנקודה ט', כדלקמן.

אבל, במקרה שגוף השמש נמצא בדיוק בנקודה א'2 על הגלגל האמצעי, הרי דמות השמש מ' הנראית מהנקודה כ', נמצאת בדיוק בתחילת מזל סרטן בנקודה א'1, וכן גם דמות השמש ל' הנראית מהנקודה ט', גם היא נופלת על אותה נקודה א'1. כלומר, שתי הנקודות ל"מ נופלות האחת על גבי רעותה, ואין כלל רווח ביניהן, דהיינו, למצב כזה, כלשון המפרש אין לו שווי, כלומר הרווח ל"מ הוא אפס, ואין צורך להשוות את המקום האמיתי ל', על ידי תוספת של הקשת ל"מ למקום הנקודה מ', כי ערכו של הקטע ל"מ הוא אפס, והיכן שנמצא כוון גוף השמש בנקודה מ', כך גם נמצא שם כוון המקום האמיתי, של דמות השמש בנקודה ל', לעיני הצופה מכדור הארץ הנמצא בנקודה ט'.

כך הוא הדבר, גם כאשר גוף השמש הוירטואלי נמצא בנקודת השפל הנגדית ז', כי אז דמות השמש נמצאת על רקע מזל גדי בנקודה ג'. דהיינו, כיון שגם במצב מיוחד זה, שתי הנקודות ל"מ נופלות זו על גבי זו, הרי גם למצב זה אין קשת של שווי, דהיינו, הקשת ל"מ היא אפס.

כלשון המפרש, לפי שעילת השינוי, היינו, ההפרש הקיים בין מקום הנקודה מ' לבין מקום הנקודה ל', על גלגל המזלות, הוא בגלל השינוי, שבין הקצוות של שני קוי הראיה ט"ל וכ"מ, היינו, ששתי הנקודות ל"מ אינן נופלות זו על גבי זו תמיד כנ"ל, אלא, בדרך כלל, יש ביניהן שינוי בין המקומות שלהם על גלגל המזלות, המתקבל מההפרש שבין שני הקצוות של שני הקוים ל"ט וכ"מ הפועים במוצק של הגלגל האמצעי של הכוכב (השמש) הנמצא בנקודה ס', ומתחתכים עליו, דהיינו, ששני קוים אלה, חותכים זה את זה בנקודה ס', כמו בתמונה ג'. שהרי הקו האחד, דהיינו, הקו היוצא ממוצק גלגל היוצא המסומן בנקודה כ', והקו הב' היוצא ממוצק העולם ט', ושני הקוים האלה, מגיעות עד שטח גלגל המזלות, ומשליכות עליו את שתי הנקודות ל' ו מ'.

אבל, כאשר שתי הנקודות ל' ומ' נמצאות ממש אחת על השניה כנ"ל בנקודת א' בתמונה ג' לעיל, היינו, גוף השמש נמצא בנקודה א'2, ודמות השמש נמצאת בנקודה א'1, באותו כוון בשמים, על רקע תחילת מזל סרטן, או כלשון המפרש, בצורה (בשרטוט) שקדמה, דהיינו, שראינו קודם בתמונה 11 בפרק י"א, ונקודה א'2 זו, היא גובה השמש {ציור ל'}, ואז, במקרה זה, אין לשמש שווי, דהיינו, אין הפרש בין מקומותיהן של שתי הנקודות ל"מ, והוא אפס, כי הן נמצאות בדיוק באותו כוון, ולכן הן נופלות אחת על גבי השניה בנקודה א' עצמה, לפי ששני הקוים הנזכרים אין בין קצותיהם שינוי, דהיינו, לפי שהאחד נופל על חברו, והם בצורה שקדמה, כלומר, בתמונה ג' לעיל (הצורה ל'), קו א"כ וקו ט"א, הנופלים אחד על גבי חברו.

וכן הוא הדין, כשתהיה השמש גם בנקודת ז', והוא מרחקה הקרוב ביותר אל כדור הארץ, לפי שגם כן שני הקוים האלו, נופל כל אחד מהן על חברו, ואין בין שני קצותיהם שינוי, לפי שגם הקו כ'ז' נופל על הקו ט'ז', ושתי הנקודות ל' מ' נופלות שוב אחת על השניה, והפעם שתייהן על הנקודה ג', בתחילת מזל גדי. ומפני זה, אין לשמש ולא לזולתה (גם לכוכבי הלכת האחרים), באלו השתי נקודות, שווי כל שהוא, והם שתי הנקודות ז' א'.

**וזולת אלו השני נקודות**, דהיינו, פרט לנקודה א'2 ונקודה ז', שהן נקודת הגובה ונקודת השפל של השמש, ביחס לכדור הארץ, הנמצא בנקודה ט', **יש לכל נקודה אחרת ס'**, שעל פני הגלגל האמצעי, כגון ס'3, ס'4, ס'5 וכו', **שווי מיוחד ל"מ**, והוא אינו אפס, כפי שרואים בתמונה 1ג', **כמו** בגלל השינוי שנוצר בין **שני הקוים**, הקו **טס"ל והקו כס"מ**, **שיש בין שני קצותיהם**, של הקוים האלה, **קשת ל"מ**, שאינה אפס, במקרים אלה.

ובזמנו של המפרש, היינו, בשנת ה'תק"ה (5505), נקודת הגובה של המעגל האמצעי, אשר נעה, כזכור, כמעלה אחת בשבעים שנה, **כבר הגיעה לנקודת א'** (היא נקודה א'2 בתמונה 1ג'), של הגובה של המעגל האמצעי, **באלו הזמנים**, בזמנו של המפרש, **והיא שנת העיקר שעשינו אנחנו**, דהיינו, שעשה המפרש בפרק י"א, וקבע שם את זמן העיקר שלו. מתברר שנקודת הגובה, בזמנו של המפרש, הגיעה כבר **בסוף מזל תאומים**, קרוב מאד לתחילת מזל סרטן (ראה תמונה 1ג'), **כמו שביארנו למעלה בסוף פרק י"ב**.

עתה חוזר המפרש לדברי הרמב"ם, בכדי לחשב את "מסלול השמש", שהוא כאמור בהלכה א', ההפרש שבין הזוית של נקודת הגובה, לבין הזוית של מקום השמש במעגל האמצעי שלה. אבל, כפי שכבר הסברנו לעיל, אפשר לחסר שתי זויות, רק אם יש להן קוקוד (חוד) משותף. במקרה שלפנינו, הקוקוד כ' של הזויות של מקום השמש ס' בגלגל האמצעי שלה, שונה מהקוקוד ט' של זוית הגובה (ראה לקמן). לכן, לא נוכל לחסרן זו מזו. את הקושיה הזו עוקפים באופן הבא.

כבר ציינו לעיל, וכן בפרק י"א, כי "מקום" של גרם שמימי על הגלגל שלו, מציינים על ידי הזוית של הקשת, שמודדים ביחס לנקודת אפס מוסכמת, על אותו גלגל. לכן, הקשת עצמה, גם היא, נמדדת במעלות, בדקות, בשניות, בשלישיות וכו'.

כבר ראינו, כי כל זוית שאנו מודדים על גלגל המזלות, אם קוקודה מונח בנקודה ט' או בנקודה כ', או מכל נקודה אחרת, הרי מדידתה היא תמיד ביחס לכיוון תחילת מזל טלה בשמים. ראה הלכות ז'ט' בפרק י"א.

כידוע, הכוכבים במזל טלה הם כולם רחוקים מאד מכדור הארץ, כי הם נמצאים כולם על הגלגל השמיני, ראה תמונה 2. לעומתם, כל כוכבי הלכת כולם, ואף השמש, כולם נמצאים במרחקים זעירים ביותר זה מזה, ביחס למרחקים אל הכוכבים שבגלגל השמיני. לכן, המערכת של כל שבעת כוכבי הלכת כולם, היא רק נקודה זעירה ביותר, ביחס למרחק אל הגלגל השמיני, שם נמצאים כוכבי השבת שבמזל טלה.

כך יוצא, כי מערכת כוכבי הלכת כולה היא כל כך קטנה, ביחס למרחבים הגדולים שבתוך הגלגל השמיני, עד שאף אם "נטייל" מכוכב לכת אחד למשנהו, בתוך המערכת הזו, אנו נזוז, למעשה, רק מרחק זעיר ביותר ואפסי בתוך הגלגל השמיני כולו. לכן, אם נסתכל במזל טלה, פעם אחת מכוכב לכת אחד, ופעם שניה מכוכב לכת אחר, הרי המרחק שעברנו במרחבי הגלגל השמיני, בין שני כוכבי הלכת האלה, הוא כל כך זעיר, כך שאם נסתכל במזל טלה, פעם מכוכב לכת אחד, ופעם מכוכב לכת אחר, אנו נראה משני כוכבי הלכת האלה כי, באופן מעשי, מזל טלה נמצא **באותו** כוון בשמים. כי, כאשר עברנו מכוכב לכת אחד למשנהו, הרי למעשה, לא שינינו את הכוון של קו הראיה שלנו אל תחילת מזל טלה, זאת כיון ששינינו את מקומנו במרחב, למעשה, במידה אפסית.

את התופעה הזאת אנו מכירים היטב כאן על כדור הארץ, כאשר אנו מביטים בירח בלילה בזמן נסיעה, נדמה לנו כי "הירח נוסע איתנו כל הזמן", ולכן, הוא עומד באותו כוון ביחס אלינו. אבל זוהי אשליה בלבד, כי האמת היא, שהירח כל כך רחוק מאתנו, ותנועתו על כדור הארץ היא כל כך מזערית, ביחס למרחקו מאתנו, עד שאפילו אם נסע למרחקים גדולים, קו הראיה שלנו לעבר הירח אינו משתנה באופן מעשי, והוא נמצא תמיד באותו כיוון. לכן, לעולם לא נראה שהלבנה חולפת על פנינו בזמן נסיעה, כי, כאמור, היא תיראה לנו תמיד באותו כוון.

נבאר זאת בפרוטרוט בעזרת שרטוט:

תמונה 3 מראה צופה העומד בנקודה כ'1, ומבטו הוא לאורך הקו המקווקו. אבל, בכדי לראות את הנקודה א' הנמצאת מתחתיו, הצופה הזה צריך להנמיך את מבטו מקו הראיה כ'1א' בכוון למטה בזוית 1, ביחס לכוון הקו המקווקו הקודם, שהיה לנוכח פניו. כאשר אותו הצופה נסוג אחורה עד לנקודה שניה כ'2, גם שם הוא צריך להנמיך את מבטו בזוית 2, בכדי לראות את הנקודה א'. אבל, הזוית 2, אשר בה היה צריך להנמיך את מבטו, היא קטנה יותר מהזוית 1, כאשר הוא עמד בנקודה כ'1, קרוב יותר לנקודה א'.

ברור כי ככל שיסוג אחורה הצופה רחוק יותר ויותר ימינה מהנקודה כ'2, אז, כמו שהזוית 2 היתה קטנה יותר מהזוית 1, כך הוא ינמיך את מבטו יותר ויותר בכדי לראות את הנקודה א', היינו, כל הזויות מהנקודה כ'2 והלאה ימינה יותר, יהיו קטנות יותר ויותר. כלומר, ככל שהוא נסוג אחורה יותר ויותר מהנקודה כ'2 ימינה, הוא יצטרך להנמיך את מבטו בכוון הנקודה א', בזוית קטנה יותר ויותר, ביחס לקו המקווקו. לכן, כאשר הוא יהיה רחוק מאד מאד ימינה מהנקודה א', הרי הוא פשוט יוכל ליישר את מבטו יותר ויותר, כמעט לגמרי, עם הקו המקווקו עצמו.

כך באותה מידה, צופה אחר העומד מתחת לנקודה א', למשל, בנקודה ט'1, יאלץ להרים את מבטו מן הקו הישר המקווקו שלו בזוית 3, בכדי שיוכל לראות את הנקודה א'. גם הוא, אם יסוג אחורה ויתרחק לנקודה אחרת, ימינה מהנקודה ט'2 והלאה, הוא יצטרך אמנם להרים את מבטו מהקו המקווקו, בכדי לראות שוב את הנקודה א', אבל, הזוית אשר בה הוא מרים את ראשו ביחס לקו המקווקו שלו, גם היא תלך ותקטן יותר ויותר, עד שכאשר הוא יהיה רחוק מאד מהנקודה א', גם הוא, למעשה, רק יישר את מבטו, כמעט ללא שום זווית, בכדי לראות את הנקודה א'.

עתה, נניח כי שני הקוים המרוסקים הם קרובים מאד זה לזה, היינו, שתי הסדרות של הנקודות כ' וט', הן קרובות מאד זו לזו.

לכן, כאשר אנו מסתכלים משתי נקודות כ' או ט', הקרובות מאד זו לזו, לעבר נקודה א', שהיא רחוקה מאד משניהם, הרי שני הכוונים של שני המבטים האלה, משתי הנקודות כ' וט', לעבר הנקודה א', יהיו שניהם לאורך שני הקוים המקווקים, שהם למעשה מקבילים ביניהם.

המסקנה היא, שכוון ההסתכלות משתי הנקודות כ' או ט', הנמצאות במרחק קטן מאד בין זו לזו, לעבר נקודה שלישית א', שהיא רחוקה מאד משתייהן, תהיה למעשה באותו כוון בשמים, כמו בתמונה 4.

לפיכך, על פי מה שהסברנו לעיל, כל כווני הסתכלות מנקודה כל שהיא במערכת כוכבי הלכת, כגון כ', ט', א', ס' (תמונה 5) לעבר תחילת מזל טלה, הם למעשה, כולם מקבילים זה לזה.

נחזר לענייננו :

בתמונה 6 שרטטנו חלק מתמונה ג' לעיל, אשר בה השמש נמצאת על הגלגל האמצעי שלה בנקודה ס' (שים לב, כי לשם נוחיות, שרטטנו מספר שרטוטים, כמו תמונה 6 כאן, אשר בהם כוון הסיבוב של השמש הוא הפוך לזה בתמונה ג' ואחרות). השמש הספיקה לעבור את הקשת שמתחילת מזל טלה בנקודה ב', ועד למקומה בנקודה ס', דהיינו, הקשת ב"ס. הכוון אשר בו רואה צופה וירטואלי הנמצא במרכז כ', את תחילת מזל טלה, הוא כאמור, הקו כ"ב. זהו "קו האפס" אשר ממנו מודדים את הזווית סכ"ב "המחזיקה", או "שרואים בתוכה" את כל הקשת ס"ב. לכן, את מקומה של השמש, בתמונה זו, אנו מודדים ע"י הזווית סכ"ב, דהיינו, זהו גודל הזווית שהגיעה אליה השמש, תוך כדי סיבובה על הגלגל האמצעי שלה, ביחס לנקודה של תחילת מזל טלה, הנחשב ככוון האפס.

כך כל זווית שהיא, אם היא נמדדת ממרכז הגלגל האמצעי כ', או ממרכז כדור הארץ ט', תמיד נמדוד את תחילתה בכוון של תחילת מזל טלה, הנחשב תמיד כזווית האפס של סולם המעלות על גלגל המזלות. אבל, כאמור, כיון שטלה נמצא רחוק מאד על הגלגל השמיני, וגם שתי הנקודות כ' וט' הן סמוכות מאד זו לזו, ביחס למרחק אל הגלגל השמיני (שהרי המרחק בין שתי הנקודות ט"כ הוא רק  $1/30$  מהמרחק אל השמש, כאמור לעיל בפרק י"ב, וזה הוא מרחק אפסי, ביחס למרחק אל מזל טלה שבגלגל השמיני), לכן, בכל שרטוט, תמיד יהיה הכוון של מזל טלה זהה כמו בתמונה 7, כי ההבדל בין ההסתכלות לכוון מזל טלה, הן מנקודה כ' והן מנקודה ט', הוא מזערי ביותר, ובאופן מעשי, שני הכוונים יהיו מקבילים זה לזה, כפי שהסברנו לעיל. אף יותר מזאת, באופן מעשי, לצרכים מסוימים שנראה לקמן, שני הקווים האלה נופלים ומתלכדים זה על זה ממש, בכוון המוגדר כנקודה ב' בתמונה 7.

לא רק מהנקודה כ' או ט', אלא, גם מכל נקודה שהיא, על פני הגלגל האמצעי, וגם מנקודת הגובה א', היכן שתהיה, הרי הכוונים מכל הנקודות האלו, לעבר כוון תחילת מזל טלה, הם כולם מקבילים זה לזה באופן מעשי, כמו בתמונה 5.

תמונה 8 מראה את מקום השמש בנקודה ס' על הגלגל האמצעי שלה. כאשר מסתכלים מהנקודה כ' לעבר הנקודה ס', הרי בהמשך קו ראייה זה, תיראה דמות השמש בנקודה מ' על גלגל המזלות. לעומת זאת, כאשר מסתכלים על גוף השמש מהנקודה ט', דמותה תיראה שם בנקודה ל'. עתה, כיון ששתי הנקודות כ' וט' סמוכות מאד זו לזו ביחס למרחק אל הכוכבים בתחילת מזל טלה, לכן, כפי שהסברנו לעיל, הקו כ"ב' ו הקו ט"ב' הם למעשה מקבילים זה לזה. לכן, הזווית אשר בה רואים מהנקודה כ' את השמש הנמצאת בנקודה ס', ביחס לכוון אל תחילת מזל טלה, היא ס"כ"ב', ומהנקודה ט' תהיה הזווית ל"ס"ט"ב'. כיון ששני הקווים כ"ב' ו ט"ב' הם מקבילים זה לזה, לכן, הזווית ס"ט"ב' גדולה יותר מהזווית ס"כ"ב', כפי שמראה ציור העזר בתמונה 8א, שהוא הגדלה של חלק מתמונה 8, היינו, שהזווית 3 קטנה מהזווית 2 או מהזווית 1 (כיון שהזווית 1 2 שוות ביניהן).

כך יוצא, כי קבלנו שתי זוויות, האחת מתארת את מקום נקודת הגובה א', משתי נקודות מבט שונות, כ' וט', כמו בתמונה 7, ומתברר שהזוויות המתארות את המקום של נקודת הגובה א', משתי נקודות המבט האלו, שוות ביניהן, למעשה; והשניה היא מקום השמש ס' על הגלגל האמצעי, שגם לה יש שתי נקודות מבט שונות, כ' וט', הנותנות שתי זוויות, שאינן שוות ביניהן, כמו בתמונות 8 ו 8א'.



עתה, נוכל לבאר את דברי המפרש לקמן, היכן בדיוק נמצאת בשרטוט, אותה הזוית המתקבלת מהחיסור של שתי זויות אלו, היינו, חיסור זוית הגובה מזוית האמצע, הנותנת את "מסלול השמש". לשם כך, אנו מצרפים יחד בתמונה 9א', היינו, את מקום הגובה, ואת מקום האמצע, היינו, שתי זויות, שאנו מחסרים זו מזו, כפי שתיארנו כל אחת מהן בתמונות 7 ו 8.

שים לב כי תמונה 9א' היא, בעצם, אחד מן המצבים בתמונה 1ג' לעיל, היינו, ציור ל' של המפרש, ובשתייהן כל האותיות זהות, אלא, שתמונה 9א' מראה את מזל טלה משמאל, ובתמונה ל' מזל טלה הוא בכיוון למטה. המשמעות היא, שאמנם בתמונה 1ג' ישנם שני קוים מקבילים זה לזה היוצאים משתי הנקודות כ' או ט', אבל, שני קוים אלה לא רק מקבילים זה לזה, כפי שהסברנו לעיל בתמונה 4, אלא, שלמעשה, הם אף מתלכדים זה עם זה. לכן, כל זוית של נקודה שנמדדת, למשל, בגלגל האמצעי שמרכזו בנקודה כ', או בגלגל המזלות שמרכזו בנקודה ט', כולן נמדדות מאותו כיוון זהה אל תחילת מזל טלה, ולכן, מותר לחסר אותן זו מזו, כי נקודת האפס, היינו, תחילת מזל טלה, היא למעשה זהה עבור כל הזויות שעל הגלגל האמצעי, והן על גלגל המזלות המקיף אותו. לכן, מותר לנו לחסר את מקום נקודת הגובה א' בתמונה 9ב', מהמקום ס' בו נמצאת השמש בגלגל האמצעי, כי שני הקוים אשר ביחס אליהם מודדים את הזויות, הן בגלגל האמצעי, והן בגלגל המזלות, היינו, הקוים כ"ב'1 וט"ב'2 הם מקבילים, ואף זהים זה לזה, וכך הנקודה כ' נמצאת, למעשה, על הנקודה ט' עצמה, וכך שתי הזויות הן בעלות קוקוד משותף, וניתן להחסירן זו מזו. תמונה 10 מסכמת את המצב הזה.

יש לשים לב, כי אין אנו רשאים לשרטט בתמונה 1ג' את שני המרכזים כ' ו ט' באותה נקודה, כמו בתמונה 10, כי אין אנו משוים את הקטעים והזויות בתמונה זו עם המרחק אל מזל טלה, אלא, אנו צריכים לחשב את כל הגדלים בשרטוט, זה ביחס לזה, ולכן, אין להזניח אף אחד מהם, כי זו התמונה המקומית הסובבת אותנו, והנמדדת על ידינו בפועל. למשל, אם נשתמש בטענה שהשתמשנו בה קודם, שהמרחק בין שתי הנקודות כ' ו ט', הוא זניח ביותר לעומת המרחק למזל טלה, עד כדי כך, שלמעשה, הנקודה כ' מתלכדת ממש עם הנקודה ט', הרי כל הציור בתמונה 1ג' מתבטל מאליו, כי המיקום השונה של שתי הנקודות כ' ו ט' הוא הבסיס ליצירת שתי הנקודות ל"מ משתי הנקודות כ' ו ט', הנותנות שתי נקודות שונות ל' ומ'. ואם הנקודות כ' ו ט' מתלכדות, מתוך הטענה שמרחקן מגלגל המזלות הוא אפסי, אין זה כלל רלוונטי לשיקולים מקומיים במערכת השמש עצמה, אלא, זה רלוונטי אך ורק לגבי ההסתכלות של שני צופים לכיוון מזל טלה בלבד, ולא ליחסים שבין הגדלים והזויות בתוך המערכת המקומית המוגבלת של השמש הארץ והירח. לכן, כל מה שנוגע לכיוון אל מזל טלה, הוא זהה עבור כל הנקודות במערכת השמש, כמו בתמונה 5, ולכן, הנקודות כ' ו ט' הן זהות. אבל, אין זה נכון לזהות את שתי הנקודות כ' ו ט' בתמונה המקומית של מערכת השמש בתמונה 1ג'.

נחזור לדברי המפרש :

**לפיכך**, כותב המפרש, אם נתבונן בתמונה 10, שהיא מצב מסוים בציור שלו ל' (תמונה 1ג'), **תהיה נקודת ב', היא ראש מזל טלה**, והיא גם הכיוון אשר החל ממנו אנו מודדים, את שתי הזויות סכ"ב אט"ב, אשר שתיהן מתחילות מהכיוון ב' אל תחילת מזל טלה, ובקצה של אחת מהן, נמצאת נקודת הגובה א', ובקצה של הזוית השניה, נמצאת השמש בנקודה ס', במעגל האמצעי שלה. עתה, כפי שציין הרמב"ם בסוף ההלכה לעיל, **וכשנגרע** את הזוית של מקום נקודת הגובה א', היינו, זוית אט"ב, מן הזוית בה נמצאת השמש במעגל האמצעי שלה בנקודה ס', היינו, זוית סכ"ב הרי **ישאר לנו קשת מסכ"א, הנקראת בשם "מסלול השמש"**. המפרש מכנה

את שתי הזויות האלו בשמות המקוצרים שלהן, היינו, זוית "הגובה" זוית "האמצע", כלשונו, "וכשנגרע את הגובה מן האמצע" וגו'.

בתמונה 10, זוית הגובה א' קטנה מזוית האמצע ס', לכן, ניתן לעשות את החיסור באופן ישיר. אכן, רואים כי הזוית ס"ב גדולה מהזוית אט"ב, וניתן לחסר את הזוית הקטנה יותר אט"ב מהזוית הגדולה יותר סט"ב, ותוצאתו היא הזוית סט"א. זוית זו היא מה שאנו מכנים בשם "מסלול השמש".

לעומת זה, אם זוית הגובה של א' היא גדולה מזוית האמצע של ס', כמו בתמונה 11, אז החיסור יהיה בלתי אפשרי, ולכן, יש להוסיף 360 מעלות (שערכם הוא אפס מעלות) לזוית הקטנה.

למשל, בשתי הזויות אלו שבתמונה 11, דהיינו, בזוית הגובה של א' ובזוית האמצע של ס', אשר לשניהן יש עתה קדקד משותף בנקודה כ', נוכל לחסר את הזוית של א', דהיינו, את הזוית אט"ב, מהזוית מסכ"ב של מקום השמש בנקודה ס', וכך נקבל את זוית השארית אט"ס, הנקראת בשם "מסלול השמש".

אמנם בכך הסברנו את החיסור באופן ציורי על פי תמונה 11, אבל, בכל זאת, בכדי לקבל את הגודל המספרי של הזוית של מסלול השמש, עלינו לחסר ממש את המעלות של הזוית הגדולה של אמצע השמש מכ"ב, מהמעלות של הזוית הקטנה אט"ב של מקום גובה השמש, כי זה היה סדר החיסור שבו הוגדרה הזוית של מסלול השמש. חיסור כזה לא יתכן מבחינה מספרית, במקרה שלפנינו, אלא אם כן נוסיף את ה 360 מעלות לזוית הקטנה, כנ"ל. הרמב"ם מסביר ענין זה בדוגמאות לקמן.

שים לב, כי עד עתה לא הבהרנו, מדוע היה בכלל צורך להגדיר את הזוית הזאת של "מסלול השמש". בהמשך יתברר, כי זוית זו דרושה לחישוב המקום האמיתי ל' של דמות השמש על גלגל המזלות, כזכור מפרק י"א, כפי שהוא נראה לצופה בכדור הארץ, הנמצא בנקודה ט'.

עתה, מתעכב המפרש על הפירוש המילולי של "מסלול השמש", כלומר, "מסלול השמש" פירושו הוא "דרך השמש", כי "מסלול" היא הדרך המיוחדת שהשמש עוברת בה בגלגל היוצא שלה, לפי שאין הפרש בין שתי המילים "מסלול" ו"דרך", דכתיב, בְּמַסְלָה נַעֲלָה (דברים כ' י"ט), וּפִירוּשׁ בְּמַסְלָה הוא "בדרך".

בכדי להבין את דברי המפרש, נגדיר את המקרים השונים שלו:

לאפשרות אשר בה זוית הגובה היא קטנה יותר מזוית האמצע, כמו בתמונה 10, אנו מכנים בשם "האפשרות הראשונה".

לאפשרות אשר בה זוית הגובה היא גדולה מזוית האמצע, כמו בתמונה 11, אנו קוראים בשם "האפשרות השנייה".

לבסוף, לאפשרות אשר בה זוית הגובה שווה בדיוק לזוית האמצע, אנו קוראים בשם "האפשרות השלישית".

המפרש דן בשלוש האפשרויות השונות לקמן:

באפשרות הראשונה כבר דנו בתמונה 10 לעיל.

האפשרות השניה היא (תמונה ג1), **ואם יהיה הזוית של נקודת הגובה, רב מן הזוית של מקום השמש בגלגל האמצע**, וכפי שכבר הסברנו לעיל, שהמפרש מכנה את שתי הזויות הללו בשמות המקוצרים "הגובה" ו"האמצע", הרי **ולא נוכל לגרוע אותו**, את הגובה **מן האמצע**. לכן, כפי שעשינו במקרים דומים בפרקים הקודמים, **נוסיף על האמצע ש"ס מעלות, ואחר כך, נגרע הגובה מן האמצע**, וכך יצא לנו **המסלול** (ראה לקמן).

האפשרות השלישית היא, **ואם יהיה הגובה שוה לאמצע**, אז **אין שם גרעון**, ומסלול השמש יהיה אפס.

עתה, מדגים המפרש את שלושת האפשרויות בדרך הנדסית, כפי שכבר עשינו לעיל בתמונות 10, 11.

המפרש מתחיל מן האפשרות הראשונה בתמונה 10 לעיל:

**ואם תהיה נקודת ב' ראש טלה** (תמונה ג1), כלומר, שאם הנקודה ב' מסמנת, כמו שתמיד שרטטנו עד כה, את כוון תחילת מזל טלה, ואם גם נניח, **שיהיה האמצע יותר מג' מזלות**, היינו, יותר מ 90 מעלות מכוון תחילת מזל טלה (בכוון הנקודה ב'), למשל, בנקודה ס' בתמונה 10 לעיל (שהיא מצב מסוים ס'3 בתמונה ג1), ומאידך, נקודת **הגובה א'** (בתמונה 10 או ג1), אינה מגיעה ל 90 מעלות מתחילת מזל טלה (בכוון נקודה ב'), כפי שכתב המפרש בסוף פרק י"ב, שבזמן העיקר שלו, נקודת הגובה א' עמדה בכ"ט מעלות וי"ד חלקים ממזל תאומים, היינו, כמעט בסוף מזל תאומים, מעט לפני תחילת מזל סרטן, שהן בסך הכל כמעט 90 מעלות ממזל טלה לכוון נקודה ב' (תמונה ג1), כלשונו, המכילות **קרוב משלשה מזלות**, כמו שיהיה נקודת **האמצע מ'** בקצה **הקשת בא"מ**. **וכבר ידעת, שקשת הגובה היא קשת ב"א**, לכן, אם **תגרע** את הגובה אכ"ב **מן האמצע בא"מ**, אז **ישאר קשת א"מ**, היינו, הקשת מהנקודה א', ועד לנקודה מ', וזהו **הנקרא מסלול השמש**.

האפשרות השניה היא (תמונה 11), כאשר המפרש מניח נקודה ק' במקום נקודה מ', **ואם יהיה בהפך מהמצב בתמונה 10, כגון שיהיה האמצע ב"ק**, כמו בתמונה 11, **והגובה ב"א**, כלומר, קשת הגובה ב"א היא גדולה מהאמצע ב"ק, ולכן, **לא נוכל לגרוע ב"א מן ב"ק**, אז **נוסיף על קשת ב"ק ש"ס מעלות**, ונגרע ב"א, **מן האמצע שהוספנו עליו ש"ס מעלות**, והנשאר הוא **מסלול השמש**. המפרש יפרט ענין זה יותר בהלכה ב'.

במקרה השלישי, **ואם יהיה הגובה והאמצע שוין**, כגון שיהיה שיעור כל אחד מהן בדיוק **קשת א"ב**, אז יהיה **מקום האמצע הוא מקום הגובה**, ואין שם **מסלול השמש**, כלומר מסלול השמש הוא אפס, ויהיה **הכוכב בזה המקום**, אין לו שווי, דהיינו, הנקודות ל' ו מ' נופלות זו על גבי על זו, ומקומו **האמצעי מ' של השמש**, הוא **מקומו האמיתי ל'**.

## הלכה ב

כזכור, אנו יכולים לחשב את מקומה ס' של השמש בכל רגע על הגלגל האמצעי (תמונה 11), שהרי אנו יודעים היכן עמדה השמש בזמן העיקר, וכן אנו יודעים את קצב התקדמותה הקבוע על פני גלגל זה, כך שבכל רגע ורגע מאוחר יותר, אנו יכולים לחשב את זוית האמצע ס', אשר הגיעה אליה השמש.

כמו כן, אנו יודעים לחשב את זוית הגובה (תמונה 11), שהרי אנו יודעים את תחילתה בזמן העיקר, וכן את קצב התקדמותה אחרי כן, במשך הזמן, על פני גלגל המזלות.

כך יוצא, שבכל רגע ורגע אנו יכולים לחסר את זוית הגובה מזוית האמצע, וכך לקבל את "מסלול השמש" בכל רגע ורגע.

אבל, כזכור, מטרתנו היתה לחשב את המקום האמיתי של השמש על גלגל המזלות. כלומר, כיצד לחשב את הזוית של הנקודה ל' בכל רגע ורגע בתמונה ג' לעיל, שהיא המקום האמיתי של דמות השמש על גלגל המזלות, כפי שרואה אותה הצופה הנמצא על כדור הארץ.

כפי שכבר הערנו לעיל, חישוב הזוית של "מסלול השמש" (תמונה 11), הוא המפתח לחישוב המקום האמיתי ל' של השמש על גלגל המזלות, כפי שמבאר הרמב"ם בהלכה ב' לקמן.

נחזור לתמונה 8, שם אנו מראים את מקום השמש ס', על פני הגלגל האמצעי, שמרכזו בנקודה כ'. זוית האמצע של הנקודה ס', כאמור, ניתנת לחישוב. אבל, שים לב, כי מתמונה זו גם ברור, כי גודלה של הזוית של הנקודה מ', שווה בדיוק לזוית של נקודת האמצע ס', ביחס לתחילת מזל טלה, דהיינו, הזוית של הנקודה מ' שעל גלגל המזלות, היא תמיד ידועה, והיא שווה לזוית של נקודת האמצע ס' (שהרי הנקודה מ' היא על המשכו של הקו כ"ס).

אנו מעוניינים לחשב את הקשת של הנקודה ל', שהיא המקום האמיתי של דמות השמש על גלגל המזלות, כפי שהיא נראית מהנקודה ט'. כזכור, הנקודה ל' נמצאת בהמשך של הקו ט"ס עד לגלגל המזלות. כיון שאנו יודעים כבר כיצד לחשב את הקשת של הנקודה מ' כנ"ל, לכן, אנו צריכים לחשב עתה רק את גודל השינוי מ"ל (או השיווי, כלשון המפרש) שעלינו להוסיף (או לחסר) מהקשת של הנקודה מ', בכדי לקבל את הקשת של הנקודה ל', ביחס לתחילת מזל טלה.

בהמשך, בהלכה ד', מביא הרמב"ם טבלה, המראה כיצד למצוא את גודל השינוי (השיווי) הזה בכל רגע ורגע, אם כבר ידועה תוצאת החישוב של "מסלול השמש", שהגדרנו לעיל. בעזרת טבלה זו, אנו יכולים לעבור מהזוית של הנקודה ס' (או הנקודה מ') כפי שהיא נראית מהמרכז כ' של גלגל האמצע, לזוית שבה היא נראית לנו מהמרכז של כדור הארץ שלנו בנקודה ט'. במילים אחרות, טבלה זו מאפשרת לנו לעבור מכל החישובים של זויות שעשינו בגלגל האמצע, ולקבל בעזרתם את הזויות של הנקודה ל', מנקודת ראייתנו אנו, מהנקודה ט' שבמרכז כדור הארץ (או המרכז של גלגל המזלות, שם נמצא גם כדור הארץ).

לפיכך, בתחילה, עלינו לחשב, קודם כל, את זוית הגובה וכן זוית האמצע של השמש, בכדי לקבל את "מסלול השמש", בשעה וביום שאנו מעוניינים בהם, ואז, אומר הרמב"ם בתחילת הלכה זו, **תראה ותבחן כמה מעלות הוא מסלול השמש.**

עבור כל גודל של זוית שנקבל עבור מסלול השמש, מציג לנו הרמב"ם, את "מנת המסלול", דהיינו, את גודל הקשת ל"מ שעלינו לחסר או לחבר, לקשת של הנקודה מ', בכדי לקבל את הזוית ל' על גלגל המזלות.

בתחילה, בהלכות ב' ג', מסביר הרמב"ם, באיזה מקרה עלינו לחבר או לחסר את "מנת המסלול" לזוית של מ'. אחרי כן, בהלכות ד' והלאה, הוא יציג את הטבלה

עצמה למציאת מנת המסלול, עבור כל אחד ואחד מערכיו של "מסלול השמש", כדבריו:

**אם היה המסלול של השמש פחות ממאה ושמונים מעלות (ק"פ מעלות), תגרע מהאמצע, דהיינו, עליך לגרוע מהזוית של מי (שהיא הזוית של הנקודה ס' שחישבת) את מנת המסלול ל"מ שתמצא בטבלה לקמן, ממקום השמש האמצעי; ואם היה המסלול יתר על מאה ושמונים מעלות, עד שלוש מאות ושישים, תוסיף מנת המסלול ל"מ על מקום השמש האמצעי מ'. ומה שיהיה אחר שתוסיף עליו או תגרע ממנו, הוא המקום האמיתי ל'.**

המפרש מסביר ענין זה לקמן:

### המפרש להלכה ב

#### ותראה כו', אם המסלול פחות מק"פ

כדברי הרמב"ם ברישא של הלכה זו: **אם המסלול של השמש הוא פחות מק"פ מעלות, ועל זה כותב המפרש, שיהיה מקומו בנקודה ל' הנמצאת בכל מקום שהוא בקשת אד"ג (תמונה 1 ג' כאן), היינו, בכל הנקודות של חצי העיגול העליון של גלגל המזלות, המתחיל ממזל סרטן בנקודה א', ועובר דרך מזל מאזניים בנקודה ד', ומגיע עד לתחילת מזל גדי בנקודה ג', ובסך הכל, קשת בת 180 מעלות. כזכור מפרק י"א, כאשר מסלול השמש נמצא בחצי העליון של גלגל המזלות, אז בכל המזלות האלה, שבהם נמצאת קשת "מסלול השמש", רואים כי הנקודה מ' מקדימה את הנקודה ל', (בהתאם לכוון החיצים על גלגל המזלות בתמונה 1 ג'), כלומר, בכדי לקבל את מקום הנקודה ל' על גלגל המזלות, עלינו דווקא לחסר את הקשת הקטנה ל"מ, ממקומה של הנקודה מ'.**

במקרה השני, כדברי הרמב"ם בהמשך, כאשר מסלול השמש הוא גדול מ 180 מעלות, כלומר, הוא נמצא בחצי העיגול התחתון בתמונה 1 ג', כלשונו, **ואם יהיה "מסלול השמש" יותר מק"פ מעלות, ומבאר המפרש, שיהיה מקומו של הנקודה ל', במקום כל שהוא על פני הקשת גב"א, כלומר, בחצי הגלגל התחתון, המתחיל במזל גדי בנקודה ג', ועובר דרך מזל טלה בנקודה ב', ועד שהוא מסתיים בתחילת מזל סרטן בנקודה א'.** כך הסביר המפרש את דברי הרמב"ם שבתחילת דבריו להלכה ב'.

שים לב, כי בתמונה 1 ג', הבאנו דוגמה אשר בה גובה השמש נמצא דווקא בנקודה א', הנמצאת על רקע תחילת מזל סרטן. לעומתה, נקודת השפל ז' נמצאת על רקע מזל גדי. לכן אותן 180 מעלות של מסלול השמש, נמצאות מתחילת מזל סרטן בנקודה א', ועד לתחילת מזל גדי בנקודה ג'. אבל, כמה מאות שנים מאוחר יותר, כאשר נקודת הגובה א' תזוז בקצב של מעלה אחת בכשבעים שנה, לכן, אותן 180 מעלות האלו, של מסלול השמש, יתחילו, לא ממזל סרטן, אלא, מהמקום של המזל החדש שהגיעה אליו נקודת הגובה א', ואותן 180 מעלות יסתיימו במזל הנמצא בנקודת השפל הנגדית החדשה של הגלגל האמצעי של השמש. תמונה 12 מדגימה זאת. היא מראה מצב אשר בו נקודת הגובה א' של גלגל השמש, התקדמה עד שהגיעה ל 30 מעלות הלאה מתחילת סרטן, והיא עומדת עתה ב 120 מעלות ממזל טלה, בנקודה א'1. בתמונה זו, מקומה של נקודת הגובה א'1 היא הקשת ממזל טלה (בכוון נקודה ב'1) ועד לנקודה א'1, היינו, הזוית בה נמצאת הנקודה מ', והיא הקשת המתחילה ממזל טלה (נקודה ב'1), עד לנקודה מ'. עתה, כאשר אנו באים לחשב את מסלול השמש, היינו, הקשת א'1 מ', אנו מחסרים את הקשת של נקודת הגובה א'1, היינו הקשת ב"א1, מהקשת ב"מ של הנקודה מ', ואז נקבל שקשת מסלול השמש היא

א"מ'. לכן, רואים כי קשת מסלול השמש תמיד מתחילה מהנקודה בה מסתיימת קשת נקודת הגובה א'1 עצמה, שהרי חיסרנו אותה מהקשת של הנקודה מ'. כך גם מצאנו בתמונה 10 או תמונה ג'1, אשר בה הנקודה א' היא סיומה של הקשת של נקודת הגובה א', ומשם החלה הקשת של מסלול השמש" א"מ. כך יוצא, כי הן בתמונה ג'1 והן בתמונה 12, הקשת של מסלול השמש מתחילה תמיד מנקודת הגובה השייכת לאותה תקופה, אם בסרטן (בנקודה א' בתמונה ג'1) או 30 מעלות אחריה, היינו, לאחר כ 2100 שנה, כאשר נקודת הגובה תגיע לנקודה א'1 במזל אריה (תמונה 12). בתמונה ג'1 עמדה נקודת הגובה א' על רקע תחילת מזל סרטן, ונקודת השפל עמדה על רקע מזל גדי, לכן, הקשת של 180 מעלות מתחילה מתחילת מזל סרטן, והיא מגיעה לערך של 180 מעלות במזל גדי בנקודה ג', ואז עלינו לחסר את מנת המסלול, כאמור לעיל. אבל, בתמונה 12, מתחילה קשת מסלול השמש מהנקודה א'1, שהיא 30 מעלות הלאה ממזל סרטן, והיא מסתיימת, גם היא, 30 מעלות הלאה ממזל גדי, היינו במזל דלי. גם במקרה זה יש לחסר את מנת המסלול. המסקנה היא, שהתוספת או הגרעון של מנת המסלול, שכאמור לעיל, תלויה בקשת מסלול השמש, היינו, אם היא קטנה מ 180 מעלות (ואז גורעים את מנת המסלול מהקשת ב"מ), או אם היא גדולה מ 180 מעלות (ואז יש להוסיף את מנת המסלול). אבל, אותן 180 מעלות נמצאות במזלות אחרים, בהתאם לתקופה, כמו בתמונה 12.

תמונה ג'1 היתה קרובה מאד למציאות בזמן המפרש, אשר בה, כאמור לעיל, היה גובה השמש בנקודה א', קרוב מאד לרקע תחילת מזל סרטן, כפי שכתב בפירושו בסוף פרק י"ב.

לכן, בתקופתו של המפרש, כאשר נקודת הגובה עמדה כמעט בתחילת מזל סרטן, גובה השמש היה כמעט 90 מעלות ממזל טלה, ולכן, בכדי לקבל את מסלול השמש עבור כל נקודה מ', היו מחסרים מאורך הקשת מ', את מקום הגובה, שהיה אז כמעט 90 מעלות, כאמור. בכל מקרה, הקשת שנשארה אז מהחיסור הזה, היינו, מסלול השמש, התחילה תמיד בתחילת מזל סרטן, שהרי גובה השמש נמצא על רקע זה, ונמשכה עד למקום הקשת של הנקודה מ'.

עתה, נביא שוב את הענין אם להוסיף את מנת המסלול על מקומה של הנקודה מ', או לחסר ממנה, על מנת לקבל את המקום האמיתי ל' של השמש על גלגל המזלות, אבל, על פי המפרש.

**ואם יהיה בקשת אד"ג** (תמונה ג'1), כלומר, שיהיה **מקומו האמצעי** בנקודה מ', גדול יותר מן האמיתי בנקודה ל', **לפי** שבכל הנקודות ל' (ל'1, ל'2, ל'3) הנמצאות בין סרטן לבין גדי, בחלק העליון של המזלות, רואים **שקו טס"ל**, (גם קו זה, טס"ל הוא רק הגדרה כללית של הנקודה ל', היות וישנן מספר נקודות ל', כגון ל'1, ל'2, וכו', וכן גם לנקודה ס', ישנן מספר נקודות ס'1, ס'2, וכו' בתמונה זו, ולכן, הקו ס"ל העובר בין כל זוג נקודות ס"ל על גלגל המזלות, כגון ס'1ל1, ס'2ל2, וכו', נמצאים כולם בין מזל סרטן בנקודה א', ועד למזל גדי בנקודה ג', המתחברות בקו ישר אל הנקודה ט') **היוצא ממוצק הארץ** בנקודה ט', הרי שבמקרה זה, אתה **מחסר מהקשת האמצעי** של הנקודה ס' (או מ'), **והוא** הקשת השייכת לזוית בא"מ, את הזוית השייכת לקשת הקטנה ל"מ. **לפיכך, נגרע מנת המסלול, והוא** הכינוי של **קשת ל"מ, מן האמצע, והוא קשת בא"מ, וישאר לנו המקום האמיתי ל' של דמות השמש, והוא קשת הזוית בא"ל. לפי שנקודת ל' היא סוף הקו היוצא ממוצק העולם** בנקודה ט', ולכן, **נמצאת קשת בא"ל היא הקשת האמיתית, דהיינו, המקום האמיתי של דמות השמש, ונקודת ל' הוא מקום דמות השמש האמיתית.**

ולעומת זה, **כשתהיה השמש בקשת גב"א**, דהיינו, בחצי התחתון של גלגל המזלות (תמונה ג'), היינו, בין המזלות גדי ועד לרטון, **יוסיף הקשת האמיתי על האמצעי**, כלומר, הקשת ב"ל של הנקודה ל' מתחילת מזל טלה, היא "נוספת", דהיינו, גדולה יותר מהקשת ב"מ של הנקודה מ'. **לפיכך, כשנוציא**, כלומר, נחשב את **מקום השמש האמצעי**, היינו, הקשת ב"מ של הנקודה מ', הרי שבמקרה זה, **אנו נוסיף עליו מנת המסלול ל"מ**, וכך **יצא לנו המקום האמיתי ל'**, היינו, הקשת ב"ל, שהיא מקום דמות השמש על גלגל המזלות.

בסיכום: בכדי לחשב את המקום האמיתי ל' של דמות השמש על גלגל המזלות, אנו מבדילים בין שני מקרים, בהתאם למצב מסלול השמש: אם מסלול השמש נמצא בחצי העליון של גלגל המזלות, מסרטן עד לגדי (0-180 מעלות), או בחצי התחתון שלו, מגדי עד סרטן (180-360) אז:

א. אם מסלול השמש נמצא בין 0-180 מעלות, אז יש לחסר את מנת המסלול ממקום הנקודה מ'.

ב. אם מסלול השמש נמצא בין 180-360 מעלות, אז יש להוסיף את מנת המסלול למקום הנקודה מ'.

עתה, המפרש מדגים בעזרת ציור ל' שלו, היכן נמצאת בדיוק הקשת של מסלול השמש (שהיא כאן תמונה ג'), וזאת במקרה שדמות השמש נמצאת בחצי התחתון של מזלות, שאז יש להוסיף את מנת המסלול על הקשת של מ', כפי שהקדמנו לעיל.

כפי שאמרנו, הנקודות המסומנות באות ל', נמצאות תמיד על גלגל המזלות. כאשר המפרש מציין נקודה ל' כל שהיא, הוא מתכוון לנקודה אחת מיני רבות אלו שעל גלגל המזלות. למשל, בקשת העוברת דרך הנקודות בא"ל, הוא מתכוון לכל הזוויות המתחילות מראש מזל טלה בנקודה ב', עוברות דרך תחילת מזל סרטן בנקודה א', ומגיעות עד לנקודה ל' הראשונה. אבל, אם נמשיך הלאה עד למזל גדי, ישנן עוד שתי נקודות ל' כאלו המסומנות שם. שלוש נקודות ל' האלו, הן רק שלוש מתוך כל הנקודות ל' האפשריות הנמצאות על חצי העיגול שבין סרטן ועד למזל גדי.

נביא דוגמה נוספת, שהמפרש מתאר בהמשך: בקשת העוברת דרך חמש הנקודות ב"א דג"ל (תמונה ג'), הרי ארבע הנקודות ב"א ד"ג הן קבועות, כי הן מסמנות את תחילתם של ארבעת המזלות טלה, סרטן, מאזניים וגדי, והנקודה ל' כאן היא נקודה ניידת ביניהם. בפרט, אם הנקודה ל' נמצאת דווקא בין המזלות גדי וטלה, אז הזווית ב"א דג"ל, מסמנת את כל הנקודות הניידות ל', הנמצאות ברבע גלגל זה בלבד, שבין שתי הנקודות ג"א.

גם עבור זוויות אלו נוכל לחשב מהי קשת מסלול השמש: שוב, כיון שבתמונה ג', נקודת הגובה א' נמצאת בדיוק על רקע תחילת מזל סרטן, לכן, אם נחסר את קשת הגובה א' בשרטוט זה, נקבל כי קשת מסלול השמש היא אדג"ל. כלשון המפרש:

**לפי שאם יהיה נקודת האמצע מ', בקשת שסימונה ב"א דג"ל, וכן תגרע ממנו קשת הגובה, והוא ב"א, ישאר לך קשת המסלול של השמש, והיא הקשת אדג"ל, ורואים מתמונה ג', כי קשת "מסלול השמש" זו הוא יותר מק"פ (180) מעלות, ולכן, יהיה קשת מ"ל מוסיף על הקשת האמצעי, כי זווית "מסלול השמש" נמצאת בקטע שבין מזל גדי לעבר מזל סרטן (ראה כוון החץ על גלגל המזלות בתמונה ג'). לפיכך, נוסיף קשת ל"מ, שהיא מנת המסלול, על קשת באדג"ל, ואז יצא לך קשת האמיתי של הנקודה ל'. ותהיה נקודת ל' (נכתב מ', וצ"ל ל') הוא מקום השמש האמיתי, והוא סוף הקו היוצא ממוצק הארץ, ומגיע עד הכוכב לנקודת ס' ויוצא אל נקודת ל'.**

מכאן מובן, כי התפקיד של מנת המסלול הוא "לתקן" את זוית האמצע של הנקודה מ', כפי שרואים מהנקודה יוצאת המרכז כ' של הגלגל האמצעי, כך שתתאים למבט של צופה העומד במרכז כדור הארץ ט', הרואה את הנקודה ל'. התוספת או החיסור של מנת המסלול ל"מ מהזוית של הנקודה מ', מבטא את גודל המעבר מנקודת מבט מהמרכז כ', לנקודת מבט מהמרכז ט', וכך נקבל את הקשת ( הזוית) של הנקודה ל'.

בשתי הדוגמאות לעיל, הסברנו את החיסור של קשת הגובה א', במקרה שהיא קטנה מקשת האמצע מ'. בהמשך, יבאר הרמב"ם כיצד יש לנהוג במקרה שקשת נקודת הגובה א', היא גדולה מהקשת של הנקודה מ'.

## הלכה ג

**ודע שאם יהיה המסלול מאה ושמונים בשווה, או שלוש מאות ושישים בשווה, אין לו מנה, אלא, יהיה המקום האמצעי הוא המקום האמיתי.**

### המפרש להלכה ג

#### ודע שאם יהיה כו'

ענין זה התבאר כבר על ידי המפרש בהלכה א' לעיל, וכאן הוא מבאר שנית :

**שהרי אם יהיה האמצע קשת ב"א ד"ג** (תמונה 1ג'), כלומר, שהשמש הגיעה בתנועתה במעגל האמצעי עד לנקודה ג', בתחילת מזל דלי, ומאידך, **הגובה קשת ב"א** (שהרי בזמן המפרש, נקודת הגובה היתה כ 90 מעלות ממזל טלה, כמו שכתב בסוף דבריו בפרק י"ב, וכן בפרק זה, בסוף הלכה א'), **אז כשנגרע ב"א מן האמצע, ישאר קשת אד"ג**, שהוא מסלול השמש, **והוא ק"ף מעלות**, כפי שרואים בתמונה 1ג', **ותהיה השמש במרחק הקרוב אל כדור הארץ**, דהיינו, השמש האמצעית נמצאת אז בנקודת השפל ז', **ואין לה מנת שווי**, דהיינו, היא אפס. **זאת לפי שאין בין שני הקוים הנזכרים שינוי**, דהיינו, שני הקוים ט"ז וכ"ג נופלים זה על גבי זה.

**וכן אם יהיה הגובה פחות מן האמצע בש"ס מעלות**, והמפרש מדגים זאת, **רוצה לומר, כשיהיה הגובה רב מן האמצע, ואי אפשר לגרוע הרב מן המועט, אז נוסיף על האמצע ש"ס מעלה, ונגרע הגובה ממנו**, כפי שכבר הסברנו מקרה כזה לעיל. **לפיכך, יתכן מקרה אשר בזו הצורה, דהיינו, שהגובה גדול מהאמצע, אפשר שיהיה הגובה פחות מן האמצע בש"ס מעלה** (שהיא שוב כמו זוית אפס), **ואז יהיה האמצע בנקודת א', וגם הפעם שני הקוים כ"א וט"א נופלים זה על גבי זה, ולכן, לזוית כזו של 360 של מסלול השמש, אין לו כלל מנה מן השווי, כמו שהודענו כבר בסוף פירושו להלכה א' לעיל.**

**ואלו אמר הרמב"ם ז"ל, ואם היה הגובה שוה לאמצע, דהיינו, ששתי הזויות, זוית הגובה בט"ס, וזוית האמצע בכ"א, שוות זו לזו, יהיה קרוב (קל) לדעת מהו מסלול השמש. שהרי לפי שלא תהיה השמש בנקודת א', אלא, אם כן יהיו שניהם, הגובה והאמצע, שוים, ואז יהיה שיעור כל אחד מהם, והוא הגובה והאמצע, קשת ב"א.** תמונה 13 מדגימה מקרה כללי. אבל, אם נקודת האמצע ס' בתמונה זו תתקדם הלאה לעבר הנקודה א', הרי במקרה זה, יהיו האמצע והגובה שוים, כדברי המפרש.

עתה, בהלכה הבאה, מביא הרמב"ם טבלא של "מנת המסלול", דהיינו, את הערך של קשת השינוי ל"מ, עבור כל ערך של מסלול השמש.



## הלכה ז

## וכמה היא מנת המסלול?

שים לב כי בזמנם לא היתה קיימת הספרה 0, ולכן, כאשר לא היו כלל מעלות, אלא חלקים בלבד, הם לא ציינו כלל את המעלות.

נעיר כי בלוח שלו, מְעַגֵּל הרמב"ם לספרות שלמות, את הערכים המופיעים בספרו של האסטרונום אלבתני. מאידך, בהשוואה עם תוצאות חשבוניות בימינו, מתברר כי העיגול של המספרים שעשה הרמב"ם בחישוביו, אכן, מתאים, בדרך כלל, לתוצאות החדישות של ימינו, פרט למנה של 20 מעלות, שהיה ראוי לעגל בה את הדקות ל 39, ולא ל 40.

**אם יהיה המסלול של השמש עשר מעלות, תהיה מנתו עשרים חלקים** (ה"חלק" הוא, כזכור, החלק השישים של מעלה, דהיינו, דקת קשת בימינו, המסומנת כיום על ידי פסיק בצד ימין של המספר, כגון 20' );

**ואם יהיה עשרים מעלות, תהיה מנתו ארבעים חלקים;**

**ואם יהיה שלושים מעלות, תהיה מנתו שמונה וחמישים חלקים;**

**ואם יהיה ארבעים מעלות, תהיה מנתו מעלה אחת וחמישה עשר חלקים;**

**ואם יהיה חמישים מעלות, תהיה מנתו מעלה אחת ותשעה ועשרים חלקים;**

**ואם יהיה שישים מעלות, תהיה מנתו מעלה אחת ואחד וארבעים חלקים;**

**ואם יהיה שבעים מעלות, תהיה מנתו מעלה אחת ואחד וחמישים חלקים;**

**ואם יהיה שמונים מעלות, תהיה מנתו מעלה אחת ושבעה וחמישים חלקים;**

**ואם יהיה תשעים מעלות, תהיה מנתו מעלה אחת ותשעה וחמישים חלקים;**

**ואם יהיה מאה מעלות, תהיה מנתו מעלה אחת ושמונה וחמישים חלקים;**

**ואם יהיה מאה ועשר, תהיה מנתו מעלה אחת ושלושה וחמישים חלקים;**

**ואם יהיה מאה ועשרים, תהיה מנתו מעלה אחת וחמישה וארבעים חלקים;**

**ואם יהיה מאה ושלושים, תהיה מנתו מעלה אחת ושלושה ושלושים חלקים;**

**ואם יהיה מאה וארבעים, תהיה מנתו מעלה אחת ותשעה עשר חלקים;**

**ואם יהיה מאה וחמישים, תהיה מנתו מעלה אחת וחלק אחד;**

**ואם יהיה מאה ושישים, תהיה מנתו שניים וארבעים חלקים;**

**ואם יהיה מאה ושבעים, תהיה מנתו אחד ועשרים חלקים;**

ואם יהיה מאה ושמונים בשווה, אין לו מנה כמו שביארנו, אלא מקום השמש האמצעי, הוא מקומה האמיתי.

בהלכה הבאה יסביר הרמב"ם, כיצד משתמשים בטבלה זו, כדי לחשב את מנת המסלול, גם עבור ערכים של יותר ממאה ושמונים מעלות.

לקמן אנו מביאים את ערכיו של הרמב"ם בצורת טבלה:

### טבלת מנת המסלול (הרמב"ם)

מסלול	מנת המסלול	מסלול	מנת המסלול
10°	0° 20'	100°	1° 58'
20°	0° 40'	110°	1° 53'
30°	0° 58'	120°	1° 45'
40°	1° 15'	130°	1° 33'
50°	1° 29'	140°	1° 19'
60°	1° 41'	150°	1° 01'
70°	1° 51'	160°	0° 42'
80°	1° 57'	170°	0° 21'
90°	1° 59'	180°	0

בכדי להקל על החישובים, אנו מביאים לקמן טבלה מפורטת יותר, בדפי השרטוטים בסוף הספר, המציגה בשבר עשרוני את המנות, גם של זוויות שבין העשרות שהביא הרמב"ם. זו היא "טבלת מנת מסלול השמש", הנמצאת בפרק י"ג בספר חזון שמים, של הרב א. ציקוני, שהרחבנו אותה גם לזוויות עד 360 מעלות.

למשל, במקרה שלפנינו, נסתכל בתחילה בטור השמאלי ביותר של הטבלה, המראה זוויות מ 0 מעלות עד 170, בדילוגים של עשר מעלות. השורה העליונה ביותר בטבלה מראה מספרים מאפס ועד 10 (מעליהם ישנה גם סדרת מספרים הפוכה, מ 10 עד 0, והיא נועדה לשימוש כאשר מסתכלים בטור הימני ביותר, המראה את הזוויות מ 350 ועד 180). עתה, נתבונן בטור השמאלי ביותר, בזווית של 60 מעלות, ונזוז ימינה לאורך השורה שלה, עד שנגיע למספר 1.772 הנמצא, בעצם, תחת המספר 5 בשורה העליונה ביותר בטבלה. זו היא המנה של הזווית 65 מעלות.

על פי טבלה זו, המנה של 60 מעלות היא 1.689 מעלות.

בכדי לבטא את המנה של 65 מעלות, לא בשבר עשרוני, דהיינו, 1.772, אלא, במעלות ודקות, כדרכו של הרמב"ם, נקח את החלק העשרוני בלבד של מנה זו, דהיינו, 0.772, ונכפול אותו ב 60, וכך נדע כמה דקות יש בשבר 0.772 מתוך 60 הדקות שיש במעלה אחת:

$$46.32 \text{ דקות קשת} = 60 \times 0.772$$

התוצאה במעלות ודקות תהיה, לאחר עיגול הדקות, בסך הכל, "1 46 מעלה, כמו זו של הרמב"ם.

דוגמה נוספת: מנת מסלול השמש של 124 מעלות, נמצא, בטבלה העשרונית שלנו לעיל, באופן הבא: בתחילה נסתכל על הזווית בת 120 מעלות בטור השמאלי ביותר.

אחר כך, נזוז באותה שורה של 120, על פני הטבלה, בכוון משמאל לימין, עד שנגיע לטור המסומן במספר 4 בשורה העליונה ביותר, ונקרא שם את הערך 1.677 מעלות. זוהי מנת מסלול השמש של 124 מעלות. יתר על כן, בראש הטבלה משמאל, מראה החץ, כי בתזוזה בכוון משמאל לימין בטבלה, יש לחסר את המנה שקבלנו, 1.677, מאמצע השמש, בכדי לקבל את מקום השמש האמיתי.

עבור זווית המכילות לא רק מעלות שלמות, אלא, חלקי מעלה, למשל, מסלול שמש של 43.687 מעלות, נחשב את ערך הביניים של המנה באופן הבא: הטבלה מראה כי,

המנה של 43.0 מעלות היא 1.320

המנה של 44.0 מעלות היא 1.345

על פי שני נתונים אלה, אנו צריכים לחשב את המנה של הזווית שביניהם 43.687.

אנו רואים כי, כאשר גדלה הזווית מ 43 ל 44 מעלות, גדלה המנה מ 1.320 ל 1.345, כלומר, המנה גדלה ב

$$1.345 - 1.320 = 0.025$$

אבל, שינוי זה במנה, הוא בגלל שינוי במעלה אחת שלמה מ 43 ל 44 מעלות. הזווית שלנו 43.687, נמצאת ביניהם, דהיינו, רק גידול של 0.687 ממעלה אחת בלבד. לכן, אם נכפול את השבר 0.687 בגידול של מעלה אחת, דהיינו, ב 0.025, נקבל את הגידול שהיה במנה עקב השבר 0.687 בלבד, כלומר הגידול במנה הוא,

$$0.025 \times 0.687 = 0.017$$

את הגידול הזה 0.017 עלינו להוסיף למנת המסלול של 43 מעלות 1.320

$$1.320 + 0.017 = 1.337$$

בסיכום, מנת מסלול השמש של 43.687 היא 1.337.

נוכל לסדר את כל פעולות החשבון הנ"ל בשורה אחת בלבד:

$$1.320 + (1.345 - 1.320) \times 0.687 = 1.337$$

את המנה הזו נחסר ממקום אמצע השמש, בכדי לקבל את מקום השמש האמיתי, כפי שמראה כוון החץ שמעל הפינה השמאלית של הטבלה.

עתה, נמצא את מנת מסלול השמש של זווית גדולה מ 180, למשל 316 מעלות, באופן הבא:

התבונן בטור הימני ביותר בטבלה, שם מתחילה הקריאה ב 350 מעלות, והיא מסתיימת בסוף הטור ב 180. כלומר, הזווית רשומות כאן בכוון הפוך, מלמטה למעלה ביחס לטור הזוויות השמאלי, שהוא מאפס ועד ל 170 מעלות. עתה, תסתכל על הזווית 310 מעלות, ותזוז לאורך השורה הזו, הפעם מימין לשמאל, עד שתגיע לטור 6 (במספרים העליונים של השורה העליונה ביותר). מנת מסלול השמש היא 1.345.

עתה, אם יש למצוא את מנת המסלול של זוית המכילה גם חלקי מעלה, כגון 316.687, יש לפעול באותה הדרך כדלעיל, באופן הבא:

המנה של 316 היא 1.345

המנה של 317 היא 1.320

שים לב כי גודל המנה נעשה קטן יותר במעבר מ 316 ל 317, לכן, המנה של זוית הביניים 316.687 היא קטנה יותר מזו של 316 מעלות, דהיינו, קטנה יותר מהמנה 1.345:

$$1.345 - (1.345 - 1.320) \times 0.687 = 1.328$$

בסיכום, המנה של מסלול שמש 316.687 היא 1.328, ויש להוסיף אותה לאמצע השמש, בכדי לקבל את מקום השמש האמיתי, כפי שמראה החץ שמעל לפינה הימנית העליונה של הטבלה.

בהלכה הבאה, מסביר הרמב"ם את דרך החישוב של מנת המסלול עבור זויות מעל ל 180 מעלות. למעשה, התוצאות של הטבלה שהבאנו לעיל, תואמו מראש לשיטת חישוב זו, גם עבור זויות מעל ל 180 מעלות, והכל מוצג שם בטבלה אחת בלבד. יתר על כן, כוונתי החיצים מראים אם יש להוסיף או לחסר את המנה לאמצע השמש.

#### המפרש להלכה ז

#### וכמה היא מנתו כו'

**דע שאלו המנות אי אפשר לאדם לידע, דהיינו, לחשב אותן, אלא, במופת מחכמת התכונה, דהיינו, בעזרת הוכחות מתמטיות הנדסיות. למשל, ראה חישוב של מנת המסלול, על פי דרכו של החזון איש (סימן קט"ו), או בניסוח מתמטי הנדסי חדיש, בספר חזון שמים (עמי קכ"ט).**

#### הלכה ה

**היה המסלול יתר על מאה ושמונים מעלות, תגרע אותו משלוש מאות ושישים מעלות, ותדע מנתו.**

**כיצד? הרי (ראה המפרש לקמן), אם נניח שהיה המסלול של השמש מאתיים מעלות, תגרע אותו משלוש מאות ושישים, תשאר מאה ושישים מעלות; וכבר הודענו בלוח לעיל, שמנת מאה ושישים מעלות, היא שנים וארבעים חלקים (42'), וכן הוא גם מנת המאתיים, שניים וארבעים חלקים (42').**

#### המפרש להלכה ה

#### היה מסלול יתר על ק"פ וכו'

נסתכל בתמונה 14א'. נקודת האמצע מ' נמצאת בזוית של 290 מעלות מהכוון ב' של תחילת מזל טלה. כיון שהגובה נמצא בנקודה א', היינו, 90 מעלות, מהכוון ב' של תחילת מזל טלה, לכן, מסלול השמש הוא רק 200 מעלות מהנקודה א' ועד הנקודה מ'. כלשון המפרש, **והדמיון, היינו, למשל, שיהיה המסלול של השמש ר' מעלות, כפי**

שהסברנו לעיל, **שיהיה שיעורו** בתמונה זו **קשת אדג"מ**, ויהיה **קשת אד"ג** בדיוק **ק"פ** מעלות, ו**קשת ג"מ**, היא השארית, **כ'** מעלות, ואז יהיה **קשת מב"א**, דהיינו, השארית מ 360 מעלות, **ק"ס** מעלות, ו**תדע מנתו** מהלוח **והוא קשת ל"מ**. ומדוע מנת המסלול של ר' מעלות היא אותה מנת המסלול של ק"ס מעלות?

**לפי שאין הפרש** בין שני המקרים (ראה תמונה ג1), שהרי אם **תקח המרחק** לאורך גלגל המזלות, החל **מן** נקודת **הגובה** א', ותקיף את הגלגל בכוון מימין לשמאל עד שתגיע לנקודה ד', ואחרי כן לנקודה ג', דהיינו, עשית מסלול דרך הנקודות אד"ג, הרי כך כיסית זווית בת 180 מעלות, מהנקודה א' ועד לנקודה ג'. אם תמשיך מהנקודה ג' הלאה עוד כ' מעלות נוספות, אז תגיע לנקודה מ', וכך גודל הזווית שכיסית, מהנקודה א' ועד לנקודה מ' דרך הנקודות אד"ג, היא 200 מעלות. מתמונה ג1 או (תמונה 14א') רואים כי מנת המסלול היא הקשת ל"מ.

עתה, במקום להקיף את גלגל המזלות בכוון מימין לשמאל, כפי שעשינו, נוכל להגיע אל הנקודה מ', גם בסיבוב בכוון הפוך, על ידי הקפת גלגל המזלות מלמטה, לא דרך הנקודות אד"ג, אלא, דרך הנקודות אב"ג, דהיינו, בתנועה ישירה מהנקודה א' לנקודה ב', עד שתגיע לנקודה ל' מלמטה (תמונה 14ב'). בסיבוב כזה כיסינו 160 מעלות עד שהגענו מהנקודה א' אל אותה הנקודה מ'. אבל, רואים מן השרטוט בתמונה 14ב', כי שתי הזוויות האלו, הזווית אדג"מ בת ה 200 מעלות, והזווית אב"מ בת ה 160 מעלות, הן זוויות המשלימות זו את זו ל 360 מעלות. כלומר, האחת היא 200 מעלות, והשניה היא 160 – 360. אבל, הערך של 360 נחשב כאפס מעלות, לכן, שתי הזוויות 200 מעלות בכוון אחד, שווה בכל המובנים לזווית 160 מעלות, בכוון הפוך. לכן, קשת השיווי ל"מ של שתיהן, זהה בדיוק עבור מסלול שמש של 200 מעלות וגם 160 מעלות. הסיבה לכך נמצאת בתמונה ג14, בה רואים כי לשתי הזוויות בנות 160 מעלות כל אחת, היינו, הזווית אד"מ למעלה, והזווית אב"מ מלמטה, נמצאות שתיהן במצב סימטרי זהה, משני צדדיה של הנקודה ג', ולכן, מנת המסלול שלהן שוות). דהיינו, כלשון המפרש, אם תמדוד את הזווית מנקודה א' ועד לנקודה מ' בהקפה **מצד אד"ג**, שהיא כאמור, 200 מעלות, או שתגיע לאותה נקודה מ' **מהצד** ההפוך, דרך **הקשת אב"ג**, הרי **מאחר ששניהם שוים** בדיוק, בכל התכונות ההנדסיות שלהן במעגל, **לפיכך, מנת הר' היא בעצמה מנת ק"ס בשוה**.

**וכן הדין הוא אם היה המסלול של השמש ש' מעלות, שאז היה מנת ש' מעלות כמו מנת ס' מעלות, על דרך שביארנו בקשת ר' לעיל. והמשל שהביאו הרמב"ם ז"ל ברור הוא.** (ראה גם הלכה ו' לקמן).

לכן הכלל הוא, שמנת המסלול של זווית גדולה מ 180 מעלות, תהיה תמיד שוה למנת המסלול של הזווית המשלימה שלה ל 360 מעלות.

עתה, כדוגמה נוספת, מחשב המפרש את מנת המסלול בזמן העיקר, שהוא קבע לעצמו בהלכה ט"ז בפרק י"א, כדבריו שם:

**כבר אמרנו שאלו הדרכים שאנו, וכו'.**

**דע שזה זמן העיקר שהתחיל החכם** (הרמב"ם), הוא **רחוק מזמננו זה הרבה**. **לפיכך, אנו צריכים לעשות עיקר אחר שנתחיל ממנו**, כך שהמספרים שנעסוק בהם, לא יהיו יותר מדי גדולים, ובלתי נוחים לחישוב. אכן, המפרש חישב זמן עיקר חדש, כלשונו, **וכבר עשינו עיקר שני**, שהוא **מתחילת ליל שלישי, שיומו הוא אחד לחודש ניסן, משנת תשעה ממחזור רס"ט** של לבנה, היינו, שנת ה' ק"א ליצירה. כלומר, הוא חישב מה היא הזווית אשר בה היתה אמצע השמש ס', וכן מה היא הזווית אשר

בה עמדה נקודת הגובה א', בתאריך העיקר החדש הנ"ל שבחר. לכן הוא יכול לחסר שתי זוויות אלו, וכך לקבל את מסלול השמש בזמן העיקר הזה, ובעקבותיו, לחשב את מנת המסלול, כלשונו:

ובמשל שעשינו כבר, ידעת בתחילה שאמצע השמש היה בעיקר שעשינו (כנ"ל), בתחילת ליל שלישי, ביום א' לחודש ניסן, משנת תשעה למחזור רס"ט למחזור של לבנה, ראה בסוף דבריו לפרק י"ב), בזוית של ה' מעלות ל"ה חלקים מ' שניים ממזל טלה, סימנם ה' ל"ה מ', ומקום הגובה היה בזוית של פ"ט מעלות י"ד חלקים מתחילת מזל טלה, והוא סמוך לתחילת מזל סרטן. לכן, בכדי לחשב את מסלול השמש, באנו לגרוע הגובה מן האמצע. אבל, זוית הגובה אינו נגרע ממנו, מזוית אמצע השמש, לפי שהוא (אמצע השמש) מועט ממנו (מזוית הגובה), דהיינו,

אמצע השמש	40"	35'	5	מעלות
- גובה השמש	00"	14'	89	מעלות

וחיסור של זוית גדולה מזוית קטנה הוא, לכאורה, בלתי אפשרי.

לכן, נוסיף על האמצע (שהוא 40" 35' 5 מעלות) ש"ס מעלות, ואז יהיה כלל האמצע שס"ה לה"מ, דהיינו, שס"ה מעלות, ל"ה חלקים (דקות) ומ' שניות. עתה, תגרע ממנו מקום הגובה, והוא פ"ט י"ד חלקים, דהיינו,

אמצע השמש, ועוד 360 מעלות	40"	35'	365	מעלות
-	00"	14'	89	מעלות

-----  
 מעלות 276 21' 40"

כלומר, ישאר רע"ו מעלות וכ"א חלקים ומ' שניות, וזוית זו היא מסלול השמש לעת העיקר השני.

עתה, נקח מְנַתָּה מטבלת המנות לעיל, ונקבל שהיא מעלה אחת ונ"ח חלקים. הכיצד? לפי שגרענו המסלול והוא רע"ו כא"מ מש"ס מעלות (כפי שהסברנו לעיל, בתחילת דברי המפרש בהלכה זו), ואז ישאר לנו פ"ד מעלות בקירוב, ומְנַתָּה של זוית כזו היא קרוב ממעלה אחת ונ"ח חלקים, כי המנה של 80 מעלות היא מעלה אחת ו 57 חלקים, והמנה של 90 מעלות היא מעלה אחת ו 59 חלקים, לכן, המנה של 84 מעלות היא בערך האמצע שבין 57 חלקים לבין 59 חלקים, שהם כ 58 חלקים).

ולפי שהמסלול הזה היה יתר על ק"פ מעלות, הרי במקרה זה, נוסיף מנתו על אמצע השמש (כדלעיל בהלכה ב'), והיא ה' מעלות ול"ה חלקים ומ' שניות, ואז יהיה כללם,

מנת המסלול	00"	58'	1	מעלות
+ אמצע השמש	40"	35'	5	מעלות

מקום השמש האמיתי	40"	93'	6	מעלות
או	40"	33'	7	מעלות

ז' מעלות ול"ג חלקים מ' שניות ממזל טלה, סימנם ז"ל ג"מ, והוא מקום השמש האמיתי שנראה על גלגל המזלות בנקודה ל', בזמן העיקר של המפרש.

**הלכה ו**

הרמב"ם מביא דוגמה נוספת:

**וכן אם היה המסלול שלוש מאות מעלות.** כיון שזוית כזו היא גדולה מ 180 מעלות, לכן, תגרע אותו משלוש מאות ושישים, וישאר שישים; וכבר ידעת, מלוח המנות לעיל, שְׁמֵנֶת שישים מעלות, היא מעלה אחת, ואחד וארבעים חלקים, ועל פי מה שכבר ראינו לעיל, כן היא גם מנת השלוש מאות מעלות. ועל דרך זו, בכל מניין ומניין.

**הלכה ז**

עתה, מביא הרמב"ם דוגמה של זוית מסלול השמש, שאינה נמצאת באופן ישיר בטבלת המנות שלו לעיל, אלא, היא זוית ביניים בין שתי זויות בטבלה, כגון 65 מעלות, שהיא בין שתי הזויות 60 ו 70 מעלות בטבלת המנות. לכן, מראה הרמב"ם כיצד מחשבים את המנה של 65 מעלות, מידיעת המנות של 60 ו 70 מעלות (כפי שהראנו לעיל).

**הרי שהיה המסלול חמש ושישים מעלות, וכבר ידענו מלוח המנות שמנת השישים, היא מעלה אחת ואחד וארבעים חלקים (1 41 מעלה), ומנת השבעים, היא מעלה אחת ואחד וחמישים חלקים (1 51 מעלה); נמצא בין שתי המנות האלו יש רק עשרה חלקים.** עתה, כיון שיש הפרש של 10 מעלות בין ה 60 ל 70, לכן, באופן יחסי, כל מעלה אחת שבין ה 60 וה 70 יש הפרש של חלק אחד בלבד, דהיינו, ולפי חשבון המעלות יהיה לכל מעלה חלק אחד, ויהיה מנת המסלול שהוא חמש ושישים, הצירוף של המנה של 60 מעלות, ועוד 5 חלקים עבור התוספת עד ל 65 מעלות, ובסך הכל, נקבל שהמנה של 65 מעלות היא מעלה אחת ושישה וארבעים חלקים (1 46 מעלה).

**הלכה ח**

**וכן אילו היה המסלול שבע ושישים (67 מעלות), היתה מנתו מעלה אחת ושמונה וארבעים חלקים (1 48 מעלה, או בשבר עשרוני 1.800 מעלות).** ועל דרך זו תעשה בכל מסלול, שיהיה במניינו אחדים עם העשרות, בין בחשבון השמש, בין חשבון הירח.

אכן, גם על פי הטבלה שלנו לעיל, המנה של 67 מעלות היא 1.801 מעלות.

**הלכה ט**

עתה, מביא הרמב"ם חישוב של דוגמה מעשית, אשר החל בה כבר בפרק י"ב:

**כיצד? הרי שרצינו לידע מקום השמש האמיתי, בתחילת ליל השבת, בארבעה עשר יום לחודש תמוז משנה זו (ד'תתקל"ח, 4938).**

**תוציא אמצע השמש תחילה לעת הזאת, וכבר חישבנו זאת שם, באמצע הלכה ב', בפרק י"ב, וסימנו, כפי שמצאנו שם היה, ק"ה ל"ז כ"ה כמו שביארנו (י"ב 25' 37' 105 מעלות).**

עתה, נחשב את הזוית של גובה השמש:

בתחילת הלכה ב' בפרק י"ב, הביא הרמב"ם את הזוית בה עמדה נקודת הגובה בתאריך הנ"ל, שהיתה אז במזל תאומים, ובזוית "8' 45" 86 מעלות, מתחילת מזל טלה (ראה חישובנו שם). ראינו לעיל, כי קצב ההתקדמות של נקודת הגובה במאה יום, על פי הטבלה הנ"ל, היא בדיוק "15. לכן, בסך הכל, תעמוד נקודת הגובה ב"15 רחוק יותר מהנקודה ההתחלתית שהיתה, כאמור, ב"8' 45" 86 מעלות. והיא תעמוד עתה ב:

מקום גובה השמש ביום העיקר 86 45' 8"

מהלך הגובה במאה יום + 15"

מקום הגובה ליום הראיה 86 45' 23"

וכדברי הרמב"ם, **תוציא מקום גובה השמש לעת הזאת, יצא לך**, כדלעיל "23' 45' 86 מעלות מתחילת מזל טלה, שסימנו פ"ו מ"ה כ"ג ("23' 45' 86 מעלות), במזל תאומים.

ועתה, בכדי לקבל את מסלול השמש, **תגרע מקום הגובה מן האמצעי, יצא לך המסלול שמונה עשרה מעלות ושנים וחמישים חלקים ושתי שניות, סימנם י"ח נ"ב ב' ( "2' 52' 18 מעלות), היינו,**

מקום אמצעי של השמש 105 37' 25"

מקום הגובה - 86 45' 23"

18 52' 2"

עתה מסביר הרמב"ם את השיטה של עיגול המספרים שהוא נוקט בה: כאשר מספר החלקים (דקות קשת) של זוית הוא פחות מחצי מעלה, דהיינו, פחות משלושים דקות, הרי אתה רשאי להשליך ולעגל את הזוית, על ידי שתשאיר רק את מספר המעלות שבה, ללא חלקים כלל. לעומת זאת, אם מספר החלקים הוא בדיוק 30 או גדול מ 30, הרי זה נחשב כמעט כמעלה אחת, שהרי זה חצי או יותר מחצי, ובשניהם מעגלים למעלה שלמה אחת, ואז מעגלים את מספר המעלות, בתוספת של מעלה אחת יותר. כדבריו, **ואל תקפיז בכל מסלול על החלקים, אלא, אם יהיו פחות משלושים, אל תפנה אליהם; ואם היו שלושים או יתר, תחשוב אותם מעלה אחת, ותוסיף אותה על מניין מעלות המסלול. לפיכך, יהיה מסלול זה ("2' 52' 18 מעלות), תשע עשרה מעלות, ותהיה מנתו, על הדרך שביארנו, שמונה ושלושים חלקים.**

על פי הטבלה לעיל של הנוסחה המדויקת של מנת המסלול, תהיה המנה בשבר עשרוני 0.625 מעלות, או

$$60 \times 0.625 = 37.5 \text{ דקות קשת}$$

ושוב נעגל זאת, ונקבל 38 דקות קשת, כמו הרמב"ם.



בהלכה הבאה, ממשיך הרמב"ם לחשב את המקום האמיתי של השמש, דהיינו, את הזוית בה נמצאת השמש בפועל על רקע המזלות, ביחס לתחילת מזל טלה.

## הלכה י

ולפי שהמסלול הזה היה פחות ממאה ושמונים מעלות (דהיינו, 2' 52' 18 מעלות), תגרע מאמצע השמש את המנה, שהיא, כפי שראינו, שמונה ושלושים חלקים (0' 38' 0 מעלות) מאמצע השמש (25' 37' 105 מעלות), כדלקמן,

אורך מסלול השמש 105 37' 25''

מנת המסלול 0 38' 0'' -

-----  
104 97' 25''

0 38' 0'' -

-----  
104 59' 25'' מקום השמש האמיתי

כדבריו, ישאר מאה וארבע מעלות, ותשעה וחמישים חלקים, וחמש ועשרים שניות, סימנם ק"ד נ"ט כ"ה, דהיינו, כמעט 105 מעלות, כי ה 59 דקות הן כמעט מעלה אחת, כלומר, הוספנו 35 שניות,

105 00' 00'' מקום השמש האמיתי אחר עיגול

104 59' 25'' - מקום השמש המדויק

-----  
00 00' 35'' ההפרש

ענה, זוית זו של כ 105 מעלות משתרעת מתחילת מזל טלה עד למזל סרטן. כי מתחילת מזל טלה ועד לתחילת מזל סרטן ישנם שלושה מזלות, טלה, שור, תאומים, שכל אחד מהם תופס 30 מעלות, ובסך הכל יש בהם 90 מעלות. לכן, זוית של כ 105 מעלות, מכילה את שלושת המזלות האלה, והעודף של כ 15 מעלות נופל כולו במזל סרטן. כדברי הרמב"ם, ונמצא מקום השמש האמיתי בתחילת ליל זה, במזל סרטן בחמש עשרה מעלות בו, פחות ל"ה שניות, כפי שהסברנו לעיל.

ענה, שוב חוזר הרמב"ם לשיטת הקירובים שלו, כדבריו, ואל תפנה אל השניות כלל, לא במקום השמש, ולא במקום הירח, ולא בשאר חשבונות הראייה, אלא, חקור על החלקים בלבד; ואם יהיו השניות קרוב לשלושים, עשה אותם חלק והוסיפו על החלקים.

## המפרש להלכה י

ואם יהיו השניות קרוב כו'

כאן המפרש מתקן את הלשון בהלכה זו, כדבריו, צריך שיהיה חלף אמירתו קרוב לל', היה צריך להיות יתר על ל', לפי שהמובן מקרוב לל' פירושו הוא פחות מל', ו(כוונת הרמב"ם היא ש)פחות מל', הוא משליכו, ואינו משגיח עליו. ואפילו בחלקים, כשיהיו פחות מל', אינו חושש להן, כל שכן בשניות.

עתה, נביא דוגמה חישובית נוספת, שגם לה נזדקק בפרקים הבאים :

נחשב את מקום השמש האמיתי, בליל ב' באייר ד'תתקל"ח, על פי סדר השלבים שפרטנו לעיל :

א. מתחילת ליל ג' בניסן, שהוא זמן העיקר של הרמב"ם, ועד תחילת ליל ב' באייר, עברו בדיוק 29 יום, כי חודש ניסן הוא תמיד מלא בן 30 יום.

ב. חישוב מקום השמש האמצעי עד ליל ב' באייר (ראה דוגמה מספרית דומה בפרק י"ב, בסוף הלכה ב') :

עלינו לכפול את מהלך השמש האמצעי, שהוא 0.9856 מעלה ביום, ב 29 הימים שעברו (ראה לעיל פרק י"ב הלכה א'), ולהוסיף עליהם את מקום השמש ההתחלתי, שהיה בליל ג' בניסן, ב 32' 3" מעלות (ראה שם הלכה ב'), שהוא 7.0588 מעלות, מתחילת מזל טלה. כלומר,

$$7.0588 + 29 \times 0.9856 = 35.6412 \text{ מעלות}$$

ג. חישוב מקום גובה השמש :

עלינו לכפול את המהלך של גובה השמש 0.00004 מעלות ביום, ב 29 הימים שעברו, ולהוסיף עליהם את מקום הגובה שהיה בליל ג' בניסן, שהוא 86.7522 מתחילת מזל טלה, דהיינו,

$$86.7522 + 29 \times 0.00004 = 86.7534$$

ד. חישוב מסלול השמש :

"מסלול השמש" הוא ההפרש בין מקום אמצע השמש שמצאנו לעיל 35.6412 מעלות, לבין מקום גובה השמש 86.7534 מעלות. אבל, אי אפשר לחסר 86 מעלות מ 35, לכן נוסיף ל 35 מעלות 360, ונקבל, 395.6412 מעלות. לכן, החיסור יהיה :

$$395.6412 - 86.7534 = 308.8878 \text{ מעלות}$$

או בקירוב רב, 309 מעלות.

ה. מנת המסלול של 309 מעלות, היא כמו מנת המסלול עבור העודף שלה עד 360 מעלות, שהוא,

$$מעלות 51 = 309 - 360$$

מהסתכלות בטבלת המנות שלנו, רואים כי המנה של 51 מעלות היא 1.509 מעלות. כיון שהזווית 309 היא גדולה מ 180 מעלות, לכן, הנקודה ל' משיגה את הנקודה מ', ועלינו להוסיף את המנה 1.509 מעלות למקומה של מ', כדברי הרמב"ם בהלכה ב', בכדי לקבל את מקומה של ל', דהיינו,

$$מעלות 37.1502 = 1.509 + 35.6412$$

או 9' 37 מעלות. וזהו המקום האמיתי של השמש, מתחילת מזל טלה, בליל ב' באייר ד'תתקל"ח.

### הלכה י"א

עתה, מסביר הרמב"ם, כיצד אפשר לחשב את התאריך המדויק של יום התקופה האמיתי. שהרי בתחילת תקופת ניסן, למשל, מקום השמש האמיתי הוא בנקודת אמצע המערב שם נמצאת גם נקודת תחילת מזל טלה על הגלגל התשיעי, שהוא נקודת האביב (ראה הסבר נרחב בענין זה, בהקדמתנו להלכה ב' בפרק י"ב לעיל) לכן, נוכל לחשב כמה ימים צריכים לעבור מזמן העיקר, עד שמקום השמש האמיתי יהיה בתחילת מזל טלה על הגלגל התשיעי, ובאופן מעשי, מתי יהיה המקום האמיתי של השמש בדיוק מעל נקודת אמצע המערב. כך נדע באיזה תאריך יפול יום תקופת ניסן האמיתי. באותה שיטה, נוכל לחשב גם את תחילת תקופת תמוז האמיתית – בתחילת מזל סרטן, תחילת תקופת תשרי האמיתית – בתחילת מזל מאזניים, ותחילת תקופת טבת האמיתית – בתחילת מזל גדי, כדבריו:

**ומאחר שתדע מקום השמש בכל עת שתמצא, תדע יום התקופה האמיתי כל תקופה שתמצא, בין תקופות הבאות אחר עיקר זה, שממנו התחלנו, בין תקופות שעברו משנים קדמוניות (כפי שהסברנו לעיל).**

### המפרש להלכה י"א

#### ומאחר שתדע מקום וכו'

לפי שתקופת ניסן היא עת היות השמש בתחלת מזל טלה, במהלכו האמיתי, על דעת בעלי חכמת התכונה. ותקופת תמוז היותה בראש מזל סרטן. ותקופת תשרי היותה בתחלת מזל מאזניים. ותקופת טבת היותה בראש מזל גדי. וזה החשבון ידוע מן הדרך הנזכרת לעיל.

נסביר זאת על ידי חישוב תקופת ניסן האמיתית בשנת ה'תשנ"ג, כאשר ידוע לנו מקום השמש האמיתי, וכן מקום גובה השמש, בתחילת יום א' בתשרי בשנת ה'תשנ"ג.

כאמור לעיל, תקופת ניסן האמיתית היא היום בו מסלולה היומי של השמש בשמים מתלכד בדיוק עם קו המשווה השמימי, היינו, היום בו היא זורחת בדיוק באמצע האופק המזרחי, ושוקעת בדיוק באמצע האופק המערבי, ואז חל גם יום השוויון של היום והלילה. כיון שקבוצות המזלות בגלגל השמימי נעות בכמעלה אחת בשבעים שנה, לכן, כיום השמש שוקעת באמצע המערב, לא על רקע קבוצת טלה, אלא, כשלושים מעלות אחורה, על הרקע של הכוכבים בסוף קבוצת דגים, ואז גם חל

השויון של היום והלילה. אנו רוצים לדעת, בעוד כמה ימים אחרי יום א' בתשרי התשנ"ג, יחול המאורע השמימי הזה, היינו, יום תקופת ניסן ה'תשנ"ג.

תמונה 15 מראה (בקירוב) את מצב הגלגל של השמש, ומרכזו בנקודה כ', ביחס לגלגל המזלות, שמרכזו בנקודה ט', בזמנינו, בתחילת ליל א' בתשרי ה'תשנ"ג, שהוא זמן העיקר בדוגמה הנוכחית. בתמונה זו, רואים כי במקום קבוצת טלה (בתמונה 1ג'), רואים כיום בנקודת אמצע המערב את סוף קבוצת דגים; ובמקום קבוצת מאזניים באמצע המזרח, רואים את קבוצת בתולה; ובמקום קבוצת גדי באמצע הדרום, רואים את קבוצת קשת, ובמקום קבוצת סרטן באמצע הצפון, רואים את קבוצת תאומים, כפי שרואים בתמונה 15. יתר על כן, על פי חישוב דומה לזה שעשינו בפרק י"א, נקודת הגובה א' של הגלגל האמצעי עמדה אז בזווית של 102.8291 מעלות, ומקום אמצע השמש ס'1 היה 186.6873 מעלות ביחס לנקודת אמצע המערב. שתי הזוויות האלו, כזכור, נמדדות מתחילת מזל טלה שעל הגלגל התשיעי, הנמצא תמיד, ובדיוק, על נקודת אמצע המערב הארצית, כפי שהסברנו בפרוטרוט בפרק י"ב. שתי הנקודות א' ו ס'1 צוינו גם הן בתמונה 15.

כזכור, אם השמש נמצאת בנקודה ס'1 (תמונה 15), הנמצאת על הגלגל האמצעי, הרי צופה הנמצא בנקודה כ', יראה אותה בנקודה מ'1, בשעה שצופה הנמצא בנקודה ט', יראה אותה מכדור הארץ בנקודה ל'1, ולנקודה זו קראנו גם בשם "המקום האמיתי של השמש". כאמור, השרטוט בתמונה 15 מתאים לתחילת ליל א' בתשרי ה' תשנ"ג.

כיון שבמצב זה של הציור, הנקודה מ'1 מקדימה את הנקודה ל'1, לכן, כאשר נחשב את המקום האמצעי מ'1, נצטרך לחסר ממנה את מנת המסלול, בכדי לקבל את המקום האמיתי של השמש בנקודה ל'1.

כל מה שאמרנו עד כה, הוא לגבי מצב השמש, כאשר היא נמצאת על הגלגל האמצעי בנקודה ס'1, בליל ראש השנה ה'תשנ"ג (תמונה 15). עתה, מהנקודה זו ס'1, נעה השמש הלאה את תנועתה השנתית, על גבי הגלגל האמצעי, עד שהיא מגיעה למצב המיוחד של הנקודה ס' בתמונה זו, ואז הצופה מהנקודה ט' על כדור הארץ, רואה את מקום השמש האמיתי בנקודה ל'1, על רקע נקודת אמצע המערב, ועל רקע הכוכבים בסוף קבוצת דגים.

כאמור, אנו רוצים לחשב כמה זמן צריך לעבור, מתחילת ליל ראש השנה ה'תשנ"ג, עד שהשמש האמצעית תגיע, מהנקודה ס'1, עד לנקודה ס', שם הצופה בנקודה ט' על כדור הארץ, יראה את השמש בנקודה ל'1, כאשר היא שוקעת בדיוק באמצע המערב. דהיינו, עד שהשמש האמצעית תגיע ממקומה מהנקודה ס'1, עד לנקודה האמצעית ס', הנמצאת בזווית של 360 מעלות סביב הנקודה ט', כי זו היא ההגדרה המספרית של סוף מזל דגים.

שים לב, כי כאשר הצופה יראה את השמש האמיתית בנקודה ל'1, ובדיוק בסוף קבוצת דגים, הרי הנקודה האמצעית מ' מפגרת אחרי הנקודה ל'1. זאת, בניגוד למצב של מ'1 ול'1 באותה תמונה 15, שהיה בתחילת ליל א' בתשרי ה'תשנ"ג, שהנקודה מ' הקדימה את הנקודה ל'1. כזכור, הסיבה לכך היא, בגלל שהנקודה ס'1, נמצאת בקשת פחות מ 180 מעלות (בין נקודת הגובה א' לנקודת השפל ה'), בשעה שהנקודה ס' נמצאת בקשת מעל 180 מעלות (בין נקודת השפל ה' לבין נקודת הגובה א').

כלומר, על מנת שנראה את השמש במקום האמיתי שלה בנקודה ל'1, שהיא בזווית של 360 מעלות, בסוף מזל דגים, עלינו למצוא נקודה מ', קצת לפני הנקודה ל'1 (הנמצאת ממש ב 360 מעלות), שכאשר נוסיף עליה את מנת המסלול מ"ל, אז נקבל בדיוק

שהנקודה ל' תהיה בזוית של 360 מעלות, בנקודת אמצע המערב, על רקע סוף קבוצת דגים.

אבל, יש לשים לב, כי אנו מעוניינים רק במקום היכן שצריכה להמצא הנקודה מ' בלבד, כמו בתמונה 15, דהיינו, היכן נמצאת הנקודה האמצעית ס', ולא יותר, כי ברגע שאנו מוצאים את מקומה על הגלגל האמצעי, אז מנקודת המרכז היוצא כ', נראה את הנקודה ס' מושלכת על גלגל המזלות בנקודה מ', ומאידך, כאשר נסתכל על אותה הנקודה ס', אבל, ממרכז כדור בארץ ט', אז נראה כי הנקודה ל' היא ממש בנקודת אמצע המערב, ברקע סוף קבוצת דגים. כלומר, החישוב של הנקודה ס' הוא הוא הדרוש לנו, ואז באופן אוטומטי, למעשה, תהיה הנקודה ל' מונחת על נקודת אמצע המערב, בכיוון סוף קבוצת דגים, ולא כפי שיש כאלה שחשבו, בטעות, כי יש לחשב עוד את המהלך של השמש מהנקודה מ' לנקודה ל', כי אין לעולם מהלך כזה של השמש מהנקודה מ' לנקודה ל', אלא, ברגע שחישבנו את המקום של הנקודה מ', אז מנת המסלול מראה היכן נמצאת נקודה ל' האמיתית, עבור הצופה מכדור הארץ.

לכן, עלינו למצוא, מהי הזוית שצריכה השמש לעבור בסך הכל, מהנקודה ס'1, שעמדה בה השמש ביום א' בתשרי התשנ"ג, ועד שתגיע לנקודה ס', ואז מנת המסלול שנוסיף על הנקודה מ', תתן לנו שהנקודה ל' באמת עומדת שם בדיוק ב 360 מעלות, היינו, בדיוק בנקודת אמצע המערב.

לכן, הבעיה שלפנינו מצטמצמת בכך, שעלינו למצוא באיזה זוית נמצאת הנקודה הזו ס' (או מ'), אשר הוספת מנת המסלול עליה, אכן, תתן נקודה ל' שהיא בדיוק על 360 מעלות.

מהסתכלות בלוח המנות, רואים כי באיזור של הנקודה ס'1, דהיינו, בסביבת מזל גדי, מסלול שמש הוא כ 100 מעלות, מנת המסלול היא כשתי מעלות. לכן, כדאי לנסות ולהניח, כי הנקודה ס' המבוקשת היא ב 358 מעלות, ואחרי כן, נבדוק שוב בצורה מדויקת, אם אכן בהנחה זו, תגיע מנת המסלול, כך שאם נוסיף אותה לנקודה ס' (או מ'), נקבל שהנקודה ל' נמצאת ב 360 מעלות בדיוק. אם, אכן, כך הוא, סימן שבחירת ה 358 מעלות היתה טובה, ונוכל לחשב כמה ימים אחרי א' בתשרי, תחול תקופת ניסון, כדלקמן.

בהנחה זו, ההפרש בין מקום השמש ביום א' בתשרי, עד שתגיע, נאמר, ל 358 מעלות הוא,

$$171.3127 \text{ מעלות} = 358 - 186.6873$$

זוהי הזוית שצריכה השמש לעבור, החל מיום א' בתשרי ה'תשנ"ג, כך שמקום הנקודה מ' יחד עם המנה המתאימה, תביא לכך שהנקודה ל' תיפול בדיוק ב 360 מעלות.

עתה, עלינו לבדוק, אם ההנחה שהנחנו קודם, שכאשר הנקודה מ' היא בזוית של 358 מעלות, אז, באמת הנקודה ל' תעמוד בדיוק ב 360 מעלות. לשם כך עלינו לבדוק, מהי בדיוק מנת המסלול כאשר הנקודה ס' נמצאת בזוית של 358 המעלות האלו.

לשם כך, עלינו לחשב קודם את מסלול השמש, על ידי החיסור של נקודת הגובה א' ממקום אמצע השמש ס', אשר הנחנו שהוא, כאמור, 358 מעלות. כיון שמדובר, בסך הכל, בפחות מחצי שנה מיום א' בתשרי ועד לתקופת ניסון, לכן, נוכל להזניח את

השינוי במקומה של נקודת הגובה א', שהוא רק כ 0.0076 מעלות, ולהניח כי היא נמצאת עדיין בזווית של 102.8 מעלות. לכן, מסלול השמש יהיה:

$$358 - 102.8 = 255.2$$

הסברנו לעיל, כי אם המסלול של השמש גדול מ 180 מעלות, יש לחסר את זווית המסלול מ 360 מעלות, ולמצוא בטבלה את הערך של מנת המסלול, כלומר,

$$360 - 255.2 = 104.8$$

מהסתכלות בטבלה, רואים כי עבור מסלול של 104.8, תהיה המנה 1.939.

לכן, הנקודה ל' תהיה מעבר לנקודה מ' ב 1.939 מעלות. כלומר, היא תעמוד בזווית של

$$358 + 1.939 = 359.939 \text{ מעלות}$$

כלומר, בסך הכל, ההנחה שהנקודה האמצעית ס' נמצאת ב 358 מעלות, אכן, הביאה למעשה את הנקודה ל' סמוך מאד ל 360 מעלות.

אפשר לשפר עוד יותר את התוצאה הזו, ולהניח שאמצע השמש נמצא מעט יותר רחוק, וכך לגרום שהנקודה ל' תעמוד עוד יותר קרוב ל 360 מעלות.

אכן, נניח כי הנקודה מ' עומדת עתה בזווית של 358.10 מעלות.

לכן, מסלול השמש יהיה,

$$358.10 - 102.8 = 255.30$$

כיון שהמסלול גדול מ 180 מעלות, לכן, נחסר אותו מ 360, וכך נמצא את מנת המסלול בטבלה:

$$360 - 255.30 = 104.70$$

אשר עבורה מנת מסלול היא 1.936.

נוסיף מנה זו למקום האמצעי מ', שהוא 358.10 מעלות שהנחנו קודם, ונקבל

$$358.10 + 1.936 = 360.036$$

שהוא דיוק טוב יותר מההנחה הקודמת, שההפרש שלו מ 360 מעלות היה 0.065 מעלות, בשעה שההפרש החדש הוא כמחצית ממנו, היינו, 0.036 מעלות.

עתה, אם נניח שמקום השמש הוא ב 358.06 מעלות, נקבל דיוק טוב יותר, כדלקמן.

במקרה זה, יהיה מסלול השמש,

$$358.06 - 102.08 = 255.98$$

נמשיך את החשבונות באותה הדרך, כדלעיל

$$360 - 255.98 = 104.02$$

מנת המסלול תהיה 1.9405. נוסיף אותה למקום האמצעי של מ', ונקבל

$$358.06 + 1.9405 = 360.0005$$

וזהו דיוק הרבה יותר גדול מהדיוק הקודם.

כך נוכל להמשיך ולקבל דיוקים גדולים יותר ויותר, עד שנקבל את הדיוק הרצוי לנו.

אבל, הדיוק בתוצאה זו תלוי מאד בדיוקים של הנתונים שהתחלנו בהם, כגון אמצע וגובה השמש בזמן העיקר, וכן בדיוק של טבלת המנות, ולא פחות, כפי שנראה לקמן, בקצב המדויק של מהלך היומי של השמש מיום א' בתשרי, ועד ליום כ"ז באדר, כי הנחנו שקצב מהלך השמש הוא קבוע בממוצע שלו 0.9856472 מעלות ביום. ככל שהדיוק של נתונים אלה גדול יותר, כך התוצאה תהיה מדויקת יותר, ואז יהיה טעם להמשיך הלאה בחישובים כנ"ל, ונסיים אותם כאשר נגיע לדיוק של הנתונים המקוריים האלה, שהתחלנו בהם. שהרי ברור, שלא יתכן, שעל ידי חישובים מדויקים יותר ויותר שלנו, כפי שעשינו לעיל, נוכל להגיע לדיוקים גדולים יותר, מהדיוק של הנתונים ההתחלתיים עצמם. אמנם, כל חישוב נוסף אפשרי מבחינה טכנית, אבל, אין בו דיוק אמיתי, שניתן להשוותו למדידות במציאות, על אף שהוא נראה עם הרבה יותר ספרות בשבר העשרוני. למשל, אם הדיוק של הנתונים ההתחלתיים הוא של שתי ספרות עשרוניות בלבד, היינו, של מאית המעלה של קשת, אין כל ערך להמשיך ולחשב הלאה מעבר לדיוק של (כמעט) מאית במספר שהשגנו לעיל, היינו, 360.0005 מעלות, ולחשב הלאה דיוקים גדולים יותר של עשירית האלפית (0.0001) או מאית האלפית (0.00001), של מעלה.

בשלב זה, נניח כי הדיוק שקבלנו לעיל, היינו, 360.0005 הוא הדיוק הקרוב ביותר ל 360 מעלות המתאים לדיוקים של הנתונים ההתחלתיים. השאלה היא עתה, כמה ימים, אחרי יום א' בתשרי, תפול הנקודה ל' בתחילת מזל טלה?

ראינו שזה יקרה, אם הנקודה מ' תהיה בזוית של 358.06 מעלות.

לכן, ממקום זוית האמצע של 186.6873 מעלות, אשר בה עמדה השמש האמצעית ביום א' בתשרי, ועד שתגיע למקום של מ', תעבור השמש מרחק של

$$358.06 - 186.6873 = 171.3727 \text{ מעלות}$$

כיון שתנועת השמש בגלגלה האמצעי היא 0.9856472 מעלות ביום בממוצע, לכן, מספר הימים שיעברו לאחר א' בתשרי יהיו,

$$171.3727 : 0.9856472 = 173.8682 \text{ יום}$$

באותה שנת ה'תשנ"ג, היו חודשיה כדלקמן :

תשרי 30 יום, חשוון 29, כסלו 29, טבת 29, שבט 30, בסך הכל, 147 יום. לכן, עד ל 173.9088 יום, יש לקחת עוד 26 יום תמימים מחודש אדר, ותשאר לנו עוד שארית של 0.8682 יום מיום כ"ז באדר.

כיון שיום א' בתשרי החל בשעה 18:00 בערב, לכן, אם נספור מרגע זה 173 יום, נגיע עד לתחילת ליל כ"ז באדר. לכן, תקופת ניסן תיפול ביום כ"ז באדר בשעה 0.8682 מהיום, לאחר סיומו של יום כ"ו באדר.

נהפוך את השבר העשרוני הזה לשעות, דקות ושניות של היום:

$$0.8682 \times 24 = 20.8368 \text{ שעות}$$

$$0.8368 \times 60 = 50.2080 \text{ דקות}$$

$$0.2080 \times 60 = 12 \text{ שניות}$$

כיון ששעות היום נספרות מתחילת ליל כ"ז באדר, שהיא שעה 18:00, לכן, תקופת ניסן האמיתית תיפול בשעה 20 מתחילת ליל כ"ז באדר, היינו, בשעה 2 אחרי הצהריים, ועוד 50 דקות ו 12 שניות. בתרגום לתאריך הלועזי נקבל, יום 20 במרץ בשנת 1993, בשעה 14:12:50

לעומתה, התוצאה על פי החשבונות המודרניים נופלת באותו היום כנ"ל, היינו, ביום 20 במרץ 1993 בשעה 16:41:49. כלומר, החישוב לעיל נותן תוצאה של כשעתיים וחצי מוקדם יותר מהחישוב המודרני.

נעיר כי החישוב הזה נותן את היום והשעה בה מתחילה תקופת ניסן האמיתית, והיא הרגע, של נקודת האביב. אותו היום, ללא פירוט השעה, נקרא בשם "יום תקופת ניסן האמיתי".



## פרפראות לחכמה לפרק שלושה עשר

### שירת השמש בגלגלה

כפי שהסברנו בתחילת המבוא בכרך ט', הגלגל התשיעי מסובב את השמש בסיבובה היומי ממזרח למערב, וכן את כל גרמי השמים. נוסף לכך, כל אחד משבעת כוכבי הלכת, כולל השמש, יש גם גלגל עצמי משל עצמם, הסובב ממערב למזרח. לכל אחד מהגלגלים יש שירה משל עצמו, במשך סיבובו, וזוהי גם דרכו לקלס את ה' יתברך.

הזוהר מתאר כאן את השירה שמשמיע הגלגל היומי, אשר סיבובו ניכר ביותר בסיבוב היומי של השמש (זוהר חדש בראשית י"ט):

**סליק מתחות ארעא דישובא**, השמש עולה בבוקר מתחת לאיזור המיושב שעל פני כדור הארץ, מסין במזרח ועד ספרד במערב, **ומגיע לה הוא דרגא דאתקרי קרבוסא, בלשון יון**, וכאשר היא מגיעה לדרגא מסוימת במעלות זוית, היא מתחילה את היום של כל היישוב כולו. אותו מקום נקרא בשם קרבוסא, בלשון יון, והוא שם של חלון, ככתוב, בוקע חלוני רקיע, ממנו היא יוצאת ומתחילה את היום על כדור הארץ. **ומה הוא דרגא שרי למיסק לעילא**, ומה היא דרגה היא זורחת ועולה, **וקל גלגלוהי אשתמע לכלהו רקיעא במטלנוהי**, וקול גלגליו של השמש במסעו בשמים, נשמע בכל הרקיעים. קול של הגלגל היומי, יחד עם קול הגלגל העצמי של השמש, **למיזל עם שירתיה דהוא אמר**, בלכתו עם השירה שהוא משמיע, **ולא הוה בר נש דשמע ליה, בר ממש דהוה מהימן דמלכא**, ולא שמע אותו אדם, פרט למשה הנאמן למלך, ככתוב, בכל ביתי נאמן הוא, **ויהושע דמשמש ליה**.

מנין לנו שגם יהושע שמע את השירה הזאת?

**וכד איצטריך ליה יהושע לאגחא קרבא**, וכשהצטרך יהושע להלחם בכנענים, **והוה שמע קל נעימותא דשמשא**, והיה שומע קול הנעימות של השמש, **לא יכיל ליה למסבל**, לא היה יכול לסבול, **מה כתיב, ויאמר לעיני ישראל, שמש בגבעון דום, מאי דום? היינו, דום מלומר שירה, דום מקל נעימותא ונהימתא דילך**, תפסיק את קול הנעימות והנהימות שלך, **דהא הוה שמע קול מטלנוהי במטלותיה**, כי יהושע היה שומע קול נסיעותיו במסעו, דהיינו, הילוך השמש בדרכו בשמים, שהיה משורר, ויהושע לא היה יכול לסבול את הנעימות (אולי מרוב קדושתו).

וכתב בספר ראשית חכמה שער אהבה פ"י אות ז', לא אמר יהושע שמש בגבעון עמוד, אלא, שמש בגבעון דום, כי כל שעה שהוא מהלך, מקלס לקב"ה.

בכל זאת, יש שפירשו את "שמש בגבעון דום", כאילו השמש נעמדה ממש במשך כיממה אחת. פירוש כזה מעורר קשיים, כי העמדת השמש פיזית במרוצתה בשמים, היא תופעה חמורה יותר, מאשר לעצור את נעימתה, שהוא מושג רוחני. לחילופין,

העמדה פיזית של הארץ בסיבובה היומי סביב עצמה (בהתאם לסברה החדשה), גם בה יש קשיים, אפילו עוד יותר גדולים. לכן, נראה לנו שהאוקימתא של הזוהר כאן מתקבלת יותר בקלות.

## פרק ארבעה עשר

בשני הפרקים הבאים, י"ד וט"ו, מסביר הרמב"ם, כיצד לחשב את מקומו האמיתי של הירח לאורך גלגל המזלות, בכל זמן רצוי. לאחר מכן, כסיכום, הוא גם מביא דוגמה חשבונית מפורטת.

בתחילה, נזכיר שוב, כי לא רק השמש, אלא, גם הירח נע במהירות משתנה. אמנם המהירות הממוצעת שלו, כפי שציינו זאת מספר פעמים, היא כ 13 מעלות ביום (ממערב למזרח), אבל, למעשה, המהירות האמיתית שלו משתנה מכ 12 מעלות, עד לכ 14 מעלות ביום, והמהירות הממוצעת, היא כאמור, כ 13 מעלות ביום.

לכן, כפי שעשינו עבור השמש בפרקים הקודמים, אשר גם שם, בגלל התנועה המשתנה של השמש על רקע המזלות, נאלצנו להשתמש בשני גלגלים, האחד הוא "הגלגל האמצעי", הנושא על גביו את השמש הוירטואלית, ואשר מרכזו נמצא מחוץ לכדור הארץ; והשני הוא גלגל קטן יותר, אשר על גביו נע המרכז עצמו של הגלגל היוצא (של מעלה אחת בשבעים שנה). דגם תיאורטי זה של שני גלגלים, הספיק בכדי לייצג את תנועת השמש המשתנה במציאות בשמים.

אבל, שלא כמו בשמש, אשר עבורה הספיקו שני גלגלים בלבד, הרי בכדי לייצג באופן תיאורטי את תנועת הירח האמיתית המדויקת בשמים, דרושים לכך עוד שני גלגלים משניים.

כך, בסך הכל, דרושים ארבעה גלגלים, בכדי לתאר במדויק את התנועה המשתנה של הירח בשמים. אמנם, מהירות הסיבוב של כל אחד מהגלגלים האלה היא בקצב קבוע, אבל, בסך הכל, כאשר כל ארבעת הגלגלים האלה פועלים ביחד, כל אחד בסיבוב קבוע משלו, הרי הם מייצגים ביחד, בחשבון תיאורטי מדויק, את התנועה של הירח בשמים בפועל. לכן, ניתן לחשב בעזרתם, [ובעזרת חישוב המקום האמיתי של השמש (פרק י"ג)], באופן תיאורטי, את רגע המולד האמיתי עבור חודש כל שהוא, וכן גם את רגע הראייה האפשרי של הלבנה החדשה.

קצב הסיבוב של כל גלגל, נקבע באופן תיאורטי, כך שתנועתם הסיבובית הכוללת של ארבעת הגלגלים, הנראית לצופה על כדור הארץ, תתאים בדיוק, לתנועה המשתנית של הירח בפועל בשמים. מכאן ברור, כי הדגם הזה של ארבעת הגלגלים, הוא דגם תיאורטי בלבד, שאפשר להחליפו גם בדגם אחר, כי אין לו אחיזה בלעדית במציאות (ראה לקמן). לפיכך, ניתן לומר, כי חלק מהגלגלים האלה ואחרים, אינם ישויות גשמיות בשמים, כפי שהרמב"ם הבהיר זאת בספר מורה נבוכים (ראה דיון על כך בעמ' 28, בספר צה"ד)

אמנם, עבור השמש, השתמשנו בשני גלגלים המקיפים ישירות את כדור הארץ. אבל, במקרה של הירח, מתברר שאחד מארבעת הגלגלים, הנקרא בשם "הגלגל המקיף", או "הגלגל הקטן", אינו מקיף ישירות את כדור הארץ, כפי שנראה לקמן בתמונה 1.

אכן, היו תוכנים (הרלב"ג, ראה ספרו של גולדשטיין (באנגלית) על האסטרונומיה של הרלב"ג), שהעדיפו להשתמש אך ורק בתיאוריה של גלגלים יוצאי מרכז בלבד, כמו

בשמש, ללא גלגלים מקיפים כלל. הם העדיפו את הדגם הזה על פני הדגם של גלגל מקיף, כיוון שלדעתם, רק גלגלים יוצאי מרכז שומרים את הרעיון הבסיסי, שכל כוכבי הלכת נעים ישירות סביב כדור הארץ עצמו. אולם, דרך זו היתה מסורבלת מדי, ולמעשה נדחתה על ידי האסטרונומים של זמנו. לעומתה, שיטת הגלגל הקטן המקיף, היא היא ששרדה.

בפרק זה, מתאר הרמב"ם שני גלגלים מתוך הארבעה (ראה תמונה 1), הדרושים בכדי לייצג את תנועתו של הירח בשמים.

הגלגל הראשון נקרא בשם "הגלגל הגדול", או גם, בלשון הרמב"ם, וכפי שכבר ציינו לעיל, "גלגל אמצע הירח", היינו, זהו הגלגל שהירח הוירטואלי נע בו בתנועה ממוצעת וקבועה. במרכזו של גלגל זה, המסומן באות ע' (בתמונה 1), נמצא כדור הארץ (אבל, ראה לקמן).

הירח אינו מונח ממש על גלגל זה, אלא, הוא מסתובב על פני גלגל שני, קטן יותר, אשר מרכזו נמצא על גבי הגלגל הגדול בנקודה ש' (ראה תמונה 1). כלומר, הנקודה ש' עצמה נעה על גבי הגלגל שמרכזו בנקודה ע', והירח עצמו מקיף כל הזמן את הנקודה ש' בגלגל הקטן. כך הירח משתתף, בסך הכל, בשתי תנועות יחד: הגלגל הגדול מסתובב סביב מרכזו ע', ועל גבי גלגל זה מונח גלגל קטן יותר, הנושא בפועל את הירח בנקודה נ'.

הרמב"ם קורא לגלגל הקטן בשם "גלגל אמצע המסלול" או "הגלגל המקיף". המפרש מכנה אותו גם בשם "גלגל המעגל" (ראה דברי המפרש לקמן בהלכה א).

שים לב, כי הירח אינו מקיף באופן ישיר את כדור הארץ הנמצא בנקודה ע', אלא, הוא מקיף אותו בצורה בלתי ישירה, כי האמת היא, שהירח מקיף, בעצם, את המרכז ש' של המעגל הקטן, וזה מצדו, מקיף את הארץ. לכן, בפועל, הירח אינו מסתובב ישירות ממש סביב כדור הארץ, אלא, הוא מסתובב ישירות סביב מרכזו של הגלגל הקטן, וגלגל זה הוא המקיף את הארץ, אבל, הירח עצמו אינו מקיף ישירות את כדור הארץ. העובדה שלירח יש סיבוב ביניים שאינו סביב כדור הארץ, היא קצת בניגוד לדעת הקדמונים, שהאמינו שכדור הארץ הוא המרכז של כל הגלגלים בכלל, והנה לירח יש גלגל שמרכזו אינו מונח בכדור הארץ, אלא, הגלגל הקטן, הוא כולו המקיף את הארץ, והירח אינו עושה כן באופן ישיר סביב כדור הארץ, אלא רק באופן עקיף בלבד, תוך כדי סיבובו בגלגל המקיף.

בסיכום, ניתן לומר, שהיה מקום לתאר את תנועת הירח גם על ידי גלגלים יוצאי מרכז בלבד, או. כאמור, להשתמש בדרך שניה המכילה גם גלגלים מקיפים, כמקובל בזמנם. האמת היא, שאין שום סיבה עקרונית להעדיף את אחת השיטות על פני רעותה, והבחירה באחת מהן נובעת, כאמור, רק מגישה פילוסופית אחרת, דהיינו, השיטה הבוחרת בגלגלים היוצאים בלבד, מתאימה יותר להשקפת עולם, שכל גרמי השמים חייבים להקיף ישירות את כדור הארץ, שהוא מרכז העולם, ולכן, יש להשתמש אך ורק בגלגלים יוצאי מרכז בלבד (הרלב"ג), בשעה שהשיטה השניה מאפשרת קיומם גם של גלגלים מקיפים, כי העיקרון שלה אינו בהכרח לשמור על מרכזיותו המוחלטת של כדור הארץ, והירח יכול גם להמצא על פני גלגל מקיף, אשר הוא, בסופו של דבר, גם סובב את כדור הארץ.

רואים בבירור, כי הקדמונים היו ערים היטב לעובדה, שכל הגלגלים המשניים, הן של השמש או הירח או כוכבי הלכת, אינם מציאותיים בשמים, אלא, הם מנגנוניים תיאורטיים שנועדו לחשב בעזרתם, בכל זמן ידוע, את המקומות האמיתיים של

השמש והירח. לצורך זה, כפי שראינו לעיל, ניתן לבחור במנגנון גלגלים אחד המכיל אך ורק בגלגלים יוצאי מרכז בלבד, או במנגנון אחר, המאפשר להכיל גם גלגל מקיף, ולא רק גלגלים יוצאי מרכז בלבד. כל זמן שמנגנון, זה או אחר, עונה על הצרכים, דהיינו, שהחישובים של המנגנונים התיאורטיים האלה, אכן, יש בכוחם לחשב מראש, כל אחד בנפרד, היכן יעמדו השמש והירח האמיתיים בגלגל המזלות, בכל רגע ורגע בעתיד, (לצורך מציאת הרגע אשר בו השמש הירח יהיו מקובצים בדיוק באותו כוון בשמיים, דהיינו, חישוב רגע המולד), הרי כל אחד מהמנגנונים האלה הוא טוב למטרה זו.

נחזור לענייננו.

מתברר ששני גלגלים אלה בתמונה 1, דהיינו, הגלגל הגדול והגלגל הקטן (מקיף), אינם מספיקים בכדי לתאר בדיוק את תנועת הירח במציאות בשמים, אלא, דרושים עוד שני גלגלים משניים, אשר יחד עם שני הגלגלים הראשונים, אכן, יתארו את תנועת הירח בשמים בדיוק רב. בפרק הבא וזה שאחריו, מתאר הרמב"ם את שני הגלגלים המשניים הנוספים. כך, בעזרת כל ארבעת הגלגלים הפועלים כולם יחד, נוכל לחשב באופן מדויק את מקומו האמיתי של הירח.

אחרי דברי הרמב"ם בהלכה א' שלפנינו, יתאר המפרש בפירוט רב את המערכת של כל ארבעת הגלגלים של הירח.

#### הלכה א

**הירח, שני מהלכים אמצעיים יש לו:** גוף הירח עצמו, המסומן באות נ' בתמונה 1, **מסתובב בגלגל קטן.** מרכזו של הגלגל הקטן הוא בנקודה ש'; ונקודה ש' זו, מסתובבת גם היא על פני הגלגל הגדול המקיף את הנקודה ע', שם נמצא כדור הארץ, וכך מושך המרכז ש', את כל הגלגל הקטן שסביבו, וגם הירח נ' הנמצא עליו.

אנו עוד נראה לקמן, כי המרכז ש' של המעגל המקיף, נע ממערב למזרח (בחציו העליון של הגלגל), וכי מהלכו הוא "54' 22' 24 מעלות ביום. הנקודה ש' היא הנקראת תמיד בשם "נקודת אמצע הירח", כי הגלגל בו היא סובבת נקרא גם בשם "גלגל אמצע הירח". מאידך, אנו עוד נראה לקמן, כי מרכז הגלגל הגדול עצמו, היינו, "גלגל אמצע הירח", אשר נסמן אותו באות פ' (ראה תמונה 2), אינו נמצא בנקודה ע', אלא, הוא רחוק מעט ממנו. לכן, הגלגל הגדול הזה נקרא גם בשם "גלגל יוצא מרכז", וכפי שעוד נראה, המרכז היוצא בנקודה פ', סובב את כדור הארץ הנמצאת בנקודה ע'.

התוצאה היא, שהמהלך האמיתי של הנקודה ש', שאנו רואים בשמים, אינו רק זה שציינו לעיל סביב המרכז שלו פ', אלא, כיון שהמרכז פ' עצמו סובב את הארץ ע', ויש עוד גלגל רביעי שנכיר בהמשך, המשפיע גם הוא על המרכז פ', לכן, מהלכה היומי בפועל של הנקודה ש' הוא תוצאה מורכבת של עוד שני גלגלים.

שים לב כי, מתמונה 1, רואים שגוף הירח עצמו, כלשון הרמב"ם, **מסתובב בגלגל קטן, שאינו מקיף את העולם**, דהיינו, הגלגל הקטן אינו סובב את כדור הארץ באופן ישיר, אלא, רק כתוצאה מזה שהוא מסתובב בגלגל הקטן סביב המרכז ש', גם הירח נמשך אחרי מרכזו זה, וגם הוא מקיף את כדור הארץ, אבל, באופן עקיף, כפי שתארנו לעיל.

**ומהלכו האמצעי נ' באותו הגלגל הקטן נקרא בשם "אמצע המסלול"**, כלומר, הירח נ' נע במהירות ממוצעת קבועה בגלגל הקטן, ומהלך קבוע זה נקרא בשם "אמצע

המסלול". שים לב, כי למהלך הירח על הגלגל הגדול (שהוא הגלגל האמצעי) קראנו בשם "אמצע הירח", והמהלך על הגלגל הקטן נקרא כאן בשם "אמצע המסלול"; אנו עוד נראה לקמן, כי מהלך הירח על הגלגל הקטן הוא "54' 3" 13 מעלות ביום, ממזרח למערב. וכפי שאמרנו לעיל, **הגלגל הקטן עצמו מסבב בגלגל גדול המקיף את העולם** (הארץ), **ומהלך אמצעי זה של כל הגלגל הקטן כולו כיחידה אחת**, אשר מרכזו ש' נע **באותו הגלגל הגדול המקיף את העולם**, הוא הנקרא "אמצע הירח". כאמור לעיל, מהלך "אמצע הירח" הוא "54' 22" 24 מעלות ביום, ממערב למזרח, אבל, כיון שנקודת המרכז פ' עצמה של הגלגל הגדול, גם היא נעה בסיבוב (ראה לקמן), לכן, מהירותו האמיתית של אמצע הירח ש', מושפעת גם מתנועת סיבוב המרכז היוצא פ', של הגלגל הגדול, סביב הנקודה ע', כאמור לעיל.

מתברר, שעל מנת שהחישובים התיאורטיים של מהלך הירח, על פי ארבעת הגלגלים, יתאימו בדיוק למהלכים של הירח במציאות, יש צורך שהרדיוס של המעגל הקטן יהיה קטן פי 11 מהרדיוס של הגלגל הגדול. אבל, גם דיוק זה אינו מספיק, כי התברר לקדמונים, כי דרושים עוד שני גלגלים נוספים, שכל אחד מהם יכניס תיקון זעיר נוסף, כך שיחד עם תנועת שני הגלגלים הראשונים לעיל, יתקבל מהלך אחד כולל של הירח, שיתאים בדיוק רב לתנועה של הירח במציאות בשמים.

## המפרש להלכה א

### הירח שני מהלכים אמצעיים יש לו וכו'

המפרש מביא עתה הקדמה כוללת, לא רק לשני הגלגלים שתיארנו, הגדול והקטן, שתיאר הרמב"ם לעיל בהלכה א', אלא גם שני גלגלים נוספים, השלישי והרביעי. בסך הכל, יהיו לנו ארבעה גלגלים (כזכור, בשמש נזקקנו לשני גלגלים בלבד), שנזדקק להם בפרקים הבאים, בכדי לחשב בדיוק את המקום האמיתי של הירח בשמים, בכל זמן שנרצה, ושני הגלגלים שתוארו לעיל, הם רק שניים מארבעה אלה. אבל, כאמור, הרמב"ם מתאר את שני הגלגלים הנוספים רק בפרק ט"ו הבא.

בכדי להבין את דברי המפרש, נזדקק להקדמה כדלקמן:

נתחיל בביאור הגלגל השלישי:

ראינו בתמונה 1 לעיל, כי נקודת המרכז ש' של הגלגל הקטן, נעה על פני הגלגל הגדול, שמרכזו נמצא במרכז כדור הארץ ע'. כאמור לעיל, בכדי להתאים את תנועת הגלגלים לתנועה האמיתית של הירח בשמים, מבחינה מספרית מדויקת, עלינו לשנות מעט את התמונה של שני הגלגלים, הגדול והקטן, שתיארנו לעיל בתמונה 1, באופן הבא: המרכז ש' לא יסתובב בדיוק סביב הנקודה ע' כמו בתמונה 1, אלא, סביב נקודה אחרת פ', המרוחקת מעט מנקודת המרכז ע', היינו, היא "יוצאת מרכז", כמו בתמונה 2. כלומר, במקום שהנקודה ש' תסתובב בגלגל הגדול סביב הנקודה ע', היא תסתובב סביב גלגל גדול חדש שמרכזו בנקודה החדשה פ'.

יתר על כן, בכדי להשיג את הדיוק הרצוי המתאים למציאות בשמים, הנקודה פ' אינה עומדת במקומה כמו בתמונה 2, אלא, יש לסובב גם אותה, בגלגל משלה, סביב הנקודה ע', כמו בתמונה 3. גלגל זה הוא מה שאנו מכנים כאן בשם "הגלגל השלישי". כך הפך הגלגל הגדול של הירח, לגלגל יוצא מרכז, כי מרכזו פ' הוא מחוץ לנקודה ע'. לכן, כתוצאה מהסיבוב של הגלגל השלישי, היינו, מהסיבוב של הנקודה פ' סביב הנקודה ע', אנו נראה כי הגלגל הגדול כולו, כיחידה אחת, יסתובב סביב הנקודה ע'. למשל, בתמונה 3 רואים כי הגלגל הגדול פונה לכוון מעלה ומעט לצד

שמאל, אבל, לאחר שמרכזו פ' ינוע מעט ימינה על הגלגל השלישי, אז כל הגלגל הגדול כולו יפנה מעט ימינה ביחס למצבו בתמונה 3. ככל שהמרכז פ' ימשיך לנוע ימינה וישלים את כל סיבובו סביב הנקודה ע', אז הגלגל הגדול כולו ישלים גם הוא סיבוב אחד סביב הנקודה ע', וגם הוא יחזור שוב למצבו כמו בתמונה 3.

עתה נסכם וגם נפרט יותר את הדברים, על פי התמונה 4 :

- א. כדור הארץ נמצא בנקודה ע', הנמצאת, כידוע, במרכזו של גלגל המזלות.
- ב. מרכז הגלגל הגדול פ' אינו נמצא בנקודה ע', אלא, מחוצה לו. לכן, הגלגל הגדול הוא, מה שקוראים בשם, "גלגל יוצא מרכז".
- ג. המרכז פ' אינו עומד במקום אחד, אלא, הוא מסתובב ב"גלגל שלישי", סביב כדור הארץ שבנקודה ע'. מהלכו הוא "8' 9' 11 מעלות ביום, ממזרח למערב (בחציו העליון).
- ד. כבר ראינו שגם גלגל השמש הוא יוצא מרכז, והשמש היא רחוקה ביותר מכדור הארץ בנקודת הגובה, או קרובה אליו ביותר בנקודת השפל. כך גם לגלגל הגדול של הירח, גם הוא יוצא מרכז, ונקרא גם בשם "גלגל אמצע הירח", גם לו שייכת נקודת גובה, ונקודת שפל. גם בתמונה 4 שלפנינו, כמו בנקודת הגובה של השמש, סימננו את נקודת הגובה של הגלגל הגדול באות א'.
- ה. המהלך של נקודת הגובה א' זהה לזה של הנקודה פ', כי כל הנקודות שעל הקו עפ"א נעות באותו מהלך יומי, היינו, "8' 9' 11 מעלות ביום, ממזרח למערב בחלקו העליון, שהוא המהלך היומי של המרכז פ' סביב כדור הארץ ע'.
- ו. אבל, המהלך של הנקודה ש' הוא בכוון הפוך מזה של הנקודה פ', והוא ממערב למזרח. ומהלך התרחקותו מנקודת הגובה א' של הגלגל הגדול הוא "54' 22' 24 מעלות ביום.
- ז. הגלגל המקיף הקטן, דהיינו, גלגל מסלול הירח, מסתובב סביב מרכזו ש', ממערב למזרח (בחציו העליון), במהלך של "54' 3' 13 מעלות ביום.
- ח. בכל רגע ורגע נמצאת הנקודה פ' במקום אחר על פני הגלגל השלישי (ראה תמונה 4, בו מסומנות מספר נקודות פ' על הגלגל השלישי), ולכן, לכל מצב ומצב שלה, תהיה הנקודה פ' מרכז של גלגל גדול אחר. בתמונה 4 שרטטנו רק גלגל גדול אחד כזה, עם נקודת הגובה ספציפית שלו בנקודה א'.
- ט. כלומר, המקום של הנקודה ש' נקבע כל הזמן ביחס לנקודת הגובה א' של הגלגל שלו, אף על פי שנקודת הגובה הזו א', נעה כל הזמן.
- י. כך יוצא, כי מחד גיסא, הנקודה ש' מתרחקת בקצב כנ"ל של "54' 22' 24 מעלות ממערב למזרח, על פני הגלגל הגדול (גלגל אמצע הירח), ביחס לנקודה א', אבל, מאידך, חלק מההתרחקות הזו נובע מכך, שהמרכז פ' של הגלגל הזה, הוא עצמן נע בכוון הפוך, ממזרח למערב, בקצב של "8' 9' 11 מעלות ביום. לכן, עבור צופה הנמצא על כדור הארץ ע', הוא יראה שבעצם, המהלך של הנקודה ש' אינו "54' 22' 24 מעלות, אלא, חלק מזה נובע מעצם ההתרחקות של הנקודה פ' (או א') ממערב למזרח, בקצב של "8' 9' 11 מעלות ביום. לכן, המהלך של הנקודה ש', ביחס לנקודה ע', יהיה קטן יותר, היינו, בהפרש שבין המהלך של "54' 22' 24 מעלות לבין "8' 9' 11 מעלות, כפי שנפרט בהמשך. עוד נראה שישנו גם גלגל רביעי, המכונה בשם "גלגל נחש בריח", אשר גם הוא מקטין עוד יותר את המהלך של אמצע הירח ש', בכ 3 דקות קשת ביום בלבד.

יא. גוף הירח עצמו (שסימונו היה נ' בתמונה 3, ועתה הוא מסומן באות ג') נע על הגלגל המקיף הקטן שמרכזו ש'. לכן, גם הירח נמצא מדי פעם בנקודה הרחוקה שלו מכדור הארץ ע', כאשר הוא נמצא בנקודה מ', דהיינו, על נקודת הגובה מ' של הגלגל הקטן, או במקום הקרוב ביותר שלו אל כדור הארץ, דהיינו, בנקודת השפל שלו ת'.

יב. הצופה אינו רואה שהירח נמצא בנקודה ג' על הגלגל הקטן, אלא, עבורו, ה"מקום האמיתי" של הירח "מושלך" לנקודה ה' על גלגל המזלות, והיא המקום שם תיראה דמות הירח לצופה על כיפת השמים, ולא גוף הירח עצמו הנמצא על הגלגל הקטן. כי דמות הירח מתקבלת על ידי שרטוט המשך קו הראיה היוצא מעיניו של הצופה מהנקודה ע', והמגיע עד לנקודה ג', בה נמצא גוף הירח. המשך קו הראיה הזה, שבין שתי הנקודות ע' ג', פוגע בגלגל המזלות בנקודה ה', ושם רואה הצופה את דמות הירח. דמות זו בנקודה ה', היא מה שקוראים בשם "ההשלכה" (או "היטלי") של הירח מהנקודה ג' על גלגל המזלות.

לפני שנמשיך בתיאור של הגלגל הרביעי, נבהיר קצת יותר את המהות של הגלגל הקטן, אשר גוף הירח נמצא עליו, כביכול.

כזכור, התפקיד של הגלגל הקטן היה, לכתחילה, להקטין או להגדיל במעט, את המהירות של הירח הנע על הגלגל הגדול. כלומר, על ידי הסיבוב של גוף הירח, הנמצא כביכול, על מה שכינינו בשם "הגלגל הקטן", שינינו במידה מסוימת את התמונה התיאורטית של תנועת הירח, הנמצא כל הזמן על הגלגל הגדול, כך שתתאים לשינויים במהלך הירח, שרואים מהמדידות במציאות. אבל, האמת היא, שאף צופה לא ראה, וגם לא יראה לעולם, את הגלגל הקטן, אף על פי שנקטנו, עד עכשיו, בלשון "גוף הירח הנמצא על הגלגל הקטן". כי הצופה רואה אך ורק את המסלול של דמות הירח על הגלגל הגדול בלבד, וצירפנו אליו גלגל קטן, לא מפני שיש גלגל כזה במציאות, אלא, כל תפקידו הוא להאיט מעט או להאיץ, באופן תיאורטי, את הירח הנמצא על הגלגל הגדול בלבד, כאילו יש גלגל קטן כזה, העושה את "המלאכה" הזו, המאיץ או המאיט במעט, את תנועת הירח על הגלגל הגדול. אבל, אין כל ממשות בגלגל הקטן הזה, כי מה שאנו רואים בכל לילה, הוא רק תנועה חלקה ורציפה של הירח על פני הגלגל הגדול בלבד. אבל, תוך כדי כך, הוא נראה לנו מאיט ומאיץ לסירוגין, והירח נראה לנו כל הזמן רק על המסלול של הגלגל הגדול בלבד. כלומר, הגלגל הקטן הוא רק אמצעי עזר ציורי בלבד, הבא לשנות לסירוגין את המהירות של הירח, הנמצא כל הזמן רק על הגלגל הגדול, ואין שום ממשות בציור העזר הזה של הגלגל הקטן, אלא, הוא וירטואלי בלבד.

אולי כאן המקום להסביר, כי על פי לוחות החרס שנמצאו בבבל העתיקה, מתברר כי הבבלים לא השתמשו, וכנראה לא חשבו כלל, על הגלגלים האלה, אלא, הם חיטבו את המהלך האמיתי של השמש והירח בדרך חשבונית, ללא ציור של גלגלים כלל. דרכם היתה לצפות בכוכבי הלכת במשך עשרות ומאות בשנים, והם מצאו שקיימת מחזוריות בתנועת השמש, הירח וכוכבי הלכת. על פי המחזוריות של כל אחד מהם, הם חיטבו בפשטות היכן יהיה כל אחד מהם בכל זמן אחר שרצו בעתיד, ללא צורך בציור של גלגלים. בעצם, "ההמצאה" של הגלגלים, נעשתה לראשונה מאוחר יותר, על ידי חכם יווני בשם אודוקסוס (Eudoxos) שחי לפני אריסטו. לעומתם, הבבלים חיטבו את מקום הירח בשמים, בתאריך מסוים, ללא גלגלי עזר כלל, אלא, מתוך ידיעת המחזוריות שגילו בתנועות השונות של הירח.

יתר על כן, אמנם ניתן לחשב אפילו את "הקוטר" של הגלגל הקטן הוירטואלי הזה, והתוצאה תהיה, שהירח יימצא מדי פעם, כביכול, "מעל" הגלגל הגדול, או גם



"מתחתיו", והתזוזה הזו, משני עברי מסלול הגלגל הגדול, תהיה בגודל המחוג (הרדיוס) של הגלגל הקטן. אבל, לעולם לא יראה אדם תופעה כזאת, שהירח ימצא "מעל או מתחת" המסלול של הגלגל הגדול על כיפת השמים. הטעות הזו הביאה מפרשים (ראה פלדמן, Rabbinical Mathematics), שחשבו, שגוף הירח באמת נמצא על גלגל קטן אמיתי, ולכן הירח, לדעתם, יהיה פעם רחוק יותר מאתנו, ופעם קרוב יותר אלינו, לסירוגין, משני עברי המסלול הגלגל הגדול. לכן, לדעתם, צורתו העגולה של גוף הירח, תיראה לנו פעם גדולה או פעם קטנה, בהתאם למרחקו המשתנה הזה, בהיותו על הגלגל הקטן. הם אף חישבו את השינויים האלה, והגיעו למסקנה כי, במרוצתו של הירח על הגלגל הקטן, גודלו היה אמור להשתנות עד כדי פי שניים! והנה אין רואים דבר כזה לעולם, כי גודל צורת הירח כמעט ואינה משתנה.

הערה זו היא חשובה מאד, בפרט בפרקים ט"ז וי"ז, שם הרמב"ם מחשב, למשל, את גובה הירח מעל האופק בשעת ראייתו על ידי העדים. מתברר שהוא מחשב גובה זה בלי להביא בחשבון כלל את "גובה" הירח הנוסף בגלל הגלגל הקטן, שהירח נמצא בכל מחצית חודש, כביכול, מעט מעל, או מתחת, לגלגל הגדול. כי הגלגל הקטן אינו מציאותי כלל, ואין לו לא "קוטר" ולא "גובה" במציאות, מעל הגלגל הגדול או מתחתיו, והמקום של הירח הנראה לעדים, הוא אך ורק על המסלול של הגלגל הגדול בלבד, שרואים בפועל בכל לילה. כלומר, הגלגל הקטן הוא רק אמצעי עזר מתימטי בלבד, שבא להוסיף או לחסר מהמהירות של הירח במירוצו על הגלגל הגדול בלבד, אבל, אין בו מציאות של גובה, שהרי אין בו מציאות של גלגל ממש בשמים, וכל נתוניו ההנדסיים, אמנם ניתנים לחישוב, אבל, הם כולם גדלים וירטואליים בעלמא, שאין בהם שום ממשות פיזיקאלית, ולכן, אין להביאם בחשבון בחקירת העדים, כי הם לעולם יראו שהירח נמצא אך ורק על הגלגל הגדול.

בענין איזה גלגלים, מתוך ארבעת הגלגלים של הירח, הם מציאותיים ואיזה מהם לא, ראה דעתו של הרמב"ם במורה נבוכים, חלק שני פרק י"א, שם הוא מבחין בין גלגלים אמיתיים, כמו הגלגל הגדול של הירח, לבין גלגלים וירטואליים, כמו הגלגל הקטן. ראה הסברנו על כך בספר צה"ד, עמ' 64.

ניתן לומר, שתהליך גילוי ארבעת הגלגלים של הירח, לא נעשה בפעם אחת, אלא, בתחילה הניחו שיש גלגל אחד בלבד, אשר בו המהלך היומי של הירח הוא קבוע. מאוחר יותר, ראו שתנועת הירח בפועל אינה קבועה כלל, אלא, היא משתנה במשך החודש. לכן, צירפו את הגלגל השני, בכדי שישנה במעט את המהלך התיאורטי הקבוע של הירח, על מנת שיתאים לתצפיות. אחרי זמן מה, גילו שוב ששני גלגלים תיאורטיים אינם מספיקים לתאר בדיוק את מה שרואים בפועל בתצפיות במהלך הירח בשמים. לכן, הוסיפו גלגל תיאורטי שלישי, כך שישנה במעט את המהלך התיאורטי של הגלגל, בהתאם למה שרואים בתצפיות. לבסוף, בגלל זמני הליקויים המחזוריים המדויקים של השמש והירח שנמדדו בפועל, נאלצו להוסיף עוד תיקון אחרון, בצורה של גלגל תיאורטי רביעי.

היונים הכירו את האסטרונומיה של הבבלים שהיו לפניהם, כך שיתכן שהם השתמשו גם בתצפיות של הבבלים, בכדי לקבוע סופית את מספר הגלגלים התיאורטי הדרוש, כך שכל המודל התיאורטי יתאים בדיוק לתצפיות. אכן, ידוע מספרי ההיסטוריה, שכאשר אלכסנדר מוקדון כבש את בבל (בדרכו להודו), הוא צווה על חכמיו לתרגם ליוונית, את כל ספרי החכמה של הבבלים שנפלו לידי. יש אומרים שהיהודים היו אלה שתרגמו ספרים מבבלית ליוונית (אותו תהליך קרה שוב, הרבה יותר מאוחר, כאשר היהודים תרגמו גם את ספרי היוונים לערבית, ולבסוף, הם אלה שתרגמו גם את ספרי החכמה הערביים ללטינית, שהיתה לשונם

של חכמי אירופה. כידוע, הראשונים גם כתבו ספרים משלהם באסטרונומיה, כמו ר' אברהם בר חייא הנשיא, הרמב"ם, המפרש ר' עובדיה בן דוד, הרלב"ג, ועוד). כידוע, אלכסנדר מוקדון היה תלמידו של אריסטו, ומכאן הערכתו הגדולה לחכמות בכלל.

עתה, בכדי להבין מהו הגלגל הרביעי, כאמור לעיל, המכונה גם בשם "גלגל נחש בריח", נצטרך לשרטט תמונה תלת מימדית של שלושת גלגלי הירח במרחב, שראינו עד כה.

תמונה 5 היא שרטוט תלת מימדי של הגלגל השמיני כולו, ועליו משורטטים גלגל המשוה השמימי, וכן גלגל המזלות הנוטה כלפיו באלכסון בזווית של 23.5 מעלות. היכן נמצא הגלגל הגדול של הירח על כיפת השמים, ביחס לשני גלגלים אלה?

כאשר אנו מסתכלים בירח בשמי הלילה, אין אנו מבחינים שהירח באמת קרוב אלינו יותר משאר הכוכבים, שהרי הגלגל הגדול שלו הוא הגלגל הראשון מבין הגלגלים של כוכבי הלכת והגלגל השמיני, והם כולם רחוקים מאד מאתנו. אבל, מפאת מרחקו הרב גם של הגלגל הראשון עצמו של הירח מאתנו, אנו נראה שגם הוא נמצא על כיפת השמים, בנקודה ה' (תמונה 4), שם נראים גם שאר כוכבי הלכת, וגם הכוכבים שעל פני גלגל המזלות. כך גם נדמה לנו, שלא רק הירח, אלא, גם שאר כוכבי הלכת, אנו רואים רק את דמותם המהלכת בין הכוכבים שעל פני גלגל המזלות בגלגל השמיני.

בעצם, המסלול החודשי של הירח בין הכוכבים, היינו, הגלגל הגדול, שאנו רואים על פני הגלגל השמיני, הוא ההשלכה של הגלגל הגדול של הירח, על פני הגלגל השמיני, כמו שהנקודה ה' בתמונה 4, היא ההשלכה של הנקודה ג' על הגלגל השמיני. שהרי כאשר הירח נע על פני הגלגל הגדול, אין אנו רואים את הירח, אלא, רק את ההשתקפות של דמות הירח, היינו, "ההשלכה" (או היטל) של הירח על פני הגלגל השמיני בנקודה ה', כאמור לעיל. לכן, המסלול של הירח בין הכוכבים, שאנו רואים בשמים במשך החודש, הוא המסלול של ה"דמות" של הגלגל הגדול של הירח על כיפת השמים (ראה תמונה 6). כלומר, במשך החודש, אנו רואים בכל יום את הדמות של הירח בנקודות ה' כזו אחר זו, מידי יום ביומו, וביחד הן מהוות רצף של מסלול של דמות הירח, שרואה הצופה בפועל, על כיפת השמים, במשך החודש. כלומר, המסלול הזה, שרואה הצופה במשך החודש, הוא "ההשלכה" של הגלגל הגדול על כיפת השמים. לכן, ניתן לקרוא לו בשם "הגלגל הגדול השמימי", כי הוא ההשלכה של הגלגל הגדול של הירח על כיפת השמים, והוא הוא המסלול החודשי ממערב למזרח, שאנו רואים בפועל בשמי הלילה, ולא הגלגל הגדול עצמו, שהוא הרבה יותר קרוב אלינו.

לכן, התשובה לשאלה ששאלנו לעיל, היכן נמצא הגלגל הגדול על כיפת השמים היא, שעל ידי תצפיות בפועל ב"גלגל הירח הגדול השמימי" במשך החודש, התברר שמסלולו אינו מונח בדיוק על גלגל המזלות, אלא, הוא נוטה כלפיו מעט באלכסון, בזווית קטנה של כ 5 מעלות, כמו בתמונה 7. כיון שגלגל הירח השמימי הוא ההשלכה של גלגל הירח על כיפת השמים, לכן, גם גלגל הירח עצמו, כמו בתמונה 7, גם הוא נוטה באלכסון של 5 מעלות ביחס למישטח (או למישור) של גלגל המזלות.

בגלל נטיה זו של מסלול הירח ביחס לגלגל המזלות, ניתן לקרוא לגלגל הירח השמימי הזה גם בשם "גלגל הירח השמימי הנוטה".

אבל, המישטח של הגלגל הנוטה השמימי של הירח, אינו ריק, כי כאמור לעיל, הוא מכיל בתוכו, באותו מישטח, גם את הגלגל היוצא מרכז (הגלגל הגדול), גם את הגלגל

הקטן, וגם את הגלגל השלישי, שראינו אותם לעיל בתמונה 3 או 4. לכן, כיון ששלושת הגלגלים האלה, נמצאים ממש במישטח של הגלגל הגדול, גם הם נוטים בזווית של 5 מעלות ביחס לגלגל המזלות (תמונה 8), וכל אחד מהם יכול להקרא גם בשם "הגלגל הנוטה", כי לשלושתם אותה זווית נטיה ביחס לגלגל המזלות, היינו, 5 מעלות. המפרש קורא לגלגל הנוטה השמימי בשם "הגלגל הנוטה" סתם.

עתה, נתאר בפרוטרוט היכן נמצא הגלגל הרביעי של הירח, הנקרא גם בשם "גלגל נחש בריח":

בתחילה נסביר, כי אנו יכולים לתאר לעצמנו, שגלגל המזלות מקיף משטח מישורי עגול, שאנו קוראים גם בשם "מישטח גלגל המזלות", או "מישור גלגל המזלות", כמו בתמונה 9, אם כי בתוך גלגל המזלות, אין ממש מישטח כזה. כפי שהסברנו לעיל, גם הגלגל השמימי הנוטה מכיל בתוכו משטח מישורי הכלוא בתוכו, ואשר, כפי שראינו לעיל, כל שלושת הגלגלים המשניים של הירח, מונחים ממש במישטח זה, כמו שראינו בתמונה 8 לעיל.

לפני שנמשיך, נגדיר מושג הנדסי הידוע בשם "ההשלכה הניצבת" (או "ההיטל הניצב"):

נסתכל בתמונה 10, אשר בה רואים מישטח מישורי, אשר ממנו יוצא קו ישר אל החלל שמעליו, ואשר בקצהו נמצאת נקודה פ'.

תמונה 11 מראה שלושה מבטים הבאים מכיוונים שונים, אשר מהם ניתן לראות את הנקודה פ': מהנקודה א', מהנקודה ב', ומהנקודה ג'. כוון הראיה של הנקודה פ' מהנקודה א', הוא ההמשך של הקו המרוסק א"פ, הפוגע במישטח המישורי בנקודה ד'. לכן, אנו אומרים ש"הנקודה ד' היא ההשלכה של הנקודה פ' על המישטח מכוון הנקודה א'". אבל, השלכה כזו אינה יחידה, כי יכלנו לקבל נקודות השלכה אחרות, כגון, הנקודה ה' או ו', שנוצרו על ידי הסתכלות מכוון הנקודה ב' או ג' על הנקודה פ'. שלושת הקווים המרוסקים פ"ד, פ"ה, פ"ו, אינם עומדים דווקא בכוון ישר, אלא הם פוגעים במישטח בכוון אלכסוני.

תמונה 12 מראה השלכה אחת השונה מכל השאר, הנעשית במבט מהנקודה ס' על הנקודה פ', אשר קו ההסתכלות ממנה לעבר הנקודה פ' (המרוסק) פ"ח, הוא דווקא בכוון ניצב למישטח המישורי (כמו אבן התלויה למעלה בקצה אחד ס' של החוט הניצב לפני אדמה). היינו, הקו פ"ח "עומד ישר", ולא באלכסון, היינו, הוא ניצב למישטח המישורי. במקרה כזה, אנו אומרים כי "הנקודה ח' היא ההשלכה הניצבת של הנקודה פ' על המישטח המישורי".

תמונה 13 מראה שתי נקודות פ 1 פ 2 הנמצאות מעל המישטח, והנקודות ח 1 ו ח 2 הן ההשלכות הניצבות שלהן בהתאמה על המישטח.

תמונה 14 מראה קשת עקומה המסומנת על ידי שלוש נקודות פ 1 פ 2 פ 3. שלושת הנקודות ח 1 ח 2 ח 3 הן ההשלכות הניצבות של שלושת הנקודות פ 1 פ 2 פ 3 על המישטח. אנו יכולים גם לומר, כי הקשת העוברת בין שלוש הנקודות ח 1 ח 2 ח 3 נמצאת כולה על המישטח המישורי, היא ההשלכה הניצבת של הקשת פ 1 פ 2 פ 3.

כך גם המעגל העובר דרך ארבע הנקודות ח 1 ח 2 ח 3 ח 4 בתמונה 15, הוא ההשלכה של המעגל פ 1 פ 2 פ 3 פ 4, על המישטח המישורי. שים לב, כי המעגל פ 1 פ 2 פ 3 פ 4 אינו מקביל למישטח המישורי, אלא, הוא נוטה כלפיו אלכסונית.

עתה, המעגל פ1 פ2 פ3 פ4 פ5 אינו חייב להיות דווקא כולו מעל המישטח המישורי, כמו בתמונות הקודמות. למשל, תמונה 16 מראה מישטח מישורי אחר, בצורת חצי העגול פ1 פ4 פ5, הנוטה כלפי המישטח הראשון בזווית אלכסונית. ויותר מכך, הוא אף חותך אותו בקו הישר פ1 פ5. כלומר, הקו הישר הזה נמצא הן במישור האלכסוני, וגם במישור הראשון, היינו, הוא משותף לשני המישורים. אבל, לעומתו, חצי העיגול פ1 פ4 פ5, והמשטח שבתוכו, נמצא כולו מעל למישור הראשון.

כך נוכל גם להשליך את כל חצי המעגל העליון העובר דרך הנקודות פ1 פ2 פ3 פ4 פ5 פ6 פ7 בתמונה 17 בכיוון ניצב, ונקבל את "ההשלכה הניצבת" שלו על המישטח המישורי. לכן, גם במקרה זה, נקבל ש"ההשלכה הניצבת" שלו על המישור הראשון, היא חצי העיגול (בקו המרוסק) העובר דרך הנקודות פ1 פ2 פ3 פ4 פ5 פ6 פ7. כפי שהערנו קודם, כל הנקודות הנמצאות על הקטע שבין שתי הנקודות פ1 פ7, הן משותפות הן גם למישור האלכסוני, והן למישטח המישורי.

תמונה 18 מראה שוב כחצי מעגל העובר דרך הנקודות פ1 פ7 פ9, הנוטה גם הוא באלכסון המישור הראשון, אלא, שהוא אינו נמצא מעל המישור הראשון, אלא, הוא נוטה באלכסון מתחתיו.

גם במקרה זה, נוכל "להשליך" בכיוון ניצב את חצי המעגל המלוכסן פ1 פ7 פ9 (תמונה 19), הנמצא הפעם מתחת למישור הראשון, בכיוון ניצב לעבר המישור הראשון, הנמצא מעליו, ולקבל את ההשלכה שלו העוברת דרך הנקודות פ1 פ7 פ9 ח1 ח2 ח3 ח4 ח5 ח6 ח7 ח8 ח9 ח10, וצורתה היא גם כן כחצי מעגל.

עתה, אם נאחד את שני החצאים דמויי המעגלים האלכסוניים שבתמונות 16 ו 18 באותו ציור, כמו בתמונה 20, נקבל צורה דמויית מעגל שלם העובר דרך הנקודות פ1 פ4 פ7 פ9 פ10, החותך את המישור הראשון בקו ישר, אשר שני קצותיו הם שתי הנקודות פ1 פ7, כמו בשתי התמונות 16, 18.

תמונה 21 מראה את ההשלכה הניצבת של המעגל פ1 פ4 פ7 פ9 פ10 על המישור. היא עוברת דרך הנקודות פ1 פ4 פ7 פ9 ח1 ח2 ח3 ח4 ח5 ח6 ח7 ח8 ח9 ח10.

עתה נראה כי הגלגל השלישי של הירח הוא המעגל המלוכסן שתיארנו לעיל, והמישטח המישורי הוא המישטח הכלוא בתוך גלגל המזלות. כיצד?

כזכור, הנקודה פ' מייצגת בתמונה 3 לעיל, את התנועה המעגלית של הגלגל השלישי סביב הארץ ע'. מאידך, ראינו כי גלגל זה נוטה בזווית של כ 5 מעלות ביחס למישטח גלגל המזלות. לכן, כיון שמרכזו של הגלגל השלישי הוא הנקודה ע', והוא גם נוטה כלפיו באלכסון בזווית של 5 מעלות, לכן, בהכרח שהגלגל השלישי חותך את גלגל המזלות עצמו, היינו, הגלגל השלישי חייב לעבור מתחתיו וגם מעליו של גלגל המזלות, שהרי גם הוא מקיף את הנקודה ע', כלומר, הוא חותך אותו בהכרח כמו בתמונה 20 לעיל, והוא נוטה ביחס אליו בזווית של 5 מעלות, כנ"ל.

לפיכך, גם במקרה זה של הגלגל השלישי, גם לו יש השלכה ניצבת על המישטח של גלגל המזלות, שגם היא מעגלית, כמו בתמונה 22. זה הוא הגלגל הרביעי, המכונה גם בשם "גלגל נחש בריח".

מדוע יש צורך בגלגל הרביעי הזה? הסיבה לכך היא, שהתברר כי ישנה תנועה נוספת, איטית מאד, שנפרט אותה בהמשך, הגורמת לכך שהליקויים של החמה והלבנה

חוזרים על עצמם במחזור איטי מאד של כ 18 שנה (או כשלוש דקות קשת בלבד ביום), ותנועה זו היא נוספת על התנועה של הגלגל השלישי עצמו. גלגל נחש בריח הוא הגלגל הרביעי הדרוש בכדי לקבל דיוק גדול יותר, שיתאים לתנועת הירח כפי שהיא נמדדת במציאות. כלומר, פרט למהלך של הגלגל השלישי שראינו לעיל, היינו, "8' 9' 11 מעלות ביום, הרי גלגל נחש בריח מוסיף לו עוד מהלך של "11' 3' ביום. כיון ששני המהלכים האלה הם באותו כוון (והוא כוון הפוך למהלך של הגלגל הגדול), לכן, אפשר לחברם זה לזה. אבל, חיבור זה אינו ישיר, כי כל אחד מהם נמצא במישטח אחר, כפי שנסביר זאת בהמשך ביתר פירוט.

אכן, שים לב, כי גלגל נחש בריח נמצא ממש על מישטח של גלגל המזלות, שהרי הוא ההשלכה של הגלגל השלישי על מישטח זה. לעומתו, הגלגל השלישי נמצא במישטח של הגלגל הגדול, הנוטה באלכסון כלפי גלגל המזלות ב 5 מעלות, כמו בתמונה 23.

יתר על כן, גלגל נחש בריח חותך את הגלגל השלישי, שהוא גלגל הנוטה שמעליו, בשתי נקודות המסומנות באותיות ר' ז'. כך הגלגל השלישי נוטה בשיפוע משני צדדיו של גלגל נחש בריח, חציו האחד נטוי מעל לגלגל נחש בריח, וחציו השני נטוי מתחתיו, ושתי הנקודות ר' ז' הן הקצוות של קו החיתוך של שני הגלגלים, השלישי והרביעי, כמו בתמונה 20 לעיל, שם ראינו כי הקטע פ 19 הוא משותף לשני המישורים.

גם "גלגל נחש בריח" עצמו משליך מעגל גדול יותר על גבי הגלגל השמיני. מעגל זה הוא מה שאנו מכנים בשם "גלגל נחש בריח השמימי", שהוא בעצם, מונח ממש על הפס של גלגל המזלות עצמו (תמונה 23).

לקמן המפרש מכנה את גלגל נחש בריח השמימי בשם "הגלגל העליון", או "הגלגל הראשון", כי התיאור שלו הוא על פי סדר אחר של ארבעת הגלגלים, מזה שתיארנו לעיל, היינו, המפרש מתחיל דווקא בגלגל זה כגלגל הראשון מבין ארבעת הגלגלים, ואולי זו הסיבה שהוא מכנה אותו בשם "העליון".

כפי שצינו לעיל, קו החיתוך שבין שתי הנקודות ר"ז שבתמונה 23, שבין גלגל נחש בריח לבין הגלגל הנוטה, אינו עומד במקומו, אלא, הוא סובב בקצב איטי מאד, של כשלוש דקות קשת ביום בלבד, סביב הנקודה ע', שהיא כדור הארץ. דהיינו, הקטע שבין שתי הנקודות ר"ז סובב סביב הנקודה ע', בתוך מישור המעגל של קו נחש הבריח (כמו בתמונה 24). לכן, כל הגלגל השלישי כולו (הגלגל הנוטה), סובב לו במרחב, כשחציו העליון נשאר תמיד מעל למעגל נחש בריח, וחציו השני הוא תמיד מתחתיו, בשיפוע קבוע של כ 5 מעלות.

באשר לשם המיוחד הזה של "גלגל נחש בריח", הקדמונים תיארו לעצמם צורה של חיה בדמות נחש, המכונה גם בשם "תנין", או "דרקון", שגופו נמצא בין שתי נקודות התלי ר"ז. ראשו מונח בנקודה ר', וזנבו בנקודה ז' (מכאן הסימונים של הנקודות בראשי התיבות ר'אש ז'נב). לכן, נקרא נחש זה בשם "נחש בריח", כי גופו "מבריח" בין שני הקצוות שבין הנקודות ר' וז'.

כיון שהקו המחבר את שתי נקודות התלי ר"ז, מסתובב בעצמו סביב כדור הארץ, לכן, גם גופו של הנחש בריח, המונח בין שתי הנקודות ר"ז, משנה את זווית תנוחתו עם סיבוב הקו ר"ז ביחס לרקע המזלות, בקצב של כשלוש דקות קשת ביום, כנ"ל. כפי שנראה בפרק הבא, ליקוי חמה או ליקוי ירח, יכולים לחול רק כאשר הירח מתחיל לעלות מעל גלגל המזלות, לאורך מסילתו על הגלגל הגדול החל מהנקודה ר', או כשהוא מתחיל לרדת מתחת לגלגל המזלות בנקודה ז', כי אז גם השמש נמצאת

שם על גלגל המזלות. כלומר, כאשר הארץ והירח נמצאים על קו התלי ר"ז, והשמש נמצאת גם היא על המשכו, אז חל ליקוי חמה או לבנה. הקדמונים תיארו לעצמם, כי בזמן הליקוי, הנחש בריח היה "בולע" את השמש או את הירח למשך זמן מה, ואחרי כן, מסיבות כל שהן, היה "מקיא" בחזרה את השמש או הירח שלקה, וכך הם חזרו שוב להיראות.

ממה שביארנו עד עתה, ברור כי הגלגל הגדול הוא הגלגל העיקרי של הירח, ושלושת הגלגלים האחרים הם רק משניים לו, והם וירטואלים בלבד, כנ"ל.

עתה, נבאר את דברי המפרש :

**דע שיש לירח ד' גלגלים:** המפרש מתאר את מערכת ארבעת הגלגלים של הירח (בסדר אחר מהסדר שתיארנו לעיל): הוא מתחיל דווקא בגלגל "נחש בריח השמימי", שהוא מונח, בעצם, על מישור גלגל המזלות עצמו, כפי שראינו לעיל בתמונה 23, כלשונו :

**הגלגל האחד, שהוא הגלגל העליון,** והוא מונח ממש על גלגל המזלות, **נקרא נחש בריח** (תמונה 23), **ובלשון ערבי פלק אלגוז"ם, ותנועתו בכל יום מן המזרח למערב, על היפך סדר המזלות,** כלומר, בכיוון הפוך לסדר המזלות (כי "סדר המזלות" נקבע ממזל טלה למזל שור וכ"ו), היינו, ממזל טלה אחורה למזל דגים וכ"ו, ומהלכו ג' חלקים וי"א שניים בקירוב ביום (11' 3'), **ומוצקו,** דהיינו, מרכזו של גלגל נחש בריח, **הוא מוצק העולם,** דהיינו, מרכז כדור הארץ ע'.

**והגלגל השני,** והוא גלגל הירח הנוטה השמימי, כמו בתמונה 8 לעיל, גם הוא **מוצקו** (מרכזו) הוא **מוצק העולם** (כדור הארץ) ע', **ונקרא "גלגל הנוטה השמימי" לפי שחגורתו,** דהיינו, המעגל המושלך ממנו על פני הגלגל השמימי (כמו בתמונה 8), **נוטה מעל חגורת המזלות לצפון ולדרום, כמו ה' מעלות.**

בעצם, בתוך הגלגל השני הזה, דהיינו, "הגלגל הנוטה השמימי", נמצא מה שכינינו לעיל בשם "הגלגל הגדול" או "הגלגל האמצעי של הירח". מרכזו הוא הנקודה פי הסובבת סביב כדור הארץ ע', כמו בתמונה 3, וזהו "הגלגל השני" של המפרש, וכאן הוא נקרא "הגלגל השלישי. **ותנועתו,** של הגלגל השלישי הזה, **בכל יום גם** היא באותו כוון, כמו הגלגל הראשון נחש בריח, **על היפך כוון סדר המזלות,** דהיינו, **מן המזרח לכוון מערב,** בקצב של י"א מעלות וט' חלקים בכל יום (ובדיוק 8' 9' 11 מעלות). לכן, כיון ששני הגלגלים האלה, הגלגל הגדול, וכן גלגל נחש בריח שמתחתיו, שניהם סובבים באותו כוון, ממזרח למערב, לכן, **וכשתוסיף עליה תנועת הגלגל הא',** דהיינו, תוסיף על תנועת הסיבוב של מה שכינינו לעיל בשם "הגלגל השלישי", גם את הסיבוב של גלגל נחש בריח, שהרי שניהם סובבים באותו כוון ממזרח למערב, והקו ר"ז של נחש בריח נושא את הגלגל השלישי עצמו מעליו, **יהיה כללם,** היינו, מהלכם של שני הסיבובים האלה יחד, **מן המזרח לכוון מערב,** בסך הכל, **י"א מעלות וי"ב חלקים,** כדלקמן :

סיבוב גלגל השלישי ביום (בדיוק) 8' 9' 11  
סיבוב גלגל נחש בריח ביום + 11' 3'

-----  
11 12' 19"

המפרש עיגל תוצאה זו ל 12' 11 מעלות בלבד, והזניח כליל את השארית של 19".

המפרש חוזר ומסביר, מדוע צריך לחבר את שני הסיבובים זה על גבי זה, היינו, זה של גלגל הנוטה (השלישי), עם זה של גלגל נחש בריח.

כפי שהסברנו כבר לעיל, ראינו כי אפשר למצוא את ההשלכה הניצבת של הגלגל השלישי על גלגל המזלות, וכך קבלנו את גלגל הנחש בריח (תמונה 23). אבל, לא רק גלגל השלישי יש השלכה כזאת, אלא, גם לכל אחד משאר שני הגלגלים, היינו, גלגל הגדול עצמו, ולגלגל הקטן, גם להם יש גלגלים מושלכים על גלגל המזלות. למשל, תמונה 25 מראה את ההשלכה של הגלגל הגדול על פני גלגל המזלות. באותו אופן, ניתן גם לקבל את ההשלכה של הגלגל הקטן. בצורה כזו, אנו מקבלים שלושה גלגלים הנמצאים שלושתם ממש על פני מישטח המזלות, והם ההשלכות של כל אחד משלושת הגלגלים, הגלגל הגדול, הגלגל השלישי, והגלגל הקטן, כמו בתמונה 26. האמת היא, שאמנם הגלגל נחש בריח הוא ההשלכה של הגלגל השלישי, אבל, כפי שצינו כבר לעיל, יש לגלגל זה, וגם לגלגל השלישי, שני מהלכים נפרדים, ושונים זה מזה, היינו, מהלך של 8" 12' 11 מעלות ביום לגלגל השלישי, ומהלך הרבה יותר איטי של 11" 3' ביום לגלגל נחש בריח.

כפי שראינו קודם, לכל גלגל מארבעת הגלגלים יש מהלך יומי קבוע וטיפוסי לו. בתמונה 27 שרטטנו שוב את ארבעת ההשלכות של ארבעת הגלגלים (ההשלכה של הגלגל השלישי נמצאת על גלגל נחש בריח), ועל שלושה מהם שרטטנו גם חץ, שאורכו מייצג את גודל המהלך היומי של אותו גלגל. ככל שאורך החץ הוא גדול יותר, כך הוא מייצג מהלך יומי גדול יותר.

תמונה 28 מראה את הגלגל הגדול עצמו, וגם את ההשלכה שלו על גלגל המזלות (הקו המרוסק במישור גלגל המזלות). כמו כן, שרטטנו גם צורת חץ א"ב, המייצג את המהלך היומי (המהירות) של הירח על פני הגלגל הגדול עצמו, וגם את כוונת האלכסוני ביחס למישטח גלגל המזלות. כאמור, ככל שהמהלך היומי הוא גדול יותר, כך נייצג אותו בציור על ידי אורך חץ גדול יותר. עתה, לא רק את הגלגל הגדול נוכל להשליך על מישטח גלגל המזלות, כפי שעשינו קודם, אלא, נוכל להשליך גם את החץ עצמו, המייצג את גודל המהלך על הגלגל הגדול, וכך נקבל גם את ההשלכה של החץ הזה על מישטח גלגל המזלות גם כן. כאמור, סימננו את הקצוות של החץ על הגלגל הגדול באותיות א"ב, לכן, ההשלכה של החץ הזה על גלגל המזלות תהיה חץ שקצותיו ג"ד. רואים כי האורך ג"ד הוא קצר יותר מאורך החץ א"ב שעל הגלגל הגדול. תמונה 29 מראה הגדלה של שני החיצים האלה.

באותו אופן, נוכל גם לייצג את המהלך של הגלגל הקטן, וכן המהלך של הגלגל נחש בריח, וכן המהלך של הגלגלים הגדול והגלגל השלישי, על פני מישטח גלגל המזלות, ונקבל שוב את התמונה 27. אלא, עתה ברור לנו היטב, כי המהלכים על הגלגלים הנוטים עצמם, הם שונים לגמרי בגודלם (כמו המהלך א"ב), מהמהלכים השייכים אליהם על מישטח המזלות (כמו המהלך ג"ד), כפי שמדגימה זאת תמונה 29.

החשיבות של כל התיאור הנ"ל הוא בכך, שכל המהלכים שהביא הרמב"ם לעיל, אינם המהלכים של הגלגלים עצמם, אלא, הם כולם המהלכים של ההשלכות שלהם שעל מישטח המזלות, כמו בתמונות 27 או 29. למשל, המהלך של הגלגל השלישי שציין הרמב"ם לעיל, היינו, 8" 9' 11 מעלות, אינו המהלך של הגלגל השלישי במרחב, אלא, זהו המהלך של ההשלכה שלו על גלגל המזלות.

לפני שנמשיך, נעיר כי אי אפשר לחבר שתי זוויות או לחסרן זו מזו, אלא אם שתיהן נמצאות באותו מישור. מאותה הסיבה, אם רוצים לדעת מה היא תוצאת המהלך היומי הסופי של הירח בשמים, הנובע מתנועת ארבעת הגלגלים ביחד זה עם זה, אנו

צריכים לייצג את כל המהלכים באותו מישור, על גלגל המזלות כנ"ל. לכן, התוכנים הקפידו על כך, שכל המהלכים של כל הגלגלים, אינם המהלכים שלהם באמת בחלל, שהרי שלושה מהגלגלים נוטים בזוית של 5 מעלות כלפי גלגל המזלות, ורק גלגל נחש בריח נמצא ממש על גלגל המזלות, ולכן, אי אפשר לחבר מהלך של גלגל אחד, עם מהלך של גלגל אחר, הנוטה מעליו באלכסון של זוית של 5 מעלות. זוהי הסיבה שהתוכנים איחדו את כל המהלכים האלה של כל הגלגלים, שכולם יהיו ההשלכות של כל מהלך, של כל גלגל וגלגל, על פני המשטח המישורי של המזלות דווקא. כאמור, כאשר ציינו שהמהלך של הירח בגלגל השלישי הוא "8' 9' 11 מעלות ביום, הרי אין זה ממש מהלך הסיבוב של מעגל זה במישור הנוטה ב 5 מעלות, אלא זה המהלך של ההשלכה של מעגל זה, על פני מישור גלגל המזלות, או גלגל נחש בריח המונח עליו כנ"ל. כך הוא לגבי כל המהלכים של כל המעגלים שמציין הרמב"ם: הם כולם מציינים את המהלכים של ההשלכות של מעגלים אלה, כולם על פני גלגל המזלות. עתה, כיון שכולם, על פי הגדרתם לכתחילה, הם על פני אותו מישור של גלגל המזלות, לכן, בכדי לדעת מה היא תוצאת המהלך הסופי של כל ארבעת המהלכים שלו, ניתן לחבר את המהלכים האלה או לחסר אותם זה מזה, כי כולם נמצאים באותו מישור. בפרט, ניתן לחבר את המהלך של הגלגל השלישי עם המהלך של גלגל נחש בריח, כי ההשלכה של הגלגל השלישי נמצאת ממש על גלגל נחש בריח עצמו, כפי שמסביר המפרש לקמן.

[אי אפשר להתעלם מהעובדה, היינו, שכל המהלכים אינם של הגלגלים עצמם, אלא, של ההשלכות שלהם על גלגל המזלות, והרמב"ם, כמו תוכנים אחרים, לא הבהיר זאת כלל. אולי הסיבה לכך היא, שהקדמונים היו רגילים מאד לשייך כל תנועה שהיא בשמים, ביחס לגלגל המזלות. לכן, הם לא טרחו לציין זאת, שוב ושוב, בכל דבריהם. נ.ו.]

**לפי שהגלגל האחד**, דהיינו, גלגל נחש בריח, **מניע את גלגל הנוטה** (המכיל את שלושת הגלגלים האחרים) **בסביבתו בהכרח**, שהרי הוא מונח על פני הקו המחבר את שתי נקודות התלי, וחותר אותן לאורך הקו ר"ז בתמונה 23, כאשר חציו הוא מעליו, וחציו הוא מתחתיו, כלשון המפרש, **לפי ששני צידי הגלגל האחד**, דהיינו, שני החצאים של גלגל נחש בריח, **הם כנגד שני צידי**, היינו, שני החצאים של **גלגל המזלות**, שהרי גלגל נחש בריח השמימי מונח במישור של גלגל המזלות עצמו (תמונה 23), ומאידך, **שני צידי (חצאי) גלגל הנוטה, הם נוטין מעל שני צידי (חצאי) גלגל המזלות, כפי נטיית חגורתו של הגלגל הנוטה, מעל חגורתו של גלגל המזלות;** ושיעור זו הנטייה הוא **חמש מעלות, והוא סוף רוחב הירח**, דהיינו, הנקודה ג' (בתמונה 23) מתרוממת לגובה הגדול ביותר, ביחס לגלגל נחש בריח, כתוצאה מהזוית הזו של 5 מעלות בין שני הגלגלים האלה.

**והגלגל השלישי נקרא "גלגל היוצא"**, והוא הגלגל הגדול לעיל שבתמונה 2 או בתמונה 8. מרכז הגלגל הגדול הוא בנקודה פ', הנעה על גבי ההיקף של מה שקראנו שם בשם "הגלגל השלישי", כמו בתמונה 8. המרכז פ' נע באותו קצב אשר ציינו קודם בגלגל "השני" שציין המפרש, דהיינו, בקצב המכיל גם את תנועת גלגל נחש בריח, דהיינו, "19' 12' 11 מעלות.

יתר על כן, כפי שתיארנו לעיל בתמונה 1, הגלגל הגדול נושא על גביו גם את מרכז הגלגל הקטן ש', המסתובב על היקפו, ולכן הגלגל הגדול **נקרא גם בשם "גלגל הנושא"**, שמרכזו בנקודה פ', **לפי שהוא נושא את מוצק (המרכז ש' של) גלגל המעגל (הגלגל הקטן), שאנו מבארים אותו לקמן, ותנועתו של הגלגל הגדול (היוצא), בכל יום היא מן המערב למזרח, על סדר המזלות, בקצב של כ"ד מעלות וכ"ג חלקים בקירוב ביום (ובדיוק "54' 22' 24 מעלות, כפי שביארנו את תמונה 4 לעיל).**



**ומוצקו** בנקודה פ' הוא מעט רחוק **ויוצא ממוצק הארץ** שבנקודה ע', **בכמו י' מעלות** וכ' חלקים.

שים לב שהמפרש מכנה את הגלגל הקטן גם בשם "גלגל המעגל". הוא ישתמש בכינוי זה בקשר ל"נליזת המעגל" גם בפרק י"ז בהמשך. אבל, ענין הנליזה כאן ובפרק י"ז הם מושגים שונים לחלוטין, אף על פי שיש להם אותו כינוי, ושניהם גם עוסקים בגלגל הקטן, אבל בשתי תכונות אחרות שלו.

עתה, **וכשתשליך י"א מעלות וי"ב חלקים** (וביתר דיוק כנ"ל, י"א מעלות י"ב חלקים י"ט שניות, "19' 12' 11 מעלות), דהיינו, וכשתחסר את התנועה המשולבת, של גלגל נחש בריח והגלגל השלישי, שחיברנו לעיל ביחד, שהיא ממזרח למערב, **מתנועת הגלגל (הגדול) הנושא**, שמהלכו כ"ד מעלות וכ"ג חלקים ("54' 22' 24 מעלות) שהיא ממערב למזרח, וכאן דווקא מחסרים אחד מהשני, **לפי ששני גלגלים הראשונים מחזירין את הגלגל הנושא כשיעור תנועתם**, שהרי הגלגל הנושא נע ממערב למזרח בכ"ד מעלות ביום, והתנועה המשולבת של נחש בריח והגלגל השלישי ביחד, מחזירים את הגלגל הנושא בכוון הפוך, ממזרח למערב, בי"א מעלות ביום, **לפי שמוצקו יוצא ממוצקם**, דהיינו, לגלגל השלישי וגלגל נחש בריח יש אותו מרכז ע', שהוא מוצקם המשותף, ומוצק הגלגל הגדול נמצא מחוץ למוצק ע' של שניהם, ולכן, לאחר שאיחדנו את מהלכם של הגלגל השלישי והרביעי ביחד, כך המהלך של מרכזו פ' ישפיע על הנקודה ש', שהרי ש' סובבת סביב פ', כך **ישאר אחר הגרעון** של שני מהלכים מנוגדים אלה, היינו, תנועת פ' (המושפעת מהתנועה הנגדית המשולבת של נחש בריח והגלגל השלישי) הנקרא גם בשם הגלגל הנוטה), כנגד המהלך של הנקודה ש' בת "54' 22' 24 מעלות, ונחסרם זה מזה, אז תשאר תנועה אחת בלבד **לפאת מזרח**, בגודל של י"ג מעלות וי"א חלקים בקירוב (ובדיוק "54' 11' 13 מעלות), והקירוב הוא **לפי שיש לנו שניות יתרים בתנועת הגלגל הראשון והשני ישאר מעט פחות** מהערך המדויק י"ג מעלה וי' חלקים ול"ה שניות (על פי כתב יד פאריס). היינו, על פי הקירובים,

	24	23	מהלך גלגל הירח, ממערב למזרח
	11	12	- מהלך מאוחד של שלישי ורביעי ממזרח למערב
-----			
	13	11	

ובמדויק, החיסור הוא :

24	22'	54"	ממערב למזרח (בדיוק)
11	12'	19"	- ממזרח למערב
-----			
13	10'	35"	ממערב למזרח

והתוצאה המדויקת הזו, מצדיקה את הקירוב של המפרש לעיל, היינו, 13' 11' מעלות.

כך ראינו, כי המהלך של הגלגל הגדול, או המהלך של אמצע הגלגל, הוא בסך הכל "35' 10' 13 מעלות "נטו", שקבלנו מחיסור תנועת העצמית של הנקודה ש', שהיא "54' 22' 24 מעלות ממערב למזרח, מהתנועה המאוחדת של הגלגל השלישי והגלגל נחש בריח, שמהלכם ביחד הוא "19' 12' 11 מעלות ממזרח למערב. מעתה והלאה, הנקודה ש' בתמונה 2 תייצג את המהלך הזה נטו של הגלגל הגדול ממערב למזרח, והמהלך הזה שלה "נטו", הוא מה שאנו מכנים כל הזמן בשם מהלך "אמצע הירח".

והגלגל הרביעי הוא הגלגל הקטן, המסובב את כוכב הירח עצמו, ונקרא גם בשם (כוכב) "גלגל המעגל", וגם נקרא בשם "גלגל המסיבה" (גלגל הסיבוב), ואינו מקיף את הארץ ע', לפי שאין הארץ בתוכו, וקצב תנועתו של הגלגל הקטן בכל יום הוא י"ג מעלות וג' חלקים ונ"ד שניות (י"ג 54' 3' 13 מעלות ביום), מחלקי זה הגלגל הקטן, אע"פ ששיעורה בערך אל גלגל המזלות מועט. ואין משערין זאת התנועה אלא בערך זה הגלגל הקטן, כלומר, קצב זה נמדד על המעגל הקטן עצמו, דהיינו, שמדידת הזוית על פני מעגל זה היא ביחס לנקודת הגובה א' אשר עליו, כפי שנסביר זאת לקמן.

עתה, מתאר המפרש את כל הנ"ל בעזרת שרטוט עם סימוני אותיות של ארבעת הגלגלים:

ונניח הגלגל הראשון {ציור ל"ה} (תמונה 30), הנקרא, כאמור לעיל, בשם גלגל נחש בריח השמימי, והמסומן בתמונה 30 בעגולת אבג"ד; והגלגל השני (קראנו לו "גלגל שלישי" לעיל) הוא גלגל הנוטה השמימי, המסומן באותיות של עגולת הזח"ט, והגלגל היוצא המסומן באותיות שכל"מ, אשר הרמב"ם קורא לו בשם הגלגל הגדול, וגלגל המעגל המסומן באותיות הנ"ס, שמרכזו נקודה ש', אשר הרמב"ם קורא לו גם בשמות הגלגל "הקטן" או "המקיף".

וכוכב הירח נמצא בנקודת נ', והאות ב' עומדת בכוון מזרח, והאות ד' במערב, ומוצק (מרכז) הארץ באות ע', ומוצק גלגל היוצא באות פ'.

המשך דברי המפרש שייכים להלכות ב' וגי', לכן, נביא אותם כל אחד במקומו לקמן.

## הלכה ב

מהלך אמצע הירח, כלומר, הסיבוב של הגלגל הגדול, דהיינו, של הנקודה ש' ממערב למזרח (כמו בתמונה 1) ביום אחד, הוא שלוש עשרה מעלות, ועשרה חלקים, וחמש ושלושים שניות, סימנם י"ג י' ל"ה (י"ג 35' 10' 13 מעלות). כפי שכבר ציינו לעיל, מהלך זה הוא המהלך "נטוי" של הנקודה ש', וליתר דיוק, זהו המהלך של נקודת ההשלכה שלה על גבי גלגל המזלות.

נמצא מהלכו בעשרה ימים, מאה ואחת ושלושים מעלות, וחמישה וארבעים חלקים, וחמישים שניות, סימנם קל"א מ"ה נ'.

ונמצא שארית מהלכו במאה יום, מאתיים ושבע ושלושים מעלות, ושמונה ושלושים חלקים, ושלוש ועשרים שניות, סימנם רל"ז ל"ח כ"ג, לאחר ניכוי 360 מעלות.

ונמצא שארית מהלכו באלף יום, לאחר ניכוי 360 מעלות בזה אחר זה, מאתיים ושש עשרה מעלות, ושלושה ועשרים חלקים, וחמישים שניות, סימנם רי"ו כ"ג נ', שהוא השארית לאחר הניכויים של 360 מעלות כנ"ל.

ונמצא שארית מהלכו בעשרת אלפים יום, שלוש מעלות, ושמונה וחמישים חלקים, ועשרים שניות, סימנם ג' נ"ח כ'.

ונמצא שארית מהלכו בתשעה ועשרים יום, שתיים ועשרים מעלות, ושישה חלקים, ושש וחמישים שניות, סימנם כ"ב ו' נ"ו.

ונמצא שארית מהלכו בשנה סדורה, שלוש מאות וארבע וארבעים מעלות, ושישה ועשרים חלקים, ושלוש וארבעים שניות, סימן להם שמ"ד כ"ו מ"ג.

ועל דרך זו, תכפול לכל מניין ימים או שנים שתמצא.

הטבלה הבאה מסכמת את המהלכים של אמצע הירח:

**ימים**                      **מהלך אמצע הירח (הגלגל הגדול)**

1                      13 מעלות 10' 35"

10                      131 45' 50"

29                      22 06' 56"

100                      237 38' 23"

354                      344 26' 43"

1000                      216 23' 50"

10000                      3 58' 0"

דוגמה:

נחשב את מקום אמצע הירח בתחילת ליל שבת, י"ד בתמוז, ד' תתקל"ח.

1. העיקר של הרמב"ם היה, כזכור, בתחילת ליל ג' בניסן, שנת ד'תתקל"ח. כפי שנראה בהלכה ד' בפרק זה, אמצע הירח היה בזוית של 31 14' 43" מתחילת טלה.
2. עד תחילת ליל י"ד בתמוז, חלפו 100 יום (ראה דוגמה דומה בהלכה ב' בפרק י"ב, וכן בהלכה ט' בפרק י"ג).
3. ראינו כבר לעיל, בהלכה ב', כי המהלך של אמצע הירח במאה יום הוא 237 38' מעלות.
4. נוסיף עליו את אמצע הירח בזמן העיקר כנ"ל 31 14' 43" מעלות, ונקבל,

מהלך אמצע הירח ל 100 יום                      237 38' 23"

מקום אמצע הירח בזמן העיקר                      + 31 14' 43"

-----

268 52' 66" מעלות

מקום אמצע הירח אחרי 100 יום                      268 53' 6"

כלומר, בליל י"ד בתמוז, היה אמצע הירח ב 6" 53' 268 מעלות, מתחילת מזל טלה.

**המפרש להלכה ב**

המפרש מבאר עתה, מדוע הכפל במאה יום של מהלך אמצע הירח ביום אחד, דהיינו,  $100 \times (13' 10'' 35'')$ , שתוצאתו היא  $20'' 38' 237$  כדלקמן, אינו זהה בדיוק למספר שמביא הרמב"ם עבור מאה יום, שהוא  $23'' 38' 237$  כנ"ל בטבלה.

וזה שתמצא אצל הרמב"ם כי בשארית מהלך ק' יום לאמצע הירח, ישנן ג' שניות יתרים, דהיינו, שמהלך שמביא הרמב"ם למאה יום, הוא גדול יותר בג' שניות, מהתוצאה של הכפל של המהלך של יום אחד ( $13' 10'' 35'$  מעלות) במאה, דהיינו,

13	10'	35''	
		100 x	
-----			
1300	1000'	3500''	
1317	38'	20''	או :

נחסר מה 1317 מעלות 360 מעלות, בזה אחר זה, ונקבל שארית של 237 מעלות. לכן, התוצאה הסופית של הכפל היא  $20'' 38' 237$ . אכן, רואים כי המהלך שמביא הרמב"ם למאה יום הוא גדול יותר ב  $3''$ , מהכפל של המהלך של יום אחד במאה יום.

הרי זה לפי שהאמת היא, שבעצם, יש במהלך היומי שלישיות יתרים, והרמב"ם הביא את המהלך של יום אחד, עד כדי דיוק של שניה אחת בלבד, והזניח את השלישיות. אבל, כאשר הרמב"ם הביא את המהלך של מאה יום, הוא הביא בחשבון את כפל שארית השלישיות האלו במאה, ואז הצטבר החשבון עד כדי ג' שניות, וזוהי הסיבה לג' השניות היתרות במהלך של מאה יום שהביא הרמב"ם, לדעת המפרש.

המשך דברי המפרש שייכים לפירושו על הלכה ג'.

**הלכה ג**

ומהלך אמצע המסלול ביום אחד, דהיינו, מהלך הירח על המעגל הקטן ממזרח למערב (בחציו התחתון בתמונה 4 לעיל), הוא שלוש עשרה מעלות, ושלושה חלקים, וארבע וחמישים שניות, סימנם י"ג ג' נ"ד ( $13' 3'' 54''$  מעלות). גם קצב זה אינו הקצב של המעגל הקטן עצמו, אלא, זהו הקצב של ההשלכה של המעגל הקטן על גלגל המזלות, כפי שהסברנו לעיל.

נמצא מהלכו בעשרה ימים, מאה ושלושים מעלות, תשעה ושלושים חלקים, בלא שניות, סימנם ק"ל ל"ט.

ונמצא שארית מהלכו במאה יום, מאתיים ושש ועשרים מעלות, ותשעה ועשרים חלקים, ושלוש וחמישים שניות, סימנם רכ"ו כ"ט נ"ג.

ונמצא שארית מהלכו באלף יום, מאה וארבע מעלות, ושמונה וחמישים חלקים, וחמישים שניות, סימנם ק"ד נ"ח נ'.

ונמצא שארית מהלכו בעשרת אלפים יום, שלוש מאות ותשע ועשרים מעלות, ושמונה וארבעים חלקים, ועשרים שניות, סימנם שכ"ט מ"ח כ'.

ונמצא שארית מהלכו בתשעה ועשרים יום, שמונה עשרה מעלות, ושלושה וחמישים חלקים, וארבע שניות, סימנס י"ח נ"ג ד'.

ונמצא שארית מהלכו בשנה סדורה, שלוש מאות וחמש מעלות, ושלוש עשרה שניות, בלא חלק, סימנס ש"ה י"ג.

הטבלה הבאה מסכמת את המהלכים הנ"ל:

ימים	מהלך אמצע המסלול
1	13 03' 54" מעלות
10	130 39' 00"
29	18 53' 04"
100	226 29' 53"
354	305 00' 13"
1000	104 58' 50"
10000	329 48' 20"

### המפרש להלכה ג

המפרש ציין בסוף הלכה א' לעיל, כי בטבלה של מהלכי אמצע הירח, הרמב"ם עיגל את המהלכים עד לדיוק של שניות קשת בלבד. גם כאן הוא ממשיך, בדרך דומה, בענין הדיוק של המהלכים שהביא הרמב"ם לק' יום.

וגם זה שאתה מוצא חסרון, דהיינו, אי דיוק בשארית מהלך מאה יום לאמצע המסלול ז' שניות, הסיבה לכך היא, לפי שאמצע המסלול, מהלכו ביום אחד הוא י"ג מעלות וג' חלקים ונ"ד שניות, פחות מעט. לכן, אם נכפול את המהלך היומי הזה ב 100, אז אותו המעט יכול להצטבר, ולהגיע לכדי 7 שניות (ראה לקמן). אבל, אם נכפול רק ב 10, אז לא יצטבר אפילו שניה אחת, ואין צורך לתקן. כדברי המפרש, וזה שלא חשש להם הרמב"ם בכפילת י' ימים, זאת לפי שלא נתקבץ מהם שיעור מספיק בכדי שיחסר אותו מן המנין של 10 ימים, שהביא הרמב"ם בטבלה שלו לעיל. אבל, בכפל לק' יום, כותב המפרש כי הלך ונתקבץ החשבון מהם בכפילת ק' יום, שיעור מספיק גדול של ז' שניות, ולא יתכן להזניח אותם, ולכן היה הכרח שהרמב"ם יחסר אותו מן המנין של ק' ימים ב ז' שניות, ולפיכך חשש להם, וחיסר אותם ז' שניות למהלך של ק' יום, היינו, אם ניקח את המהלך של הרמב"ם ליום אחד 13 3' 54" מעלות, ונכפול אותו ב 100, נקבל,

$$100 \times (13 \ 3' \ 54'') = 226 \ 30'$$

בשעה שהוא ציין בטבלה שלו לעיל, כי המהלך של 100 יום הוא רק 226 29' 53" מעלות, היינו, קטן יותר ב 7 שניות קשת. וההפרש נובע מכך, שבמהלך של יום אחד,

היינו, "54' 3' 13 מעלות, ה" 54 היו ראויות להיות "פחות מעט", כדברי המפרש לעיל. אבל, בכפל ב 100, לקח הרמב"ם, לא את ה" 54 במלואם, אלא, את הערך המדויק הקטן יותר, ולכן קיבל ערך קטן יותר ב" 7 עבור 100 יום, והוא הוא המדויק.

עד עכשיו לא ציין הרמב"ם, וגם לא המפרש, מהיכן מודדים את זווית הסיבוב של גוף הירח על הגלגל הקטן. בדרך כלל, בגלגלים האמצעיים של השמש והירח, מודדים את זווית הסיבוב ביחס למזל טלה, כי אף אם הגלגלים האמצעיים האלה הם יוצאי מרכז, בכל זאת, ניתן למדוד, מהמרכז היוצא שלהם, את הזווית ביחס למזל טלה, ואחר כך, נוכל לקבל את הזווית ביחס למזל טלה, כפי שהיא נראית מכדור הארץ, על ידי תיקון קטן יחסית, מעין "מנת התיקון", ולהוסיפה לזווית שחישבנו מהמרכז היוצא. כך עשינו, כזכור, עבור הגלגל האמצעי היוצא של השמש בפרק י"ג, בתיקון שכינינו אותו בשם "מנת מסלול השמש", בכדי לעבור מהנקודה האמצעית מ' לנקודה האמיתית ל'.

אבל, במקרה של הגלגל הקטן, שאין לו סיבוב סביב מרכז אחר לחלוטין, נוהגים למדוד, כרגיל, את זווית הסיבוב החל מנקודת הגובה של הגלגל הקטן עצמו; ואכן, אנו ננהג כך גם כאן, אלא, שבגלל בעיה תצפיתית שהתעוררה, ואשר נבאר אותה בפרוטרוט בפרק ט"ו, אנו צריכים למדוד את הזווית, לא מנקודת הגובה של הגלגל הקטן, אלא ממה שנגדיר בשם בשם "הגובה האמצעי של הגלגל הקטן", כפי שנסביר בהמשך.

זוהי הסיבה שהרמב"ם, וגם המפרש, דחו את ההסבר לשאלה זו, היינו, מהיכן מודדים בדיוק את הזווית בגלגל הקטן, ויביאו אותה רק בהלכה ג' בפרק ט"ו.

#### הלכה ד

**מקום אמצע הירח היה בתחילת ליל חמישי, שהוא זמן העיקר לחשבונות אלו, כדלעיל בפרק י"א הלכה ט"ז, במזל שור, מעלה אחת וארבעה עשר חלקים, ושלוש וארבעים שניות, סימנם א' י"ד מ"ג, כלומר, "43' 14' 1 מעלה במזל שור, או ביחס לתחילת מזל טלה "43' 14' 31 מעלות.**

**ואמצע המסלול היה בעיקר זה, ארבע ושמונים מעלות, ושמונה ועשרים חלקים, ושתיים וארבעים שניות, סימנם פ"ד כ"ח מ"ב ("42' 28' 84 מעלות). אבל, מתברר שאין מודדים זווית זו שבמעגל המקיף מתחילת מזל טלה, אלא, כפי שצינו לעיל, היא נמדדת ביחס לנקודת גובה מיוחדת על המעגל המקיף עצמו, כפי שנבאר בהמשך בפרק ט"ו.**

**מאחר שתדע מהלך אמצע הירח, והאמצע שהוא העיקר שעליו תוסיף, תדע מקום אמצע הירח בכל יום שתרצה, על דרך שעשית באמצע השמש.**

אבל, החישוב הזה של אמצע הירח, עדיין אינו מספיק מדויק, לכן, מביא הרמב"ם תיקון נוסף, אשר סיבתו היא כדלקמן:

כזכור, זמן העיקר של הרמב"ם היה בליל ג' בניסן. כלומר, יום זה התחיל מיד אחרי שקיעת החמה של יום ב' בניסן, בשעה 18:00, כמקובל כיום. אבל, שקיעת השמש אינה חלה תמיד בשעה 18:00 בכל יום בשנה, אלא, היא משתנה עד כשעה אחת לפני או אחרי שעה זו, בארץ ישראל.

יתר על כן, אנו מעוניינים דווקא בראיית הירח החדש, שאינה חלה בדיוק עם שקיעת החמה, אלא כעשרים דקות מאוחר יותר, כי רק אז ניתן לראות את הירח החדש, הקטן והדק, לאחר שהשמש שקעה מספיק עמוק מתחת לאופק המערבי. לכן, עלינו לתקן את אמצע הירח שחישבנו עד עתה, לזמן המתאים לשקיעת השמש, המשתנה במשך השנה, וכן להוסיף עליו גם עשרים דקות נוספות אחרי השקיעה, עד לרגע ראיית הלבנה החדשה בפועל.

כידוע, זמן השקיעה תלוי בעונת השנה (ראה תמונה 31). באביב או בסתיו, אמנם השקיעה היא, כאמור, קרובה לשעה 18:00. אבל, בחורף היא מקדימה בכשעה אחת, ובקיץ היא מאחרת בכשעה אחת (בארץ ישראל). במקום לדבר על זמני העונות, אפשר לציין זאת על ידי מקום השמש במזלות. שהרי כאשר השמש היא במזל טלה (תחילת האביב), או במזל מאזניים (תחילת הסתיו), זמן השקיעה הוא קרוב לשעה 18:00; וכאשר השמש במזל סרטן (תחילת הקיץ, תקופת תמוז), אז השקיעה מתאחרת בכשעה אחת, וכאשר היא במזל גדי (תחילת החורף), אז השקיעה מקדימה בכשעה אחת. לכן, מקום השמש במזלות מעיד גם על זמן השקיעה: באופן כללי, כאשר השמש היא במזלות הצפוניים, השקיעה היא מאוחרת יותר משעה 18:00; וכאשר היא במזלות הדרומיים, השקיעה היא מוקדמת יותר מהשעה 18:00. דהיינו, על פי המזל אשר בו נמצאת השמש באותו יום, כך גם נוכל לדעת את התיקון שיש לעשות לחשבון אמצע הירח, בכדי לדעת את רגע ראיית הירח בכל יום ויום במשך השנה.

לכן, כותב הרמב"ם, **ואחר שתוציא אמצע הירח לתחילת הלילה שתראה**, כלומר, אחרי שחישבנו את אמצע הירח, לשעה 18:00, על פי מהלכו היומי כנ"ל, **התבונן בתוצאת החשבון המהלך האמיתי שעשית בשמש, ודע מתוך החשבון שלה, באיזה מזל הוא**, דהיינו, באיזה מזל נמצאת השמש באותו היום, ועל פי אותו מזל, תוכל לדעת (מהטבלה בהלכה ה' כדלקמן) כמה צריך להוסיף או לגרוע מאמצע הירח שחישבת קודם, והשינוי הזה הוא בגלל שעת השקיעה המשתנה ממזל למזל, וכן בגלל שזמן הראייה הוא כעשרים דקות נוספות אחרי השקיעה.

אבל, יש לתקן, לא רק את אמצע הירח, אלא, גם את אמצע השמש שחישבנו כבר בפרק י"ב, שהרי גם היא מהלכת, עד לשקיעתה בקיץ, כשעה מאוחר יותר, וכן בחורף היא שוקעת כשעה מוקדם יותר, לכן, יש להוסיף או לחסר מאמצע השמש, את אותה התוספת שהיא מתקדמת או מפגרת, בהתאם למזל בו היא שקעה בפועל.

נחשב זאת בפרוטרוט:

כזכור, השמש נעה בגלגל האמצעי שלה בקצב של כמעלה אחת ביום, דהיינו, במשך 24 שעות. כיון שיש 60 דקות קשת במעלת קשת אחת, לכן, מהלכה הוא 60 דקות קשת ב 24 שעות, ומהלכה בשעה אחת יהיה  $2.5 = 60:24$  דקות קשת בשעה. בהמשך מבאר המפרש כי, אכן, הרמב"ם הקפיד על דיוק זה, והוא חיסר את ה 2.5 דקות האלו מהמהלך של כחצי מעלה של הירח באותה שעה, שהשמש איחרה או הקדימה את שקיעתה במשך השנה.

לעומת השמש, הירח מספיק לנוע באותה שעה כחצי מעלה. כי, כפי שכבר ראינו בדברי הרמב"ם בהלכה ב' לעיל, מהלך הירח הוא  $35'' 10' 13$  מעלות במשך 24 שעות, לכן, בכדי לחשב את מהלכו המדויק בשעה אחת, עלינו לחלק את ה  $35'' 10' 13$  מעלות ב 24 שעות. לצורך החילוק, נהפוך קודם את המהלך היומי הזה לשבר עשרוני, באופן הבא:

לשם כך, עלינו להפוך, כל אחת מה 10', וה 35", לחלק של מעלה אחת, היינו, לשבר עשרוני של מעלה.

כיון שכל דקת קשת היא החלק ה 60 של המעלה, לכן, 10' קשת הן 10/60 של מעלה, או אחרי ביצוע החילוק, נקבל  $0.166666=10/60$  של מעלה.

כיון שכל שניית קשת היא החלק ה 3600 של מעלה, לכן, 35 שניות קשת יהיו 35/3600 של מעלה, או, אחרי ביצוע החילוק, נקבל  $0.0097222=35/3600$  של מעלה.

לכן, בסך הכל,

$$13.176388 \text{ מעלות} = 13 + 0.166666 + 0.009722 = 13 \text{ } 10' \text{ } 35''$$

כלומר, מהלך אמצע הירח של 13 10' 35" מעלות ביום, הוא בשבר עשרוני 13.176388 מעלות ביום.

עתה, נחלק שבר עשרוני זה ל 24 שעות, ונקבל, כי מהלך אמצע הירח בשעה אחת הוא:

$$0.549016 = 13.176388 : 24 \text{ מעלות בשעה}$$

שהוא בקירוב כחצי מעלה בשעה. עתה, כיון שיש 60 דקות במעלה אחת, נוכל לקבל כמה דקות קשת בדיוק יש במהלך זה של שעה, אחרי שנכפול את השבר העשרוני הזה ב 60,

$$32.94096 \text{ דקות קשת בשעה} = 0.549016 \times 60$$

או, כ 33 דקות בשעה בקירוב.

כזכור, גם השמש וגם הירח נעים ממערב למזרח, לכן, מהלך הירח ביחס למהלך השמש בשעה הוא רק,  $30.5 = 33 - 2.5$ , או כ 30 דקות קשת בשעה, שהם כחצי מעלת קשת בשעה בקירוב. ערך זה יש להוסיף או לחסר מאמצע הירח שחישבנו לתחילת הלילה, בהתאם לעונה או למזלות של יום הראיה.

### המפרש להלכה ז

בתחילה, מסביר המפרש את זמן העיקר החדש שלו (ראה בסוף דבריו בהלכה ט"ז בפרק י"א), והוא מחשב את מקום אמצע הירח ואמצע המסלול בזמן העיקר החדש שלו:

### מקום אמצע הירח היה בתחלת ליל חמישי שהוא וכו'

**כבר ידעת שעשינו עיקר שני, קרוב לימיו של המפרש, בליל ג' בשבוע, שהיה יום א' בניסן שנת ה'ק"א מהשנה התשיעית למחזור רס"ט של לבנה (ראה סוף דברי המפרש בפרק י"ב, ד"ה וכן אם תרצה לעשות לך עיקר וכו'), דהיינו, שהיה מרוחק מהעיקר של הרמב"ם למשך נ"ט אלף ותקל"ג ימים. והדרך בידיעת מקום אמצע הירח ואמצע המסלול, בזמן העיקר השני שקבע המפרש, על סמך העיקר של הרמב"ם, היא כמו הדרך שעשינו בידיעת מקום השמש האמצעי על פי זמן העיקר של הרמב"ם.**



וכבר ידעת מה שיש מהימים בין ב' העיקרים, דהיינו, ההפרש בין זמן העיקר של הרמב"ם לבין זמן של המפרש, שחלפו ביניהם נ"ט אלף ותקל"ג ימים. לקחנו מנתם מאמצע הירח ואמצע המסלול, כלומר, המפרש חישב את המהלכים של אמצע הירח ומסלול הירח בכל אותם ימים שעברו. אבל, כיון שתוצאת החישוב נתנה זווית גדולה הרבה יותר מ 360 מעלות, לכן, והשלכנו כל ש"ס מעלות, ואז נשאר לנו אח"כ, משארית אמצע הירח באלו הימים, ש"נ מעלות וכ"ז חלקים וכ' שניות. הוספנו עליו העיקר שזכרו הרמב"ם ז"ל, ואז יצא לנו, אחר תוספת העיקר, כ"א מעלות ומ"ב חלקים ושלוש שניות ממזל טלה, ובפירוט החשבון נקבל,

$$\begin{array}{r} 31 \quad 14' \quad 43'' \quad \text{המקום בזמן העיקר של הרמב"ם} \\ + 350 \quad 27' \quad 20'' \quad \text{תוספת מהלך האמצע} \\ \hline 381 \quad 42' \quad 3'' \\ 21 \quad 42' \quad 3'' \end{array}$$

כאמור, זהו אמצע הירח בזמן העיקר של המפרש.

המפרש חישב גם את אמצע המסלול בזמן העיקר החדש שלו, וקיבל גם כן זווית גדולה הרבה יותר מ 360 מעלות, לכן, גם כאן הוא חיסר ממנו 360 מעלות בזה אחר זה, ונשאר לנו משארית אמצע המסלול קצ"ז מעלות, וכ"ט חלקים, וי"ז שניות. הוספנו עליו העיקר שזכרו הרמב"ם ז"ל למסלול, יצא לנו אחר התוספות, רפ"א מעלות ונ"ז חלקים נ"ט שניות, היינו,

$$\begin{array}{r} 84 \quad 28' \quad 42'' \\ + 197 \quad 29' \quad 17'' \\ \hline 281 \quad 57' \quad 59'' \end{array}$$

עתה חוזר המפרש לענין שיש לתקן, לא רק את אמצע הירח, ולחשבו עד לשעת השקיעה בפועל המשתנה מיום ליום, אלא, כפי שכבר הערנו לעיל, יש לתקן גם את אמצע השמש. בתחילה הוא חוזר על דברי הרמב"ם לעיל:

ומאחר שתדע מהלך אמצע הירח, והאמצע שהוא העיקר שעליו תוסיף, תדע וכו', התבונן בשמש וכו'

על זה כותב המפרש: **כבר זכר הרמב"ם ענין זה בפ"ב, בהלכה ב', בענין החשבון של המהלך האמצעי של השמש, ואמר שם: והאמצע, היינו, המקום האמצעי של השמש שיצא בחשבון זה בזמן מסוים, פעמים יהיה בתחילת הלילה בשוה וכו'.** כבר הסברנו לעיל, כי מהלך השמש במשך היום מעל האופק הוא ארוך יותר בקיץ מאשר בחורף (תמונה 31). כיון שהמהלך היומי שלה מתארך (בקיץ) או מתקצר בכשעה אחת (בחורף), בארץ ישראל, ביחס לאורך היום בתחילת האביב, לכן, באותה שעה מתארך או מתקצר מהלך השמש בכ 2.5 דקות דקות קשת, אם בגלל התארכות זמן השקיעה בקיץ בשעה אחת, או הקדמתה בחורף. לעומת זה, מהלך אמצע הירח ישתנה כנ"ל ב 33 דקות קשת, ועל זה כותב המפרש, **כבר ידעת, שתנועת הירח בשעה אחת** הוא קרוב לחצי מעלה, וליתר דיוק, 33 חלקים מתוך 60 חלקים

שבמעלה אחת, כלשונו, **קרוב מל"ג חלקים** של מעלה. **וכשנגרע ממנו תנועת השמש לשעה**, שהיא אותה שעה שמתאחרת השקיעה או מקדימה בימי השנה, כלומר נגרע את ה 2.5 חלקים מאותם 33 חלקים, **ישאר ל' חלקים בקירוב**, וזאת **אם תהיה התוספת** לאמצע הירח בגלל איחור השקיעה **בשעה אחת**, או תהיה רק ט"ו חלקים בלבד, זאת **אם תהיה התוספת** לאמצע הירח, בגלל איחור השקיעה **בחצי שעה בלבד**, והוא שיש להוסיף את אותן ל' או ט"ו חלקים, אם זה לשעה אחת בהתארכות השקיעה, או מחציתה בלבד, והתוספת הזאת היא **כשתהיה השמש דווקא במזלות הצפוניים, ובמדינות שזכרם הרמב"ם ז"ל**, כי שעת השקיעה **מתאחרת** דווקא, כאשר השמש היא במזלות האלה.

כאשר היא במזלות הצפוניים (בעונת האביב והקיץ), כדבריו, **שהרי שם יהיה קשת היום**, של המהלך היומי של השמש ממזרח למערב **יתר מק"פ מעלות** (תמונה 32), **ויהיה חציו של מהלך יומי זה, יתר מצ' מעלות**, והתוספת הזו במסלול היומי מתבטא בהתארכות השקיעה **בשעה אחת, או בחצי שעה**, בהתאם למקום הספציפי של השמש במזלות הצפוניים.

**ואם תהיה השמש במזלות הדרומיים, יהיה החסרון עד שעה, שהרי קשת היום פחות מק"פ מעלות** (תמונה 31), **וחציו פחות מצ' מעלות**.

**ולפיכך, פעם יהיה חצי קשת היום יותר מצ' מעלות**, דהיינו, כאשר השמש נמצאת במזלות הצפוניים, **ופעם חסר מצ' מעלות. ומפני זה, נקח מנת זה החסר**, כלומר, ניקח בחשבון את המנה, דהיינו, בכמה זמן **הקדימה** השקיעה, או, אם התארכה השקיעה, ואז יש להביא בחשבון את ה**יתר** של השעות האלו **ממהלך השמש האמצעי, ונוסיף אותו**, כלומר, נחשב בהתאם את התיקון בגלל אותה ההתארכות של שעת השקיעה, ונוסיף אותה **על מקום אמצע הירח, או נגרע אותו ממנו, כמ"ש הרמב"ם, ויצא לך מקום הירח האמצעי לשעת הראייה**, עבור כל זמן וזמן הדרוש לנו.

בפרט, אם אנו יודעים פחות או יותר את רגע המולד המשוער, כפי שנראה זאת בהמשך בסוף פרק ט"ו, נוכל לדעת באיזה מזל יחול המולד, וכך נוכל לדעת אם יש להוסיף או לגרוע את התוספת בגלל זמן השקיעה באותו היום, ואז, על פי המזל, שם נמצא מקום השמש האמצעי, נחשב גם את מקום אמצע הירח המדויק יותר **לשעת הראייה**, שתחול אחרי השקיעה, באותו היום של המולד, או ביום שלאחריו.

המפרש מסיים, **וכבר הארכנו בזה הענין, של זמן השקיעה במשך השנה, בפרק י"ב מזו ההלכה**.

עתה מביא הרמב"ם, בהלכה הבאה, את התיקון לחישוב של אמצע הירח, בהתאם למקום השמש במזלות, שהוא סמוך לזמן הראייה, דהיינו, כעשרים דקות לאחר השקיעה. כאמור לעיל, כל מזל מעיד על התארכות זמן השקיעה או הקדמתה, והתוספת או הגריעה המובאות כאן, הן התיקון של אמצע הירח בזמן הראייה המשוער.

## הלכה ה

בכל דבריו לקמן, מתכוון הרמב"ם למקום השמש האמיתי על רקע המזלות, כפי שחישבנו בפרק י"ג.

**אם היתה השמש מחצי מזל דגים, עד חצי מזל טלה, תניח אמצע הירח כמות שהוא.**

**ואם תהיה השמש מחצי מזל טלה, עד תחילת מזל תאומים, תוסיף על אמצע הירח חמישה עשר חלקים.**

**ואם תהיה השמש מתחילת מזל תאומים, עד תחילת מזל אריה, תוסיף על אמצע הירח שלושים חלקים.**

**ואם תהיה השמש מתחילת מזל אריה, עד חצי מזל בתולה, תוסיף על אמצע הירח חמישה עשר חלקים.**

**ואם תהיה השמש מחצי מזל בתולה, עד חצי מזל מאזניים, הנח אמצע הירח כמות שהוא.**

**ואם תהיה השמש מחצי מאזניים, עד תחילת מזל קשת, תגרע מאמצע הירח חמישה עשר חלקים.**

**ואם תהיה השמש מתחילת מזל קשת, עד תחילת מזל דלי, תגרע מאמצע הירח שלושים חלקים.**

**ואם תהיה השמש מתחילת מזל דלי, עד חצי דגים, תגרע מאמצע הירח חמישה עשר חלקים.**

תמונה 32 מסכמת את דברי הרמב"ם, לא רק על פי המזלות, אלא, על פי הזוויות המציינות את הגבולות של המזלות שציין הרמב"ם. המעגל החיצון הוא גלגל המזלות, אשר עליו רשומים, לא רק שמות המזלות עצמם, אלא, גם את גבולותיהם במעלות. כך מזל טלה תופס את מקומו מזווית 0 עד 30 מעלות; אחריו מזל שור תופס את הזווית מ 30 ועד ל 60, וכו', ולבסוף מזל דגים, שהוא מ 330 עד 360 (או 0 מעלות).

במעגל הפנימי יותר, הבאנו את התחומים שציין הרמב"ם לעיל.

למשל, מחצי מזל דגים עד חצי מזל טלה, הוא תחום הזוויות שבין 345 עד 15 מעלות על גלגל המזלות. בתחום זה, מציין הרמב"ם, אין להוסיף דבר על אמצע הירח שחושב קודם, כי זמן השקיעה הממוצע הוא קרוב לשעה 18:00. לכן, רשמנו על המעגל הפנימי, שההתארכות הממוצעת בתחום זה שבין 345 ועד 15 מעלות היא "אפס", וכן התוספת הממוצעת, בתחום זה, לאמצע הירח היא "אפס".

מעל המעגל הפנימי ומתחתיו, רשמנו את אורך ההתארכות הממוצע של השקיעה על ידי סימן +, או את ההקדמה הממוצעת של השקיעה בסימן -. מתחת למעגל הפנימי רשמנו את גודל התיקון הממוצע לאמצע הירח, על ידי סימן + המעיד על כך שיש להוסיף את התיקון, או על ידי סימן -, שיש לחסר מאמצע הירח.

בתחום הבא שבין 15 ל 60 מעלות, ההתארכות הממוצעת של השקיעה לאותו תחום היא כחצי שעה, לכן היא סומנה בסימן +, ומתחת למעגל הפנימי רשמנו את התיקון +0.25 מעלה (15'), לאמצע הירח.

אחר כך, בתחום הבא שבין 60 ל 120 מעלות, ההתארכות הממוצעת אחרי השקיעה לאותו תחום היא כשעה אחת, ולכן, התוספת היא 0.5 + מעלה (30') לאמצע הירח.

כאשר השמש מתחילה להכנס למזל מאזנים, שקיעת השמש הולכת ומקדימה בהדרגה, עד שבשיאה מקדימה השמש לשקוע כשעה, כאשר היא במזל גדי, ואז יש לחסר מאמצע הירח 0.5 – מעלה (30'), כפי שרשמנו במעגל הפנימי באותו תחום שבין 240 ל 300 מעלות.

גם הטבלה הבאה (נמצאת בתחילת השרטוטים של פרק י"ד בסוף הספר) מסכמת את הני"ל, אבל, ללא שמות המזלות שברקע (מתוך הספר "חזון שמים" עמ' ס"ט).

ראה טבלת התיקונים לאמצע הירח

רואים כי הרמב"ם לא הביא את הערך המדויק של התיקון לכל יום ויום (שהרי זמן השקיעה משתנה בכל יום), אלא, הוא עשה שני תיקונים ממוצעים אפשריים בלבד למשך כל השנה כולה, דהיינו, או חצי מעלה, וזה מתאים במקרה שהשינוי בזמן השקיעה הוא שעה תמימה, או רבע מעלה, וזה מתאים במקרה שהשינוי בזמן השקיעה הוא חצי שעה בלבד.

לעומת זה, לא מצאנו אצל הרמב"ם והמפרש את התיקון עבור ראיית הירח של כשליש שעה אחרי השקיעה, וכל החישובים הני"ל נעשו, כביכול, רק לאיחור או להקדמת שקיעת החמה. מפרשי הרמב"ם דנו בענין זה, ודיעותיהם שונות. אחת הדיעות היא שהרמב"ם כלל בזמן העיקר את התיקון הזה, היינו, שהעיקר של הרמב"ם אינו מיד אחרי השקיעה, למשל בשעה 18:00, אלא, בשעה 18:20.

## הלכה ו

**ומה שיהיה האמצע, אחר שתוסיף עליו, או תגרע ממנו, או תניח אותו כמות שהוא, הוא אמצע הירח לאחר שקיעת החמה, בכמו שליש שעה, באותו הזמן שתוציא האמצע לו, וזה הוא הנקרא אמצע הירח לשעת הראייה.**

כנראה ששיטת הממוצעים שהביא כאן הרמב"ם, גם היא מייצגת קירוב מספיק טוב לחישוב רגע הראייה, ואין צורך בדיוק גדול יותר.

## פרפראות לחכמה לפרק ארבעה עשר

### השמים מספרים כבוד אל ומעשה ידיו מגיד הרקיע (תהילים י"ט)

הַשָּׁמַיִם מִסְפָּרִים כְּבוֹדוֹ  
וְגַם הָאָרֶץ מִלְּאֵה חֶסְדּוֹ  
רְאוּ כִּי כָּל אֱלֹהֵי עֲשֵׂתָהּ יָדוֹ  
כִּי הוּא הַצּוֹר תַּמִּים פְּעָלוֹ

(בית אחרון מתוך הפיוט "יום זה מְכַבֵּד מְכָל יָמִים", לא נודע מחברו)

פירוש תפילות דוד, על ספר תהילים (מוגה):

השמים מספרים כבוד אל: השמים, כולל כל גרמי השמים אשר בעולם הגלגלים. והרקיע (הוא) שם מיוחד אל מקום עליית האדים, ששם יתהווה המטר והברד, ועד שם יגיע גבול הארץ, וראוי לנשימת בעלי חיים. ומשם ולמעלה, יתחיל גבול השמים. וכל בעל חיים לא יתקיים שם (מעל הרקיע). כמו שכן (היא) דעת המורה (נבוכים), וההולכים בשיטתו, בפירוש שם "רקיע".

ויש הבדל בין כבוד ה', לבין מעשה ידיו: שהכבוד יחויב לו מצד שהוא בורא כל בראשית (של) הבריאה, והוא סיבת כל הנבראים, וזה יספרו השמים. שכל הרואה כל הבנין הגדול הזה והמאורות, אשר בו ידע, שיש בורא יחיד, אשר ערך הכל, ביכולתו, ובחכמתו.

אולם, לא נוכל לדעת מזה, שהוא עדיין עוסק בבריאה, ומחדש בכל יום מעשה בראשית, ושהוא (עדיין) מנהיג את העולם (בכל יום ובכל רגע). וזה נודע (למשל) מן הרקיע, שמפלאי המטר וההשגחה הנמצא בו (ברקיע), שהוא (הקב"ה) עדיין עוסק ופועל, ומכין לארץ מטר, ומצמיח הרים חציר.

ואמרו חכמינו ז"ל, מעשה ידיהם של צדיקים, מי יגיד? - הרקיע. שעל ידי שבא המטר על ידי תפילת הצדיקים, והקב"ה מביאו בעיתו בכל מקום, לפי הצורך, אל כל מדינה ומדינה, במקום תכונתה, לפי הזמן והמקום, (מזה) נודע השגחת ה' ופעולתו בעולמו.

ויש הבדל בין סיפור, לבין הגדה ( בפסוק במקורו, "מספר" לעומת "מגיד"): שהמגיד יגיד דבר חדש, הנוגע לחברו, וזה (פירוש המילים) "מגיד הרקיע", שמגיד בכל עת מעשי ידי ה', המתחדש בבריאה, לצורך ישוב בני אדם. אבל, סיפורי השמים הם מְדַבֵּר (שהיה ב)עבר, שה' ברא הכל בששת ימי המעשה, שזה כְּמִסְפָּר דבר שכבר היה לעולמים, שאינו נוגע לנו בהווה.

עכ"ל תפילות דוד.

פירוש הרד"ק:

השמים מספרים: כי מהנפלאות והמעשים הגדולים שאדם רואה בשמים, יספר האדם כבוד אל. וזה שאמר (אח"כ), "ואין דברים, בלי נשמע קולם", כלומר, לא שהם מספרים בדברים (כפשוטו), אלא, ממה שרואה אדם בהם, מספרים בני אדם כבוד אל.

ונוכל לפרש מספרים על השמים, (היינו) על השמים ועל הרקיע עצמם, כי במהלכם ובסיבובם על סדר נכון, יראה כבוד אל יתברך.

ואותו הוא הסיפור וההגדה, על דרך השולח אמרתו ארץ, עד מהרה ירוץ דברו (היינו, דימוי ל"שולח" ול"ירוץ").

ומה שאמר (אח"כ), "אין אומר ואין דברים", אין דברים כדברי בני אדם, אלא, המעשה שיעשו הם הדברים, והם הסיפור וההגדה, וכן אמר, ובקצה תבל מיליהם.

והרב מורה צדק, החכם הגדול רבינו משה (הרמב"ם) פירש, מספרים (נאמר) על השמים. כי דעתו ודעת הפילוסופים כי הגלגלים חיים, משכילים, עובדים לאל, ומשבחים אותו שבח גדול, ומהללים אותו מהללים עצומים וגדולים. על כן אמר, השמים מספרים כבוד אל, ומעשה ידיו מגיד הרקיע. ואם כי הסיפור וההגדה אינם בפה ובלשון, וזהו שאמר (אח"כ), "אין אומר ואין דברים בלי נשמע קולם", אלא, הסיפור וההגדה להם, כמו הציור שיצייר האדם בלבבו, מדברי שבח והודאה, מבלי שיוציאם בשפה.

ומעשה ידיו מגיד הרקיע: כפול (את הרישא של הפסוק שוב בסיפא), כי הוא השמים מספרים כבוד אל, כי השמים נקראו (גם) "רקיע", כמו שאמר "כזהר הרקיע" וגו', ויתן אותם אלקים, ברקיע השמים", לדעת מי שפירש כי על הגלגלים נאמר.

והחכם ר' אברהם בן עזרא פירש, הרקיע (הוא) האויר (אשר בו עולים האדים, עד לגובה מסוים, שם נמצא הקצה העליון של העננים, והוא הנקרא בשם "רקיע").

עכ"ל הרד"ק.

ראה גם מה שכתבנו בהלכה ט' והלאה, בפירושונו על פרק ג' בהלכות יסודי התורה בספר צה"ט, וכן פרפראות לחכמה לפרק י"ח.

על פי הזוהר:

הקטע הבא הוא תרגום מתוך "הקדמת הזוהר", ספר בראשית דף ח., המתאר כיצד מקשטים ומעטרים הצדיקים בדברי תורה, את כנסת ישראל בליל חג השבועות, במשך כל הלילה, לקראת חופתה עם הקב"ה למחרת, והקשר עם הפסוק השמים מספרים וגו'.

רבי שמעון היה יושב ועוסק בתורה בלילה (ליל מתן תורה) שהפלה מתחברת בבעלה (למחרת, במעמד הר סיני). ששנינו, כל אותם החברים בני היכל הפלה (לומדי התורה), הצטרפו באותו לילה, שהפלה עתידה להיות למחרת בתוך החפה עם בעלה, להיות עמה כל אותו הלילה, ולשמוח עמה בתקוניה שהיא מתתקנת, לעסק בתורה, מתורה לנביאים, ומנביאים לכתובים, ובדרשות הפסוקים ובסודות החכמה (הקבלה), בגלל שאלו הם (לימוד נושאים אלה הם) תקוניה ותכשיטיה, והיא (כנסת ישראל, השכינה) ועלמותיה נכנסת ועומדת על ראשיהם (של הצדיקים לומדי התורה), (והיא עצמה) מתתקנת בהם, ושומחה

בהם כל אותו הלילה, ולמחרת, לא נכנסת לחפה אלא יחד אתם. ואלה נקראים בני החפה. וכיון שנכנסת לחפה, הקדוש ברוך הוא שואל עליהם (על הצדיקים שהכינו וקישטו את הכלה כל הלילה בדברי תורה, שהם קישוטיה של השכינה, לקראת חופתה) ומברך אותם, ומעטר אותם בעטרת הפלה. אשרי חלקם.

והיה רבי שמעון, וכל החברים, מרננים ברנת התורה, ומחדשים דברי תורה כל אחד ואחד מהם. והיה שמח רבי שמעון וכל שאר החברים. אמר להם רבי שמעון, בני, אשרי חלקכם, בגלל שמחר לא תפגס הפלה לחפה אלא יחד אתכם. בגלל שכלם שמתקנים תקונייה בלילה הזה ושמחים בה, כלם יהיו רשומים וכתובים בספר הזכרונות, והקדוש ברוך הוא מברכם בשבעים ברכות ועטרות של עולם העליון.

פתח רבי שמעון ואמר, השמים מספרים כבוד אל וכו'. פסוק זה הרי העמדנוהו. אבל בזמן זה שהפלה מתעוררת להפגס לחפה למחרת, מתתקנת ומאירה בקשויטה, יחד עם החברים ששמחו עמה כל אותו הלילה, והיא שמחה אתם. ולמחרת כמה אוכלוסים, צבאות ומרכבות חילות ומחנות אלה, והיא וכלם, מחפים לכל אחד ואחד, שתקנו אותה בלילה הזה. כיון שמתחברים כאחד, והיא רואה את בעלה [הקב"ה], מה [אומר על זה ה]כתוב? "השמים מספרים כבוד אל". השמים - זה החתן [הקב"ה] שנכנס לחפה. מספרים - [שפניו] מאירים כזהר הספיר שמאיר וזוהר [היינו, כלשון מספרים] מסוף העולם ועד סוף העולם [ולמי הקב"ה מספר, היינו, מאיר? לכלתו, כנסת ישראל, הנקראת בשם "כבוד אל"].

ואז באותה שעה שהשמים [החתן, הקב"ה] נכנס לחפה, ובא ומאיר לה, כל אותם החברים שהתקינו אותה [במשך הלילה], כלם מתפרשים [רשומים] בשמותם שם, וזהו שכתוב ומעשה ידיו מגיד הרקיע [ששמותיהם רשומים ברקיע]. מעשה ידיו - אלה אותם בעלי קיום הברית יחד עם הפלה [שעמלו לקשט את הכלה בדברי תורה כל הלילה]. ואותם בעלי קיום הברית נקראים "מעשה ידיו" [כלומר, מעשה ידיו, הם אותם שלמדו תורה כל הלילה, שהם מעשה ידיו של הקב"ה, מגיד הרקיע, היינו, רשומים ברקיע].

## פרק חמישה עשר

### הלכה א

**אם תרצה לידע מקום הירח האמיתי, בכל יום שתראה, עליך לערוך שרשרת של חשבונות, בזה אחר זה, עד סוף הפרק. לצורך זה, תוציא תחילה אמצע הירח לשעת הראייה, לאותו הלילה שתראה. כיצד? הרמב"ם ציין בהלכה ג' בפרק א' לעיל, כי עליך לספור 29 יום תמימים, מאז אותו היום, אשר בו נראתה הלבנה החדשה האחרונה בחודש הקודם, שהיה אז היום הראשון של החודש שעבר, ואז אפשר שאחרי שקיעת השמש בתום היום ה-29, יראה הירח החדש לעדים. זהו הלילה שממנו מתחילים בו את החישוב, אם הירח יראה או לא. כזכור, "אמצע הירח", הוא "מקום", הנמדד בזוית, או מה שמכנים בשם "המרחק", בו נמצא הירח על גלגל המזלות, ביחס לתחילת מזל טלה, ביחידות של מעלות זוית וחלקיה. כך הוא גם לגבי "אמצע השמש" לאותה העת, זהו מרחק השמש על גלגל המזלות, ביחס לתחילת מזל טלה.**

הרמב"ם מפרט את הגדלים השונים שיש לחשב:

**וכן תוציא אמצע המסלול, ואמצע השמש לאותו העת, ותגרע אמצע השמש מאמצע הירח, והנשאר, מהחיסור, היינו, ההפרש בין הזוית בה נמצא אמצע השמש, לבין הזוית בה נמצא אמצע הירח, צריך שתכפול אותו, את ההפרש שקבלת, וזה הוא הנקרא בשם "מרחק הכפול". מרחק זה, היינו, "המרחק הכפול", אין בו צורך כשלעצמו, אלא, הוא גודל ביניים בלבד, שיש לחשבו, בכדי לחשב בהמשך את מקום הירח האמיתי, לעת ראיית הירח.**

אם כי ניתן לחשב באופן טכני, כבר בשלב זה, את כל הגדלים שציין הרמב"ם כאן, אבל, השרטוט ההנדסי השייך לכל אחד מהם, שנביא בהמשך, יבהיר אותם יותר. בפרט, מושג "אמצע המסלול", וכן התועלת שיש בהגדרת מושג זה, שניהם יובהרו היטב בהקדמתנו להלכה ג'.

### המפרש להלכה א

#### אם תרצה לידע מקום הירח האמיתי וכו'

**כבר ידעת, שבמושג "מקום הירח האמיתי", הכוונה היא, מה הוא מקומו של הירח הנראה בפועל, בליל הראייה בגלגל המזלות, בערך אל מוצק הארץ, כלומר, כפי שרואים את הירח בפועל על גלגל המזלות, מנקודת מבט של צופה הנמצא על כדור הארץ (ראה נקודה ה' הנראית ממרכז כדור הארץ ע', בתמונה 4 בפרק הקודם, ובפרט, סעיף י"א בהקדמתנו לדברי המפרש להלכה א' שם).**

והנה, בכדי לחשב את "מקום הירח האמיתי" לעת הראייה, כותב הרמב"ם, יש לחשב קודם כל את מה שהוא מכנה בשם "אמצע הירח לשעת הראייה", שהסביר כבר קודם לכן, בהלכה ו' בפרק הקודם, ובא כאן המפרש להדגיש, ו"אמצע הירח לשעת הראייה" הוא כמו שהקדים וביאר כבר הרמב"ם כנ"ל, היינו, שיש להביא בחשבון, גם את התוספת או את הגריעה, הנובעים משינוי רגע השקיעה במשך השנה, וכן שרגע הראייה בפועל הוא כעשרים דקות אחרי השקיעה, באותו היום של הראייה.



כלומר, הוא נקרא בשם "אמצע הירח לשעת הראיה", רק לאחר תוספת החלקים שזכר הרמב"ם בהלכה ה' שבפרק הקודם, לכל מזל ומזל, או גריעתן מאמצע הירח בגלל שינויי רגע השקיעה במשך השנה, וכן יתכן שכוונתו היא גם לאותן עשרים דקות נוספות, עד לראיית הירח החדש. כלומר, כל כוונתו של המפרש היא, שכאשר הרמב"ם כתב לעיל, "תוציא תחילה את אמצע הירח לשעת הראיה", היא שחישוב זה אינו כרוך רק בחישוב זה בלבד, על פי מה שציין הרמב"ם בהלכה ו' שבפרק הקודם, דהיינו, שלא רק שיש לחשב את "אמצע הירח" סתם, כפי שהסביר בהלכות ב' וד' בפרק הקודם, אלא, יש להוסיף או לגרוע ממנו את התוספת, בגלל השינוי ברגע השקיעה, וגם בגלל רגע הראיה, שהוא כעשרים דקות אחרי השקיעה, כפי שציין בהלכה ו', וזהו מה שקורא הרמב"ם בשם "אמצע הירח לשעת הראיה", שיש לחשבו, ולכלול בו גם את התוספת או הגריעה האלו, כפי שהוא תיאר בטבלה שבהלכה ה' שם, או בתמונה 32.

### והנשאר, תכפול אותו, וזהו הנקרא המרחק הכפול וכו'

**דע שהמרחק, שאתה צריך לכפול אותו פי שניים, הוא ההפרש בין מרחק אמצע השמש מאמצע הירח, או המרחק בין "מקום השמש האמצעי", לבין "מקום הירח האמצעי".** וכפי שכבר ביארנו בפרק הקודם, אמצע הירח הוא מקום מוצק גלגל המעגל, דהיינו, הנקודה ש' בתמונות 1, 2 שם, שהיא המהלך של המרכז ש' של הגלגל הקטן, שהוא "35' 10' 13 מעלות ביום, בכוון ממערב למזרח (לאחר שכבר ניכינו ממנו את התנועה ההפוכה של מרכז הגלגל השלישי וגלגל נחש בריח).

**ונניח עתה, שאנו מתחילים ממצב התחלתי ספיציפי מאד של שלושה גלגלים, בו מסודרות ארבעת הנקודות הבאות, כולן בקו אחד עם נקודת תחילת מזל טלה על גלגל המזלות (ראה תמונה 1א'), והן: מוצק גלגל המעגל בנקודה ש', ונקודת אמצע השמש א', וכן הגובה הגבוה של ירח בנקודה ה' בצורה שקדמה, דהיינו, בציור ל"ה של המפרש (תמונה 30 שבפרק הקודם), וכן נקודת הגובה ג' של הגלגל הגדול. כלומר, במשך התנועה של כל הגלגלים, ישנו מצב התחלתי ספיציפי לארבעת הנקודות האלו, כאשר שלוש מהן, דהיינו, הנקודה ש', ונקודת גובה הירח ה', ונקודת הגובה של הגלגל הגדול ג', מכוונות כולן בדיוק מתחת לאמצע השמש בנקודת א' הנמצאת על גלגל אמצע השמש, כמו בתמונה 1א' כאן. יתר על כן, במצב זה, כל ארבעתן נמצאות על קו ישר אחד, העובר גם דרך נקודת תחילת מזל טלה על גלגל המזלות. שים לב, כי, במצב זה, מרכז הגלגל הקטן ש' נמצא בדיוק על נקודת הגובה ג' של הגלגל הגדול. אבל, בדרך כלל, הנקודה ש' אינה נמצאת דווקא שם, אלא, היא נעה על פני הגלגל הגדול, לכן, היא יכולה להמצא בכל מקום אחר על גלגל זה, ולא דווקא על הנקודה ג', למשל, כמו בתמונה ב'.**

מצב התחלתי זה (בתמונה 1א'), הוא למעשה מצב של קבוץ אמצעי, כי המרכז ש' של הגלגל הקטן נמצא בדיוק מתחת לשמש האמצעית בנקודה א', היינו, שלושת הנקודות אש"ע נמצאות על קו ישר אחד. גוף הירח האמיתי עצמו אינו חייב להיות בנקודה ה' דווקא, אלא, בכל מקום שהוא, על המעגל הקטן. אבל, המצב הספיציפי בתמונה 1א' הוא של מולד אמצעי.

**ואח"כ, מהמצב של תמונה 1א', נע כל אחד מהם, מהנקודות בתמונה זו, בתנועתו, לרוח שסובב אליה, כמו שהסביר המפרש בפרק הקודם.**

בהמשך דברי המפרש, הוא בוחן את מהלכם של כל ארבעת גלגליו של הירח, החל מהמצב ההתחלתי בתמונה 1א', ומשווה את מקומותיהם החדשים זה עם זה, לאחר יום אחד.

א. מרכז הגלגל הקטן שי מתחיל את תנועתו מהמצב בתמונה 1א', ואחרי כיום אחד, כלשונו, **נע מוצק גלגל המעגל שי אל המזרח, כ"ד מעלות וכ"ג חלקים** (ליתר דיוק, כ"ד מעלות, כ"ב חלקים, נ"ד שניות, כלומר "54' 22' 24 מעלות, והמפרש עיגל את 54 השניות לחלק אחד שלם), כלומר, הנקודה שי נעה שמאלה והגיעה עד הנקודה ש1, ובאותו יום, הספיקה גם הנקודה גי לנוע ימינה ולהגיע לנקודה ג1 (שהרי שתי הנקודות האלו נמצאו יחד, באותה נקודה, בתמונה 1א'). במצב החדש (תמונה ב1') רואים עד היכן הגיעו שתי נקודות אלו, היינו, למרחק זויתי שא"ג של "54' 22' 24 מעלות, שהרי זהו המהלך של שתי נקודות אלו, ביום אחד שצינו לכתחילה בפרק י"ד. למעשה, מהלך זה של "54' 22' 24 מעלות הוא המרחק של הנקודה ש1 ביחס לנקודת המרכז המעגל שלו בנקודה פ'1, המיוצגת על ידי נקודת הגובה ג1, אחרי יום אחד. אבל, אין זה המהלך של הנקודה ש1 ביחס לתחילת מזל טלה. ראה בהמשך.

ב. וכן **נעה נקודת אמצע השמש** א' שמאלה, **גם כן למזרח**, במשך יום אחד, במהלך האמצעי, **נ"ט חלקים וח' שניות** ("8' 59'), והיא נמצאת עתה בנקודה ז' בתמונה ב1'.

ג. וכן **נע גלגל נחש בריח**, ביום אחד **שלושה חלקים וי"א שניות** ("11' 3'), ממזרח למערב. תנועה זו לא שורטטה בתמונה ב1', כיון שהיא נכללת בתנועת הגלגל השלישי, כפי שהסברנו בפרק י"ד, וכדלקמן.

ד. **ונע מרכז הגלגל הנוטה**, והוא הגלגל שכינינו בשם "הגלגל השלישי". (אבל, כזכור, ניתן לקרוא גם לגלגל הגדול בשם "הגלגל הנוטה" כי הוא נמצא באותו מישטח הנוטה ביחס לגלגל המזלות, כפי שהסברנו זאת, בהקדמתנו לדברי המפרש להלכה א' בפרק י"ד), דהיינו, שהמהלך היומי של המרכז פי של הגלגל השלישי, נע ימינה ממצבו בתמונה 1א', **י"א מעלות וט' חלקים** (ליתר דיוק, "8' 9' 11 מעלות), דהיינו, ממזרח למערב, בחציו העליון של הגלגל, והגיע לנקודה פ'1 בתמונה ב1'. כאמור, הנקודה גי עצמה, בהיותה נקודת הגובה של הגלגל השלישי, הגיעה באותו מהלך עצמו ימינה, כמו המרכז פי, והגיעה בסוף היום עד לנקודה ג1.

כפי שהסברנו כבר בפרק י"ד, שתי התנועות האחרונות, בסעיפים ג' די לעיל, דהיינו, תנועת גלגל הנחש בריח, וכן תנועת הגלגל (השלישי) הנוטה, חיברנו אותן יחד, כפי שכבר הסביר המפרש בהלכה א' בפרק הקודם. הסיבה לכך היא, שגלגל נחש בריח נע באותו כוון ממזרח למערב, כמו הגלגל הנוטה (השלישי) עצמו, לכן, ניתן לחבר את שתי התנועות זו עם זו, כי כאמור, כל המהלכים של כל הגלגלים כאן, אינם המהלכים שלהם בחלל התלת מימדי, אלא, הם כולם השלכות של המהלכים על מישטח גלגל המזלות. לפיכך, תנועתם המאוחדת של שני גלגלים אלה תיוצג, מעתה והלאה, רק על ידי נקודת המרכז פי לבדה, הכוללת בתוכה את התוספת של אותן "11' 3' ביום, של גלגל נחש בריח, דהיינו, היא תהיה מעתה, בסך הכל, "19' 12' 11 מעלות, ממזרח למערב, בחציו העליון.

אבל, ההתרחקות של הנקודה שי שמאלה בתמונה ב1', בזוית של "54' 22' 24, היא ביחס לנקודת הגובה ג1, ונקודה זו ג1 עצמה היא עצמה, גם היא תרמה להתרחקות הזו, שהרי הנקודה ג1 נעה ימינה, כמו הנקודה פ'1, במהלך של "19' 12' 11 מעלות כנ"ל. לכן ההתרחקות האמיתית של הנקודה ש1 ביחס לתחילת מזל טלה (נקודה א' בתמונה ב1'), היא רק בהפרש שבין "54' 22' 24 לבין "19' 12' 11, דהיינו, רק ב "35' 10' 13 מעלות שמאלה, כמו בתמונה 2. כלשון המפרש **והחזיר גלגל היוצא** (הגדול), הנע במקורו **אל המערב, בשיעור י"א מעלות וי"ב חלקים** (ובדיוק כנ"ל "19' 12' 11 מעלות), וכך **נשאר לגלגל היוצא לפאת מזרח**, רק מהלך של **י"ג מעלות וי"א חלקים בקירוב** (ובדיוק "35' 10' 13 מעלות), והוא גם המרחק של **מוצק גלגל המעגל ש1**,

**ממקום הקבוץ האמצעי**, שהיה לפני כן, כמו בתמונה 1א', על רקע תחילת מזל טלה על גלגל המזלות.

המפרש חוזר לתאר, כדברינו לעיל, את פרטי המצב ההתחלתי, וכן המצב החדש, אחרי חלוף יום אחד: **ונניח עתה, שתחילת מזל טלה הוא גם מקום קבוץ אמצע השמש** בנקודה א', כלומר, הכוון אל תחילת מזל טלה נמצא מעבר לנקודה א', כלפי מעלה, על גלגל המזלות, כמו בתמונה 1א' (גם בתמונה 1ב'), **ואמצע הירח** נמצא בנקודה ש', **ונקודת ראש המרחק הרחוק מגלגל הנוטה**, דהיינו, נקודת הגובה (או נקודת הרום) ג'. אחרי יום אחד, כל הנקודות נעות, **כל אחת מהן בתנועתו היומית המסוגלת בו** (ראה תמונה 2). לכן, הצופה בנקודה ע' יראה כי נקודת אמצע השמש תנוע מנקודה א' מזרחה, עד נקודה ז', על גלגל אמצע השמש, עד לזווית של 8" 59' (נט"ח), שהוא מהלכה היומי של השמש. גם נקודת אמצע הירח ש', גם היא תנוע מזרחה (כמו שראינו לעיל), דהיינו, הנקודה ש', שהיתה בתחילה מתחת לנקודה א' בתמונה 1א', תגיע עד לנקודה ש1 על גלגל אמצע השמש, עד לזווית של 10' 35" 13 מעלות, ביחס למצב הקבוץ שהיה בתחילה בתמונה 1א', שהיה בתחילת מזל טלה. גם נקודת הגובה החדשה ג1 של הגלגל היוצא, המייצגת את תנועת נקודת המרכז פ' של הגלגל השלישי, תעמוד בזווית (המשולבת יחד עם תנועת גלגל נחש בריח) של 19" 12' 11 מעלות, מערבה מנקודת הקבוץ א' דלעיל. ובסך הכל, המרחק בין נקודת הגובה ג1 לנקודה ש1 יהיה 54" 22' 24 מעלות.

עתה, נחשב את המרחק החדש, שבין נקודת אמצע השמש ז', לבין נקודת אמצע הירח ש1, לאחר יום אחד, כפי שכתב הרמב"ם בהלכה א' לעיל:

וכיון שנעה השמש האמצעית (על גלגל אמצע השמש), באותו יום אחד, ממערב למזרח **על סדר המזלות**, מטלה לשור, ומשור לתאומים וכו', בזווית של נ"ט חלקים (ליתר דיוק, נט"ח, היינו 8" 59') ביחס לנקודה א' (ראה תמונה 2), והירח הגיע למרחק גדול יותר שמאלה, לזווית של 10' 35" 13 מעלות, גם הוא ביחס לנקודה א', לכן, בכדי לקבל את המרחק שבין אמצע השמש ז', לבין אמצע הירח ש1, לאחר יום אחד, **נגרע אותם** זה מזה, דהיינו, את הזווית נט"ח, מהזווית של י"ג מעלות וי"א חלקים (10' 35" 13 מעלות), שהוא מקום אמצע הירח ש1 על גלגל אמצע השמש, לאחר יום אחד (והוא גם מרחק הירח מראש טלה). לאחר החיסור הזה, ישאר בין השמש ובין מוצק המעגל, מרחק של י"ב מעלה וי"ב חלק, כלומר,

$$\begin{array}{r}
 \text{מקום אמצע הירח ש1} \quad 13 \quad 10' \quad 35'' \\
 \text{מקום אמצע השמש ז'} \quad - \quad 59' \quad 8'' \\
 \hline
 12 \quad 11' \quad 27''
 \end{array}$$

תמונה 3 מראה היכן נמצאת זווית זו, היינו, 12' 11" 27 מעלות.

עתה, נחשב גם את המרחק שבין נקודת גובה הגלגל הגדול ג1, לבין אמצע השמש, לאחר יום אחד:

כאמור, המהלך של נקודת הגובה ג1 של הגלגל הגדול (המכונה גם בשם "גלגל אמצע הירח") ביום אחד הוא 19" 12' 11 מעלות ממזרח למערב; וכן, המהלך של נקודת אמצע השמש ביום אחד, עד לנקודה ז', הוא 8" 59' ממערב למזרח.

כיון שנקודת הגובה ג1 נעה מערבה, בכיון מנוגד לכיון תנועת השמש, ושניהם החלו את תנועתם מתחילת הכיוון של מזל טלה בנקודה א' (תמונה 1א'), לכן, המרחק ביניהם יהיה סכום המרחקים שכל אחד מהם עבר מתחילת מזל טלה, ביום אחד, שהרי הם נעים בכיוונים נגדיים במשך אותו יום, לכן, בסוף אותו היום יהיה המרחק ביניהם,

$$\begin{array}{r} 11 \quad 12' \quad 19'' \quad (ג1) \\ + \quad 59' \quad 8'' \\ \hline 12 \quad 11' \quad 27'' \end{array}$$

כלומר, **ויהיה המרחק בין השמש ובין גובה הירח גם כן י"ב מעלות וקרוב מי"ב חלקים** (ובדיוק "27 11' 12 מעלות, כנ"ל) ראה תמונה 3.

בסך הכל, ראינו בחישוב עד עתה, כי מרחק אמצע השמש ז' מאמצע הירח, דהיינו, עד למרכז הגלגל הקטן בנקודה ש1, הוא "27 11' 12 מעלות (מזרחה מהשמש), וכן מרחק נקודת הגובה ג1, מאמצע מהשמש, גם הוא "27 11' 12 מעלות (מערבה מהשמש). כלומר, השמש בנקודה ז', נמצאת בדיוק באמצע בין נקודת הגובה ג1, שהיא מערבה לה, לבין נקודת מרכז הגלגל הקטן ש', שהוא מזרחה לה (בעצם, זה ברור מאלינו, שהרי חיסרנו את אותו מרחק ("58' 59') מהירח, וצירפנו אותו למרחק של ג1).

הרמב"ם הגדיר בהלכה א' לעיל, כי "המרחק הכפול" הוא פעמיים המרחק בין אמצע הירח לבין אמצע השמש, כלומר,  $2 \times ("27 11' 12 מעלות)$ , שהוא,

$$\begin{array}{r} 12 \quad 11' \quad 27'' \\ \times \quad 2 \\ \hline 24 \quad 22' \quad 54'' \end{array}$$

רואים כי מרחק זה הוא, בעצם, המרחק שבין נקודת הגובה ג1 של גלגל אמצע הירח, לבין מרכז הגלגל הקטן ש1. לכן, ניתן לומר, כי לא רק אחרי יום אחד, אלא, אחרי כל יום ויום, מתרחקת נקודת מרכז הגלגל הקטן, מנקודת הגובה של גלגל אמצע הירח, בזווית נוספת של ("54' 22' 24), והיא גם תמיד פי שניים מהמרחק של אמצע השמש לאמצע הירח, וכיון השמש הוא תמיד חוצה לשניים את הזווית בין הירח לבין זווית הגובה ג1. מרחק זה הוא מה שמכנים בשם "המרחק הכפול", כלומר, זהו בעצם המרחק שבין נקודת הגובה ג1 של גלגל אמצע הירח, לבין נקודת האמצע של הירח ש1 שעל היקפו, ומאידך, הוא גם פי שניים מהמרחק בין אמצע הירח לאמצע השמש, ומכאן מקור המושג "המרחק הכפול". למשל, מצאנו לעיל, כי אחרי יום אחד, יהיה המרחק הכפול "54' 22' 24, אבל, יכלנו לחשב אותו גם על ידי כפל מרחק אמצע הירח מאמצע השמש, כפי שהגדיר אותו הרמב"ם לעיל בהלכה א'. (נעיר, כי הציוור בתמונה 3 מתחלף עם הזמן, והנקודות ש1 ו ג1 נפגשות, ואף חולפות אחת את השנחיה במהלך הסיבוב של הגלגל השלישי).

שים לב, כי עדיין לא ברור מהי התועלת בהגדרת המרחק הכפול. זאת נראה רק בהמשך.

המפרש מסכם, **לפיכך, יהיה המרחק הכפול הוא, בסך הכל, מרחק מוצק המעגל** הקטן ש1 של הירח, **מן הגובה שלו, כלומר, מהגובה ג1 של גלגל אמצע הירח, כפי שאמרנו לעיל.**

עתה, המפרש חוזר וממחיש את כל הנ"ל, בעזרת הציור שלו ל"ו (ראה תמונה 4. וגם תמונות 2 ו 3 לעיל, מבארות משלימות את דברי המפרש):

ונניח שוב את המצב ההתחלתי, **שנקודת א' נמצאת בדיוק מתחת לכוון של ראש טלה** שעל גלגל המזלות, כמו בתמונה 4. **ובה, כלומר, על רקע הכוכבים של תחילת מזל טלה, נמצאות עוד שלוש נקודות זו מתחת לזו, והן: אמצע השמש א', והגובה ד' של הגלגל האמצעי של הירח (מתלכד עם הנקודה א'),** וכן נקודת המוצק ש' של מעגלו הקטן של הירח, וכן **נקודת הראש, דהיינו, נקודת הגובה ה' של המעגל הקטן.** כאמור, כל זה היה התיאור של המצב ההתחלתי של כל הנקודות כמו בתמונה 1א', אלא שבתמונה 4 של המפרש, הקו הישר ההתחלתי פשה"א עומד באלכסון ביחס למצבו בתמונה 1א'. עתה, כל אחת משלוש נקודות אלו מתחילות לנוע מהמצב שבתמונה 4, ביום אחד בלבד, כלשון המפרש, **ונע מוצק המעגל הקטן ש', מנקודת א' עד נקודת ב', הנמצאת על גלגל אמצע השמש, כאמור. אבל, אחר שהחזירו גלגל הנוטה (הגלגל השלישי), יחד עם גלגל נחש בריח, את גלגל אמצע הירח אחורה, ב י"א מעלות וי"ב חלקים (19' 12' 11 מעלות) מערבה, מהנקודה ד' ועד לנקודה ד'1, לכן, נשאר מתנועתו העצמית של גלגל אמצע הירח, שהיתה "54' 22' 24 מעלות, ביחס לנקודה ד', רק י"ג מעלות וי' חלקים ול"ה שניות מזרחה (13' 10' 35 מעלות), וכך הגיעה נקודת אמצע הירח עד נקודה ש1, והוא המרחק שבין נקודה ש' לבין הנקודה ש1, או במרחק א"ב, על גלגל אמצע השמש, דהיינו, מרחק מוצק המעגל הקטן ש1 מראש טלה א' שעל גלגל המזלות.**

ובאותו הזמן של יום אחד, **נע השמש מנקודת א' עד נקודת ג' כמו בתמונה 4 (או תמונה 3 אצלנו לעיל), נ"ט חלקים וחי' שניות, לכן, יהיה המרחק בין נקודת ג', ובין נקודת ב', י"ב מעלות וי"ב חלקים (27' 11' 12 מעלות);** וכן נעה נקודת הגובה ד' (שהיתה על נקודה א', במצב ההתחלתי) י"א מעלות וי"ב חלקים (19' 12' 11 מעלות), והוא מנקודת א' (או ד'), **עד נקודת ד'1 אחורנית, כלומר, מערבה, שלא על סדר המזלות, לכן, יהיה המרחק בין נקודת הגובה החדשה ד'1 לבין נקודת אמצע השמש ג', היינו, הקשת ג"ד'1, והמרחק הכפול יהיה מד'1 עד ב', כפי שהסברנו לעיל בתמונה 3.**

כך ימשיכו בתנועתן הלאה, נקודת הגובה ד'1, ונקודת אמצע הירח ש1, יום אחר יום, כל אחת בקצב שלה, ובכוונים הפוכים זו לזו, כדברי המפרש, **ועל זה הסדר, וזה השיעור, יתרחקו זה מזה, כלומר, מהמצב שבתמונה 4, ימשיכו שתי הנקודות ב"ד להתרחק זו מזו, נקודת הגובה ד' עוד יותר למערב, והנקודה ב' למזרח, יום אחר יום במשך החודש, וכן נקודת הגובה ד' של גלגל אמצע הירח, נעה יותר ויותר מערבה ממזל טלה, וכך היא מתרחקת יותר ויותר ממרכז הגלגל הקטן ש', הנע בכוון הפוך ממנה מזרחה, יום אחר יום, וזו היא צורתו {ציור ל"ו}, (שהיא תמונה 4), והשמש נמצאת תמיד בנקודה ג' באמצע, בין שתי הנקודות ב"ד בתמונה 4 (האות ד' מסמנת מעתה את נקודת הגובה הכללית, הנעה על פני גלגל אמצע השמש), בכל רגע ורגע, ובכל יום ויום לאחר מכן, כפי שהראנו לעיל, בתמונה 3 (בסימונים אחרים של האותיות).**

עתה, מתאר המפרש ארבעה מצבים מיוחדים, אשר מגיעות אליהם שתי הנקודות ג' ו ש', המסומנות באותיות אחרות ב' ו ד', בציור ל"ו של המפרש. בכדי להבין את דבריו, נביא הקדמה קצרה:

כאמור לעיל, שתי הנקודות האלו, בעצם, נמצאות על הגלגל היוצא: הנקודה ג' היא נקודת הגובה שלו (תמונה 2), והנקודה ש' היא מרכז הגלגל הקטן הנע על גביו. כיון שהנקודה ג' היא נקודת הגובה של הגלגל היוצא, לכן, המהלך שלה, זהה למהלך של המרכז פ' סביב כדור הארץ ע', דהיינו, כ 11 מעלות ביום, לכוון מערב (ראה תמונה 2, סימון שם הוא ג1, פ1)). כן ראינו כי המהלך של מרכז הגלגל הקטן ש' הוא כ 13 מעלות ביום בכוון מערב, ושני מהלכים אלה נמדדו ביחס לתחילת מזל טלה, ג' מערבה ממנו, וש' מזרחה. לכן, מרחק זה נקרא בשם "המרחק הכפול", כיון שהוא כפול מהמרחק בין אמצע השמש לבין הנקודה ש'.

אבל, בתמונה 3, הראנו כי, ביחס למקום השמש דווקא, הרי שתי הנקודות ג' וש', אמנם נעות בכוונים הפוכים זו לזו, ג' למערב, וש' למזרח, ביחס למקום אמצע השמש, אבל, המהלך היומי שלהן, ביחס לשמש, הוא בדיוק זהה, דהיינו, "27' 11" 12 מעלות. במילים אחרות, תוך כדי תנועתה של השמש, כמעלה אחת ביום מזרחה, היא נמצאת בכל רגע ורגע באמצע המרחק שבין נקודת הגובה ג', לבין הנקודה ש' על הגלגל הגדול, או גלגל אמצע הירח, ונקודה זו ש' משמשת גם כמרכז הגלגל הקטן.

עתה, נניח לשתי הנקודות ג' וש' לנוע הלאה על פני הגלגל היוצא כולו, כל אחת בתנועתה, מערבה או מזרחה, ביחס למקום השמש, דהיינו, כל אחת מתרחקת במהירות של "27' 11" 12 מעלות, ביחס לשמש, הנקודה ג' למערב, והנקודה ש' למזרח, וכן גם השמש נעה על הגלגל שלה, באיטיות רבה של כמעלה אחת ליום בלבד מזרחה. מטרתנו היא לבחון מספר מצבים מיוחדים המתפתחים במשך תנועתם, של השמש, ושתי הנקודות ג' וש', כדלקמן.

#### מצב א:

נניח שהנקודה ש' נעה מזרחה, עד שהמרחק בינה לבין מקום אמצע השמש הוא 90 מעלות מזרחה, ולא מתחילת מזל טלה. כלומר, בזמן שהנקודה ש' תעבור את המרחק של 90 מעלות, השמש נעה בעצמה כמעלה אחת ביום מזרחה, לכן, בכדי שהנקודה ש' תהיה בזוית של 90 מעלות, ביחס למקומה החדש של השמש, הרי הנקודה ש' צריכה להמשיך עוד כ 7 מעלות נוספות, ורק אז תעמוד הנקודה ש' בזוית של 90 מעלות ביחס למקום אמצע השמש החדש (כמובן, ניתן לחשב זאת באופן מדויק יותר). באותו זמן, נעה גם הנקודה ג' באותו קצב ביחס לשמש, וגם היא תגיע למרחק של 90 מעלות בדיוק, אבל, מן הצד השני, מערבה ממקום אמצע השמש. אנו מראים בתמונה 5, את המסלולים של שתי הנקודות ג' וש': ליד כל סימן של חץ על פני הגלגל היוצא, רשמנו את האות ג' או ש', כך רואים את המסלול של 90 מעלות, שעברה הנקודה ש' מצד שמאל ביחס לשמש, וכן המסלול שעברה הנקודה ג', מצד ימין, ביחס לשמש. כך קבלנו שהנקודה ש' נמצאת עתה 90 מעלות מזרחה מהשמש, וגם הנקודה ג' נמצאת, גם היא 90 מעלות, אבל, מערבה מהשמש. כך יוצא, כי שתי הנקודות ג' וש' הן מרוחקות זו מזו, בסך הכל, בזוית של 180 מעלות, וזוית זו משתרעת על פני חצי מהגלגל היוצא. במילים אחרות, שתי הנקודות ג' וש' נמצאות על אותו קו ישר גפעי"ש. שים לב, כי הנקודה ש' נמצאת עתה, בנקודת השפל של הגלגל היוצא, כי היא נמצאת בדיוק בצד הנגדי של נקודת הגובה שלו ג'.

#### מצב ב:

נניח ששתי הנקודות ג' וש', וכן השמש, ממשיכות לנוע הלאה, מהמקום שכל אחת הגיעה אליו במצב א' לעיל, על פי אותם המהלכים, דהיינו, השמש תתקדם עוד קצת מזרחה, ושתי הנקודות ג' וש' יתקדמו עוד 90 מעלות נוספות ביחס למקום אמצע

השמש החדש. כך נמצאות כל אחת משתי הנקודות האלו ג' ו ש', בסך הכל, שוב במרחק של 180 מעלות מהשמש (ראה תמונה 6). אבל, כל אחת מהן הגיעה למרחק זה, מן הצד האחר של השמש, ש' משמאל, וג' מימין. לכן, כפי שרואים זאת בתמונה 6, הנקודה ש' נופלת עתה ממש על נקודת הגובה ג' של הגלגל היוצא. שים לב, כי במצב זה, נעה השמש, בסך הכל, כחמישה עשר יום מערבה, דהיינו, היא נמצאת עתה על רקע הכוכבים באמצע מזל טלה.

#### מצב ג :

נניח שוב, ששתי הנקודות ג' וש', ממשיכות לנוע הלאה, וכן גם השמש תתקדם עוד כשבע מעלות מזרחה, וכל אחת מהנקודות ג' ו ש', תנוע, בסך הכל 270 מעלות, ביחס למקום אמצע השמש שהגיעה אליו, ג' נעה מימין השמש, וש' משמאל לה, כמו בתמונה 7. רואים כי עתה, הגיעה הנקודה ש' לנקודת השפל של הגלגל היוצא, כי היא עומדת בדיוק במצב הנגדי של נקודת הגובה ג'.

#### מצב ד :

בהמשך, כאשר ינועו השמש, ושתי הנקודות ג' וש' הלאה, עד שתגיע כל אחת מהן, במרחק של 360 מעלות ממקום אמצע השמש, וכל אחת נעה בכיוון הפוך לשניה. לכן, ברור שהן תגענה זו מתחת לזו, באפס מעלות ביחס למקום השמש. אבל, זהו בדיוק מצב של מולד אמצעי, כמו בתמונה 8, כפי שרואה אותה צופה מכדור הארץ מהנקודה ע'.

שים לב, כי ארבעת המצבים לעיל, מתאימים לארבעה מצבים ידועים :

מצב ד' (תמונה 8) הוא מצב של מולד אמצעי, דהיינו, אמצע השמש ואמצע הירח ש' נמצאים זה מתחת לזה, כלומר, אמצע הירח הוא בזוית של 0 מעלות מאמצע השמש.

מצב ב' (תמונה 6) הוא מצב של ניגוד, דהיינו, הירח נמצא מהעבר השני של כדור הארץ ביחס לשמש, כלומר, אמצע הירח הוא בזוית של 180 מעלות מאמצע השמש.

מצב א' (תמונה 5) הוא מצב בו נמצא אמצע הירח ברביע הראשון, דהיינו, אמצע הירח נמצא בזוית של 90 מעלות מאמצע השמש.

מצב ג' (תמונה 7) הוא מצב שבו אמצע הירח הוא ברביע השלישי, דהיינו, אמצע הירח נמצא בזוית של 270 מעלות מאמצע השמש.

בסיכום, ארבעת המצבים האלה, הם כאשר אמצע הירח הוא במולד, בניגוד, ושני הרביעים הראשון והשלישי ביחס לשמש.

לפני שנפרט את הענין המיוחד שיש בארבעת המצבים הנ"ל, על פי דברי המפרש, נגדיר מספר מושגים חדשים, שידרשו לנו בהמשך, בכדי להסביר מהו מושג "הגובה האמצעי".

בתחילה, אנו מגדירים את "הנקודה הנוכחת", שגם המפרש מגדיר אותה מאוחר יותר, אבל, אנו צריכים להגדיר אותה כבר בשלב זה, כי הדבר נחוץ בכדי להבין, מדוע בכלל מביא המפרש את ארבעת המצבים שהבאנו לעיל.

ראינו בתמונה 1א', כי שתי הנקודות ג"ש היו בתחילה זו על גבי זו במצב של מולד אמצעי, אבל, לאחר מכן, תוך כדי תנועתן, הנקודה ש' נפרדה מנקודת הגובה ג' של הגלגל הגדול, ופנתה מזרחה יותר ויותר. באותו זמן, פונה נקודת הגובה ג' של גלגל אמצע הירח, בכיוון מערבה, בכיוון הנגדי לתנועת הנקודה ש', והגיעה עד לנקודה ג1. עתה, נתבונן בתמונה 9. זוהי תמונה זהה לתמונה 3, אלא, שהוספנו בה נקודה חדשה כ', הנמצאת בדיוק בצד הנגדי למרכז הגלגל היוצא פ', דהיינו, היא נמצאת באותו גלגל בו סובבת הנקודה פ', אבל, מהעבר השני של הנקודה ע' של כדור הארץ.

הנקודה הנגדית הזו כ', נקראת בשם "הנקודה הנוכחת", כי היא עומדת נוכח (מול) הנקודה פ', מן העבר השני של הגלגל (השלישי). ברור כי, כיון שהנקודה פ' סובבת סביב הנקודה ע', לכן, גם הנקודה הנגדית לה, היינו, הנקודה כ', גם היא סובבת סביב כדור הארץ ע', מן הצד השני.

עתה, נחבר את הנקודה הנוכחת כ' אל מרכז הגלגל הקטן ש' בקו כ"ש, ונמשיך קו זה, עד שיפגוש את הגלגל הקטן בנקודה ל'. כזכור מסעיף י' בהקדמתנו לדברי המפרש להלכה א' בפרק י"ד (תמונה 4 שם), הנקודה מ' היא "נקודת הגובה" של הגלגל הקטן, כפי שהיא נראית לצופה בנקודה ע'. אבל, הנקודה ל', גם היא מסמנת גובה, אלא, שהיא נוצרה כנקודת גובה מההארכה של הקו כ"ש, עד שפגש את הגלגל הקטן בנקודה ל'. לכן, קוראים לנקודה ל' בשם "נקודת הגובה האמצעית" של הגלגל הקטן (את הסיבה לכינוי זה נבאר בהמשך). לזוית הקטנה לש"מ, שנוצרה בין גובה הגלגל הקטן מ', לבין הגובה האמצעי ל', ואשר מרכזה הוא מרכז הגלגל הקטן ש', קוראים בשם "התוספת". גם את הסיבה לכינוי זה נראה בהמשך.

אם כי בכל ארבעת המצבים שפירטנו לעיל, לא הזכרנו כלל את הנקודה הנוכחת כ', בכל זאת, רשמנו אותה בכל ארבעת התמונות 5-8, ראה שם. בכל אחד מהמצבים שבתמונות אלו, אם נחבר את הנקודה הנוכחת עם המרכז ש', אנו רואים מיד (ראה גם תמונות 12, 13, 14, 15 לקמן), כי נקודת הגובה האמצעית ל' תיפול ממש, בכל ארבעת המצבים, על נקודת הגובה מ' בעצמה. אבל, כפי שנראה לקמן, במצבי הביניים שבין ארבעת המצבים המיוחדים האלה, ה"תוספת" אינה אפס. כלומר, רק בכל אחד מהמצבים המיוחדים האלה, הגובה האמצעי ל' נופל על הגובה מ', דהיינו, הזוית לש"מ, היא אפס, או "התוספת" היא אפס. במילים אחרות, כאשר אמצע הירח ש' נמצא בדיוק בארבעת המצבים של מולד, ניגוד, וברביע הראשון או הרביעי, אז נקודת אמצע הגובה האמצעי ל' נופלת בדיוק על נקודת הגובה מ', והזוית לש"מ היא אפס, אבל, במקרי הביניים, אנו נראה כי "התוספת" אינה אפס.

עובדה זו היא חשובה להבנת דברי המפרש לקמן. אבל, בגירסאות שלפנינו, לא הובאה כלל העובדה היסודית הזו, הדרושה להבנת דבריו בהמשך. כלומר, אמנם קיים במפרש כאן, תיאור של ארבעת המקרים לעיל בפירוט רב, אבל, לא ברורה כלל מה נחיצותם.

נביא את דברי המפרש עצמו, על כל אחד מהמצבים לעיל, בהתאם לסדר שלו. בתחילה, כפי שראינו לעיל, הוא מניח מצב של מולד אמצעי (הוא מצב ד' אצלנו לעיל) אשר בו השמש נמצאת בתחילת מזל טלה. לשם פשטות ההסבר, הוא גם מניח, בשלב זה, כי השמש אינה זזה, בשעה ששתי הנקודות ג' וש' סובבות במהלכן כל אחת כנ"ל.

א. נקודת אמצע הירח ש' נמצאת במצב של מולד (באפס מעלות, על נקודת תחילת מזל טלה)



תמונה 10 מראה את המצב ההתחלתי אשר בו חל מולד אמצעי, דהיינו, כאשר אמצע השמש בנקודה א', וכן אמצע הירח ש', שניהם מקובצים, אמצע הירח ש' מתחת לאמצע השמש א', באותו קו ישר אש"ע, כפי שרואה אותם צופה הנמצא על כדור הארץ בנקודה ע'. במצב זה, אמצע הירח נמצא ממש על נקודת הגובה ג' של הגלגל היוצא, ולכן, גם מרכז הגלגל היוצא פ' נמצא על אותו קו ראייה אש"ע, וכן גם נקודת הגובה ה' של הגלגל הקטן, וכן נקודת הגובה ג' של הגלגל הגדול. כאמור, נקודת אמצע הירח ש' נמצאת כרגע, בתמונה זו, על נקודת הגובה ג' עצמה. אבל, כפי שראינו לעיל, שתי הנקודות האלו ג"ש יפרדו אחרי כן זו מזו, והנקודה ש' תנוע משם מזרחה, ונקודת הגובה תנוע מערבה, כל אחת בקצב שלה ביחס למצב ההתחלתי המתואר כאן בתמונה 10. במצב זה, כאשר הנקודה האמצעית ש' נמצאת בדיוק מתחת לשמש האמצעית בנקודה א' (מצב של מולד אמצעי), אנו אומרים כי הנקודה האמצעית ש' היא בזוית של אפס, ביחס לשמש, שהרי היא בדיוק מתחתיה.

מתמונה 10 רואים מיד, כי הקו המחבר את הנקודה הנוכחת כ', עם הנקודה ש', דהיינו, הקו כ"ש, מונח בדיוק על אותו הקו ע"ש, המחבר את כדור הארץ ע' עם המרכז ש'. לכן, שתי הנקודות ל"מ שבתמונה 9 נופלות שתיהן על אותה הנקודה ה'. במילים אחרות, גודל הזוית שבין שני הקווים האלה, כ"ש וע"ש, שבתמונה 9, דהיינו, הזוית לש"מ, היא אפס. לכן, נוכל לומר, כי כאשר אמצע הירח ש' הוא בזוית אפס (כמו בתמונה 8 לעיל), ביחס למקום השמש האמצעית (מצב של קבוצ אמצעי), אז "התוספת" ל"מ היא אפס.

#### ב. אמצע הירח נמצא בזוית של 90 מעלות (רביע ראשון).

אחרי המצב שבתמונה 10, וכדברי המפרש, **כשיתרחקו** הלאה שתי הנקודות ג"ש זה **מזה**, כלומר, כאשר תמשיך נקודת הגובה ג' לנוע ימינה ממזל טלה, ותגיע לנקודה ג1, כמו בציור ל"ז (סומן בטעות כציור ל"ט במהדורות הדפוס) ראה תמונות 11 (היא זו של המפרש) וכן תמונה 12 (שלנו), עד שתהיה נקודת הגובה ג' של גלגל אמצע הירח, בזוית של 90 מעלות מערבה ממזל טלה, ויגיע לנקודה ג1, אז באותו זמן, יתרחק גם מרכז המעגל הקטן ש' גם הוא, עד ל 90 מעלות, אבל, מזרחה מטלה, ויגיע עד לנקודה ש1. אבל, במצב זה, כאשר נקודת הגובה ג1 היא מימין לכדור הארץ ע', והמרכז ש1 של המעגל הקטן, הוא מצד שמאל שלו, ושניהם במצב של 180 מעלות זה מזה (היינו, על אותו קו ישר), אז למעשה, מרכז המעגל הקטן ש1 הוא בנקודת השפל ז' של הגלגל היוצא.

זה מה שכותב המפרש: **עד שיגיע מוצק המעגל הקטן ש1, אל המרחק הקרוב למרכז כדור הארץ ע', דהיינו, שהנקודה ש1 תגיע לנקודת השפל ז', ואז גם יהיה הגובה ג1 כנגדו, מהצד השני של הנקודה ע'.**

בשלב זה, המפרש אינו מביא בחשבון, לשם פשטות, את תנועת השמש כלל (כמעלה אחת ביום מזרחה, כפי שתיארנו לעיל בתמונות 5-8), והוא יחזור לזה מאוחר יותר.

שים לב כי המפרש מחלק את גלגל אמצע השמש לארבעה רבעים, או כלשונו, לארבעה "רְבועים". למשל, בתמונה 11 רואים כי הירח בנקודה ש1 נמצא ב"ריבוע הראשון", בו נמצאת גם השמש.

**ונניח שהגיע המרכז ש' עד נקודת ז' {ציור ל"ז}, ראה תמונות 11, 12). ותהיה כנגדה נקודת הגובה ג1 משתקפת על גלגל אמצע השמש בנקודת ה'. והיה כל אחד משני המרחקים בריבוע השמש, כלומר, נקודת המרכז של המעגל הקטן הגיעה לנקודת השפל ז', והיא במרחק של רבע סיבוב מזרחה מהשמש (כי השמש הספיקה להתקדם**

כרבע סיבוב, שהוא כשבע מעלות, וזאת בזמן שהירח הגיע לרבע סיבובו בנקודה ש1, ואז גם השמש נמצאת ממש בריבוע הראשון. לכן, המפרש קורא לריבוע הראשון גם בשם "ריבוע השמש", או "הריבוע הראשון של השמש" (כי הסיבוב הכללי שלה סביב כדור הארץ ע' הוא 360 מעלות, ורבע סיבוב שלה הוא 90 מעלות). וכן גם נקודת הגובה ה' היא ברבוע השני של סיבוב השמש, לכן, כותב המפרש, שכל אחד משני המרחקים האלה נמצא ברבוע אחר של השמש, היינו, הנקודה ג1 נמצאת ברבוע הראשון מימין, ונקודה ש1 ברבוע השני משמאל, כמו בתמונה 11 ו 12.

בתמונה 12 הוספנו גם את הגלגל השלישי של הנקודה פ' סביב ע'. מנגד הנקודה פ', על אותו הגלגל השלישי, נמצאת הנקודה הנוכחת כ', כפי שהגדרנו אותה לעיל. אם נחבר את הנקודה הנוכחת כ', אל מרכז הגלגל הקטן ש1 בקו כ"ש1, נראה שקו זה מונח בדיוק על הקו ע"ש1, המחבר את הנקודה ע' עם המרכז ש1, וגם כאן, כמו בתמונות 8 ו 10, הזווית בין הקו כ"ש1 לבין הקו ע"ש1, דהיינו, הזווית לש"מ, דהיינו, "התוספת", היא אפס.

#### ג. אמצע הירח נמצא בזווית של 180 מעלות (ניגוד).

ואח"כ ינוע מוצק המעגל ש' הלאה, עד 180 מעלות מהשמש (ציור ל"ח במפרש, והיא תמונה 13 כאן), **עד שיגיע לנגד השמש; וכן יגיע הגובה ג' גם הוא לנגד השמש**, ושתי הנקודות ג1 וש1 יתלכדו זו על גבי זו, **לפי שמרחק הזוויתי שעברו שניהם מן השמש הוא שווה**, והוא 180 מעלות, **ויהיה המוצק של מעגל ש' עם הגובה ג' בחלק אחד**, מתלכדים זה על גבי זה, כלומר באותה נקודה שהמרחק הזוויתי שלה הוא 180 מעלות מהשמש, כאשר הנקודה ג' מגיעה לשם מצד מערב, והנקודה ש' מגיעה לשם מצד מזרח, **ושניהם**, נקודת הגובה ג1, ונקודת מרכז הגלגל ש1, הן עתה בנקודה ז' **כנגד השמש**.

בתמונה 14 שרטטנו גם את הגלגל של סיבוב הנקודה פ'. גם כאן הקו המחבר את הנקודה הנוכחת כ' עם מרכז הגלגל ש', נמצא במלואו על הקו המחבר את כדור הארץ ע' עם מרכז הגלגל, ולכן, גם כאשר המרכז ש' בזווית של 180 מעלות מהשמש, גם אז גודל הזווית בין שני הקווים האלה היא אפס.

#### ד. אמצע הירח נמצא בזווית של 270 מעלות (רביע שלישי)

ואח"כ (תמונה 15) **ינוע מוצק המעגל ש1, היינו, רבע מעגל נוסף, כלומר 90 מעלות נוספות על ה 180 הקודמות, עד שיגיע לריבוע השמש, מן הצד האחר, המסומן בתמונה 15 כ"ריבוע שני", ויהיה הנקודה ש1 של הגלגל הקטן במרחק הקרוב אל כדור הארץ ע' (נקודת השפל), וכנגדו, היינו, מן העבר השני הנגדי של הנקודה ע', נמצאת נקודת הגובה ג1 במרחק הרחוק מכדור הארץ ע' (נקודת הגובה).**

לבסוף, אחרי סיבוב שלם, יחזור הירח חזרה אל מקום השמש החדש, כלשון המפרש, **ואח"כ ינוע המוצק ש1 של הגלגל הקטן, עד שיגיע חזרה אל מקום השמש**, כמו שהסברנו לעיל בתמונה 8. אבל, השמש נמצאת עתה **בראש מזל שור, לפי שתנועת השמש בזה הזמן של חודש אחד, מאז שהיתה במזל טלה, היתה קרוב ממזל אחד, כלומר השמש נשארה באותו חודש באותו מזל אחד, שהוא כל מזל טלה כולו, וכך נגיע בסוף החודש לתחילת מזל שור**.

עתה, המפרש מסכם, כל מצב שדן בו עד עתה, בעזרת ציורים.

וזו היא צורת רבוע השמש למעגל הירח שהמפרש תיאר לעיל במצב ב', בשני הרביעים מימין ומשמאל לשמש, שהביא בראשונה לעיל {בציור ל"ז} בתמונה 11 או 12.

ולעומתו, זו היא צורת המעגל הרחוק כנגד השמש בשוה (ציור ל"ח, מצב ג' לעיל, תמונה 13), אבל, הפעם המפרש מדייק קצת יותר בקשר למצבה של השמש: שהרי עד שהגיע המעגל הקטן כמו בציור ל"ח (תמונה 13), כבר עבר חצי חודש של לבנה, לכן, השמש לא נשארה בתחילת מזל טלה כמו בציור ל"ז, אלא היא התקדמה כארבע עשרה מעלות משם, כמעלה אחת בכל יום. לכן, הציור המדויק הוא בתמונה 16 (או תמונה 6), אשר בה רואים את השמש כ-14 מעלות מזרחה יותר, ובאותה מידה, בצד ש"כנגד השמש", שם הירח נמצא גם כן כ-14 מעלות, אבל, במזל מאזניים. זה מה שכותב המפרש, שהצד שכנגד השמש בשוה, נמצא הירח בי"ד מעלות ומשהו ממזל מאזניים, לפי שהשמש במזל טלה בכמו י"ד מעלות ומשהו, באמצע החודש.

וזהו (היא) צורת מעגל קטן של הירח (לעיל מצב ד'), כאשר הוא בנקודת השפל מימין לכדור הארץ, (ציור ל"ט, אבל, הוא צוין כציור ל"ז בדברי המפרש, והוא תמונה 15 כאן), דהיינו, במרחק הקרוב אל כדור הארץ עי'. במצב זה, מרכז המעגל הקטן ש-1 עומד אז כנגד המרחק הרחוק, דהיינו, נקודת הגובה ג1, ונמצא משמאל לכדור הארץ בתמונה 15, ושם הוא, מעגל הירח, גם כן הרבוע לשמש, כלומר, רבע מעגל, אבל, הוא מן הצד האחר, מימין, דהיינו בריבוע השני.

תמונה 17 מראה שוב, כמו במקרים לעיל, כי גם כאשר המרכז ש' נמצא בזוית של 270 מעלות ממקום השמש האמצעי, גם אז גודל הזוית בין שני הקווים ע"ש וכ"ש הוא אפס.

ואח"כ, יחזור ללכת על הסדר, בראש מזל שור, כגון זה {ציור ל"ט}. על פי כתב יד פאריס, יש כאן טעות סופר, שהחזרה על הסדר תתחיל שוב רק כמו בציור ל"ח (תמונה 8) ולא ל"ט.

עד כאן דברי המפרש.

לא מצאנו בגירסא שלפנינו, מדוע בכלל נזקקנו לתיאור של ארבעת המקרים האלה, ומה חשיבותם, (פרט לזה שהם אולי תרגילי חשיבה מעניינים כשלעצמם, להדגמת התנועות השונות של הגלגלים).

מתברר, כי הסיבה לתיאור המיוחד של ארבעת המצבים הנ"ל, נמצאת בספרו של בטלמיאוס, (שם תוארו מצבים אלה בבהירות רבה, וכן בספר תכונת השמים של ר' רפאל מהנובר), שם הובהר, כי רק בארבעת המקרים האלה, דהיינו, כאשר אמצע הירח הוא במולד, בניגוד, ובשני הרביעים הראשון והשלישי, שתיאר המפרש לעיל, רק אז מתקבלות תוצאות המתאימות בדיוק רב למקום הירח האמיתי במציאות. אבל, בשאר מקומות הביניים, שיטה זו אינה נותנת תוצאות מדויקות, ויש צורך להגדיר מושגים נוספים, שיתאימו למצבי ביניים, הנמצאים בין ארבעת המצבים הנ"ל, בכדי שנוכל לחשב במדויק, גם במצבי הביניים, את המקום האמיתי של הירח, כפי שנבאר בהרחבה בהקדמתנו להלכה ג' לקמן. זוהי אולי הסיבה האמיתית, מדוע בכלל הביא המפרש את ארבעת המקרים האלה, היינו, בכדי להראות, שהשיטות שתיארנו עד עתה, אינן טובות לכל מצבי הירח בכלל, אלא, לארבעת המצבים הנ"ל.

יתכן שהמפרש, אכן, הזכיר בכתב היד המקורי שלו, מדוע הוא נזקק לארבעת המקרים האלה, כפי שהביא בטלמיאוס בספרו. אלא, יתכן שכבר המעתיקים הראשונים דילגו, משום מה, על קטע מדברי המפרש, המסביר מדוע בכלל הובאו ארבעת המקרים הנ"ל דווקא. וכבר נתקלנו בזאת בסוף דברי המפרש לפרק י', שבהעתקה שנעשתה כמאה וחמישים שנה אחרי המפרש (בכתב יד פאריס), עדיין הביא המעתיק את הטבלאות שבסוף הפרק. לעומת זאת, כיום, לא מצאנו את הטבלאות האלו כלל, בשום הוצאה בדפוס.

נחזור לדברי הרמב"ם.

## הלכה ב

**וכבר הודענו, בפרק י"א הלכה ט"ז, שלא באנו בכל אלו החשבונות שעשינו בפרקים אלו, אלא לדעת ראיית הירח.** כלומר, אין לנו ענין במצבים כללים של השמש והירח בכלל (כמו זמני המולדות האמיתיים), אלא, רק במצבים של הירח והשמש המתאימים לראיה של הלבנה החדשה בלבד, דהיינו, במצבים הקרובים שאחרי המולד, כאשר הלבנה, אמנם, הולכת ומתרחקת מהחמה ששקעה במערב, אבל, היא עדיין קרובה מאד לחמה, כמו בליל הראייה.

ובמצב המיוחד הזה של ליל הראיה, מתברר כי **לעולם אי אפשר שיהיה מרחק זה הכפול**, דהיינו, פעמיים המרחק בין מקום אמצע הירח לבין מקום אמצע השמש, **בליל הראייה שייראה בה הירח, אלא, מחמש מעלות עד שתיים ושישים מעלות, ואי אפשר שיוסיף על זה, ולא יגרע ממנו.** כלומר, בליל הראיה, הגבול התחתון האפשרי של המרחק הכפול הוא 5 מעלות, והגבול העליון הוא 62 מעלות, אבל, בזמן אחר במשך החודש, שלא בזמן הראיה, המרחק הכפול יכול להיות גם מחוץ לתחום הזה שבין 5 לבין 62 מעלות.

לקמן יראה המפרש כי הגבול התחתון של 5 מעלות הוא, בעצם, מתחילת המעלה החמישית, כגון 4.1 4.2 וכו'. לכן, הוא יניח שהגבול התחתון הוא 4 מעלות ויותר.

גם מתברר, שכך מראות התצפיות בפועל, שאלה הם הגבולות האפשריים של המרחק הכפול, בזמן ראיית הלבנה החדשה בליל הראייה.

אבל, מה שייך בכלל ענין המרחק הכפול, לענין הראייה בפועל של הירח האמיתי בשמים!?

שהרי כבר הגדרנו את המרחק הכפול, שהוא פעמיים המרחק בין מקום אמצע השמש לבין מקום אמצע הירח. כלומר, מרחק זה הוא מרחק תיאורטי לחלוטין, שאנו מחשבים על סמך חישוב מקום תיאורטי של אמצע הירח ואמצע השמש. שהרי גלגל אמצע השמש, וכן גלגל אמצע הירח, שייכים למודל תיאורטי של גלגלים, המאפשרים לנו, בסוף החשבונות, לחשב את מקום השמש האמיתי ומקום הירח האמיתי בשמים. אבל, השמש והירח, לעולם אינם נראים לנו בשמים במסלוליהם האמצעיים, אלא רק במסלוליהם האמיתיים בלבד.

הגבולות האלה של המרחק הכפול, נובעים מעצם מהליכייהם של החמה והלבנה בשמים. מהלכים אלה קובעים מצבים גבוליים מסוימים, אשר תולדותיהם מביאה לכך שגם למרחק הכפול יש גבולות כנ"ל. מה הם הגבולות האלה במהלכי החמה והלבנה בשמים?

בהלכות ג', ד' בפרק י"ז לקמן, מציין הרמב"ם כי בתנאים מסוימים, ניתן לראות את הירח החדש בליל הראייה, אם מרחק הירח החדש הוא לפחות 9 מעלות מהשמש, כאשר המרחק הזה נמדד לאורך גלגל המזלות (מה שמכנים בשם "האורך הראשון"). אם המרחק הזה הוא פחות מ 9 מעלות, אי אפשר בשום אופן לראות את הירח החדש (תמונה 18), כלומר זוהי עובדה תצפיתית.

אנו נראה לקמן בפרק י"ז, כי הבסיס לדברי הרמב"ם אלה, לדעת המפרש, הן תצפיות שערכו התוכנים בפועל במשך דורות רבים: בכל פעם שראו את הירח החדש, הם בדקו ומצאו מתוך חישוביהם, וגם נודע להם מתוך מדידותיהם בפועל, כי המרחק בין מקום השמש האמיתי (שהיתה כבר מתחת לאופק ברגע הראיה) לבין מקום הירח האמיתי, שנראה לצופה קצת מעל האופק) היה תמיד מעל 9 מעלות, ולא היה שום מקרה תצפיתי, אשר בו ראו ירח חדש, אלא, רק כאשר היה מרוחק יותר מ 9 מעלות מהשמש. אמנם ישנן דיעות, שבאופן נדיר מאד, ניתן לראות את הלבנה החדשה גם בפחות מתשע מעלות (שמונה עשרה שעות לפני המולד האמיתי), אבל, מקרים כאלה הם יוצאים מן הכלל, ואי אפשר להביאם בחשבון כאשר מנסים לקבוע כללי ראייה לראיית הלבנה החדשה של בית דין, ראה ר"ה כ: ודעת רש"י ובעל המאור בסוגייה בר"ה כ':, כפי שהסברנו בספר צה"ה.

אמנם, ההסבר לכך הוא פשוט: רק לאחר שהלבנה התרחקה מסביבתה הקרובה של השמש, האור שלה הלך וגדל, עד שהגיע לעוצמת אור מינימלית, כך שאפשר כבר לראותה, על רקע האור שבסביבת השמש, ההולך ונחלש עם השקיעה. מהו המרחק המינימלי שהירח צריך להתרחק מהשמש, עד שיראה הירח החדש? האמת היא, שתנועת האויר וזיהומו, יש להם השפעה ניכרת מאד על אפשרות הראייה של הלבנה החדשה, ולכן, קשה מאד לדעת מראש, מה צריכה להיות בדיוק עוצמת אורה המינימלית של הלבנה, בכדי שתבלוט לעין הצופה, על רקע אור השמש שבסביבתה הקרובה. לכן, העדיפו התוכנים לקבוע את המרחק המינימלי הזה בין הירח לשמש, מתוך התצפיות שהיו בפועל, והם הגיעו למסקנה, כי לעולם לא ראו בפועל את הלבנה החדשה, אלא, רק כאשר המרחק שלה היה 9 מעלות ויותר. זהו הבסיס התצפיתי להנחה, שהמרחק המינימלי הוא, לדעתם, 9 מעלות, כמו בתמונה 18.

מתברר, כי גם גבול מינימלי זה אינו בטוח, כי יש מצבים שהמרחק של תשע מעלות בין הירח והשמש הוא תשע מעלות, לאורך גלגל המזלות, ובכל זאת, אי אפשר עדיין לראות את הירח החדש. לכן, כותב הרמב"ם בפרק י"ז, שאם מחשבים בליל הראיה, את המרחק שבין מקום השמש האמיתי לבין מקום הירח האמיתי, ורואים כי ההפרש ביניהם הוא תשע מעלות, עדיין אין זה ברור שאפשר יהיה לראות באותו לילה את הירח החדש, והדבר תלוי גם בחשבונות נוספים. אבל, תשע מעלות הוא ההפרש הקטן ביותר האפשרי לראיית הירח החדש בכל ימות השנה כולה.

אם כך, באיזה מרחק זויתי מהשמש ייראה הירח החדש בבטחון גמור, וללא כל תנאים נוספים?

על זה עונה שוב הרמב"ם בפרק י"ז: אם המרחק הזויתי בין הירח החדש לבין השמש הוא לפחות 24 מעלות, אז בודאי ייראה הירח בכל ארץ ישראל, ללא תנאים נוספים כל שהם. גם ענין זה מבוסס על הנסיון התצפיתי של התוכנים.

עתה, כיצד אפשר לתרגם את המרחק המינימלי הזה של 9 מעלות, שהוא מרחק תצפיתי מובהק שרואים ממש בעיניים, לבין המרחק כפול המינימלי, שעל פי עצם הגדרתו, הוא כפליים המרחק בין אמצעי השמש והירח, ושניהם הם מושגים תיאורטיים, ואינם נצפים בפועל?

לצורך זה, אנו צריכים לחזור לחשבונות התיאורטיים שעושים בכדי לחשב את המקומות האמיתיים, של השמש והירח, בליל הראיה. בין שאר החשבונות התיאורטיים האלה, אנו צריכים לחשב גם את המרחק הכפול, אשר בעזרתו נמצא, בסופו של חשבון, את המקום האמיתי של הירח, כפי שנלמד לעשות בפועל בסוף פרק ט"ו.

בכל אופן, המרחק הכפול, בהיותו (הכפל של) המרחק בין אמצע הירח לבין אמצע השמש, מהווה כאמור, רק הערכה תיאורטית ראשונית בלבד, למרחק האמיתי שבין הירח והשמש. שהרי כבר ראינו לגבי השמש, בהלכות ב' ג' ד', בפרק י"ג, כי המרחק בין אמצע השמש, לבין המקום האמיתי של השמש, הוא רק תוספת קטנה ביותר, המגיעה לכשתי מעלות, לכל היותר (ראה שם בטבלה).

אכן, כבר ראינו בפרק י"ג, כי כאשר מקום השמש האמצעי הוא בנקודה מ' על גלגל המזלות, ומקום השמש האמיתי הוא בנקודה ל', הסברנו שם, כי בכדי לקבל את המקום האמיתי ל', כל מה שהיה עלינו לעשות הוא להוסיף או לחסר, ממקום השמש האמצעי מ', את מה שכינינו שם בשם "מנת המסלול של השמש", וכך לקבל את המקום האמיתי ל'. כן ראינו, מתוך טבלת המנות שם, כי המקסימום של המנות האלו, אינו עולה על שתי מעלות, וזה קורה כאשר אמצע השמש הוא בסוף מזל דגים, או בתחילת מזל מאזניים (וזה כאשר עומדת נקודת הגובה במזל סרטן). כלומר, אם ידוע לנו מקום אמצע השמש מ', הרי המקום האמיתי של השמש ל' הוא, לפני נקודת אמצע השמש מ' בכשתי מעלות, לכל היותר, או לאחריה בכשתי מעלות. לכן, נוכל לקבוע, כי אמצע השמש הוא, בדרך כלל, הערכה טובה למדי למקום האמיתי של השמש, עד כדי אי דיוק של כשתי מעלות בלבד.

כמו לגבי השמש, כך גם לגבי הירח, שהמקום האמצעי של הירח, נותן גם הוא הערכה מסוימת ראשונה, למקום האמיתי של הירח (אם כי פחות טובה מזו של ההערכה לגבי המקום האמיתי של השמש), כפי שנבאר לקמן.

תמונה 19 מראה את הגלגל הקטן של הירח, אשר על גביו סובב גוף הירח, סביב המרכז ש'. כאשר מתבוננים בקו ראייה ישר, מכדור הארץ ס', לעבר גוף הירח, בכל אחד ממצביו על פני הגלגל הקטן, רואים את ההשלכה של גוף הירח על גבי גלגל המזלות. למשל, ההשלכה של גוף הירח, מהנקודה ס' בקו ישר, עד לגלגל המזלות, דרך הנקודה ע', נותנת דמות ירח בנקודה ע1 על גבי גלגל המזלות.

כל המקומות של הנקודות שרואים לאורך הקו מהנקודה ע1 ועד נקודה נ1, הן כולם המקומות האמיתיים של הדמויות של גוף הירח על גבי גלגל המזלות, וגם הנקודה ש1 היא ההשלכה של נקודת אמצע הירח על גלגל המזלות.

מתברר, כי הנקודות הקיצוניות ביותר, דהיינו, הנקודות ע1 ונ1 שעל גלגל המזלות, הן רחוקות בכ 5 מעלות בלבד מנקודת האמצע ש1. כך יוצא, כי המקום האמיתי של הירח על גבי גלגל המזלות, הוא מקסימום בנקודה ע'1, שהיא במרחק של 5 מעלות לפני נקודת אמצע הירח ש1, או מקסימום בנקודה נ'1, במרחק של כ 5 מעלות אחרי אמצע הירח בנקודה ש1.

בסיכום, קבלנו שהמקום האמיתי ל' של השמש הוא שתי מעלות, לכל היותר, לפני אמצע השמש או אחריה, וכן שהמקום האמיתי של הירח הוא חמש מעלות, לכל היותר, לפני אמצע הירח או אחריו.

עתה, אם המינימום שבין שני המקומות האמיתיים של השמש והירח בליל הראיה הוא 9 מעלות, אז מה הוא המינימום הקטן ביותר האפשרי של המרחק בין מקום אמצע הירח לבין אמצע השמש?

לשם כך, נסתכל בתמונה 20, המראה קשת בת 9 מעלות על גלגל המזלות, אשר בקצותיה שני המקומות האמיתיים ל 1 ועד 1 של השמש והירח, על גלגל המזלות. כאמור לעיל, המקום של אמצע השמש יכול להיות לכל היותר, בשתי מעלות, לפני או אחרי הנקודה 1, דהיינו, בנקודות מ 1 עד 2, וכן המקום של אמצע הירח, יכול להיות לכל היותר, בחמש מעלות לפני או אחרי הנקודה 1, דהיינו, בנקודות ש 1 או 2. מתמונה זו רואים, כי אם המרחק ל 1 עד 1, שבין הירח האמיתי לבין השמש האמיתי, הוא 9 מעלות, כפי שקבלנו מהתצפיות, אז כיון ששני המרחקים 1 עד 1 (שהוא 5 מעלות), וכן מ 1 עד 1 (שהוא 2 מעלות), נכללים שניהם בתוך ה 9 מעלות, לכן, בהכרח שהמרחק שנשאר בין אמצע השמש מ 1 לאמצע הירח ש 1, הוא לפחות 2 מעלות.

כיון שהמרחק הכפול הוא פי שניים מהמרחק בין האמצעים, לכן, המינימום התיאורטי האפשרי של המרחק הכפול הוא 4 מעלות, וזהו המינימום שציון הרמב"ם (מתחילת המעלה החמישית, שהיא סוף המעלה הרביעית).

עתה, נמצא את המרחק המקסימלי שבין האמצעים של השמש והירח.

ראינו כבר לעיל, כי המרחק המקסימלי לאי הודאות בראיית הלבנה האמיתית מהשמש הוא עד 24 מעלות. תמונה 21 מראה שרטוט דומה לזה שבתמונה 20. רואים מיד כי המרחק הגדול ביותר בין שני האמצעים של השמש והירח הוא 31 מעלות. לכן, המרחק הכפול הגדול ביותר האפשרי בזמן הראיה, הוא 62 מעלות בליל הראיה.

בסיכום, הראנו כי, הקצוות התיאורטיים של המרחק הכפול, שהם 4 – 62 מעלות, הם, אכן, מבוססים על הקצוות התצפיתיים 9 – 24 בליל הראיה.

המפרש יסביר בקצרה את מה שהסברנו לעיל, אלא שהוא נוקט בסדר הפוך מהנ"ל, כשהוא מתחיל בקצוות (המקסימום והמינימום) של המרחק הכפול, ומהם הוא מגיע לקצוות של הראיה.

## המפרש להלכה ב

### ולעולם אי אפשר שיהא מרחק זה וכו'

**עילת זה הדין**, דהיינו, מה שנאמר בהלכה ב', שבלייל הראיה, לעולם לא יהיה המרחק הכפול פחות מחמש מעלות, ולא יותר מ 62 מעלות, היא שלפי מה שביאר הרמב"ם בפרק י"ז **מזו ההלכה** (הלכות ג' ד' שם), **שיש לראייה** של הירח החדש בליל הראייה, גם כן **קצין ידועין**, דהיינו, שהתצפיות מראות שיש גבולות מסוימים (מקסימום ומינימום), אשר מעבר להם אנו יודעים, אם תיראה או לא תיראה הלבנה החדשה. גבולות אלה הם גם **באורך**, כלומר המרחק שבין הירח והשמש (על גלגל המזלות) בזמן הראיה, וגם **ברוחב**, דהיינו, הגובה שבו נמצא הירח מעל לגלגל המזלות. **וביאר** הרמב"ם שם בפרק י"ז, **שהפחות שבקצין**, דהיינו, הגבול המנימלי שרק החל ממנו אפשר בכלל לראות את הירח החדש, הוא כאשר המרחק בין הירח והשמש האמיתיים הוא לפחות **תשע מעלות**.

ולעומת זה, אם הקץ הגדול הוא כ"ד מעלות, דהיינו, כאשר המרחק המחושב שבין מקום השמש האמיתי לבין מקום הירח האמיתי הוא מעל 24 מעלות, הרי שבודאי שאפשר יהיה לראות את הירח בבטחון גמור, לאורך כל השנה, ללא צורך בבדיקת תנאים נוספים.

המפרש מראה עתה, כי התחום של ראיית הלבנה בפועל, נובע מהתחום של המרחק הכפול, כדלקמן.

כאמור, לדעת המפרש (ראה לקמן), המינימום של המרחק הכפול אינו חמש מעלות, אלא, הוא נמצא בתוך המעלה החמישית, דהיינו, המינימום הוא 4 מעלות ויותר. לכן, הוא יניח להבא, כי המינימום הוא 4 מעלות שלמות.

בכדי להבהיר יותר את הענין, מדגים המפרש בתחילה מה הוא המרווח האפשרי של מנת המסלול, כפי שהסברנו לעיל:

**לפיכך, כשיהיה המרחק הכפול, למשל, כמו שהוא בסוף מזל דגים, ותחלת מאזניים, בזה הזמן, כלומר בזמן המפרש, שאז היה גובה השמש קרוב למזל סרטן, ומקסימום ההפרש בין אמצע השמש מ' למקומו האמיתי ל', כמו בתמונה 1 בפרק י"ג, היינו כשתי מעלות, וזה היה דווקא על רקע שני מזלות אלה, ולכן, המרחק הכפול הוא ד' מעלות ומשהו. וכידוע, המרחק הכפול הוא כפל הקשת, שבין אמצע השמש, ואמצע הירח (ואמצע הירח הוא מוצק המעגל הקטן). אם גם לשם פשטות הענין, נניח שהירח נמצא גם הוא בדיוק מתחת לשמש, היינו, במצב של מולד אמצעי, שאז אין סטייה של הירח של חמש מעלות כנ"ל, ולכן, אפשר בזו הצורה, כלומר, במצב אשר בו המולד חל בסוף מזל דגים או תחילת מאזניים, שאז, בצירוף כזה, יהיה השמש [והירח, כל אחד] למשל, בתכלית שוויו (בערכו המקסימלי), ותכלית שווי השמש הוא, בהיותה, הנקודה מ', באחד משני המרחקים האמצעים שלה, בסוף דגים או בתחילת מאזניים, ואז מנת המסלול, השיווי, תגיע למקסימום שלה, דהיינו, לשתי מעלות יתר על האמצע שלה בנקודה מ', או חסר ממנו מעט, וזהו המקום האמיתי של השמש בנקודה ל'.**

נעיר כי היום, חלפו כ 840 שנה מאז העיקר של הרמב"ם, כאשר נקודת הגובה היתה אז ב 86 מעלות בזמנו מתחילת מזל טלה, היינו, קצת לפני תחילת מזל סרטן, ולכן, מאז הרמב"ם, זזה נקודת הגובה הזו בכ 12 מעלות, והיא עתה בערך ב 98 מעלות, כלומר, כשמונה מעלות מתחילת סרטן.

עתה, יבאר המפרש, כי מקסימום השיווי לאמצע הירח, כלומר, מקסימום התוספת או החיסרון הדרוש לאמצע הירח, בכדי לקבל את מקומו האמיתי של הירח, הוא כחמש מעלות, כפי שהסברנו לעיל:

ומאידך, תכלית שווי הירח היא ה' מעלות, ומקסימום זה יחול (ראה תמונה 19), והוא כאשר הירח בהיותו על הקו הפוגע בגלגל המסיבה, כלומר, כאשר גלגל מסלול הירח מתעקם ברבע המעגל, שם נמצא מקסימום המרחק של הירח האמיתי ממרכז הגלגל הקטן, ואינו חותכו (אלא, רק משיק לו), והוא כשיהיה מוצק גלגל המסבה ש', במרחקו הרחוק מגלגל היוצא. וזה השווי של ירח, הוא בזולת פאת שווי השמש, כלומר, כאשר הירח יעמוד בחצי גלגל המסלול הרחוק מהשמש, ואז ה 5 מעלות האלו נמצאות מחוץ ל 2 מעלות של מנת מסלול השמש.

וכשנקבץ אלו השני שווים, שתי מעלות לשמש, וחמש מעלות לירח, יהיו ז' מעלות. וכשנוסיף על זה ב' מעלות ומשהו, והוא שיעור המרחק בין אמצע השמש לאמצע



הירח, כדלעיל, יהיה הכל ט' מעלות ומשהו. וזהו הקץ הראשון, המינימלי, שיראה בו הירח.

ועשינו שיעור המרחק שתי מעלות ומשהו, לפי שאמר הרמב"ם ז"ל, "ולעולם אי אפשר, שיהיה המרחק זה הכפול, בליל הראייה, שיראה בה הירח, אלא מה' מעלות עד ס"ב מעלות", כלומר, מתחלת ה' מעלות, עד סוף ס"ב מעלות, אע"פ שלא נכנס במעלה ה' ממש, אלא חלקים מועטים.

ולפיכך, כשתוסיף ב' מעלות ומשהו, של המרחק בין אמצע השמש לאמצע הירח, על השבע מעלות, שהן סכום כלל השני שיוויים המרוחקים מאמצע המאורות, בשני פאות, כלומר כאשר השמש והירח יהיו משני הצדדים ההפוכים למרכז הגלגל שלהם, כמו בתמונה 20, יהיה הכל ט' מעלות ומשהו, בין מקום השמש האמיתי, לבין מקום הירח האמיתי. וזהו הקץ הקצר שאפשר שיראה בו הירח, כפי שהסביר זאת המפרש לעיל, כיון שהמינימום הוא 2 מעלות ומשהו, לכן, המרחק הכפול הוא רק 4 מעלות ומשהו, כי הירח נמצא אז במולד אמצעי, ותוספת החמש המעלות נעלמת כליל.

והקץ השני, והוא כשיהיה המרחק הכפול ס"ב מעלות, יהיה המרחק, בין אמצע השמש לאמצע הירח, ל"א מעלות, ותהיה השמש והירח בתכלית שיוויים, פונים זה לעומת זה, והוא השבע מעלות הנזכרות, כשנגרע אותן, את ה 7 מעלות האלו, מן המרחק, והוא ל"א מעלות, אז ישאר כ"ד מעלות, שהוא המרחק בין המקומות האמיתיים של השמש והירח. וזהו הקץ הב' הארוך, שיראה בו הירח (ראה תמונה 21).

והמשל על הקץ הראשון, נניח גלגל השמש אבג"ד {ציור מ'} (תמונה 22), וגלגל הירח יזח"ט. הנקודה נ' היא מרכז כדור הארץ, וגם מרכז גלגל המזלות, וממנה רואה הצופה את המקום האמיתי, של נקודת אמצע השמש ש', על גלגל המזלות בנקודה ל'. לעומתה, הנקודה ס' היא מרכז גלגל האמצעי של השמש, שהוא גלגל יוצא, ולכן, צופה הנמצא שם, רואה את המקום של נקודת אמצע השמש ש', בנקודה מ' על גלגל המזלות. גלגל המעגל, שמרכזו י', הוא הגלגל הקטן של הירח, כלשונו, ונניח מוצק גלגל המעגל הוא נקודת י', לכן, תהיה נקודת ה' דמות ההשלכה של נקודת אמצע הירח י' על גלגל המזלות. ויהיה אמצע השמש נקודת מ', שהיא דמות הנקודה ש' על גלגל המזלות, ותהיה קשת מ"ה ההשלכה של מרחק אמצע השמש מאמצע הירח על גלגל המזלות, והיא יותר משתי מעלות; ויהיה סוף תכלית שווי השמש, במרחקה האמצעי בפאת מערב, והוא שתי מעלות, והיא קשת ל"מ, ויהיה קשת י"ז חמש מעלות, והוא תכלית שווי הירח למזרח, היינו, שני השיויים האלה הם משני צידי האמצע. כיון שהקשת ה"ו היא ההשלכה של הקשת י"ז, והיא שווה לה, כמו בתמונה 22, לכן, הנקודה ו' נמצאת מעל לנקודת ה', שהיא ההשלכה של נקודת האמצע י' של הירח, וכן הנקודה ל' נמצאת מתחת לנקודת האמצע מ'.

לפיכך, תהיה קשת למה"ו מורכבת משלש קשתות (תמונה 22): הקשת הראשונה, סוף שווי השמש, והוא מנת מסלול השמש מפרק י"ג, וגם כאן הוא קשת ל"מ, והקשת השנייה, הוא קשת מרחק אמצע השמש מאמצע הירח, והוא קשת מ"ה, והוא יתר משתי מעלות, והקשת השלישי קשת ה"ו, והוא תכלית שווי הירח חמש מעלות על גלגל המזלות, ויהיו כולם יחד, היינו, כל אורך הקשת ל"ו, שהיא המרחק בין הירח לבין השמש האמיתיים, בסך הכל ט' מעלות. ובזו הצורה, יהיה שווי השמש ל"מ למערב, ושווי הירח ה"ו יהיה למזרח, והם נכללים בזוית ה 9 מעלות, בשני קצותיה, כמו בתמונה 20 לעיל.

וביאור הקץ השני (תמונה 23), נניח גלגל השמש, כמו שהוא אבג"ד, וגלגל הירח י"ז ח"ט, ומוצק הירח י', ותכלית שוויו קשת י"ז. ונניח אמצע השמש, והיא במרחקה האמצעי, נקודת ב', וסוף שווייה קשת ל"מ, והוא שתי מעלות, וקשת י"ז, תכלית שווי הירח למערב, חמש מעלות. וכבר הנחנו כי קשת ה"מ, היא ל"א מעלות, כי הנחנו שהמרחק הכפול הוא 62 מעלות, וה 31 מעלות הוא מרחק אמצע השמש מאמצע הירח. נגרע ממנו קשת ה"ו, והוא סוף שווי הירח במרחקו הרחוק, וקשת ל"מ, והוא סוף שווי השמש, ישאר קשת ה"ל, והוא הנשאר בין שני השווים, כ"ד מעלות, והוא הקץ הב'. וזו היא צורתו {ציור מ"א} (תמונה 23).

הקדמה להלכה ג':

בהלכה ג' בפרק י"ד, כבר למדנו לחשב את אמצע המסלול, דהיינו, את הזווית בה נמצא גוף הירח במעגל הקטן. שהרי שם הביא הרמב"ם את המהלך של אמצע המסלול ביום אחד ("54' 3' 13"), וכן בעשרה ימים וכו'; וכן הביא בהלכה ד' שם, את הזווית בה נמצא אמצע המסלול בתחילה, בזמן העיקר, והיא ("42' 28' 84"). לכן, בעזרת שני אלה, אנו יכולים לחשב את מסלול הירח בכל זמן רצוי.

לשם הדגמה, נחשב את אמצע המסלול אחרי יומיים בלבד:

כיון שבזמן העיקר, עמד גוף הירח בגלגל הקטן בזווית של ("42' 28' 84 מעלות), וכן שהקצב היומי שלו הוא ("54' 3' 13 מעלות ביום. לכן, אחרי יומיים, יעמוד הירח בזווית של

$$110\ 36\ 30'' \text{ מעלות} = 2 \times (13\ 3\ 54'') + (84\ 28\ 42'')$$

כבר הזכרנו בהלכה ג' בפרק י"ד, כי עד עתה לא ביארו, לא הרמב"ם, וגם לא המפרש, מהיכן מודדים את הזווית הזו של ("110 36' 30" מעלות) על הגלגל הקטן, כי המקום ההתחלתי עצמו בזמן העיקר, "42' 28' 84 מעלות, לא צוין ביחס למה. אמנם, אנו ציינו שם, כי היה אפשר למדוד אותה, בפשטות, החל מנקודת הגובה מ' של הגלגל הקטן, ואכן, כך היינו צריכים לנהוג כרגיל. אלא, שהתברר כי אם נניח זאת, החישובים של מקום הירח האמיתי, לא יהיו נכונים, דהיינו, לא יתאימו לתצפיות של מיקום הירח בפועל בשמים. אבל, כזכור, החישובים התיאורטיים האלה היו, בכל זאת נכונים, והתאימו בדיוק למקום הירח, רק בזמן שאמצע הירח ש' נמצא באחד מארבעת המצבים: במולד, בניגוד, וברביע הראשון והשלישי, כפי שהסברנו זאת בהרחבה, בתמונות 5-8 לעיל, בסוף דברי המפרש להלכה א'. אבל, כאשר אמצע הירח נמצא בין הזוויות האלו, כמו למשל בתמונה 9, הרי החשבון אינו מתאים למקום הירח בשמים בפועל.

לכן, היה דרוש תיקון אחר, נוסף על החישובים התיאורטיים של המקום האמיתי של הירח, שעשינו עד כה, בעזרת ארבעת הגלגלים שתיארנו לעיל. תיקון כזה אמור לתת תוצאות נכונות, לא רק בארבעת המקרים 5-8, של מהלך הירח בשמים, אלא, בכל זווית שהיא ביניהם במהלך הירח לאורך כל החודש כולו.

התיקון הזה, צריך שיהיה אפס, באותם המקומות שהחישובים כבר התאימו ממילא למציאות, דהיינו, בתמונות 5-8 הנ"ל. כלומר, תפקידו של התיקון הוא לתקן את חשבון מקום הירח האמיתי, רק במרווחים של הזוויות של אמצע הירח ש' שבין 0 ל 90 מעלות, בין 90 ל 180 מעלות, 180 ל 270 מעלות, 270 ל 360 מעלות בלבד, ביחס לשמש האמצעית, כי כאמור, בארבע הזוויות 90, 180, 270, 360 עצמו, אין צורך בתיקון כלל.

בטלמיאוס התבונן בכל ההפרשים שבין תוצאת החישובים התיאורטיים של הירח האמיתי על פי ארבעת הגלגלים, לבין המקום האמיתי של הירח בשמים בפועל, וניסה למצוא שיטה תיאורטית, אשר תתקן בצורה מתאימה את כל החישובים התיאורטיים שעשינו עד עתה, כך שתוצאת החישוב חדשה תתן את המקום האמיתי של הירח בשמים בפועל, בכל זמן במשך החודש, ולא רק בארבעת המקרים שבתמונות 5-8.

הוא מצא, כי אפשר להשתמש בנקודה הנוכחת, שהגדרנו כבר בסוף דברי המפרש הלכה א' לעיל, אשר תאפשר לבנות שיטה חישובית, שיהיה עלינו להוסיף לכל החישובים שעשינו עד כה, וכך לחשב בדרך תיאורטית, את מקום הירח האמיתי, שיתאים לכל התצפיות במשך כל החודש, ולא רק כאשר הירח נמצא בארבעת המצבים שציינו לעיל.

אנו מבארים לקמן את שיטתו של בטלמיאוס בפרוטרוט (ראה גם ספר "תכונת השמים" לר' רפאל מהנובר)

נסתכל בתמונה 24. סימוני האותיות הם אלה שבציור מ"ב של המפרש (תמונות 29 ו 30 לקמן, הן תמונות מתוקנות של ציור מ"ב)

נקודה ט' היא מרכז כדור הארץ, וגלגל המזלות.

נקודה ח' היא מרכז הגלגל הגדול של הירח, שהוא יוצא מרכז, נקודת הגובה שלו היא ו'.

נקודה כ' היא מה שמכנים בשם "הנקודה הנוכחת", כאמור לעיל, כלומר, "הנקודה שממול", כי היא נמצאת בדיוק מול הנקודה ח', מהעבר השני של המרכז ט'. לקמן נבאר את תפקידה של הנקודה הנוכחת כ', לחישוב התיקון הדרוש שציינו לעיל.

נקודה ש' היא אמצע הירח, וגם מרכז הגלגל הקטן.

מ' היא נקודת הגובה שעל הגלגל הקטן.

מ1 היא הדמות של ההשלכה של הנקודה מ' על גלגל המזלות, ממרכז כדור הארץ ט', דהיינו, זהו הקצה של קו הראיה של צופה, הנמצא במרכז כדור הארץ ט', כאשר הוא מסתכל בנקודה מ', וקצהו של קו זה פוגע בגלגל המזלות בנקודה מ1.

צ' היא נקודה אשר בה נמצא גוף הירח על הגלגל הקטן, בסיבובו סביב המרכז ש'.

צ1 היא ההשלכה של הנקודה צ', על גלגל המזלות, כפי שראינו לעיל בתמונה 19, כאשר הנקודה צ', שם נמצא גוף הירח, סובבת סביב המרכז ש', אז נקודת ההשלכה שלה צ1 על גלגל המזלות, נעה הלך ושוב, משני צדדיה של הנקודה מ1, על גלגל המזלות.

כאשר צופה מסתכל על הנקודה צ1 מכדור הארץ ט', הוא רואה שמרחקה מהנקודה מ1, משתנה בכל רגע ורגע, דהיינו, הקשת שבין שתי בנקודות צ1 ומ1 משתנה כל הזמן, בגלל הסיבוב של גוף הירח מסביב למרכז ש'.

כפי שראינו לעיל, גודל הקשת צ"מ 1, הוא לכל היותר, 5 מעלות. כלומר, הנקודה צ"מ מגיעה למקסימום זה, תוך כדי מרוצתה של הנקודה צ"מ מסביב למרכז ש"י של המעגל הקטן.

כאמור לעיל, את הזווית של אמצע המסלול, הקובעת את מקומו של גוף הירח בגלגל הקטן, היינו אמורים למדוד החל מנקודת הגובה מ"י של הגלגל הקטן. כלומר, זהו המקום של הנקודה צ"מ, והיא הקשת צ"מ, היינו, הזווית צש"מ. ככל שהנקודה צ"מ סובבת סביב ש"י (ממזרח למערב במחצית העליונה של הגלגל הקטן), הולכת וגדלה הקשת צ"מ.

כלומר, נקודת האפס, אשר ממנה היינו אמורים למדוד את זווית אמצע המסלול של הנקודה צ"מ, היא הקו המתוח היוצא מכדור הארץ בנקודה ט"י, ועובר בין מרכז הגלגל הקטן ש"י, ונקודת הגובה שלו מ"י, דהיינו, הקו ש"מ. כלומר, כאשר הנקודה צ"מ תגיע לנקודת הגובה מ"י של הגלגל הקטן, אז זווית אמצע המסלול היא אפס.

אבל מתברר, כי נקודת האפס הזו, דהיינו, הנקודה מ"י של גובה הגלגל הקטן, אינה מתאימה לשמש כנקודת האפס, למדידת הזוויות של אמצע המסלול, היינו, על הגלגל הקטן, כפי שהסברנו לעיל. לכן, היתה דרושה נקודת אפס אחרת, ולא נקודת הגובה מ"י, אשר ממנה יש למדוד את ההתחלה של זווית אמצע המסלול.

מתוך הסתכלות בהפרשים שהתקבלו, בין תוצאות החישובים של מקום הירח, (בהנחה שמקום ההתחלה הוא בנקודת הגובה מ"י), לבין המקום האמיתי של הירח במציאות, הגיע בטלמיאוס למסקנה כי יש להגדיר נקודת גובה חדשה ל"י, שונה מנקודת הגובה מ"י, אשר ממנה יש למדוד את אמצע המסלול בגלגל הקטן, ולא מהנקודה מ"י.

בכדי להבין את שיטתו של בטלמיאוס, נתבונן בתמונה 25. זוהי הגדלה מיוחדת של איזור הגלגל הקטן ושלוחותיו עד לכדור הארץ ט"י, כפי שהוא מופיע בתמונה 24 לעיל. גם הסימונים של האותיות הם זהים. כזכור, במצב המיוחד שלפנינו, הנקודה ח"י היא מרכז גלגל אמצע הירח (אמצע הגלגל הגדול), ונקודה ט"י היא מרכז כדור הארץ, וכן מרכז גלגל המזלות, ונקודה כ"י היא "הנקודה הנוכחת", שמעברו השני של הנקודה ט"י. מצאנו את נקודת הגובה מ"י, על ידי שרטוט קו ישר היוצא מכדור הארץ ט"י, והעובר דרך אמצע הגלגל הקטן ש"י. נקודת הגובה מ"י מתקבלת על ידי המשך הקו ט"י עד שיפגע בהיקף של הגלגל הקטן.

בטלמיאוס מצא, שאם נחבר קו ישר בין הנקודה הנוכחת כ"י, עם נקודת המרכז ש"י, אז קצהו השני של הקו יחתוך את הגלגל הקטן בנקודה ל"י, והיא (בקירוב רב, כלשונו), הנקודה אשר ממנה יש לחשב את ההתחלה של אמצע המסלול, ולא נקודת הגובה מ"י. לנקודה ל"י החדשה הוא קרא בשם נקודת "הגובה האמצעי" של הגלגל הקטן, ולגובה מ"י הוא קרא בשם "הגובה האמיתי" של הגלגל הקטן. כי אכן, הנקודה מ"י היא נקודת הגובה האמיתית של הגלגל הקטן באותו רגע, אבל, הגובה האמצעי ל"י הוא נקודת ביניים בלבד, שהומצאה בעזרת הנקודה הנוכחת כ"י, כדי שהתוצאות של החישובים יתאימו למקום הירח בשמים בפועל.

בטלמיאוס תיאר את המעבר מנקודת הגובה האמיתית מ"י, לנקודת הגובה האמצעית ל"י, על ידי מה שהוא מכנה בשם "נליזת הגלגל הקטן סביב מרכזו ש"י". פירושה הוא, שהקוטר מ"י של הגלגל הקטן "נילוז", דהיינו נוטה בשיפוע, על ידי סיבוב קטן סביב המרכז עצמו ש"י, ואז הנקודה מ"י נעה לעבר הנקודה ל"י, ומן הצד השני, הנקודה ט"י, התחלפה בנקודה כ"י, והקו כ"ל תפס את מקומו של הקו ט"י מ.

יתכן שזוהי הסיבה שהנקודה ל' נקראת בשם "גובה", כי הנליזה הזו, מאפשרת לנו להשתמש בנקודה ל' כנקודת ביניים, במקום מ', ולשמש כנקודת התחלה של אמצע המסלול, כביכול, במקום הגובה האמיתי מ'; אשר לכינוי "אמצעי", אין זה מעיד על כך שהנקודה ל' היא "ממוצעת", אלא, הוא נקרא כך, כי היא משמשת אולי כגובה מיוחד השייך לאמצע המסלול, ולכן, הוא "אמצעי" בגלל שהוא משרת את אמצע המסלול, ולכן הוא נקרא "אמצעי" על שם המסלול אותו הוא משרת, כאילו הוא הגובה שלו.

אבל, יש המסבירים את הכינוי "גובה אמצעי", גם בדרכים אחרות. בכל אופן, כאמור, בטלמיאוס לא הסביר מהו מקור השם "גובה אמצעי" (אם כי הגדרתו מספיק ברורה, כמו בתמונה 9) וגם המפרשים של חכמי אומות העולם, גם הם התקשו בענין שורש המילים שנבחרו לכינוי "גובה אמצעי".

למשל בדוגמה שחישבנו לעיל, הרי הזווית של אמצע המסלול שקבלנו היתה (30' 36' 110 מעלות), ועל פי בטלמיאוס, יש למדוד אותה מהקו ש"ל, ולא מהקו ש"מ בגלגל הקטן. כך מתברר, שכל החישובים שנעשה מעתה והלאה, אכן, יתאימו למקום האמיתי של הירח במציאות, וזאת בכל מקום שהוא נמצא במשך החודש, ולא רק בזווית של רבעי החודש בלבד, כי שם אין הבדל בין הנקודה ל' לבין הנקודה מ', כי הן נופלות אחת על השניה בזוויות אלו.

תמונה 26 מראה דוגמה של מצב ביניים של הגלגל הגדול, כאשר מרכז המעגל הקטן ש' אינו נמצא באחד מהרבעים כנ"ל, אלא, באמצע הרביע הראשון, בנקודת ביניים ש', הנמצאת בצד שמאל של תמונה 26. מרכז הגלגל הגדול, היינו, גלגל אמצע הירח היוצא, נמצא בנקודה פ', גובה הגלגל הזה נמצא בנקודה ג', והנקודה הנוכחת כ' נמצאת מעבר לנקודה ע', לנוכח הנקודה פ'. הנקודה מ' היא נקודת הגובה של הגלגל הקטן. אבל, עתה, כיון שהנקודה ש' נמצאת במצב ביניים, נקודת הגובה ל', היינו, הנקודה ל' המתקבלת על ידי המשכת הקו כ"ש עד לגלגל הקטן, אינה מתלכדת שוב עם הנקודה מ', כמו בכל ארבעת המצבים שראינו לעיל, אלא, היא "נוטה" מעליה (כלשון המפרש לקמן).

לשם השוואה, תמונה 27 מראה את אותו ציור כמו בתמונה 26, אבל, במצב של מולד אמצעי, כמו במצב הראשון בתמונה 10 לעיל. אפשר לומר כי זהו מצב קודם לזה שבתמונה 26, היינו, הנקודה ש' נמצאת עדיין מתחת לתחילת טלה בנקודה א'. הנקודה נ' בה נמצאת השמש בתמונה 26, נמצאת גם היא עדיין בתחילת טלה. גם נקודת הגובה ג', ונקודת מרכז הגלגל הקטן ש', נמצאות זו על גבי זו. יתר על כן, כיון שהנקודה הנוכחת כ', נמצאת על הקו ע"מ, לכן, הקו הישר היוצא מהנקודה הנוכחת כ' לעבר המרכז ש', נפגש בגלגל הקטן בנקודה ל', הנופלת גם היא על הנקודה מ' עצמה.

כלומר, אם נתחיל ממצב של מערכת הגלגלים של מולד אמצעי, כמו בתמונה 27, ומרכז הגלגל הקטן ש' ינוע משם ממקומו מתחת לנקודה א', לכוון שמאל, ויגיע למצבו כמו בתמונה 26, וכן גם נקודת הגובה ג' גם היא תנוע ימינה, ותגיע למקומה כמו בתמונה 26, אזו אנו נראה כי הנקודה ל' מתנתקת בתחילה מהנקודה מ' שבתמונה 27, ולאט לאט, ככל שהגלגל הקטן ינוע ימינה, היא נפרדת ממנה בהדרגה, עד שתגיע למצבה בתמונה 26. תוך כדי כך, גם הקו כ"ל שבתמונה 26 ייפרד גם הוא מהקו ע"מ, כפי שהיה בתמונה 27, או כלשון המפרש לקמן, הקו כ"ל "נוטה מעל" הקו ע"מ. ניתן גם לומר, בדרך ציורית, כי סך הכל תנועת הגלגלים גרמה לכך, שכאילו הגלגל הקטן עצמו הסתובב סביב מרכזו בנקודה ש' עצמה, וכך נקודת

הגובה ל' התנתקה מהנקודה מ', והתרחקה ממנה עד לקשת ל"מ, ונעשתה גם היא נקודת גובה חדשה. זוהי הסיבה שמכנים את הגודל של הקשת ל"מ בשם "נלזית" הגלגל הקטן, היינו, זהו הגודל של "הסבוב", כביכול, של הגלגל הקטן בקשת ל"מ, שנוצר תוך כדי תנועת המרכז ש' סביב ע'. נלזיה זו של המעגל הקטן גורמת ליצירת זווית חדשה המכונה בשם "התוספת", כפי שנסביר לקמן.

תמונה 28 מראה שני מצבים אחרים של הגלגל הגדול: במצב אחד, מרכזו של גלגל זה הוא בנקודה ח1, בדומה לתמונה לעיל, ואז הנקודה הנוכחת שלו היא כ1, והגובה האמצעי הוא בנקודה ל1, ימינה מנקודת הגובה האמיתית מ1. במצב השני, נמצא מרכז הגלגל הגדול בנקודה ח2, ואז הנקודה הנוכחת שלו היא כ2, ונקודת הגובה האמצעי היא ל2, והפעם, נקודת הגובה האמצעי ל2 נמצאת מצד שמאל לנקודת הגובה האמיתית מ1. כך רואים, כי כאשר נעה הנקודה הנוכחת כ' בגלגל שלה במשך החודש של הלבנה סביב לכדור הארץ ט', נקודת הגובה האמצעי ל' נעה משני עבריה של נקודת הגובה האמיתית מ'. היינו, פעם הנקודה ל1 נמצאת מעל לנקודה מ1, ופעם אחרת היא נמצאת מתחת לנקודה מ2, והיא מסומנת באות ס2. יתר על כן, הנקודה ל' אינה יכולה להיות רחוקה מאד מהנקודה מ', כי הנקודה כ' אינה מתרחקת ממרכז כדור הארץ יותר מאשר המעגל סביב ט', דהיינו, גודל הנלזיה משני עבריו של הקו כ"ל הוא קטן ביחס לקו ט"מ. לכן, גודל הזווית לש"מ אינו גדול, כפי שנראה בהלכה ג' לקמן.

דרך אגב, מצאנו מחברים, המתפעלים מאד מהעובדה שהנקודה הנוכחת כ' "יוצרת" את הנקודה ל', והנה זו מתאימה בצורה "מופלאה", כך שתוצאות החישובים יתאימו בדיוק למקום הירח במציאות. אבל, אין זה ה"פלא" הראשון, כי זו היתה תמיד הדרך שהכרנו עד עתה, היינו, שכבר בארבעת הגלגלים התיאורטיים של הירח שהכרנו עד עתה, גם הם הותאמו לתצפיות בפועל של הירח האמיתי, וכן עשו הקדמונים גם כאן, כאשר המציאו את הנקודה הנוכחת. כלומר, לאו דווקא ענין הגלגל של הנקודה הנוכחת הוא הפלא, אלא, עצם מציאותם של ארבעה גלגלים מתימטיים תיאורטיים לחלוטין, המאפשרים לתאר בצורה ציורית את המהלך הבלתי סדיר של הירח, שאנו רואים בפועל בשמים, היא היא הפלא, ועתה, נוסף עליהם עוד "הפלא" של התיקון הנ"ל.

האמת היא, שהפלא הוא שאפשר בדרך מדעית תיאורטית, לתאר את מהלכיהם של כל גרמי השמים, ולא של הירח בלבד, על ידי מסלולים של מעגלים, אליפטות, ושאר חתכי הקונוס ההנדסיים לסוגיהם, שהם רובם ככולם יצירה מתימטית הנדסית מופשטת מעשה ידי אדם, והמסלולים האלה מתארים בצורה מופלאה את מהלכי הכוכבים במציאות. אבל, דא עקא, לעומת ההצלחה המופלאה הזאת, כמו בכל תיאוריה (גם בכל התיאוריות המדעיות כיום), מתגלות תופעות מדויקות יותר, המכחישות בצורה בוטה, כל מודל שהוא, גם במודל הנקודה הנוכחת, (גם במודלים המדעיים כיום), וזהו חסרונו של כל דגם מדעי בכלל, שהוא יצירה מתימטית דמיונית שנעשתה בידי בן תמותה, והיא תמיד מוכחשת בעליל, עם גילויים מדויקים יותר של המציאות, המתגלות מאוחר יותר, וכך נעלמות התיאוריות האלו, יחד עם בן התמותה שהגה אותן. במילים אחרות, תיאוריות מדעיות כל שהן, ואפילו אלו הנראות כל כך מוצלחות בדורותם, הן רחוקות מהאמת המוחלטת של ידיעת הטבע, שכנראה אי אפשר לתארן בדרכים המדעיות בלבד, אלא, דרושה גם הסתכלות פנימית יותר, שאינה נמדדת כלל, לא בניסויים מדעיים במעבדה, וגם לא בתצפיות אסטרונומיות גרידא.

גם בדגם הזה של ארבעת הגלגלים של הירח, עם התוספת הזאת של הגובה האמצעי ל', גם הוא אינו מתאר באופן מדויק את כל התופעות הקשורות לירח, כפי שידוע לנו

כיום. מאידך, הולכים ונבנים גם ספיקות בנוגע למה שידוע כיום, אפילו בקשר לכח המשיכה בתוך מערכת השמש עצמה, כל שכן בנוגע לכח המשיכה בין הכוכבים הרחוקים הרבה יותר.

וכבר הזהיר על כך הרמב"ם, בספרו מורה נבוכים (ראה עמ' 46-47 בספר צבא השמים חלק ד'), כי אל לנו לראות בגלגלים המניעים את גרמי השמים, ישויות אמיתיות, ובודאי גם לא ישויות מופלאות, כי אין להם שום מציאות כלל, והם אינם משמשים, אלא, רק להתאמת תוצאות החישובים למציאות בלבד, ואין להם שום הצדקה אחרת, ובודאי שאינם מופלאים, כי המציאו אותם במחשבה בלבד, ובמחשבות מסוג זה לא יתכן ליצור בריאה חדשה, כך הוא לגבי שלושת הגלגלים מתוך הארבעה הדרושים לתיאור תנועת הירח האמיתית, כי רק את גלגל הירח האמצעי רואים בפועל בשמיים, ושאר השלושה הם וירטואליים, כפי שהסברנו בהקדמתנו להלכה אי לעיל. כך הוא הדבר גם לגבי ההמצאה של הנקודה הנוכחת, אם היא לא היתה מתאימה, אז היינו בוחרים גלגל וירטואלי אחר, גדול יותר או קטן יותר, בהתאם לדרוש, אשר בו תסתובב הנקודה הנוכחת כ', וכך היינו יכולים להתאים את תוצאות החישובים למציאות בשמים.

הערה זו של הרמב"ם תקיפה עוד יותר בימינו, כיון שהמדע כיום משתמש, גם הוא, יותר ויותר במושגים פיזיקליים שאינם רק גובלים במיסטיקה, אלא, במיסטיקה ממש, ובפרט בענינים של חלקיקים וירטואליים, או בתכונות של המרחב הריק, המוליד מעצמו חלקיקים וירטואליים, שאורך חייהם הוא מיליארדית מיליארדית השניה! או שהמרחב הוא עקום! הערה זו של הרמב"ם, היינו, שההגשמה של המושגים התיאורטיים האלה היא טעות חמורה, וכן כל הדרך בה העמיד את הקשר בין תורת הגלגלים התיאורטית למציאות, (ראה הערתנו בתחילת פרק י"ח), מתאימה מאד לדרך החשיבה המודרנית בצורה מרשימה.

נחזור לעניננו.

כאמור, מעתה והלאה, אנו נמדוד את זווית אמצע המסלול מנקודת הגובה האמצעית ל', דהיינו, מקו ההתחלה ל"ש בכיוון מערבה בתמונה 25. כלומר, על פי דברי הרמב"ם בפרק י"ד בהלכה ג', זהו המקום בה עמדה הנקודה ל' בזמן העיקר של רמב"ם, היינו, בליל ג' בניסן התתקל"ח, היא עמדה בזווית של 42' 28" מעלות. לכן, כאשר הוספנו עליה, למשל, את המהלך של יומיים כנ"ל, מצאנו כי זווית אמצע המסלול של גוף הירח בנקודה צ' היתה בסך הכל (30' 36" 110). זו היא הקשת ל"צ, בתמונה 25. עתה, אם נרצה לחשב גם את המקום של גוף הירח צ' ביחס לנקודת הגובה האמיתית מ', היינו, הקשת צ"מ, נצטרך להוסיף עליה את הקשת ל"מ, שהרמב"ם קורא לה בשם "התוספת", כי היא הפרש בין מקום נקודת הגובה האמיתית מ', לבין נקודת הגובה האמצעית ל'. את ערכיה של "תוספת" זו מביא הרמב"ם בהלכה ג' לקמן. שם רואים, כי ניתן לחשב את התוספת הזאת בעזרת "המרחק הכפול", דהיינו, אם אנו מחשבים את הפרש מקום אמצע השמש לבין אמצע הירח, ונכפול אותו, וזהו "המרחק הכפול", אז נוכל לקבל בעזרת טבלה זו את הגודל של התוספת, בכל זמן רצוי, כדלקמן. זו היתה הסיבה ל"המצאת" מושג המרחק הכפול, היינו, בכדי שיהיה בידינו לקבוע את "התוספת" הנ"ל, על מנת שהמודל התיאורטי שבנינו עד עתה, יתאים בדיוק למציאות בשמים.

למשל, בדוגמה לעיל, אם התוספת היא 3 מעלות, אז לזווית הנ"ל של צ' (30' 36" 110) ביחס לנקודה ל', יש להוסיף 3 מעלות אלו, ונקבל 30' 36" 113 מעלות, וזוהי הזווית של הנקודה צ' ביחס לנקודת הגובה מ'.

כזכור, אנו עוסקים אך ורק בזמן הראיה, וכפי שכבר הראנו לעיל, המרחק הכפול נמצא אז בטווח שבין 5 ל 62 מעלות בלבד. מתברר שבטווח זה, לעולם תהיה התוספת דווקא מצד ימין לנקודה מ', כמו במקרה הראשון שבתמונה 25, כאשר נקודת הגובה האמצעי ל' היא מימין לנקודת הגובה האמיתית מ'. לכן, אם כי ישנם מקרים אשר התוספת היא שלילית, דהיינו, כאשר הנקודה ל' היא משמאל לנקודה מ', כמו במצב השני שתיארנו בתמונה 28, אז יש לחסר אותה מהנקודה מ', בכדי לקבל את מקום הנקודה ל'. אבל, אין לנו ענין בזה, כי מקרה זה רחוק ממקרי הראיה.

כאמור, הזוית בין הנקודה צ', בה נמצא גוף הירח, לבין נקודת הגובה האמצעית ל', נקראת בשם "אמצע המסלול" של הירח באותו רגע. למשל בדוגמה לעיל, זוית זו היתה "30' 36" 110 מעלות; ומצאנו לעיל גם, כי הזוית אשר בה נמצאת הנקודה צ' ביחס לנקודת הגובה האמיתית היא "30' 36" 113 מעלות.

הרמב"ם קורא לזוית החדשה הזו, שבין הירח בנקודה צ', לבין נקודת הגובה האמיתית מ', בשם "המסלול הנכון".

מדוע יש לנו צורך בכלל לחשב את המקום של גוף הירח בנקודה צ', דווקא ביחס לנקודת הגובה מ'?

אנו נראה בהמשך, כי הזוית של "המסלול הנכון", תתן לנו אפשרות לחשב את מה שהרמב"ם מכנה בשם "מנת המסלול", וזוהי הזוית שיש לחסר (או להוסיף) לאמצע הירח ש', בכדי לקבל את המקום האמיתי של הירח על גלגל המזלות.

בעזרת הקדמה זו, נוכל להבין את ההלכות לקמן:

### הלכה ג

**והואיל והדבר כן**, כלומר, הואיל וגבולותיו של המרחק הכפול, בליל הראיה, הם תמיד בתחום שבין 5 – 62 מעלות בלבד, לכן, בכדי לחשב את התוספת, אין לנו ענין לחשב אותה, אלא, עבור המרחק הכפול שבתחום הזה בלבד, כפי שנביא לקמן.

לכן, אחרי שתחשב את המקום האמצעי של הירח, וכן כבר חישבת את המקום האמצעי של השמש, חסר אותם זה מזה, ואת השארית תכפול בשניים, וזהו המרחק הכפול.

בעזרת המרחק הכפול, נוכל לחשב, כאמור בהקדמתנו לעיל, את התוספת של הזוית המבדילה בין הגובה האמיתי מ' לבין הגובה האמצעי ל', דהיינו, את הזוית לש"מ, כמו בתמונה 25.

### התבונן במרחק זה הכפול:

**אם יהיה המרחק הכפול חמש מעלות או קרוב לחמש, אין חוששין לתוספת, ולא תוסיף כלום, ראה דברי המפרש לקמן;**

**ואם יהיה המרחק הכפול משש מעלות עד אחת עשרה מעלות, תוסיף על אמצע המסלול מעלה אחת;**



ואם יהיה המרחק הכפול משתים עשרה מעלות עד שמונה עשרה מעלות, תוסיף על אמצע המסלול שתי מעלות;

ואם יהיה המרחק הכפול מתשע עשרה מעלות עד ארבע ועשרים מעלות, תוסיף על אמצע המסלול שלוש מעלות;

ואם יהיה המרחק הכפול מחמש ועשרים מעלות עד אחת ושלושים מעלות, תוסיף על אמצע המסלול ארבע מעלות;

ואם יהיה המרחק הכפול משתיים ושלושים מעלות עד שמונה ושלושים מעלות, תוסיף על אמצע המסלול חמש מעלות;

ואם יהיה המרחק הכפול מתשע ושלושים מעלות עד חמש וארבעים מעלות, תוסיף על אמצע המסלול שש מעלות;

ואם יהיה המרחק הכפול משש וארבעים מעלות עד אחת וחמישים מעלות, תוסיף על אמצע המסלול שבע מעלות;

ואם יהיה המרחק הכפול משתיים וחמישים מעלות עד תשע וחמישים מעלות, תוסיף על אמצע המסלול שמונה מעלות;

ואם יהיה המרחק הכפול משישים מעלות עד שלוש ושישים מעלות, תוסיף על אמצע המסלול תשע מעלות.

ומה שיהיה אמצע המסלול אחר שתוסיף עליו מעלות אלו, הוא הנקרא מסלול הנכון.

הטבלה הבאה מסכמת את התוספת על אמצע המסלול, על פי ידיעת המרחק הכפול:

המרחק הכפול בין הגבולות (במעלות)	התוספת על אמצע המסלול (במעלות)
0 – 5	0
6 – 11	1
12 – 18	2
19 – 24	3
25 – 31	4
32 – 38	5
39 – 45	6
46 – 51	7
52 – 59	8
60 – 63	9

שים לב כי במרווח שבין 5-0 מעלות, אנו מתכוונים לכל הזוויות עד ל 5 מעלות בדיוק, כי אחרי 5 מתחילים כבר חלקי המעלה השישית עצמה. גם לרווח 11-6 מעלות, הכוונה היא מתחילת הזווית השישית, למשל 5.2 מעלות, שהיא חלק מהמעלה ה 6,

עד למעלה ה 11 בדיוק ולא יותר. כי המעלה ה 12 מתחילה מיד אחרי תום המעלה ה 11, היינו, 11.1, 11.2, 11.3 וכו', הן כולן שייכות כבר למעלה ה 12.

להבא, אנו נקרא בשם "תוספת", את מה שיש להוסיף לעיל לאמצע המסלול. אבל, המפרש מכנה תוספת זו בשם "מנת השיווי", אשר פירושה הוא, כפי שגם נהג לפני כן, הוא, שזוהי מנה, או, במילים אחרות, גודל חשבוני, שיש להוסיפו (או לחסרו) בכדי לתקן מספר מסוים, על מנת שישתווה למספר אחר (ראה גם בפרק י"ב, "מנת השיווי" היא תוספת או גרעון שמוסיפים לנקודת האמצע מ' בכדי להשוותה למצב האמיתי ל', שהצופה רואה מכדור הארץ).

### המפרש להלכה ג

#### והואיל והדבר כן כו'

הרמב"ם כותב כי עבור מרחק כפול של 5 מעלות, אין כל תוספת, אבל, האמת היא, כותב המפרש, **זו הקשת של המרחק הכפול, שהיא ה' מעלות**, הרי התוספת אינה אפס, דהיינו, **מנתה אינה אפס, אלא, כאשר מדקדקים בה, מתברר שהיא מ"ד חלקים. ואילו היה מנתה מעלה אחת, לא היה הרמב"ם מזניח אותה, אלא, היה מביא אותה בחשבון, ומוסיף אותה, את התוספת הזו של מעלה אחת על המסלול, ונקח בזה המסלול המנה של השווי, שהביא הרמב"ם לעיל. אבל, אין עושים כך, כי אלו המ"ד חלקים, ניתן להזניחן, היות וחשיבותן לחשבון הראיה הוא כמעט אפסי, כלשונו, והן אינן מזיקין בחשבון הראיה, מפני שמנתם מעוטה, ואין משגיחין עליה.**

וענין זה השווי, הוא השינוי בכוון בין גובה המעגל האמצעי ל', ובין גובהו האמיתי מ', כפי שהסברנו לעיל בהרחבה בתמונות 26 ו 27. **זוה השווי, קורא אותו בטלמיס, נטיית גלגל המעגל ונליזתו, ופירוש נליזתו, כמו בתמונה 25, הזוית בה נוטה הקו ט"מ, היינו, במקום שיפנה ישירות אל הנקודה ט', או אל הנקודה ח', הוא נוטה משתי נקודות אלו, לכוון נקודה אחרת. בלשון המפרש, הוא נוטה מנוכח מוצק המזלות ט', וכן הוא גם נוטה מנוכח מוצק גלגל היוצא ח', והוא פונה אל עבר נקודה אחרת כ', הנקראת בשם "הנקודה הנוכחית", או "הנקודה הנוכחת", דהיינו, מלשון "נוכח", כלומר "הנקודה ממול";**

והנקודה ל', שנוצרה בהמשך הקו כ"ש, נקראת ג"כ "נטיית גובה מעגל האמצעי" ל', ו"נטייה" זו היא ביחס למקומה של הנקודה מ'. נוכל גם לומר, כמו בתמונות 26 ו 27 לעיל, שבמקום שהקו מ"ש יגיע לנקודה ט', אנו מטים את הנקודה מ' מעט ימינה עד לנקודה ל', כאילו הקו מ"ש מסתובב סביב נקודה ש' המשמשת כציר סיבוב, וכך הקו הישר החדש ל"ש מגיע בקצהו אל הנקודה כ' הנוכחת, במקום שקודם הוא הגיע אל הנקודה ט', כאשר יצא מהנקודה מ'. כלומר, הקו ל"ש (ה)מתיישר, ופונה מעט אל עבר הנקודה הנוכחית כ' דווקא, ולא לעבר הנקודה ט', וכפי שאמרנו קודם, הקו ל"ש נוטה מעל נקודת הגובה הנראה מ', דהיינו, הקו מ"ש, המתיישר, במקום בכוון ישר מהנקודה מ' אל מוצק העולם ט', כפי שאכן, רואים בתמונה 25, הרי שהוא נוטה אל הנקודה ל' מהנקודה מ' לכוון מערב, וכך גם הקו ל"ש מתנתק מהקו מ"ש בכוון מערב.

וצריך שיהיה לנו נקודה ידועה מגלגל המעגל (הגלגל הקטן), ממנה תהיה ההתחלה למנין המסלול האמצעי, ובדרך כלל, זו הנקודה היא גובה המעגל מ', כשיהיה מוצק המעגל, ממרחקו הרחוק ש' מן הגלגל היוצא. כלומר, אנו נמדוד את המקום של הירח, כרגיל, מנקודת הגובה מ' של הגלגל הקטן, בכל מצב ומצב שיגיע אליו הירח.

אבל, בכל מצב מאוחר יותר, וכשילוז מוצק המעגל ממרחקו הרחוק, כלומר, כאשר יתקדם המרכז ש' של הגלגל הקטן על גלגל הירח בכיוון שמאלה, כך ילך ותתנתק יותר ויותר הנקודה ל', כפי שהסברנו בתמונות 26 ו 27, אז ישתנה הגובה האחד ל' מחברו מ', ויהיה סוף האלכסון כ"ש, המיושר לנקודה הנוכחית כ', דהיינו, הקו העובר בין הנקודה הנוכחית כ' למרכז הגלגל הקטן ש', הוא שיראה לנו את הכוון של הגובה האמצעי ל'.

והמשל הוא כדלקמן (ראה ציור מ"ב של המפרש, והוא מתוקן באופן חלקי בלבד בתמונה 29. אבל, בתמונה 30, הבאנו שרטוט מתוקן, מפורט, ומדויק יותר):

נניח כי גלגל הירח הנוטה הוא עגולת אבג"ד.

וגלגל היוצא הוא וז"ה.

ונקודת הגובה של הגלגל היוצא שמרכזו בנקודה ח', היא נקודה ו'.

מוצק המעגל הקטן ז'.

ומוצק הארץ ט'.

ומוצק הגלגל היוצא ח'.

והנקודה הנוכחית כ'.

ונקודת ל' מן המעגל, הוא סוף הקו, היוצא מן הנקודה הנוכחית כ', והוא הגובה האמצעי, והכוונה היא שהנקודה ל' היא הגובה האמצעי.

ונקודת מ', היא סוף הקו היוצא ממוצק העולם ט', והוא הגובה האמיתי.

ותהיה נקודת נ', היא הנקודה שהיה הקבוץ שהיה עליה בתחלה, כלומר, קבוץ אמצע השמש ואמצע הירח, והוא מוצק המעגל והגובה הגבוה לירח, כפי שהסברנו בתמונה 27 לעיל, שם הנקודה נ' נמצאת על הגלגל הגדול, והיא מתלכדת עם הנקודה ל' שם, ולכן אינה נראית. שם היא מסמנת את נקודת האפס של נקודת הגובה של הגלגל האמצעי.

ונניח שבתחילה היה הקבוץ בראש טלה (תמונה 27), דהיינו, שעל רקע תחילת מזל טלה, גם אמצע השמש, גם אמצע הירח ש', וכן נקודת הגובה ו' של הגלגל אמצע הירח, נמצא גם הוא בדיוק מעל הנקודה ש', וכולם היו שם בתחילה על קו ישר אחד. אחרי כן, כאשר השמש הגיעה לנקודה החדשה נ1, כמו בתמונה 30, והירח הגיע לנקודה החדשה בנקודה ז', אז נתרחק גם מרחק הגובה ו' מהנקודה א' שמעליו בתמונה 29, והגיע עד לנקודה ו בתמונה 30. לכן, אם נניח שמרחקה עתה של נקודת הגובה ו' מן השמש הוא, למשל י' מעלות מערבה, לכן, כמו בתמונה 3, יגיע גם מרכז המעגל הקטן לכיוון הצד ההפוך, היינו, מזרחה, עד לנקודה ז', גם כן למרחק של י' מעלות. כלומר, גודל הקשת נ1"מ1 (או נ1"ז) גם היא י' מעלות, וכאמור, הנקודה נ1 היא המקום של השמש החדש, בתמונה 30. לכן, בסך הכל, יהיה מרחק הכפול כ' מעלות, והוא קשת ז"ו, כבתמונה 30.

ונניח שגוף הירח, נמצא במעגלו הקטן, בנקודת ע' (בתמונות 29, 30), ונוציא קו ישר מנקודת ט' אל נקודת ע'.

המפרש הניח קודם, שהמרחק בין הירח האמצעי והשמש האמצעית הוא י' מעלות, לכן, המרחק הכפול הוא כ' מעלות, וכבר זכר הרמב"ם בהלכה ג' לעיל, שמנת כ' מעלות היא, על פי הטבלה לעיל, ג' מעלות, ולכן, תהיה קשת ל"מ ג' מעלות, והוא שווי המסלול, דהיינו, זו התוספת שיש להוסיף למקום הנקודה ל', על מנת שהיא "תשתווה" (תגיע) למקום הנקודה מ', והוא השינוי שבין הגובה האמצעי ל' והאמיתי מ'. ויהיה אמצע המסלול קשת ל"ע, וכשנוסיף קשת ל"מ, על קשת ל"ע, יצא מה שמכנים בשם "המסלול הנכון", כלומר, "המסלול הנכון" הוא המקום של גוף הירח, הנמצא בנקודה ע', ביחס לנקודה מ'.

ונוניח שאמצע המסלול הוא קשת ל"ע, וגודלו ס' מעלות מחלקי המעגל, ושווי המסלול (התוספת), והוא קשת ל"מ, כבר זכר הרמב"ם שהוא ג' מעלות, לכן, יהיה קשת מ"ע ס"ג מעלות. וזו צורתו { ציור מ"ב, תמונות 29, 30 }.

ודע שאלו המנות, דהיינו, התוספות, הם רק בקירוב, לפי שלא לקח הרמב"ם, כל מנה, דהיינו, כל תוספת מהם לקץ מיוחד, כלומר, הרמב"ם לא הביא טבלה המראה לכל מרחק כפול את התוספת שלו, אלא, הוא רק ציין מירווחים מקצה אחד לקצה שני, דהיינו, ואמר, מקץ פלוני עד קץ פלוני. שהרי אמר הרמב"ם, כלשונו, ואם יהיה המרחק הכפול מו' מעלות עד י"א, אז תוסיף על אמצע המסלול מעלה אחת.

לקמן, ממשיך המפרש לדון בשאר הערכים שהביא הרמב"ם לתוספת לאמצע המסלול, והוא מראה כיצד לקח הרמב"ם, את הממוצע שבכל מרווח של המרחק הכפול, והוא משווה ממוצע זה עם המנות המדויקות הידועות ל"בעלי החשבון" העוסקים בזה.

וכשתבונן בספרי בעלי החשבון שמפרטים יותר את הטבלה של התוספות, תמצא אצלם, שמנת ו' מעלות, דהיינו, התוספת המדויקת, שבתחילת המרווח ו' עד י"א מעלות, היא נ"ג חלקים, ומנת י"א מעלות המדויקת, שבסוף המרווח, היא מעלה אחת ול"א חלקים, לכן, לפי קירוב החשבון, ילקח לאלו השש מעלות שבמרווח שציין הרמב"ם, שבין ו' מעלות לבין י"א מעלות, מנה ממוצעת ידועה בין שתי המנות שבקצוות המרווח.

וכן מי"א ועד י"ח לקח ב' מעלות, והאמת היא כי י"ח מעלות, מנתם מן השווי היא ב' מעלות ול"ט חלקים.

וכן מי"ח עד כ"ד, הוסיף ג' מעלות, והאמת היא, כי מנת כ"ד היא ג' מעלות ול"א חלקים.

ומכ"ה עד ל"א, הוסיף ד' מעלות. והנה, מנתה ארבע מעלות ושנים ושלשים חלקים.

ומל"ב עד ל"ח מעלות, הוסיף ה' מעלות. ומנת ל"ח היא ה' מעלות ול"ג חלקים.

ומל"ט עד מ"ה, הוסיף ו' מעלות ול"ד חלקים. אולי הכונה היא "ומל"ט עד מ"ה, הוסיף ו' מעלות. ומנת מ"ה היא ו' מעלות ול"ד חלקים".

וממ"ו מעלות עד נ"א, הוסיף ז' מעלות. ומנת נ"א, ז' מעלות וכ"ג חלקים.

ומנ"ב עד נ"ט, הוסיף ח' מעלות, ומנת נ"ט, שמונה מעלות כ"ח חלקים.

ומס' עד ס"ג מעלות, הוסיף ט' מעלות, ומנת ס"ג (צ"ל ס"ג) מעלות ח' מעלות ושנים וחמישים חלקים.

המפרש מסכם את דרכו של הרמב"ם, לקביעת הממוצע של המנה לכל מרווח:

לפיכך, זה הקירוב הוא, לפי שהוא הרמב"ם, לוקח לכל שש מעלות, מנה אחת, היינו, תוספת אחת משותפת לכל המרווח כולו. ומפני זה, לקח מנה ממוצעת, בין שתי המנות של ב' הקצין, בין שני הקצוות של כל מרווח.

**ואם תשאל, למה תמיד מוסיפין המנה, דהיינו, מה שקראנו לעיל בשם "התוספת"** לאמצע המסלול, **שלוקחין בטבלת המרחק הכפול, וממנה מקבלים את התוספת, ואנו מוסיפים אותה על אמצע המסלול תמיד, ולמה לא זכר, שלפעמים יש לחסר מאמצע המסלול, את התוספת הזאת, ולדייק יותר ולומר, כי לפעמים יש להוסיף עליו, כלשונו, ושיש מקום שיש בו גרעון, ומקום אחר שיש בו תוספת?**

והתשובה היא, שהרי התבאר, בחכמת התכונה במופת, שכל זמן שיהיה המרחק הכפול פחות מק"ף מעלה, וזהו המקרה שלפנינו, שאנו עוסקים רק במקרים אשר בהם המרחק הכפול בזמן הראיה אינו עולה על 62 מעלות כנ"ל, ובמקרים אלה, אז תוסיף מנתו על אמצע המסלול. אבל, וכשיהיה המרחק הכפול יתר על ק"פ, ואין מרחק כפול כזה בזמן הראיה, אכן, תגרע מנתו מאמצע המסלול, כלשון המפרש:

והואיל והדבר כן, אי אפשר בחשבון הראייה, שנגרע מנת המרחק הכפול מן אמצע המסלול, שהרי אי אפשר בליל הראיה, שיגיע המרחק הכפול ליתר מס"ב מעלות, כמו שנתבאר בתחלה. מדוע?

שהרי אמרנו, שאם יהיה המרחק הכפול פחות מק"פ מעלות, נוסיף מנת המרחק הכפול, על אמצע המסלול. ולפי שלא היתה הכוונה לידע מקום הירח האמיתי, אלא, לליל הראייה בלבד, ולפיכך, לא זכר שווי המסלול, אלא, לס"ב מעלות מן המרחק הכפול, ואע"פ שיש מרחקות כפולות יתר מס"ב עד ק"פ, ועד ש"ס, ואע"פ שיש לכל חלק וחלק מנה בפני עצמה, ופעם מוסיפין אותה על המסלול, ופעם גורעין אותה ממנו. אבל, בליל הראייה, לא יתכן הגרעון, לפי שהמרחק הכפול יהיה פחות מק"ף מעלה. לפיכך, מוסיפין מנת המסלול על אמצע המסלול תמיד.

#### הלכה ד

עד עתה חישבנו את הקשת ע"מ, היינו, המסלול הנכון. היא נמדדת במעלות של זווית שקודקודה הוא במרכז המעגל הקטן ז'; אבל, אותה הקשת מ"ע נראית קטנה יותר, היינו, מהזווית עט"מ הנשענת גם היא על אותה הקשת ע"מ, מנקודת המבט בנקודה ט', בה נמצא הצופה על כדור הארץ (תמונה 31). גם רואים מן הצירור הזה, כי אף על פי ששתי הזוויות עז"מ, היינו, המסלול הנכון, והזווית עט"מ נשענות על אותה קשת ע"מ, הזווית עט"מ היא קטנה יותר מהזווית עז"מ. נעיר כי אמנם עט"מ "נשענת" על הקשת ע"מ, אבל, היות וזווית זו מתחילה מהנקודה ט' (שם נמצא הקודקוד של זווית זו), ונקודה ט' זו משמשת לא רק כמרכז כדור הארץ, אלא, היא גם המרכז של גלגל המזלות אבג"ד, לכן, גודלה של זווית זו הוא בעצם הקשת ששני קצותיה הם בנקודות ע1, מ1, היינו, הקשת ע1"מ1 הנמצאת על גלגל המזלות, וגודלה הוא הזווית העוברת בין שלושת הנקודות ע1, ט', מ1, היינו, ע1"ט"מ1.

האם אפשר לחשב את גודלה של הזווית הזו, היינו, ע1"ט"מ1, בה רואה הצופה מהנקודה ט', היינו, את הקשת ע1"מ1 על גלגל המזלות, אם ידוע לנו מהו גודלו של המסלול הנכון, היינו, הזווית עז"מ הנמצאת על הגלגל הקטן?

אכן, נוכל לחשב אותה, על פי הטבלה שיביא הרמב"ם בהלכה ו' לקמן. הוא מכנה זווית זו בשם "המנה של המסלול הנכון", כלומר, כאשר ידועה לך זווית המסלול הנכון עז"מ שמרכזו בנקודה ז', תוכל לחשב את המנה שלו, היינו, את הזווית עט"מ, שהיא הזווית של הקשת ע1"מ1 על גלגל המזלות, שהיא זווית הראיה ע1"מ1, הנראית מנקודת מבטו של הצופה ט' על גלגל המזלות, כאמור, על פי טבלה.

כזכור, מטרתנו היא לחשב את המקום האמיתי של הירח על גלגל המזלות, היינו, את המקום של הנקודה ע1. כי הרי הירח מסתובב בגלגל הקטן סביב מרכזו בנקודה ז', ותמונה 31 מראה את המקום של גוף הירח על הגלגל הקטן הנמצא בנקודה ע'. לכן, המקום בו יראה הצופה את הנקודה ע', על גלגל המזלות, הוא בהמשך הקו ט"ע, הפוגע בגלגל המזלות בנקודה ע1. כלומר, הנקודה ע1 היא המקום בו רואה הצופה את הירח על גלגל המזלות. כיצד מחשבים את המקום של הנקודה ע1 ביחס לתחילת מזל טלה בנקודה א'?

תמונה 32 מראה את התמונה 31, אשר הסרנו ממנה מספר קוים, והשארנו בה רק את אלה הדרושים לנו לחישוב המקום של הנקודה ע1 ביחס לנקודה א'. מתמונה זו רואים כי המקום של הנקודה ז', שהוא מרכז הגלגל הקטן, נראה לצופה בהמשך קו הראיה שלו ט"ז, המגיע עד לגלגל המזלות בנקודה מ1. מרחקה של הנקודה מ1 מתחילת מזל טלה בנקודה א', הוא, כזכור, מקום אמצע הירח שחישבנו כבר בהלכה ב' בפרק י"ד, והיא הקשת א"מ1. מאידך, רואים גם כי הנקודה ע1 קרובה יותר לתחילת מזל טלה בנקודה א', כי הקשת א"ע1 היא קצרה יותר בגודל ע1"מ1, שהיא גם מנת המסלול הנכון שחישבנו לעיל. לכן, בכדי לקבל את המרחק א"ע1, עלינו לחסר את הקשת של מנת המסלול הנכון ע1"מ1 מהקשת של מקום אמצע הירח, היינו, מהקשת א"מ1.

כאשר הירח ע' מגיע לנקודת השפל ר' של הגלגל הקטן (תמונה 31), אז הוא נמצא בזוית של ק"פ מעלות מהנקודה מ'. מעבר לנקודה זו, עולה הירח חזרה אל הנקודה מ' מלמטה, ואז המסלול הנכון הוא גדול מק"פ מעלות. זהו המקרה שראינו כבר בתמונה 28 לעיל, בה הנקודה ע' נמצאת מעבר לנקודה ר'. במקרה כזה, הירח נמצא בנקודה פ1 בתמונה 31, היינו, היא נמצאת שמאלה מהמרכז ז'. לכן, במקרה זה, בכדי לקבל את המקום האמיתי של הירח בנקודה פ1, עלינו להוסיף את מנת המסלול מ1"פ1, לאמצע הירח א"מ1.

זה מה שמסביר הרמב"ם לקמן:

**ואחר כך תראה כמה מעלות הוא המסלול הנכון. אם היה פחות ממאה ושמונים מעלות, כמו בנקודה ע' בתמונה 31, תגרע מנת המסלול הזה הנכון ע1"מ1 מאמצע הירח א"מ1 לשעת הראייה, שהרי אנו סופרים את הזוית של מנת המסלול הנכון, החל מנקודת הגובה האמיתית מ', בכיוון ממזרח למערב, לאותו כוון, היכן שנמצאת השמש בליל הראיה. בכל המצבים האלה, כאשר גוף הירח ע' הוא מערבה מאמצע הירח ז', גוף הירח נמצא לפני אמצע הירח, לכן, בכדי לדעת את המקום האמיתי של הירח ע1, יש לחסר את מנת המסלול הנכון, ממקום אמצע הירח ז'.**

**ואם היה המסלול הנכון יתר על מאה ושמונים מעלות עד שלוש מאות ושישים, כלומר, גוף הירח פ' נמצא מזרחה לאמצע הירח ז' (תמונה 31), לכן, תוסיף מנת זה המסלול הנכון מ1"פ1 על אמצע הירח א"מ1 לשעת הראייה.**

**ומה שיהיה האמצע אחר שתוסיף עליו או תגרע ממנו, הוא מקום הירח האמיתי לשעת הראייה.**

המפרש להלכה ד

ואחר כך תראה וכו'

**מנת המסלול הנכון הוא השינוי, שבין מקום הירח האמצעי ז', שדמותו משתקפת בנקודה מ1 על גלגל המזלות בתמונה 30, ובין מקומו האמתי בנקודה ע1, המצוין על ידי הזוית מזטצ"ע1 על גלגל המזלות. והעילה, שבשבילה נגרע מנת המסלול הנכון, ממקום הירח, אם היה המסלול פחות מק"פ, הרי זה לפי שהירח היה לאותו צד של השמש במערב, וכבר הנחנו שנקודת הקבוץ נקודת נ' של השמש בתמונה 27, הוא נמצא בתחילה, בעת הקבוץ של השמש והירח, בראש טלה. אחרי כן, כפי שהסברנו לעיל, השמש והירח זזו מעט ממצב התחלתי זה, וציינו בדרך משל, כי בין ראש טלה ונקודת ז', והוא מוצק מעגל הירח, יש י' מעלות, כמו שהודענו בתחלה בהסבר לעיל, והנקודה ז' הוא אמצע הירח. וכבר אמרנו שקשת מ"ע, שהיא קשת מחלקי המעגל שמרכזו ז', הוא המסלול הנכון. ולפי שהירח הוא בפאת השמש, כלומר, הירח נמצא עדיין באותו צד מערבי של הגלגל הקטן, שהרי הנחנו הירח בנקודת ע', ומאיך, השמש עדיין לא התרחקה כל כך, והיא עדיין קרובה מראש טלה, והוא נקודת נ1 בתמונה 30. לפיכך יאות לנו, היינו, נכון לעשות, שכיון שהנקודה ע1 נמצאת מעל לנקודה מ1, שנגרע שנוי המסלול מ1"ע1 מן האמצע א"מ1, והרי האמצע הוא קשת נ"ז, כפי שהסברנו זאת בדברי הרמב"ם לעיל, וזוהי הקשת א"מ1 על גלגל המזלות בתמונה 30, והשווי הוא קשת צ"ז, שהיא המסלול הנכון, היינו, הקשת ע1"מ1 על גלגל המזלות, והמקום האמיתי צ"נ של הירח, שהוא הקטע א"ע1 על גלגל המזלות.**

נעיר כי הזיהוי הזה של שלושת הקשתות האחרונות בפירושו, המכילות את הנקודות ז', נ', צ', הוא הכרחי שיהיה דווקא על גלגל המזלות, ולא גלגל אמצע הירח, כפי שהובא בגירסא שלפנינו של המפרש. כי לאמיתו של דבר, גלגל אמצע הירח אינו במצב סימטרי כפי ששורטט בציור מ"ב, אלא, הוא יוצא מרכז, כפי שהראנו בתמונה 30, ולכן, הקשתות הנמצאות על גלגל אמצע הירח, אינן מבטאות את המצב האמיתי שעל גלגל המזלות, כפי שהוא נראה לצופה בנקודה ט', כי הוא מודד את כל הזויות, וכן הוא עושה את כל החיבורים או החיסורים של הקשתות, רק על גלגל המזלות כפי שהסברנו בתמונות 31 ו 32, ובפרט שמדובר במקום האמיתי של הירח, שהוא תמיד על גלגל המזלות, ויש לחשבו ביחס לתחילת מזל טלה דווקא, ולא ביחס לנקודה נ', אשר סומנה בגירסה שלפנינו על גלגל אמצע הירח. יתר על כן, מנת המסלול הנכון מוגדרת על גלגל המזלות, כפי שהערנו בהסברנו על דברי הרמב"ם, וחיסורה או הוספתה על אמצע הירח הוא בהכרח במקום שהיא נמצאת, היינו, על גלגל המזלות, ולא שאמצע הירח יהיה על הגלגל היוצא, ומנת המסלול הנכון על גלגל המזלות.

**ואילו היה הירח בחצי השני מן המעגל, למטה מהאמצע ז', למשל, כמו נקודת פ' בתמונה 30, אז היינו מוסיפים קשת השינוי, והוא קשת ק"ז, שהיא הקשת מ1"פ1 על גלגל המזלות בתמונה 31, על אמצע (א"מ1 על גלגל המזלות), והוא קשת ז"נ (קשת מ"א על גלגל המזלות), ותהיה הקשת האמיתית של הירח קשת ק"נ (קשת א"ע1 על גלגל המזלות).**

המשך דברי המפרש כאן, שייכים להלכה הבאה, לכן, הבאנו אותם שם.

## הלכה ה

**ודע שאם יהיה המסלול הנכון מאה ושמונים בשווה, או שלוש מאות ושישים בשווה, אין לו מנה, אלא, יהיה מקום הירח האמצעי לשעת הראייה, הוא מקומו האמיתי.**

## המפרש להלכה ה

ואם יהיה המסלול ק"פ מעלות, כמו שהוא על נקודת ו', היא הנקודה ר' בתמונה 31, או ש"ס מעלות, כשיהיה על נקודת ד', שהיא הנקודה מ' בתמונה 31, אז לא יהיה ביניהם שינוי, כלומר, מנת המסלול הנכון היא אפס, ואין צורך לחסר או להוסיף אותה למקום אמצע הירח מ1 בתמונה 31, ואז יהיה מקום הירח האמצעי, הוא מקומו האמיתי בנקודה מ1 על גלגל המזלות.

הלכה ו

וכמה היא מנת המסלול?

אם יהיה המסלול הנכון עשר מעלות, תהיה מנתו חמישים חלקים;

ואם יהיה המסלול הנכון עשרים מעלות, תהיה מנתו מעלה אחת, ושמונה ושלושים חלקים;

ואם יהיה שלושים, תהיה מנתו שתי מעלות, וארבעה ועשרים חלקים;

ואם יהיה ארבעים, תהיה מנתו שלוש מעלות, ושישה חלקים;

ואם יהיה חמישים, תהיה מנתו שלוש מעלות, וארבעה וארבעים חלקים;

ואם יהיה שישים, תהיה מנתו ארבע מעלות, ושישה עשר חלקים;

ואם יהיה שבעים, תהיה מנתו ארבע מעלות, ואחד וארבעים חלקים;

ואם יהיה שמונים, תהיה מנתו חמש מעלות; ואם יהיה תשעים, תהיה מנתו חמש מעלות, וחמישה חלקים;

ואם יהיה מאה, תהיה מנתו חמש מעלות, ושמונה חלקים;

ואם יהיה מאה ועשר, תהיה מנתו ארבע מעלות, ותשעה וחמישים חלקים;

ואם יהיה מאה ועשרים, תהיה מנתו ארבע מעלות, וארבעים חלקים;

ואם יהיה מאה ושלושים, תהיה מנתו ארבע מעלות, ואחד עשר חלקים;

ואם יהיה מאה וארבעים, תהיה מנתו שלוש מעלות, ושלושה ושלושים חלקים;

ואם יהיה מאה וחמישים, תהיה מנתו שתי מעלות, ושמונה וארבעים חלקים;

ואם יהיה מאה ושישים, תהיה מנתו מעלה, אחת ושישה וחמישים חלקים;

ואם יהיה מאה ושבעים, תהיה מנתו תשעה וחמישים חלקים;

ואם יהיה מאה ושמונים בשווה, אין לו מנה כמו שאמרנו, אלא, מקום הירח האמצעי, הוא המקום האמיתי.

הטבלה הבאה מסכמת את מנת המסלול, בהתאם לגודל המסלול הנכון של הירח:



מנת המסלול	המסלול הנכון
0 50'	10
1 38'	20
2 24'	30
3 06'	40
3 44'	50
4 16'	60
4 41'	70
5 00'	80
5 05'	90
5 08'	100
4 59'	110
4 40'	120
4 11'	130
3 33'	140
2 48'	150
1 56'	160
0 59'	170
0 00'	180

ראה טבלה עשרונית מפורטת יותר בסוף השרטוטים לפרק זה. שים לב כי היא מביאה גם את מנות המסלול של זוויות מעל ל 180 מעלות. כפי שנסביר לקמן.

למשל, נמצא את מנת המסלול של 124 מעלות בטבלה זו באופן הבא: בתחילה נסתכל בזווית של 120 מעלות בטור השמאלי ביותר. אחר כך, נזוז באותה שורה של 120, על פני הטבלה, בכיוון משמאל לימין, עד שנגיע לטור 4, ונקרא שם את הערך 4.487 מעלות. זוהי מנת המסלול של 124 מעלות. יתר על כן, בראש הטבלה משמאל, מראה החץ, כי בתזוזה בכיוון משמאל לימין בטבלה, יש לחסר את מנת המסלול שקבלנו, 4.487, מאמצע הירח, בכדי לקבל את מקום הירח האמיתי.

עבור זוויות המכילות לא רק מעלות שלמות, אלא, חלקי מעלה, למשל, זווית של 43.687 מעלות, נחשב את ערך הביניים של המנה באופן הבא: הטבלה מראה כי,

המנה של 43.0 מעלות היא 3.292

המנה של 44.0 מעלות היא 3.357

על פי שני אלה, אנו צריכים לחשב את המנה של הזווית שביניהם 43.687.

אנו רואים כי, כאשר גדלה הזווית מ 43 ל 44 מעלות, גדלה המנה מ 3.292 ל 3.357, כלומר, המנה גדלה ב

$$3.357 - 3.292 = 0.065$$

אבל, שינוי זה במנה, הוא בגלל שינוי במעלה אחת שלמה מ 43 ל 44 מעלות. הזווית בה אנו עוסקים נמצאת ביניהם, דהיינו 43.687, דהיינו, רק גידול של 0.687 ממעלה אחת בלבד. לכן, אם נכפול את השבר 0.687 בגידול של מעלה אחת, דהיינו, ב 0.065, נקבל את הגידול שהיה במנה עקב השבר 0.065 בלבד, כלומר הגידול במנה הוא,

$$0.065 \times 0.687 = 0.045$$

את הגידול הזה 0.045 עלינו להוסיף למנת המסלול של 43 מעלות 3.292

$$3.292 + 0.045 = 3.337$$

בסיכום, מנת המסלול של 43.687 היא 3.337.

נוכל לסדר את כל פעולות החשבון הנ"ל בשורה אחת בלבד:

$$3.292 + (3.357 - 3.292) \times 0.687 = 3.337$$

את המנה הזו נחסר ממקום אמצע הירח, בכדי לקבל את מקום אמצע הירח האמיתי, כפי שמראה כוון החץ שמעל הפינה השמאלית של הטבלה.

עתה, נמצא את מנת המסלול של זווית גדולה מ 180, למשל 316 מעלות, באופן הבא:

התבונן בטור הימני ביותר בטבלה, שם מתחילה הקריאה ב 350 מעלות, והיא מסתיימת בסוף הטור ב 180. כלומר, הזווית רשומות כאן בכוון הפוך, מלמטה למעלה ביחס לטור הזוויות השמאלי, שהוא מאפס ועד ל 170 מעלות. התבונן בזווית 310 מעלות, והפנה את מבטך לאורך השורה הזו, הפעם מימין לשמאל, עד שתגיע לטור 6. מנת המסלול של 316 היא 3.357.

עתה, אם יש למצוא את מנת המסלול של זווית ביניים של 316.687, יש לפעול באותה הדרך כדלעיל, באופן הבא:

המנה של 316 היא 3.357

המנה של 317 היא 3.292

שים לב כי ערך המנה נעשה קטן יותר במעבר מ 316 ל 317, לכן, המנה של זוית הביניים 316.687 היא קטנה יותר מזו של 316 מעלות, דהיינו, קטנה יותר מהמנה : 3.357

$$3.357 - (3.357 - 3.292) \times 0.687 = 3.312$$

בסיכום, המנה של 316.687 היא 3.312, ויש להוסיף אותה לאמצע הירח, בכדי לקבל את אמצע הירח האמיתי, כפי שמראה החץ שמעל לפינה הימנית העליונה של הטבלה.

בהלכה הבאה, מסביר הרמב"ם את דרך החישוב של מנת המסלול עבור זווית מעל ל 180 מעלות. למעשה, התוצאות של הטבלה שהבאנו לעיל, תואמו מראש לשיטת חישוב זו, גם עבור זווית מעל ל 180 מעלות, והכל מוצג שם בטבלה אחת בלבד. יתר על כן, כוונתי החיצים מראים אם יש להוסיף או לחסר את המנה לאמצע הירח.

### הלכה ז

**ואם יהיה המסלול הנכון יתר על מאה ושמונים מעלות, תגרע אותו משלוש מאות ושישים, ותדע מנתו, כדרך שעשית במסלול השמש;**

כל הערכים של המסלול הנכון שהובאו לעיל, הם בדילוגים של עשר מעלות. לכן, עבור מסלול נכון, הנמצא בין שתי עשרות מסוימות, נעריך את מנת המסלול באופן יחסי, כלשון הרמב"ם:

**וכן אם יהיו במנין המסלול, אחדים עם העשרות, תיקח מן היתר שבין שתי המנות כפי האחדים, כדרך שביארנו במסלול השמש במנות שלו (בפרק י"ג, הלכות ז"ח), כך תעשה במסלול הנכון במנות שלו.**

בשתי ההלכות הבאות, מביא הרמב"ם דוגמה מפורטת, לחישוב מקום הירח האמיתי.

### הלכה ח

#### כיצד?

**הרי שרצינו לידע, מקום הירח האמיתי, בתחילת ליל ערב שבת, שיזמו שני לחודש אייר משנה זו, שהיא שנת העיקר.**

**ומניין הימים הגמורים, מתחילת ליל העיקר, עד תחילת ליל זה, שאנו רוצים לידע מקום הירח האמיתי בו, הוא תשעה ועשרים יום.**

**תוציא אמצע השמש תחילה לליל זה, יצא לך אמצעה: חמש ושלושים מעלות, ושמונה ושלושים חלקים, ושלוש ושלושים שניות, סימנם ל"ה ל"ח ל"ג (33' 38' 35 מעלות), כדלקמן.**

$$(7' 32' 3'') + 29 \times (59' 8.33'') = 35' 38' 33''$$

ותוציא אמצע הירח לשעת הראייה לעת זו, ייצא לך אמצעו שלוש וחמישים מעלות, ושישה ושלושים חלקים, ותשע ושלושים שניות, סימנם נ"ג ל"ו ל"ט 39' 36' 53 מעלות, כדלקמן.

נחשב קודם את אמצע הירח בשעה 18:00, בתחילת ליל ב' באייר:

$$31\ 14'\ 43'' + 29 \times (13\ 10'\ 35.03'') = 53\ 21'\ 38''$$

כיון שאמצע הירח הוא במזל שור, נוסיף 15' על הנ"ל, עד לזמן הראיה, ונקבל 38' 53' 36' מעלות.

ותוציא אמצע המסלול לעת זו, ייצא לך אמצעו מאה ושלוש מעלות, ואחד ועשרים חלקים, ושש וארבעים שניות, סימנם ק"ג כ"א מ"ו (103' 21' 46" מעלות), כדלקמן.

$$84\ 28'\ 42'' + 29 \times (13\ 3'\ 53.93'') = 103\ 21'\ 46''$$

עתה, תגרע אמצע השמש מאמצע הירח, ישאר שבע עשרה מעלות, ושמונה וחמישים חלקים, ושש שניות, וזה הוא המרחק, בין אמצע השמש לבין אמצע הירח, כדלקמן:

$$53\ 36'\ 39'' \quad \text{אמצע הירח}$$

$$35\ 38'\ 33'' - \quad \text{אמצע השמש}$$

-----

כיון שמספר הדקות 36' של אמצע הירח, הוא קטן יותר ממספר הדקות 38' של אמצע השמש, לכן, נלווה מה 53 מעלות מעלה אחת, וישארו שם 52 מעלות:

$$52\ 96'\ 39''$$

$$35\ 38'\ 33'' -$$

-----

$$17\ 58'\ 6''$$

עתה, תכפול אותו, וייצא לך המרחק הכפול, חמש ושלושים מעלות, ושש וחמישים חלקים, ושתיים עשרה שניות, סימנם ל"ה נ"ו י"ב (35' 56' 12" מעלות), כדלקמן,

$$17\ 58'\ 6''$$

$$2 \times$$

-----

$$34\ 116'\ 12''$$

35 56' 12"

לפיכך תוסיף על אמצע המסלול חמש מעלות, כי התוספת של 36 מעלות היא 5 מעלות, על פי הלכה ג' לעיל, כמו שהודענו, ויצא לך המסלול הנכון, מאה ושמונה מעלות, ואחד ועשרים חלקים, כדלקמן, ואין מקפידין על החלקים במסלול, כדרך שביארנו בשמש.

103	21' 46"	אמצע מסלול הירח
-----	---------	-----------------

5	+	התוספת
---	---	--------

---

108 21' 46"

### הלכה ט

ובאנו לחקור על מנת זה המסלול הנכון, שהוא מאה ושמונה, נמצאת מנה שלו (הלכה ו' לעיל) חמש מעלות וחלק אחד (5' 00" מעלות), ולפי שהמסלול הנכון היה פחות ממאה ושמונים, תגרע המנה (ראה הלכה ד' לעיל), שהוא חמש מעלות וחלק אחד, מן אמצע הירח, יישאר שמונה וארבעים מעלות, וחמישה ושלושים חלקים, ותשע ושלושים שניות (39' 35" 48 מעלות)

תעשה את 39 השניות האלו, כחלק אחד בקירוב, ותוסיף על החלקים, כפי שכתב הרמב"ם בפרק י"ג הלכה י', ונקבל כי הירח האמיתי הוא במרחק של 48' 36" מעלות בקירוב, מתחילת טלה, או, ונמצא מקום הירח האמיתי בשעה זו, במזל שור, בשמונה עשרה מעלות, ושישה ושלושים חלקים, ממעלת תשע עשרה, וסימנם י"ח ל"ו.

ועל הדרך הזה, תדע מקום הירח האמיתי בכל עת ראייה שתראה, מתחילת שנה זו שהיא העיקר, עד סוף העולם

בנספח לפרק זה אנו מראים כיצד לחשב את זמן המולד האמיתי, על סמך ידיעותינו עד עתה.

הרמב"ם לא הסביר ענין זה כלל, כי לא היה לו בו צורך, אלא, כל מטרתו היתה לחשב את תנאי הראיה של הירח החדש בלבד, כפי שנראה לעדים, לצורך קידוש החודש, על ידי בית הדין (כפי שנראה זאת בפרק י"ז), ויום הראיה היה בדרך כלל, כיום אחד לאחר המולד האמיתי, ולכן, לא היה ענין לחשב את המולד האמיתי עצמו, אלא, הרמב"ם חישב ישירות את זמן הראיה עצמו.

## פרפראות לחכמה לפרק חמישה עשר

### השמים החדשים והארץ החדשה

כי כאשר השמים החדשים, והארץ החדשה, אשר אני עושה, עומדים לפני נאום ה',  
כן יעמוד זרעכם ושמכם (ישעיהו ס"ו כ"ב).

#### פירוש הרד"ק

כי כאשר השמים החדשים: (כי כאשר, היינו, כמו שהי' קראם חדשים (מדוע?)), כי הם עומדים בחידושם (כל יום מחדש), ולא יבלו, כמו שהיו ביום שנבראו, כן הם היום, וכן יהיו. וכן הארץ עומדת בחידושה (יום יום), ולא תבלה, אלא, שתולדותיה בליים, וכן אמר שלמה, דור הולך ודור בא, והארץ לעולם עומדת (קהלת א, ד).

ופירוש "לפני", כי אני סיבת קיומם ועמידתם, ופירוש "אני עושה", שאני מעמידם בחידושם (יום יום), וכן יעמוד זרעכם ושמכם וגו'.

#### ילקוט שמעוני (רמ"ז תקי"ג)

[מכאן] רבי ינאי אומר: כל צבאות השמים עוברים ומתחדשים בכל יום. ומה הם צבאות השמים? הירח וכוכבים ומזלות. תדע שהוא כן [אביא לך ראיה שצבאות השמים מתחדשים בכל יום שהרי], בא וראה, כשהשמש באה ונוטה למערב, הוא רוחץ במי האוקיאנוס, ונרותיו מתכבים, כאדם שהוא מכבה את האש בתוך המים, כך מימי האוקיאנוס מכבין שלהבת של שמש, ואין נוגה [אור] לו כל הלילה, עד שיבוא במזרח, ורוחץ בנהר של אש, הנקרא נהר די נור, כאדם שהוא מדליק את נרו מתוך האש, כך השמש מדליק נרותיו, ולובש שלהבותיו והולך להאיר על הארץ, וכן הירח והכוכבים, ולעתיד לבוא, הקב"ה מחדש אותם, ומוסיף על אורם שבעתיים.

#### אליהו זוטא פרשה כ'.

[ולמה יצטרכו לשמים וארץ חדשים? אלא, מלמד ש]מחריב הקב"ה את כל העולם כלו, שנאמר [לעיל בישעיהו ב', י"ז] "ונשגב ה' לבדו ביום ההוא [שיהיה לבדו ללא השמים והארץ], ומחדש הקב"ה את השמים ואת הארץ, שנאמר, "כי כאשר השמים החדשים, והארץ החדשה אשר אני עושה".

#### הקדמת הזוהר, ספר בראשית דף ד':

בְּרֵאשִׁית, רַבִּי שְׁמַעוֹן פָּתַח (ישעיה נא) וְאֲשֶׁם דְּבָרֵי בְּפִיךָ. כִּמְהָ יֵשׁ לְאָדָם לְהִשְׁתַּדֵּל בְּתוֹרָה יוֹמָם וְלַיְלָה, מְשׁוּם שֶׁהַקְּדוֹשׁ בְּרוּךְ הוּא מְקַשֵּׁב לְקוֹלוֹת אוֹתָם שֶׁמִּתְעַסְקִים בְּתוֹרָה. וּבְכָל דָּבָר שֶׁמִּתְחַדֵּשׁ בְּתוֹרָה, עַל יְדֵי אוֹתוֹ שֶׁמִּשְׁתַּדֵּל בְּתוֹרָה, עוֹשֶׂה רְקִיעַ אֲחָד.

שְׁנִינּוּ, בְּשַׁעָה הַהִיא שֶׁדָּבַר תּוֹרָה מִתְחַדֵּשׁ מִפִּי אָדָם, הַדָּבָר הַהוּא עוֹלָה וּמְזַדְּמָן לְפָנֵי הַקְּדוֹשׁ בְּרוּךְ הוּא, וְהַקְּדוֹשׁ בְּרוּךְ הוּא נוֹטֵל אֶת אוֹתוֹ [הַדָּבָר תּוֹרָה], וּמְנַשֵּׂק אוֹתוֹ,

ומעטר אותו בשבעים עטרות גלופות ומחוקות. ודבר חכמה שהתחדש [בזוהר ובקבלה], עולה ויושב על ראש הצדיק חי העולמים, וטס משם ומשוטט בשבעים אלף עולמות ועולה אל עתיק הימים. וכל הדברים של עתיק הימים, דברי חכמה הם בסודות נסתרים עליונים.

ואתו הדבר הנסתר של חכמה שהתחדש כאן, כשהוא עולה, מתחבר עם אותם הדברים של עתיק הימים, ועולה ויורד עמם ונכנס בשמונה עשר עולמות גנוזים, שעין לא ראתה אלהים זולתך [שם סד], יוצאים משם ומשוטטים, והולכים מלאים ושלמים, ומזדמנים לפני עתיק הימים.

באותה השעה מריח עתיק הימים את הדבר הזה, וזה נוח לפניו מן הכל. נוטל את אותו הדבר, ומעטר אותו בשלש מאות ושבעים אלף עטרות. אותו הדבר טס ועולה ויורד, ונעשה רקיע אחד. וכן כל דבר ודבר של חכמה ס"א נעשים) (ס"א רקיעים) (עומדים בקיום שלם לפני עתיק הימים. והוא קורא להם שמים חדשים, שמם מחדשים, נסתרים של סודות של חכמה עליונה. וכל אותם שאר דברי התורה שמתחדשים [בנגלה], עומדים לפני הקדוש-ברוך-הוא, ועולים ונעשים ארצות החיים, ויורדים ומתעטרים לארץ אחת, ומתחדש ונעשה הכל ארץ חדשה מאותו הדבר שהתחדש בתורה.

ועל זה כתוב [ישעיה סו] כי כאשר השמים החדשים, והארץ החדשה, אשר אני עשה עמדים לפני וגוי. עשיתי לא כתוב, אלא עושה, שעושה תמיד מאותם החדושים והסודות של התורה. ועל זה כתוב [שם נא], ואשם דברי בפיך, ובצל ידי כסיתיך, לנטע שמים וליסד ארץ [נאמר על זה המחדש דברי תורה בנסתר, לנטע שמים, ובנגלה, ליסד ארץ]. לא כתוב השמים, אלא שמים.

## נספח לפרק חמישה עשר

### חישוב זמן המולד האמיתי על פי שיטת הרמב"ם

בתחילה, נבהיר מהו בדיוק המולד האמיתי, במסגרת מה שלמדנו עד עתה.

תמונה 33 בשרטוטים לפרק זה מראה את הגלגל השמיני, ועליו הפס של גלגל המזלות, ובתוכו גלגל השמש, ובתוכו גלגל הירח, ובמרכז של כולם נמצא כדור הארץ. הירח עצמו נמצא על הגלגל הנוטה מעל לגלגל המזלות, בנקודה ר' (או מתחתיו בנקודה ק').

עתה, אם נשליך את הדמות של הירח שבנקודה ר' על המישור של גלגל המזלות, נקבל דמות של הירח (ציור בדמות ירח בקוים מרוסקים) הנמצאת בנקודה ת', והיא נמצאת ממש על המישור של גלגל המזלות.

אם מסתכלים מכדור הארץ, ורואים את השמש באותו קו ראייה עם ההשלכה של הירח בנקודה ת', זהו מה שקוראים בשם "מולד האמיתי" של הירח. והכוונה היא, שאף על פי שהירח נמצא בנקודה ר', שהיא מעל למישור של גלגל המזלות או מתחתיו, בכל זאת, כיון שההשלכה שלו הנמצאת בנקודה ת', היא היא המתקבצת עם השמש, אנו אומרים שהירח עצמו, אפילו שהוא גבוה יותר בנקודה ר', מקומו זה נקרא בשם קבוץ אמיתי, דהיינו, במולד האמיתי. כאשר הירח נמצא בנקודה ר', במולד כזה לא יהיה ליקוי חמה. לעומת זאת, אם גוף הירח עצמו אינו נמצא בנקודה ר', אלא, ממש בנקודה ת', אז מתחולל ליקוי חמה.

כיון שכל החישובים שלנו בקשר לירח, בכל ארבעת גלגליו, אינם נמצאים על הגלגל הנוטה, אלא, הם ההשלכות של הגלגלים האלה על מישור המזלות, כפי שהסברנו בפרק י"ד, לכן, החישוב של המקום האמיתי של הירח שעשינו עד עתה, אינו של מקום גוף הירח עצמו, אלא, זהו המקום של ההשלכה של גוף הירח בנקודה ת' על המישור של גלגל המזלות, אשר הדגמנו אותה לעיל בתמונה 29.

למשל, המקום האמיתי של הירח שחישבנו לעיל, בליל ב' באייר, שהיה בזוית של 36' 48 מעלות, הוא בדיוק המקום של ההשלכה של מקום הירח בנקודה ת', הנמצאת במישור המזלות עצמו, ביחס לתחילת מזל טלה.

לכן, נוכל לומר, כי רגע המולד האמיתי, הוא כאשר המרחק האמיתי של נקודת ההשלכה ת' של הירח, זהה בדיוק למרחק האמיתי של השמש על גלגל המזלות, או במילים אחרות, כאשר ההפרש בין המרחק האמיתי של הנקודה ת', לבין המרחק האמיתי של השמש, הוא אפס (או ש"האורך הראשון" הוא אפס), דהיינו, שההשלכה של דמות הירח היא בקבוץ עם השמש האמיתית.

כאמור לעיל, הרמב"ם לא עסק כלל בחישוב זמן המולד האמיתי, כי באמת, אין זה ענין לקידוש החודש. כי הענין הוא אם בליל ה 30 לחודש, ניתן לראות את הלבנה החדשה או לא. במילים אחרות, אין ענין לחשב מתי יעמדו השמש והירח במצב של



קיבוץ, דהיינו, שהזוית בין מרחקיהם האמיתיים היא אפס, דהיינו, שהאורך הראשון הוא אפס. לכן, לצורך העדות, מספיק שנבדוק ישירות אם במרחק מינימלי מסוים בין הירח לשמש, כגון 9 מעלות אחרי הקיבוץ (או אורך אחר, אשר עוד נראה בהמשך), יוכלו העדים לראות בליל יום ה-30, את הירח החדש או לא, ואין לנו צורך כלל לחשב מתי היה זמן הקבוץ עצמו.

לכן, הרמב"ם פיתח את ענין הראיה בלבד, ולא עסק כלל בחישוב זמן המולד האמיתי עצמו, שאין בו ענין ישיר לראיה.

אם כי אין ענין בחישוב המולד האמיתי עצמו לצורך חקירת העדים, אלא, כאמור, ניתן לחשב באופן ישיר, אם ניתן יהיה לראות בליל 30 את הירח החדש או לא, כפי שעשה זאת הרמב"ם בפרקים י"ז והלאה. בכל זאת, יש ענין רב לחשב את המולד האמיתי עצמו, למשל, בכדי להשוותו עם תוצאות החישוב של המולד האמיתי על פי האסטרונומיה המודרנית כיום. זו היא גם הזדמנות יחידה המאפשרת להשוות גם את דרכי החישוב כיום, עם דרכי החשבון של הקדמונים, שהרמב"ם הביא את שיטותיהם שהיו ידועות בזמנו, כדבריו בהלכה כ"ד בפרק י"ז מהלכות קידוש החודש.

בנספח זה הנחשב את המולד האמיתי במספר דוגמאות כדלקמן

נתוני זמן העיקר של הרמב"ם, בתחילת ליל ג' בניסן ד'תתקל"ח הם, בשברים עשרוניים (לצורך החישובים במחשב):

מקום אמצע השמש: 7.058888 מעלות (ומהלכו הוא 0.9856472 מעלות ביום;  
פרק י"ב, הלכות א"ב)  
מקום גובה השמש: 86.752222 מעלות (ומהלכו הוא 0.0000416 מעלות ביום,  
פרק י"ב הלכה ב')  
מקום אמצע הירח: 31.245278 מעלות (ומהלכו הוא 13.176397 מעלות ביום,  
פרק י"ד, הלכות ב', ד')  
מקום אמצע המסלול: 84.478333 מעלות (ומהלכו הוא 13.064981 מעלות ביום,  
פרק י"ד, הלכות ג"ד)

## דוגמה א': חישוב המולד האמיתי של מולד חודש ניסן שנת ד'תתקל"ח, בזמנו של הרמב"ם.

כזכור, חודש זה הוא החודש שבחר בו הרמב"ם כזמן העיקר שלו, ביום ג' בניסן.

יש חשיבות לדוגמה זו, כיון שהמפרש מביא לקמן בהלכה א' בפרק י"ז, את התוצאות של חישוב מקום השמש והירח האמיתיים לזמן שלו בשנת ה'ק"א.

בתחילה נבדוק מה היה בכלל האורך הראשון בליל ג' בניסן עצמו, דהיינו, מה היה המרחק הזויתי בין השמש והירח על גלגל המזלות בתחילת אותו הלילה. על פי זה, נוכל להעריך, מתי היה יכול להתחולל קבוץ שלהם, כפי שנראה לקמן.

נוכל להשתמש ישירות בנתונים של זמן העיקר עצמו, שהבאנו לעיל, דהיינו, נקח ישירות את מקום השמש וגובהה האמצעיים לעיל, וכן את אמצע הירח ואמצע המסלול, ליום ג' בניסן.

א. כזכור, מסלול השמש הוא מקום השמש, פחות גובה השמש, באותו ליל ג' בניסן של זמן העיקר דלעיל, דהיינו,

$$7.058888 - 86.752222 = -79.693334$$

או, ע"י הוספה של 360,

$$-79.693334 + 360 = 280.306666 \text{ מעלות}$$

ב. נחשב את מנת מסלול השמש, על פי הדוגמה שחישבנו בפרק י"ג בעזרת הטבלה העשרונית שהבאנו שם. על פי טבלה זו,

מנת מסלול השמש עבור 280 מעלות היא 1.942  
מנת מסלול השמש עבור 281 מעלות היא 1.934

לכן, מנת מסלול השמש עבור מסלול השמש 280.307 היא, כפי שעשינו בדוגמה בפרק י"ג היא:

$$1.942 - (1.942 - 1.934) \times 0.307 = 1.940$$

ג. על פי כוון החץ שבטבלה מצד ימין למעלה, יש להוסיף את המנה 1.940 למקום השמש האמצעי מ', בליל ג' בניסן לעיל, בכדי לקבל את מקום השמש האמיתי בנקודה ל', דהיינו,

$$7.058888 + 1.940 = 8.998889 \text{ מעלות}$$

(או 8 מעלות, 59 דקות, 56 שניות)

ד. אמצע הירח בליל ג' בניסן הוא 31.245278 מעלות, כנ"ל.

ה. לכן, המרחק הכפול הוא:

$$2 \times (31.245278 - 7.058888) = 48.37278$$

ו. לכן, התוספת היא, ע"פ הטבלה של הרמב"ם, 7 מעלות.

ז. מסלול הירח האמצעי בליל ג' בניסן הוא כנ"ל 84.478333 מעלות.

ח. לכן, המסלול הנכון של הירח הוא:

$$84.478333 + 7 = 91.478333$$

ט. על פי הטבלה, מנת המסלול הנכון היא 5.146

י. מקום הירח האמיתי הוא:

$$31.245278 - 5.146 = 26.099278$$

(או 26 מעלות, 5 דקות, 57 שניות)

י"א. האורך הראשון הוא :

$$26.099278 - 8.998889 = 17.100389 \text{ מעלות}$$

(17 מעלות, 6 דקות, 1 שניה)

י"ב. כלומר, בליל ג' בניסן, כבר השיג הירח את השמש, ועמד במרחק של 17.100389 מעלות מעבר לנקודת התקבצותו עם השמש. כמה זמן כבר חלף, מאז שהתקבץ הירח עם השמש בקבוץ אמיתי, לפני תחילת ליל ג' בניסן?

י"ג. מצאנו לעיל, כי המסלול הנכון של הירח היה 91.478333 מעלות, לכן, על פי הטבלה (ראה בסוף הפרק), היתה מהירות ההתרחקות של הירח מהשמש 12.12 מעלות ביום, באותו מקום (שהרי מהירות הירח לאורך כל מסלולו אינה קבועה).

י"ד. כידוע, בכדי לקבל את הזמן שחלף, יש לחלק את המרחק במהירות. לכן, אם נחלק את המרחק של 17.100389 מעלות, במהירות ההתרחקות של הירח באותו זמן 12.12, נקבל לפני כמה זמן עמד הירח קרוב מאד להתקבצותו עם השמש :

$$17.100389 : 12.12 = 1.410923 \text{ יום}$$

1 יום 9 שעות 52 דקות לפני ליל ג' בניסן.

נוכל לשער, בקירוב ראשון, כי המולד האמיתי היה לפני תחילת ליל ג' בניסן (שהיה יום חמישי בשבוע) ב 1.410923 יום, או 1 יום, 9 שעות, 52 דקות, או ביום א' בניסן, ביום שלישי בשבוע בשעה 8:08 בבוקר.

ט"ו. כיון שתחילת ליל ג' בניסן היה ביום 22 לחודש השלישי (מרץ) בשעה 18:00, בשנת 1178 למינינם, לכן, הקירוב הראשון לעיל של המולד האמיתי של חודש ניסן ד'תתקל"ח היה ביום 21.3.1178 בשעה 8:08 בבוקר על פי שעון ירושלים.

אבל, עד שהירח כיסה "אחורה" את המרחק הזה במשך זמן זה של 1.410923 יום, גם השמש זזה בינתיים למרחק נוסף של כ 1.4 מעלות בערך, שגם אותם צריך להביא בחשבון. לכן, אפשר לדייק יותר, על ידי ביצוע כל החישובים הנ"ל מחדש, אבל, עם זמן של 1.410923 יום לפני ליל ג' בניסן, ולחשב שוב מהו האורך הראשון, ועל פיו נוכל להעריך ביתר דיוק מתי חל קבוץ אמיתי, כדלקמן.

ט"ז. נעיר כי אנו נזדקק לשלושת התוצאות לעיל, של מקום השמש האמיתי, מקום הירח האמיתי, וכן האורך הראשון, בליל ג' בניסן ד'תתקל"ח, ונשווה אותם לערכים בזמן העיקר של המפרש, כפי שנראה בתחילת דבריו להלכה א' בפרק י"ז לקמן.

חישוב הקירוב השני של מולד ניסן ד'תתקל"ח :

כאמור לעיל, נבצע את כל החישובים עבור 1.410923 יום לפני זמן העיקר.

א. מקום אמצע השמש הוא 1.410923 יום לפני תחילת ג' בניסן (לכן, יש לחסר ממקום השמש, שהיה 7.058888 מעלות בליל ג' בניסן):

$$7.058888 - 1.410923 \times 0.9856472 = 5.668216$$

ב. כיון שהשינוי בגובה השמש במשך 1.410923 יום הוא אפסי, לכן, ניקח את גובה השמש עצמו של ליל ג' בניסן לעיל, ומסלול השמש יהיה:

$$5.668216 - 86.752222 = -81.084006 = 278.915994$$

ג. על פי השיטה שהראנו לעיל, נחשב את מנת מסלול השמש

מנת המסלול עבור 278 מעלות היא 1.955  
 מנת המסלול עבור 279 מעלות היא 1.948  
 שים לב, כי מנת המסלול עבור 279 מעלות היא קטנה יותר מהמנה של 278. לכן, מנת המסלול של 278.916 היא:

$$1.955 - (1.955 - 1.948) \times 0.916 = 1.949$$

ד. לכן מקום השמש האמיתי הוא:

$$5.668216 + 1.949 = 7.617216$$

ה. מקום ירח אמצעי:

$$31.245278 - 1.410923 \times 13.176397 = 12.654396$$

ו. המרחק הכפול:

$$2 \times (12.654 - 5.668) = 13.97$$

ז. לכן, התוספת היא, על פי הטבלה של הרמב"ם, 2 מעלות.

ח. מסלול הירח:

$$84.478333 - 1.410923 \times 13.064981 = 66.044651$$

ט. המסלול הנכון:

$$66.044651 + 2 = 68.044651$$

י. מנת המסלול הנכון היא 4.610.

יא. מקום הירח האמיתי:

$$12.654396 - 4.610 = 8.044396$$

יב. רואים כי הירח השיג את השמש, והאורך ראשון הוא :

$$8.044396 - 7.617216 = 0.427180 \text{ מעלות}$$

יג. מהירות הירח עבור מסלול נכון של 68.044 מעלות היא 11.68 מעלות ביום (ראה טבלה בסוף הפרק).

יד. המולד האמיתי בקירוב השני יהיה אחרי

$$0.427180 : 11.68 = 0.036574 \text{ יום}$$

או 53 דקות, דהיינו, שהירח עדיין משיג את השמש, וחלף על פניה עוד יותר מוקדם מהמולד האמיתי שבקירוב הראשון, שהיה, כזכור, בשעה 8:08 בבוקר. לכן, שעה 7:15 בבוקר הוא קירוב טוב יותר.

כאמור, זמן זה אינו בדיוק זמן הקיבוץ, כי ראינו לעיל, שהאורך הראשון עדיין מראה שלא היה ממש קיבוץ של הירח עם השמש, וכי עדיין האורך הראשון אינו ממש אפס, והירח עדיין משיג את השמש ב 0.427180 מעלות אחרי הקבוץ עם השמש. לכן, הקירוב השלישי צריך להיות עוד יותר מוקדם מתחילת ליל ג' בניסן, שהיה ב 1.410923 יום לפני ג' בניסן, ונקדים אותו עוד יותר מליל ג' בניסן ב 0.036574 יום נוספים, דהיינו, הקירוב השלישי יהיה לפני תחילת ליל ג' בניסן ב:

$$1.410923 + 0.036574 = 1.447497 \text{ יום}$$

אבל, עד שהירח כיסה "אחורה" את המרחק הזה במשך זמן זה של 1.410923 יום, גם השמש זזה בינתיים למרחק נוסף של כ 1.4 מעלות בערך, שגם אותם צריך להביא בחשבון. לכן, אפשר לדייק יותר, על ידי ביצוע כל החישובים הנ"ל מחדש, אבל, עם זמן של 1.447497 יום לפני ליל ג' בניסן, ולחשב שוב מהו האורך הראשון, ועל פיו נוכל להעריך ביתר דיוק מתי חל קבוץ אמיתי, כדלקמן.

ט"ז. נעיר כי אנו נזדקק לשלושת התוצאות לעיל, של מקום השמש האמיתי, מקום הירח האמיתי, וכן האורך הראשון, בליל ג' בניסן, לצורך השוואה עם המפרש בתחילת דבריו בהלכה א' בפרק י"ז לקמן.

אכן, אם נבצע שוב את כל החישובים לעיל, אבל, עם הקירוב השלישי של 1.447497 יום, כפי שעשינו לעיל, עבור הקירוב השני שהיה 1.410923 יום, אנו נראה כי, אכן, התקבל אורך ראשון של פחות מחצי אלפית המעלה, שפירושו הוא כדקת זמן אחת בלבד. לכן, ניתן לומר, כי בתחום הדיוק שלנו, אכן, האורך הראשון היה למעשה אפס, וכי הקירוב השלישי הוא למעשה רגע המולד האמיתי.

חישוב הקירוב השלישי של מולד ניסן ד'תתקל"ח:

כאמור לעיל, נבצע את כל החישובים עבור 1.447497 יום לפני זמן העיקר.

א. מקום אמצע השמש הוא 1.447497 יום לפני תחילת ג' בניסן (לכן, יש לחסר ממקום השמש, שהיה 7.058888 מעלות בליל ג' בניסן):

$$7.058888 - 1.447497 \times 0.9856472 = 5.632167$$

ב. כיון שהשינוי בגובה השמש במשך 1.447497 יום הוא אפסי, לכן, ניקח את גובה השמש עצמו של ליל ג' בניסן לעיל, ומסלול השמש יהיה:

$$5.632167 - 86.752222 = -81.120055 = 278.879945$$

ג. על פי השיטה שהראנו לעיל, נחשב את מנת מסלול השמש

מנת המסלול עבור 278 מעלות היא 1.955

מנת המסלול עבור 279 מעלות היא 1.948

שים לב, כי מנת המסלול עבור 279 מעלות היא קטנה יותר מהמנה של 278. לכן, מנת המסלול של 278.879945 היא:

$$1.955 - (1.955 - 1.948) \times 0.879945 = 1.949$$

ד. לכן מקום השמש האמיתי הוא:

$$5.632167 + 1.949 = 7.581167$$

ה. מקום ירח אמצעי:

$$31.245278 - 1.447497 \times 13.176397 = 12.172483$$

ו. המרחק הכפול:

$$2 \times (12.172 - 5.632) = 13.08$$

ז. לכן, התוספת היא, על פי הטבלה של הרמב"ם, 2 מעלות.

ח. מסלול הירח:

$$84.478333 - 1.447497 \times 13.064981 = 65.566812$$

ט. המסלול הנכון:

$$65.566812 + 2 = 67.566812$$

י. מנת המסלול הנכון היא 4.590.

יא. מקום הירח האמיתי:

$$12.172483 - 4.590 = 7.582483$$

יב. לכן, האורך ראשון הוא :

$$7.582483 - 7.581167 = 0.001316 \text{ מעלות}$$

שים לב כי הירח עדיין משיג את השמש.

י"ג. מהירות הירח עבור מסלול נכון של 67.567 מעלות, על פי הטבלה, היא 11.68 מעלות ביום (ראה טבלה בסוף הפרק).

י"ד. כיון שהירח עדיין משיג את השמש, לכן, המולד האמיתי בקירוב השלישי יהיה לפני

$$0.001316 : 11.68 = 0.000113 \text{ יום}$$

שהוא פחות מדקה אחת.

לכן, נוכל לסכם, כי המולד של חודש ניסן ד'תתקל"ח היה 1.447497 יום לפני תחילת ליל ג' בניסן, שהיה ביום חמישי בשבוע.

אם נפרט את 1.447497 יום לשעות ודקות, נקבל יום אחד, 10 שעות, 44 דקות, וזה היה לפני ליל ג' בניסן (שהיה ליל חמישי בשבוע). זמן זה נופל ביום א' בניסן בשעה 7:16 בבוקר. לכן, המולד האמיתי היה ביום א' בניסן, ביום שלישי בשבוע, בשעה 7:15 בבוקר.

כיון שתחילת ליל ג' בניסן היה ביום 22 לחודש השלישי (מרץ) בשעה 18:00, בשנת 1178 למינינם, לכן המולד האמיתי של חודש ניסן ד'תתקל"ח היה ביום 21.3.1178 בשעה 7:16 בבוקר על פי שעון ירושלים.

כפי שרואים, כל החישובים לעיל היו על פי נתוני העיקר ושיטתו של הרמב"ם, שהיתה גם השיטה המקובלת בין חכמי אומות העולם (ראה הלכה כ"ד בפרק י"ז לקמן). כיום, ניתן לחשב אחורה, את המולד האמיתי עבור אותו חודש ניסן ד'תתקל"ח, בשיטות חדישות המקובלות כיום באסטרונומיה. חישובים אלה מראים כי המולד האמיתי של חודש ניסן ד'תתקל"ח נפל באותו יום, דהיינו, ב 21.3.1178, אבל, בשעה 7:41 בבוקר, כלומר, המולד על פי הרמב"ם נפל כ 26 דקות מוקדם יותר. החישובים החדשים שהבאנו כאן נעשו על ידי:

גולדסטיין ה. זמני מולד אמיתי וירח מלא בין השנים 1001 לפנה"ס – 1651 אה"ס)

Goldstine H., New and full moons 1001 B.C. – 1651 A.D.

מחברי הלוחות האלה השוו את תוצאות החישובים שלהם, עם חישובים מודרניים אחרים, ומצאו כי ההבדלים יכולים להגיע עד כדי עשר דקות.

כזכור, השתמשנו לעיל בטבלה המקוצרת שהביא הרמב"ם, לחישוב התוספת לאמצע המסלול של הירח. הרמב"ם ציין שם, כי אי הדיוק בתוספת זו, לא יפגע בצורה משמעותית בתוצאה הסופית, וכוונתו היתה בודאי לתוצאה של חישוב שעת

הראיה (שגם את זאת נבדוק במקומו). אבל, אנו חישבנו לעיל את רגע המולד האמיתי. לכן, אם אנו משווים את התוצאה שקבלנו עם תוצאות של החישובים המודרניים, כפי שעשינו לעיל, אולי מן הראוי שנשתמש בנוסחה המתמטית המדוייקת של גודל התוספת, ולא להסתפק בטבלה המקוצרת הנ"ל.

כך נוכל אולי לשפר את הדיוק של התוצאה של המולד האמיתי שקבלנו לעיל, ולכן, אנו נחזור על כל החישוב לעיל, אלא, שעתה נשתמש בנוסחה המתמטית המדוייקת של התוספת, כפי שהביא אותה ה"חזון שמים", באחד מהנספחים שלו:

$$\text{התוספת} = \text{Arctg} \{ \text{Sin}(\text{המרחק הכפול}) : [ 4.5725 + 2 \times \text{Cos}(\text{המרחק הכפול}) ] \}$$

חישוב המולד האמיתי של מולד חודש ניסן שנת ד'תתקל"ח, עם תוספת מדוייקת על פי הנוסחה המתמטית.

אנו מבצעים את כל החישובים בדיוק על פי הדוגמה לעיל, על פי אותו סדר של הסעיפים.

בתחילה נבדוק מה היה האורך הראשון בליל ג' בניסן עצמו, דהיינו, מה היה המרחק הזויתי בין השמש והירח על גלגל המזלות בתחילת אותו הלילה. על פי זה, נוכל להעריך, מתי היה יכול להתחולל קבוצ שלהם, כפי שנראה לקמן.

נוכל להשתמש ישירות בנתונים של זמן העיקר עצמו, שהבאנו לעיל, דהיינו, נקח ישירות את מקום השמש וגובהה האמצעיים לעיל, וכן את אמצע הירח ואמצע המסלול, ליום ג' בניסן.

א. כזכור, מסלול השמש הוא מקום השמש, פחות גובה השמש, באותו ליל ג' בניסן של זמן העיקר דלעיל, דהיינו,

$$7.058888 - 86.752222 = - 79.693334$$

או, ע"י הוספה של 360,

$$- 79.693334 + 360 = 280.306666 \text{ מעלות}$$

ב. נחשב את מנת מסלול השמש, על פי הדוגמה שחישבנו בפרק י"ג בעזרת הטבלה העשרונית שהבאנו שם. על פי טבלה זו,

מנת מסלול השמש עבור 280 מעלות היא 1.942

מנת מסלול השמש עבור 281 מעלות היא 1.934

לכן, מנת מסלול השמש עבור מסלול השמש 280.307 היא, כפי שעשינו בדוגמה בפרק י"ג היא:

$$1.942 - (1.942 - 1.934) \times 0.307 = 1.940$$

ג. על פי כוון החץ שבטבלה מצד ימין למעלה, יש להוסיף את המנה 1.940 למקום השמש האמצעי מ', בליל ג' בניסן לעיל, בכדי לקבל את מקום השמש האמיתי בנקודה ל', דהיינו,



$$7.058888 + 1.940 = 8.998889 \text{ מעלות}$$

(או 8 מעלות, 59 דקות, 56 שניות)

ד. אמצע הירח בליל ג' בניסן הוא 31.245278 מעלות, כנ"ל.

ה. לכן, המרחק הכפול הוא :

$$2 \times (31.245278 - 7.058888) = 48.37278$$

ו. ע"פ הנוסחה המתמטית המדוייקת, תהיה התוספת 7.218765 (במקום 7.0).

ז. מסלול הירח האמצעי בליל ג' בניסן הוא כנ"ל 84.478333 מעלות.

ח. לכן, המסלול הנכון של הירח הוא :

$$84.478333 + 7.218765 = 91.697098$$

ט. על פי הטבלה, מנת המסלול הנכון היא 5.148

י. מקום הירח האמיתי הוא :

$$31.245278 - 5.148 = 26.097278$$

(או 26 מעלות, 5 דקות, 50 שניות)

יא. האורך הראשון הוא :

$$26.097278 - 8.998889 = 17.098389 \text{ מעלות}$$

(17 מעלות, 5 דקות, 54 שניה)

י"ב. כלומר, בליל ג' בניסן, כבר השיג הירח את השמש, ועמד במרחק של 17.098389 מעלות מעבר לנקודת התקבצותו עם השמש. כמה זמן כבר חלף, מאז שהתקבץ הירח עם השמש בקבוץ אמיתי, לפני תחילת ליל ג' בניסן?

י"ג. מצאנו לעיל, כי המסלול הנכון של הירח היה 91.697098 מעלות, לכן, על פי הטבלה, היתה מהירות ההתרחקות של הירח מהשמש 12.12 מעלות ביום, באותו מקום (שהרי מהירות הירח לאורך כל מסלולו אינה קבועה).

י"ד. כידוע, בכדי לקבל את הזמן שחלף, יש לחלק את המרחק במהירות. לכן, אם נחלק את המרחק של 17.098389 מעלות, במהירות ההתרחקות של הירח באותו זמן 12.12, נקבל לפני כמה זמן עמד הירח קרוב מאד להתקבצותו עם השמש :

$$17.100389 : 12.12 = 1.410758 \text{ יום}$$

1 יום 9 שעות 51 דקות לפני ליל ג' בניסן.

נוכל לשער, בקירוב ראשון, כי המולד האמיתי היה לפני תחילת ליל ג' בניסן (שהיה יום חמישי בשבוע) ב 1.410758 יום, או 1 יום, 9 שעות, 51 דקות, או ביום א' בניסן, ביום שלישי בשבוע בשעה 8:09 בבוקר.

תוצאה זו שונה מהתוצאה שקבלנו לעיל (עם שימוש בטבלה המקוצרת של הרמב"ם), בדקה אחת בלבד.

חישוב הקירוב השני של מולד ניסן ד'תתקל"ח, עם שימוש בתוספת המדוייקת על פי הנוסחה המתמטית:

כאמור לעיל, נבצע את כל החישובים עבור 1.410758 יום לפני זמן העיקר.

א. מקום אמצע השמש הוא 1.410758 יום לפני תחילת ג' בניסן (לכן, יש לחסר ממקום השמש, שהיה 7.058888 מעלות בליל ג' בניסן):

$$7.058888 - 1.410758 \times 0.9856472 = 5.668378$$

ב. כיון שהשינוי בגובה השמש במשך 1.410758 יום הוא אפסי, לכן, ניקח את גובה השמש עצמו של ליל ג' בניסן לעיל, ומסלול השמש יהיה:

$$5.668378 - 86.752222 = -81.083844 = 278.916156$$

ג. על פי השיטה שהראנו לעיל, נחשב את מנת מסלול השמש

מנת המסלול עבור 278 מעלות היא 1.955

מנת המסלול עבור 279 מעלות היא 1.948

שים לב, כי מנת המסלול עבור 279 מעלות היא קטנה יותר מהמנה של 278. לכן, מנת המסלול של 278.916 היא:

$$1.955 - (1.955 - 1.948) \times 0.916 = 1.949$$

ד. לכן מקום השמש האמיתי הוא:

$$5.668378 + 1.949 = 7.617216$$

ה. מקום ירח אמצעי:

$$31.245278 - 1.410758 \times 13.176397 = 12.656571$$

ו. המרחק הכפול:

$$2 \times (12.654 - 5.668) = 13.97$$

ז. על פי הנוסחה המדוייקת, התוספת המדוייקת היא 2.127213 מעלות (במקום 2.0).

ח. מסלול הירח:

$$84.478333 - 1.410758 \times 13.064981 = 66.046807$$

ט. המסלול הנכון:

$$66.046807 + 2.127213 = 68.174020$$

י. מנת המסלול הנכון היא 4.616.

יא. מקום הירח האמיתי:

$$12.656571 - 4.616 = 8.040571$$

יב. רואים כי הירח השיג את השמש, והאורך ראשון הוא:

$$8.040571 - 7.617216 = 0.423355 \text{ מעלות}$$

יג. מהירות הירח עבור מסלול נכון של 68.174020 מעלות היא 11.68 מעלות ביום.

יד. המולד האמיתי בקירוב השני יהיה אחרי

$$0.423355 : 11.68 = 0.036246 \text{ יום}$$

או 52 דקות, דהיינו, שהירח עדיין משיג את השמש, וחלף על פניה עוד יותר מוקדם מהמולד האמיתי שבקירוב הראשון, שהיה, כזכור, בשעה 8:08 בבוקר. לכן, שעה 7:14 בבוקר הוא קירוב טוב יותר. כאשר השתמשנו לעיל בתוספת המקורבת של הרמב"ם, קבלנו 7:15.

לכן, גם תוצאה זו מראה כי, אכן, אין הפרש משמעותי בחישוב המולד האמיתי, אם נשתמש בתוספת המדוייקת, או בתוספת המקורבת של הרמב"ם. הסיבה היא שההפרש בין התוספת המקורבת שלקח הרמב"ם, לבין התוספת המדוייקת, אינו משנה בצורה משמעותית את המנה של המסלול הנכון (שאנו מוסיפים לאמצע הירח, בכדי לקבל את המקום האמיתי של הירח), כי השינויים ממעלה למעלה בטבלה של מנת המסלול הנכון הם מיזעריים ביותר, כפי שרואים בפועל בטבלה זו, ולכן, אין שינוי משמעותי בתוצאה הסופית.

כפי שרואים מהחישוב של הקירוב השלישי שעשינו לעיל, התוצאה הזו של המולד האמיתי, גם היא לא תשתנה בחישוב המדוייק של התוספת.

**דוגמה ב': נחשב את המולד האמיתי של חודש אייר שנת**  
**ד'תתקל"ח, בזמנו של הרמב"ם.**

א. כבר חישבנו מספר נתונים של השמש והירח לתחילת ליל ב' באייר בהלכות הקודמות כדלקמן. אנו נחשב את האורך הראשון לתחילת אותו הלילה, ואחרי כן, ננסה להעריך בצורה מדוייקת יותר, את המולד האמיתי של חודש אייר ד'תתקל"ח.

ב. בהלכה ח' בפרק זה לעיל, מצאנו כי אמצע השמש, בתחילת ליל ב' באייר, היה ב"33' 38" מעלות, או בשבר עשרוני, 35.6425 מעלות.

ג. כן ראינו בסוף הלכה י' בפרק י"ג, כי המקום האמיתי של השמש הוא 9' 37 מעלות, או בשבר עשרוני, 37.15 מעלות.

ד. אמנם חישבנו בהלכה ח' לעיל גם את מקום הירח בליל ב' באייר, אבל, חישבנו זאת שם בזמן הראיה, דהיינו, כשליש שעה אחרי תחילת הלילה, אשר בגללה הוספנו על מקום אמצע הירח שם 15'. אבל, כאן דרוש לנו מקום אמצע הירח בדיוק בתחילת ליל ב' באייר, ושם קבלנו שהוא 38" 21' 53 מעלות, או בשבר עשרוני, 53.360556 מעלות. קבלנו שם גם שאמצע המסלול הוא 46" 21' 103 מעלות, או בשבר עשרוני 103.362778 מעלות. על פי אלה, נוכל לחשב לקמן את מקום הירח האמיתי, בדיוק לתחילת ליל ב' באייר.

ה. כאמור, מצאנו כי אמצע השמש הוא 35.6425 מעלות כנ"ל, ואמצע הירח הוא 53.360556 מעלות. לכן, המרחק הכפול הוא:

$$2 \times (53.360556 - 35.6425) = 35.44$$

ו. כיון שהמרחק הכפול הוא כ 35 מעלות, לכן, על פי הטבלה, התוספת היא 5 מעלות.

ז. לכן, נקבל את המסלול הנכון, על ידי הוספת 5 מעלות אלו, לאמצע הירח, שציינו בסוף סעיף ד' לעיל, ובסך הכל נקבל, 108.362778 מעלות.

ח. על פי הטבלה העשרונית שלנו, נקבל את מנת המסלול הנכון באופן הבא:

מנת המסלול של 108 מעלות היא 5.025  
מנת המסלול של 109 מעלות היא 5.004  
לכן, מנת המסלול של הזוית 108.362778 שביניהם, תהיה (שים לב כי ערך המנה של 109 מעלות הוא קטן יותר מזה של 109 מעלות):

$$5.025 - (5.025 - 5.004) \times 0.362778 = 5.017$$

ובהתאם לטבלה זו, עלינו לחסר מנה זו מאמצע הירח.

ט. לכן, מקום הירח האמיתי יהיה:

$$53.360556 - 5.017 = 48.343556$$

י. כיון שהמקום האמיתי של הירח (48.343556) הוא גדול יותר מזה של השמש (37.15 מעלות, ראה סעיף ג' לעיל), לכן, ברור שבתחילת ליל ב' באייר, כבר השיג הירח את השמש. (לכן, המולד האמיתי חל לפני ליל ב' באייר).

י"א. ההפרש בין המקום האמיתי של השמש, לבין המקום האמיתי של הירח, בליל ב' באייר, (מה שנקרא גם בשם "האורך הראשון") הוא:

$$48.343556 - 37.15 = \text{מעלות } 11.193556$$

א. לכן, נוכל לשער שהמולד האמיתי היה בקירוב כ 11.2 מעלות, לפני ליל ב' באייר.

ב. כמה זמן חלף מאז המולד המשוער הזה? נוכל להעריך זאת באופן הבא: על פי הטבלה המצ"ב, המראה את מהירות הירח על פי המסלול הנכון, הרי עבור מסלול הנכון של 108.4 מעלות (שקבלנו לעיל, בסעיף ז'), נקבל שמהירות הירח היא כ 12.46 מעלות ביום. לכן, הירח עבר את אותן 11.2 מעלות, בזמן של

$$11.193556 : 12.46 = \text{יום } 0.898359$$

שהוא כמעט יום שלם, וההפרש מיום שלם אחד הוא

$$1 - 0.898359 = \text{יום } 0.101641$$

ז. כמה שעות הן 0.898359 של יום? לשם כך, נכפול שבר עשרוני זה ב 24 שעות, ונקבל:

$$0.898359 \times 24 = 21.560622 = \text{שעות } 21$$

ט. כיון שליל ב' באייר מתחיל בשעה 18:00 בערב, לכן, 21 שעות לפני כן, תהיה השעה 3 שעות אחרי תחילת ליל א' באייר, דהיינו, בשעה 21:00. נפחית עוד 34 דקות, ונקבל שהשעה היא 20:26, וזהו זמן המולד האמיתי המשוער, וזהו מה שאנו מכנים בשם "קירוב ראשון" של המולד האמיתי.

י. אבל, לפני אותן 21 שעות ו 34 דקות, הגיע הירח אל מקום השמש שהיתה שם, אבל, בינתיים, במשך ה 21 ו 34 דקות אלו, השמש לא נשארה במקומה, אלא, גם היא המשיכה במהלכה. לכן, נחשב גם "קירוב שני", מדויק יותר, באופן הבא: כזכור, חישבנו לעיל את המקומות האמיתיים של השמש והירח ביום ב' באייר, שהיה 29 יום אחרי ליל העיקר של הרמב"ם. גם ראינו בסוף החישובים, כי היה ראוי יותר לשער אותנו כ 0.898359 יום מוקדם יותר, כי הירח כבר חלף על פני השמש מוקדם יותר, דהיינו, לאחר

$$29 - 0.898359 = \text{יום } 28.101641$$

לכן, נבצע שוב את כל החישובים של מקומות השמש והירח, בהנחה שהיה אחרי ג' בניסן ב 28.101641 יום, ונבדוק שוב מהו המרחק החדש שבין השמש והירח, ועל פיו נוכל שוב לשער מולד אמיתי מדויק יותר.

חישוב קירוב שני של המולד האמיתי לחודש אייר ד'תתקל"ח

נבצע שוב את כל החישובים, 28.101641 יום לאחר ג' בניסן.

א. מקום אמצע השמש הוא :

$$7.058888 + 28.101641 \times 0.9856472 = 34.757192$$

ב. מסלול השמש :

$$34.757192 - 86.752222 = -51.995030 = 308.004970$$

ג. אנו רואים כי מסלול השמש הוא בקירוב רב 308 מעלות, ולכן, על פי הטבלה העשרונית שלנו, מנת מסלול השמש היא 1.531 מעלות, ויש להוסיף אותה לאמצע השמש.

ד. לכן, מקום השמש האמיתי :

$$34.757192 + 1.531 = 36.288192$$

ה. מקום הירח האמצעי :

$$31.245278 + 28.101641 \times 13.176397 = 401.523656 = 41.523656$$

ו. המרחק הכפול :

$$2 \times (41.523656 - 34.757192) = 13.5$$

ז. לכן, התוספת היא 2 מעלות.

ח. מסלול הירח :

$$84.478333 + 28.101641 \times 13.064981 = 451.625739 = 91.625739$$

$$91.625739 + 2 = 93.625739$$

י. לכן, מנת המסלול הנכון היא 5.155, ויש לחסרה מאמצע הירח.

יא. מקום הירח האמיתי :

$$41.523656 - 5.155 = 36.368656$$

רואים כי מקום הירח האמיתי הוא גדול יותר ממקום השמש האמיתי לעיל. כלומר, הירח כבר חלף על פני הקבוצ עם השמש.

יב. האורך הראשון הוא :

$$36.368656 - 36.288192 = 0.080464$$

יג. מהירות הירח היא (על פי המסלול הנכון 93.626 לעיל): 12.16 מעלות ביום

יד. לכן, הירח כבר התקבץ עם השמש לפני:

$$0.006617 \text{ יום} = 12.16 : 0.080464$$

שהם כ 10 דקות.

טו. כלומר, הקירוב השני, המדויק יותר, הוא כ 10 דקות לפני הקירוב הראשון בליל א' באייר שהיה בשעה 26:20, כי רק אז יתקבץ הירח עם השמש. לכן, הקירוב השני של המולד הוא בשעה 16:20.

מהחישוב בשיטות החדישות הנהוגות כיום, מתברר שמולד אייר ד'תתקל"ח היה באותו יום כנ"ל, בליל א' באייר, שהיה ביום 19 באפריל שנת 1178 למינינם (19.4.1178) בשעה 44:20. לכן, ההפרש בין החישוב על פי הרמב"ם לבין החישוב על פי השיטות המודרניות, הוא 28 דקות בלבד.

עתה, נחשב קירוב שלישי.

#### חישוב קירוב שלישי של מולד חודש אייר ד'תתקל"ח:

ראינו לעיל, כי היה ראוי יותר לשער קירוב טוב יותר מ 28.101641 יום, ולקחת ערך מוקדם יותר בכדי כ 10 דקות, או 0.006617 יום מוקדם יותר מ 28.101641 יום. לכן, נניח עתה כי המולד הוא ביום:

$$28.095 \text{ יום} = 28.101641 - 0.006617$$

לאחר ג' בניסן. אם נבצע שוב את כל החישובים לעיל, עם הקירוב השלישי של 28.095, נקבל, בסופו של חשבון, כי האורך הראשון הוא רק 0.000506 מעלה, ולמעשה זהו מצב של קיבוץ אמיתי. לכן, הקירוב הטוב ביותר הוא, אכן, 28.095 יום אחרי יום ג' בניסן, דהיינו, בליל א' באייר בשעה 16:20. כאמור, מולד זה הוא מוקדם יותר בכ 28 דקות מהמולד המחושב בשיטות החדישות כיום.

סיכום: אנו רואים כי בשני חישובים של המולד האמיתי, הן לחודש ניסן, והן לחודש אייר ד'תתקל"ח, השיטה של הרמב"ם נותנת מולדות מוקדמים יותר בהפרש של כחצי שעה (27 ו 28 דקות). יתכן שהפרש זה הוא קטן יותר, שיטתית גם לחודשים אחרים. אבל, בכדי לקבוע זאת, יש לבדוק חישובי מולדות רבים נוספים (ראה דיון נרחב בסוף).

### דוגמה ג': חישוב המולד האמיתי של חודש ניסן שנת ה'ק"א

זה הוא זמן העיקר שבחר המפרש, כמאה ושישים שנה אחרי הרמב"ם, כפי שתיאר המפרש בפרק י"א, הלכה ט"ז לעיל.

זמן העיקר של המפרש היה בליל א' בניסן, שהיה גם ליל שלישי בשבוע, בשנת ה'ק"א.

בהלכה י"א בפרק י"א, מכנה המפרש את העיקר שלו בשם "עיקר שני" (ראה שם ברישא, "כבר ידעת, שעשינו עיקר שני"), ו"העיקר הראשון" הוא, מן הסתם, העיקר של הרמב"ם, כפי שמתברר מדבריו במקומות שונים (שם).

בזמן העיקר של המפרש, היו הנתונים הבאים:

אמצע השמש:  $5' 35' 40''$  מעלות (ראה סוף פרק י"ב).  
 גובה השמש:  $89' 14''$  מעלות (ראה סוף פרק י"ב).  
 אמצע הירח:  $21' 42' 3''$  מעלות (ראה הלכה ד' פרק י"ד).  
 אמצע המסלול:  $281' 57' 59''$  מעלות (ראה הלכה ד' פרק י"ד).

א. כאמור, אמצע השמש היה ב  $5' 35' 40''$  מעלות, וגובה השמש היה ב  $89' 14''$  מעלות, לכן, מסלול השמש הוא:

$$276.361111 = 276' 21' 40'' = 276' 38' 20'' - (89' 14'') = (5' 35' 40'')$$

ב. מנת המסלול, בהתאם לטבלה העשירונית שלנו, היא כדלקמן:

מנת המסלול של  $276$  מעלות היא  $1.965$   
 מנת המסלול של  $277$  מעלות היא  $1.960$   
 לכן, מנת המסלול של  $276.3611$  היא:

$$1.965 - (1.965 - 1.960) \times 0.3611 = 1.963 = 1' 57' 48'' \text{ או עי"י עיגול } 1' 58''$$

ג. מקום השמש הוא:

$$(5' 35' 40'') + (1' 58'') = 7' 33' 40'' \text{ מעלות}$$

ד. המרחק הכפול הוא:

$$2 \times (5' 35' 40'' - 21' 42' 3'') = 32' 12' 46''$$

ה. לכן, התוספת היא  $5$  מעלות.

ו. כיון שאמצע המסלול הוא  $281' 57' 59''$ . לכן, נוסיף עליו את התוספת הזו, ונקבל כי אמצע המסלול הנכון הוא  $286' 57' 59''$  או,  $286.966389$ .

ז. מנת המסלול הנכון על פי הטבלה העשירונית היא כדלקמן:

מנת המסלול הנכון עבור  $286$  מעלות היא  $4.820$   
 מנת המסלול הנכון עבור  $287$  מעלות היא  $4.788$   
 לכן מנת המסלול הנכון של הזוית שביניהם  $286.966389$  היא:

$$4.820 - (4.820 - 4.788) \times 0.966389 = 4.789076 = 4' 47' 20''$$

ח. נוסיף את המנה הזו לאמצע הירח, ונקבל את מקום הירח האמיתי:



$$(21\ 42' 3'') + (4\ 47' 20'') = 26\ 29' 23''$$

(או אם נעגל, נקבל 26 29' מעלות)

ט. לכן, האורך הראשון הוא:

$$(26\ 29' 23'') - (7\ 33' 40'') = 18\ 55' 43'' = 18.928611$$

(או אם נעגל, נקבל 18 56' מעלות)

י. על פי הטבלה, עבור מסלול נכון של 286.966389, מהירות הירח היא 11.77.

יא. רואים כי בליל א' בניסן שנת ה'ק"א, כבר השיג הירח את השמש, וחלף על פני הקיבוץ איתה. לכן, הזמן המשווער שהירח היה במצב של קבוץ הוא:

$$1.608208 \text{ יום} = 11.77 : (18.928611)$$

או 1 יום 14 שעות 36 דקות לפני תחילת ליל שלישי בשבוע, שהיה א' בניסן, כלומר, זה היה ביום א' בשבוע בשעה 24:3 לפנות בוקר.

בכדי למצוא מולד אמיתי מדויק יותר, נשתמש בזמן זה שמצאנו לעיל, 1.608208 יום, ונחשב שוב את ההפרש החדש בין מקום השמש למקום הירח האמיתי, וכך נוכל לעריך מחדש מולד אמיתי מדויק יותר.

חישוב קירוב שני עבור 1.608208 יום לפני תחילת ליל א' בניסן.

נבצע שוב את כל החישובים הנ"ל, עם 1.608208 יום לפני תחילת א' בניסן שנת ה'ק"א.

א. אמצע השמש לפני 1.608208 יום היה:

$$4.009319 = 1.608208 \times 0.9856472 - (5\ 35' 40'')$$

א. כאמור, אמצע השמש היה ב 4.009319 מעלות, וגובה השמש היה 14' 89 מעלות, לכן, מסלול השמש הוא:

$$274.775986 = 85.224015 - (89\ 14') - 4.009319$$

ב. מנת המסלול, בהתאם לטבלה העשירונית שלנו, היא כדלקמן:

מנת המסלול של 274 מעלות היא 1.974  
מנת המסלול של 275 מעלות היא 1.970  
לכן, מנת המסלול של 274.775986 היא:

$$1.971 = 1.974 - (1.974 - 1.970) \times 0.7760$$

ג. מקום השמש האמיתי הוא :

$$4.009319 + 1.971 = 5.980319$$

ד. אמצע הירח לפני 1.608208 יום היה ב :

$$(21\ 42' 3'' - 1.608208 \times 13.176397 = 0.510446$$

ד. המרחק הכפול הוא :

$$2 \times (4.009319 - 0.510446) = 6.997$$

ה. לכן, התוספת היא 1.0 מעלות.

ו. אמצע המסלול לפני 1.608208 יום היה :

$$(281\ 57' 59'' - 1.608208 \times 13.064981 = 260.955182$$

ז. המסלול הנכון הוא :

$$260.955182 + 1.0 = 261.955182$$

ח. מנת המסלול הנכון היא על פי הטבלה 5.151.

ט. נוסיף את המנה הזו לאמצע הירח, ונקבל את מקום הירח האמיתי :

$$0.510446 + 5.151 = 5.661446$$

י. לכן, האורך הראשון הוא :

$$5.980319 - 5.661446 = 0.318873$$

כלומר, הירח עדיין לא השיג את השמש, כלומר, הזמן 1.608208 יום, שהנחנו בתחילה, היה רחוק מדי מתחילת ליל א' בניסן, ויש לשער שהקבוץ היה מוקדם יותר. בכמה זמן?

יב. על פי הטבלה, עבור מסלול נכון של 261.955182, מהירות הירח היא 12.25.

יג. לכן, הזמן המוקדם המשוער, שהירח היה במצב של קבוץ הוא :

$$0.318873 : 12.25 = 0.026030 \text{ יום}$$

כלומר, יש לחסר זמן זה מ 1.608208 יום, דהיינו,

$$1.608208 - 0.026030 = 1.582178 \text{ יום}$$

לצורך חישוב הקירוב השלישי.

חישוב הקירוב השלישי, עבור 1.582178 יום, לפני תחילת ליל א' בניסן הק"א.

נחזור על כל החישובים כמו בקירוב השני לעיל, על פי אותו סדר הסעיפים :

א. אמצע השמש לפני 1.582178 יום היה :

$$4.034975 = 0.9856472 \times 1.582178 - (5' 35' 40)$$

ב. כיון שאמצע השמש היה ב 4.034975 מעלות, וגובה השמש היה 14' 89 מעלות, לכן, מסלול השמש הוא :

$$274.80 = 85.198 - (14' 89) - 4.034975$$

ג. מנת המסלול, בהתאם לטבלה העשרונית שלנו, היא כדלקמן :

מנת המסלול של 274 מעלות היא 1.974

מנת המסלול של 275 מעלות היא 1.970

לכן, מנת המסלול של 274.80 היא :

$$1.971 = 0.80 \times (1.974 - 1.970) - 1.974$$

ד. מקום השמש האמיתי הוא :

$$6.005975 = 1.971 + 4.034975$$

ה. אמצע הירח לפני 1.582178 יום היה ב :

$$0.853428 = 13.176397 \times 1.582178 - (21' 42' 3' \alpha)$$

ו. המרחק הכפול הוא :

$$6.3 = (4.034975 - 0.853428) \times 2$$

ז. לכן, התוספת היא 1.0 מעלות.

ח. אמצע המסלול לפני 1.582178 יום היה :

$$261.295263 = 13.064981 \times 1.582178 - (281' 57' 59' \alpha)$$

ט. המסלול הנכון הוא :

$$262.295263 = 1.0 + 260.955182$$

י. מנת המסלול הנכון היא על פי הטבלה 5.151.  
 יא. נוסף את המנה הזו לאמצע הירח, ונקבל את מקום הירח האמיתי:

$$0.853428 + 5.151 = 6.005428$$

י. לכן, האורך הראשון הוא:

$$6.007428 - 6.005975 = 0.001453$$

יב. על פי הטבלה, עבור מסלול נכון של 262.295263, מהירות הירח היא 12.25.

יג. לכן, הזמן המוקדם המשוער, שהירח היה במצב של קבוצה הוא:

$$0.001453 : 12.25 = 0.0001119 \text{ יום}$$

וזמן זה הוא פחות מדקה אחת. לכן, הקירוב של המולד האמיתי הוא 1.582178 יום לפני תחילת ליל א' בניסן הק"א, כי כאשר הנחנו זמן זה בכל החישובים לעיל, קבלנו בסוף שהאורך הראשון הוא למעשה אפס, וזהו רגע הקבוצה האמיתי, וערכו בשעות ודקות הוא: 1 יום, 13 שעות, 58 דקות, או בקיצור, כמעט יום אחד ו 14 שעות, לפני תחילת א' בניסן, שהיה ביום שלישי בשבוע. לכן, המולד האמיתי נפל ביום ראשון בשבוע, בשעה 4:00 בבוקר. על פי לוחות השוואה של תאריכים עבריים עם תאריכים על פי מנינם, מתברר שאותו א' בניסן הק"א, היה ביום 18.3.1342.

לעומתו, המולד האמיתי על פי החישוב המודרני, (על פי החישובים המודרניים, שתיארנו לעיל, בסוף החישוב של המולד האמיתי, לחודש ניסן ד'תתקל"ח) נפל גם כן ביום 18.3.1342, אבל, המולד היה בשעה 6:02 בבוקר, על פי שעון בגדאד. אמנם על פי שעוננו כיום, הזמן האיזורי של בגדאד מאחר בשעה אחת ביחס לשעון האיזורי של ירושלים. לכן, נראה כי שעת המולד האמיתי, על פי החשבון המודרני, שהיתה בשעה 6:02 בבגדאד, היא בשעה 5:02 בירושלים. כאמור לעיל, על פי הרמב"ם, המולד האמיתי היה בשעה 4:02. כלומר הפרש של כשעה אחת בין החישוב על פי הרמב"ם לבין החישוב המודרני. אם נקפיד על שעון ירושלים ביחס לשעון בגדאד ממש, ולא בשעון איזורי, הפרש השעונים הוא כ 34 דקות בין בגדאד לירושלים, ולא שעה אחת, ואז הפרש בין חישוב המולד על פי הרמב"ם מקדים בשעה אחת ו 26 דקות, ביחס לחישוב המודרני, ולא שעה אחת בלבד, כאמור, על פי הפרש בשעון האיזורי.

נדון בהפרשים אלה בהרחבה, לאחר חישוב המולד האמיתי בדוגמה הבאה.

### **דוגמה ד': חישוב המולד האמיתי של חודש תמוז שנת ה'תשנ"ג (בימינו).**

א. לפני כן, נחשב את הנתונים של השמש והירח בזמן עיקר חדש, בתחילת ליל א' בתשרי ה'תשנ"ג (5753), על פי הרמב"ם.

ב. כבר חישבנו בסוף פרק ו', כי מספר הימים שחלף מליל ג' בניסן ד'תתקל"ח (4938) (שהיה זמן העיקר של הרמב"ם), ועד לתחילת ליל יום א' בתשרי התשנ"ג (5753), הוא 297,490 יום.

ג. כזכור, נתוני השמש והירח בזמן העיקר של הרמב"ם, שהיה בתחילת ליל ג' בניסן תתקל"ח היו:

מקום אמצע השמש : 7.058888 מעלות (ומהלכו הוא 0.9856472 מעלות ביום)  
 מקום גובה השמש : 86.752222 מעלות (ומהלכו הוא 0.0000416 מעלות ביום)  
 מקום אמצע הירח : 31.245278 מעלות (ומהלכו הוא 13.176397 מעלות ביום)  
 מקום אמצע המסלול : 84.478333 מעלות (ומהלכו הוא 13.064981 מעלות ביום)

על פי המהלך היומי של כל אחד מהנתונים האלה (בסוגריים), נוכל לחשב את ערכו של כל אחד מהם לאחר 297,490 יום, בליל א' בתשרי ה'תשנ"ג כנ"ל, ונקבל, כי הם הגיעו ל:

מקום אמצע השמש : 187.244416 מעלות  
 מקום גובה השמש : 99.1278 מעלות  
 מקום אמצע הירח : 197.588808 מעלות  
 מקום אמצע המסלול : 225.676008 מעלות

יש לברר קודם את טענת הרלב"ג, שעבור תאריכים רחוקים (התשנ"ג), יש להשתמש במהלכים מדויקים יותר, ולא בקירובים שהניח הרמב"ם, ולתקן בהתאם.

ד. עתה, בכדי לחשב את המולד האמיתי של חודש תמוז ה'תשנ"ג, נניח כי המולד המשווער הוא תחילת ליל א' בתמוז עצמו, ונבדוק מה היה האורך הראשון באותו זמן, דהיינו, מה היה המרחק האמיתי בין מקום השמש לבין מקום הירח. על פי זה, נוכל להעריך מתי יתחולל מולד אמיתי מדויק יותר, כדלקמן.

ה. מליל א' בתשרי ועד ליל א' בתמוז ה'תשנ"ג חלפו 265 יום, כי מספר הימים בכל אחד משבעת החודשים שחלפו היה: תשרי 30 יום, חשוון 29, כסלו 29, טבת 29, שבט 30, אדר 29, ניסן 30, אייר 29, סיון 30, כי השנה היתה פשוטה, וחשוון וכסלו היו חסרים.

ו. לכן, בליל א' בתמוז הגיע אמצע השמש ל

$$187.2444 + 265 \times 0.9856472 = 448.4409$$

$$= 88.4409 \text{ או}$$

ז. מסלול השמש :

$$88.4409 - 99.1278 = -10.6869 = 349.3131$$

ח. עתה נברר מה היא מנת מסלול השמש, על פי הרמב"ם, בטבלה העשירונית שלנו, עבור מסלול השמש 349.3131 מעלות. מסלול זה נמצא בטבלה בין 349 לבין 350 מעלות. נחשב את המנה של ערך הביניים 349.3131 באופן הבא:

המנה עבור 349 מעלות היא 0.366  
 המנה עבור 350 מעלות היא 0.333  
 לכן, המנה של 349.3131 היא :

$$0.366 - (0.366 - 0.333) \times 0.3131 = 0.355$$

ויש להוסיף אותה על אמצע השמש הנ"ל בסעיף ו' 88.4409, כלומר,

$$88.4409 + 0.355 = 88.7959$$

זהו מקום השמש האמיתי.

ט. מקום אמצע הירח הוא :

$$197.588808 + 265 \times 13.176397 = 89.3340$$

י. המרחק הכפול :

$$2 \times (89.3340 - 88.4409) = 1.7862$$

י"א. לכן, על פי הטבלה, התוספת על המסלול האמצעי היא אפס.

י"ב. אמצע המסלול הירח :

$$225.676008 + 265 \times 13.064981 = 87.8960$$

י"ג. כיון שהתוספת היא אפס, לכן, המסלול הנכון הוא כנ"ל 87.8960.

י"ד. מנת המסלול הנכון, על פי הטבלה היא 5.115, ויש לחסרה מאמצע הירח.

ט"ו. לכן, מקום הירח האמיתי הוא :

$$89.3340 - 5.115 = 84.2190$$

ט"ז. ראינו לעיל, כי מקום השמש האמיתי היה 88.7959 מעלות, ומקום הירח האמיתי היה רק 84.2190, לכן, בליל א' בתמוז שהנחנו לעיל, עדיין הירח לא הגיע לקבוץ עם השמש, והפרש המרחק ביניהם הוא (האורך הראשון) :

$$88.7959 - 84.2190 = 4.5769 \text{ מעלות}$$

י"ז. על פי הטבלה של מהירות ההתרחקות של הירח מהשמש (לפי המסלול הנכון), נקבל כי מהירות הירח עבור מסלול הנכון של 87.8960 דלעיל היא 12.05 מעלות ביום.

י"ח. לכן, הירח יכסה את המרחק 4.5769 מעלות, שבין השמש והירח, תוך זמן של :

$$4.5769 : 12.05 = 0.379826 \text{ יום}$$

$$0.379826 \times 24 = 9.115824 \text{ שעות} \quad \text{שהוא}$$

או 9 שעות ו 7 דקות, דהיינו, 9:07.

י"ט. 9 שעות ו 7 דקות אלו הן אחרי תחילת ליל א' בתמוז (שעה 18:00), כי כפי שראינו לעיל, הירח לא התקבץ עדיין עם השמש בתחילת לילה זה. לכן, הקירוב הראשון של המולד האמיתי הוא 9 שעות ו 7 דקות אחרי תחילת ליל א' בתמוז, דהיינו, בשעה 3:07 לפנות בוקר.

כ. אבל, במשך אותן 9:07 שעות, הספיקה גם השמש להתקדם הלאה, לכן, נחשב שוב את האורך הראשון ליום א' בתמוז, 9:07 שעות אחרי תחילת הלילה, דהיינו, לאחר 265 יום, ועוד 9:07 שעות, שהן 0.379826 יום כנ"ל, כלומר, נחשב שוב את מקום השמש והירח האמיתיים לאחר 265.379826 יום.

חישוב האורך הראשון לאחר 265.379826 יום

א. אמצע השמש לאחר 265.379826 יום הוא:

$$187.2444 + 265.379826 \times 0.9856472 = 448.8153$$

$$= 88.8153 \quad \text{או}$$

ב. מסלול השמש:

$$88.8153 - 99.1278 = -10.3125 = 349.6875$$

ג. נחשב שוב את מנת המסלול עבור 349.6875 מעלות, כפי שתיארנו לעיל, באופן הבא: מהטבלה של מנת המסלול אנו רואים כי,

מנת המסלול של 349 מעלות היא 0.366  
מנת המסלול של 350 מעלות היא 0.333  
לכן, מנת המסלול של 349.6875 היא:

$$0.366 - (0.366 - 0.333) \times 0.6875 = 0.343$$

ויש להוסיפה לאמצע השמש:

$$88.8153 + 0.343 = 89.1583$$

ד. לכן, המקום האמיתי של השמש הוא 89.1583 מעלות.

ה. מקום אמצע הירח:

$$197.588808 + 265.379826 \times 13.176397 = 94.3388$$

ו. המרחק הכפול:

$$2 \times (94.3388 - 88.8153) = 11.0470$$

ז. לכן, על פי הטבלה, התוספת היא 1.0

ח. אמצע מסלול הירח הוא :

$$225.676008 + 265.379826 \times 13.064981 = 92.8584$$

ט. כיון שהתוספת לעיל היא 1.0, לכן, המסלול הנכון הוא

$$92.8584 + 1.0 = 93.8584$$

י. על פי הטבלה, מנת המסלול היא 5.156, ויש לחסרה מאמצע הירח.

י"א. לכן, המקום האמיתי של הירח הוא

$$94.3388 - 5.156 = 89.1828$$

י"ב. מצאנו לעיל, כי מקום השמש האמיתי הוא 89.1583, לכן, רואים כי הירח חלף על פני השמש, והאורך הראשון ביניהם הוא

$$89.1583 - 89.1828 = 0.0245$$

י"ג. מהירות הירח במסלול נכון, שקבלנו לעיל 93.8584 היא, על פי הטבלה, 12.17 מעלות ביום.

י"ד. לכן, הירח יכסה את המרחק הזה, במהלכו חזרה למקום השמש, בזמן של

$$0.0245 : 12.17 = 0.002013 \text{ יום}$$

$$0.002013 \times 24 = 0.04832 \text{ שעות} \quad \text{או}$$

שהוא כ 3 דקות.

ט"ו. כלומר, הירח היה בקבוץ עם השמש 3 דקות לפני השעה 07:03 לפנות בוקר שקבלנו לעיל בקירוב הראשון. לכן, המולד האמיתי של חודש תמוז ה'תשנ"ג, היה בליל א' בתמוז בשעה 04:03 לפנות בוקר.

ט"ז. כזכור, אנו בצענו את כל החשבונות על פי הנתונים של זמן העיקר של הרמב"ם, וחישבנו על פיהם את נתוני זמן העיקר בליל א' בתשרי ה'תשנ"ג, וכן השתמשנו במהלכים יומיים שלו, וכן טבלאותיו. עתה, נוכל להשוות את זמן המולד האמיתי שקבלנו, עם המולד האמיתי שהתקבל בספר חזון שמים, וכן עם זה המתפרסם בטבלאות אסטרונומיות חדישות.

ובכן, מתברר כי יום א' בתמוז ה'תשנ"ג חל בתאריך הלועזי ביום 20 בחודש השישי (יוני) 1993 (20.6.1993), והמולד האמיתי, על פי החישובים האסטרונומיים כיום, היה באותו לילה של ה 20.6.1993 בשעה 03:53 בבוקר. כלומר, ההפרש בין שיטת החישוב של הרמב"ם, לבין השיטה המודרנית, במקרה הזה, הוא כחמישים דקות. מהיכן נובעים ההפרשים האלה, והאם ניתן לשפר אותם?



י"ז. בספר חזון שמים לר' איתן ציקוני, הוא חישב את מולד חודש תמוז ה'תשנ"ג (זוהי סיבה נוספת מדוע בחרנו גם אנו את חישוב מולד תמוז ה'תשנ"ג, לצורך ההשוואה לקמן), אבל, הוא שיפר את התוצאה, על ידי שלקח מהאסטרונומיה החדשה נתונים מדויקים יותר של זמן העיקר של ליל א' תשרי ה'תשנ"ג, שהתקבלו על סמך מדידות עדכניות. אבל, הוא השתמש בשיטת החישוב של הרמב"ם, על טבלאותיו ומהלכי השמש והירח היומיים, ולבסוף, הוא קיבל בקירוב ראשון, כי המולד האמיתי של חודש תמוז ה'תשנ"ג היה בליל א' בתמוז בשעה 4:02 לפנות בוקר. אולם בקירוב שני, חישבנו ומצאנו כי אפשר לקבל מולד אמיתי מדויק יותר, כארבע דקות מוקדם יותר, דהיינו, בשעה 3:58 לפנות בוקר. לעומת זה, כאמור, המולד האמיתי המחושב כולו על פי השיטות כיום היה בשעה 3:53, כלומר, הפרש של 5 דקות בלבד. כאמור, בחישוב המולד האמיתי בשיטת הרמב"ם, וכן על ידי הנחת הנתונים שלו בלבד, כפי שעשינו לעיל, קבלנו כי המולד נפל בשעה 3:04. כלומר, הפרש של כ 50 דקות.

כאמור, יתכן כי הסיבה להפרש זה של 50 דקות, אכן, נובע משימוש בנתונים הישנים שהביא הרמב"ם לליל ג' בניסן ד'תתקל"ח. לשם השוואה, רשמנו לקמן את הנתונים של זמן העיקר המתקבל מהחישוב על פי הרמב"ם, ולעומתם את אלה שלקח החזון שמים ישר מן האסטרונומיה המודרנית (אשר הביאו לתוצאה של 5 דקות בלבד ביחס למולד האמיתי הידוע כיום), ושתי קבוצות הנתונים הן עבור ליל א' בתשרי ה'תשנ"ג.

ממדידות כיום	על סמך הרמב"ם	
186.6873	187.2501	מקום אמצע השמש
102.8291	99.1278	נקודת הגובה
196.71	197.6544	אמצע הירח
228.71	225.543	אמצע המסלול

רואים כי קיימים הפרשים משמעותיים כדלקמן:

- א. אמצע השמש, על פי הרמב"ם, הוא גדול בכחצי מעלה מזה של המדידות כיום.
- ב. גובה השמש, על פי הרמב"ם, הוא קטן יותר ביותר מ 3.5 מעלות מהמדידות כיום.
- ג. אמצע הירח הוא, על פי הרמב"ם, גדול יותר בכמעט מעלה אחת מהמדידות כיום.
- ד. אמצע המסלול, על פי הרמב"ם, הוא קטן יותר ביותר משלוש מעלות מהמדידות כיום.

נעיר כי, הסיבה לסטיות הנ"ל, אינה נובעת רק מהדיוק של מכשירי המדידה שהיו בזמנם, אלא, יתכן גם שבמשך השנים הרבות עד לימינו, הלכו והצטברו תופעות אסטרונומיות מזעריות ביותר, אשר הגיעו לכדי גדלים משמעותיים, כך שגם אלה בודאי תרמו לסטיות הנ"ל.

בסיכום, כאשר השתמשנו בנתונים הבסיסיים של הרמב"ם של ליל ג' בניסן ד'תתקל"ח, וחישבנו נתונים אלה עד לליל א' בתשרי ה'תשנ"ג, דהיינו לאחר 297,490 יום, אז קבלנו שהמולד האמיתי של חודש תמוז ה'תשנ"ג היה בשעה 3:04 לפנות

בוקר. לעומת זאת, החישוב של המולד האמיתי של האסטרונומים כיום הוא בשעה 3:53 לפנות בוקר, כלומר, הפרש של כחמישים דקות. לעומת זה, אם נסתמך על נתונים מודרניים של זמן העיקר בליל א' בתשרי ה'תשנ"ג, ולא על סמך הנתונים של זמן העיקר של הרמב"ם, אז חישוב המולד האמיתי, על פי שיטת הרמב"ם, הוא בשעה 3:58 בבוקר, כלומר, הפרש של 5 דקות בלבד.

המסקנה היא כי, אמנם ניתן להשתמש בשיטות החישוב של הקדמונים כפי שתיאר אותן הרמב"ם, אבל, אם אנו מעוניינים לקבל תוצאת מדויקת יותר של מולדות אמיתיים בזמנינו, עלינו להשתמש בנתוני זמן עיקר חדישים יותר, כפי שהבאנו לעיל לשנת ה'תשנ"ג, ואולי גם לדייק יותר בנתוני הטבלאות. בכל אופן, אנו השוינו רק מקרה אחד בלבד, במקרה של המולד האמיתי של חודש תמוז ה'תשנ"ג. יתכן מאד שחישובים של מולדות אמיתיים נוספים יתנו הפרשים אחרים. לכן, דרושה חקירה מעמיקה יותר, בכדי לקבוע בדיוק, עד היכן מגיעים ההפרשים של התוצאות על פי השיטה שמביא הרמב"ם, לעומת החישובים כיום.

אבל, מאידך, טעות תהיה לחשוב, כי הנתונים הבסיסיים של הרמב"ם וכן כל טבלאותיו ושיטותיו, היו בודאי נכונים כולם לתקופתו הוא, וכי דרושים רק כמה שינויים בנתונים של זמן העיקר, כפי שנעשה בספר חזון שמים. האמת היא, שאין הדבר כך.

כי, כזכור, כבר השוינו לעיל את המולדות האמיתיים עבור החודשים ניסן ואייר, בזמנו של הרמב"ם, בשנת ד'תתקל"ח, אשר חושבו אך ורק על פי שיטתו של הרמב"ם, ותנאי העיקר שלו, עם המולדות האמיתיים שחושבו בדרכים החדישות, וראינו כי גם שם המולדות על פי הרמב"ם הם כחצי שעה מוקדמים יותר מהחישובים המודרניים. סטיות גדולות בקביעת המולדות האמיתיים, מעידה גם על החולשה של חישוב הקיצים התיאורטיים לקביעת הראיה (ראה פרק י"ז), מול הראיה של העדים במציאות בפועל.

המסקנה היא, שאפילו בזמנו של הרמב"ם, החישוב של המולד האמיתי בשיטה שהיתה מקובלת על הקדמונים, גם היא לא היתה מדויקת דיה, בהשוואה לידיעות כיום, והיא הביאה למולדות מוקדמים יותר בכחצי שעה.

בכל מקרה, נעיר כי הרמב"ם, על פי דבריו בהלכה כ"ד בפרק י"ז, למד (כמו כל הראשונים שעסקו בקידוש החודש), את שיטות החישוב מחכמי יון, קרי, מספריו של האסטרונום היווני בטלמיאוס (מתורגמים לערבית), אשר גם הוא, כמו חכמי היוונים שלפניו, אשר לפי תורם, גם הם קבלו את ידיעותיהם מחכמי הבבלים, והוסיפו עליהם רבות, וגם הבבליים, למדו גם הם משם ועבר בני נח (ראה ספר צבא השמים חלק ד' פרק י"ח), וגם הוסיפו עליהם. יתר על כן, עד כמה שידוע לנו, להרמב"ם לא היתה יד ורגל במדידות אסטרונומיות, וכל הנתונים שהביא, היו ממדידות של האסטרונומים בזמנו. לכן, כל מה שהוצג בחשבונות שבפרקים אלה של קידוש החודש, משקפים את הידע של הקדמונים בנושא זה. הרמב"ם ציין בספרו מורה נבוכים, כי הוא למד עם מספר אסטרונומים ערביים בתקופתו. אשר להרמב"ם עצמו, כפי שכבר העירו חכמי אומות העולם בימינו, גדולתו באסטרונומיה היתה בכך, שהוא לקח נושא קשה ביותר, ופישט אותו, והוסיף בו עוד כמה דברים חשובים משלו, עד שנעשה בר השגה, לכל מי שבאמת חשקה נפשו בכך.

## פרק שישה עשר

### הקדמה

#### א. תנועת הירח על הגלגל הגדול

עד עתה, למדנו על התנועה האורכית של השמש והירח על גלגל המזלות, דהיינו, כיצד משנים השמש והירח את מקומם לאורך גלגל המזלות.

אבל, ראינו כבר בתחילת פרק י"ד, כי הגלגל הגדול של הירח, אינו מונח ממש במשטח של גלגל המזלות, אלא, הוא נוטה ביחס אליו באלכסון, בזווית של כ 5 מעלות (תמונה 1). תמונה 2 מראה באופן סכימטי את מסלול הירח החודשי כולו, ביחס לגלגל המזלות, כפי שהוא נראה ממבט, לא של צופה על כדור הארץ, אלא ממבט של צופה הנמצא מחוץ למערכת כולה. רואים כי המשטח של גלגל הירח הגדול נוטה בשיפוע של כ 5 מעלות ביחס לגלגל המזלות.

כזכור, לאורך הגלגל הגדול הזה, נע מרכזו של הגלגל הקטן. תמונה 2 מראה במפורט הגדלה חלקית של תמונה 2א. תוך כדי סיבובו של הירח סביב מרכז הגלגל הקטן ב', הוא נמצא מעל או מתחת לגלגל הגדול של הירח. לכן, כאשר הוא נמצא בנקודה ג', על החצי העליון של הגלגל הקטן, הוא יהיה בגובה ג"ז מגלגל המזלות. לעומת זה, כאשר יימצא הירח בנקודה ד', הנמצאת על החצי התחתון של הגלגל הקטן, יהיה גובהו רק ו"ח בלבד, היינו, בגובה קטן יותר מהגובה ה"ז. אבל, כפי שהבהרנו כבר בהרחבה רבה, בתחילת פרק י"ד לעיל (בין הסברנו על הגלגל השלישי לבין הגלגל הרביעי), כי הגלגל הקטן הוא גלגל וירטואלי בלבד, שכל תפקידו הוא להוסיף או לחסר באופן מחזורי מעט למהלכו היומי של הירח לאורך הגלגל הגדול, אבל, אין לגלגל הקטן כל גובה ממשי שיש להוסיפו או לחסרו מתחתיו או מעליו של מקום הירח, כפי שהוא נראה לעדים בפועל בשמים על הגלגל הגדול.

לכן, בכל דיוננו בפרק זה, כאשר אנו דנים בגובהו של הירח מעל גלגל המזלות, נביא בחשבון רק את גובהו הממשי ב"ט של המרכז ב' של הגלגל הקטן בלבד, שהוא הממשות היחידה מבין כל תכונותיו הוירטואליות של גלגל זה, כגון קוטרו, שניתן אמנם לחשבו, אבל אין בו ממשות, לצורך הראיה של העדים. כלומר, גובהו של הירח מעל גלגל המזלות אינו כולל את גובהו הוירטואלי של המעגל הקטן, אלא, אך ורק את הגובה הממשי של כל נקודה ונקודה הנמצאת על הגלגל הגדול עצמו בלבד, שניתן לצפות בה בפועל את גובהה מעל גלגל המזלות, כמו בתמונה 1 לעיל, כי העדים רואים בפועל רק את הירח הנמצא על הגלגל הגדול, והגלגל הקטן הוא וירטואלי, ולכן, הוא אינו מוסיף או גורע דבר ממשי מהגובה של הנקודה ב', כי בכל נקודה ונקודה על הגלגל הקטן, אין גובהה ממשי, אלא, הגובה של מרכז הגלגל הקטן ב' בלבד.

נזכיר כי הגלגל הקטן נקרא גם בשם "גלגל המעגל" ע"י המפרש בפרק י"ד, וגם "מעגל הירח" ע"י הרמב"ם, בפרק י"ז).

כזכור, הירח משלים סיבוב שלם, במסלולו סביב הגלגל הגדול שלו, תוך חודש ימים. תוך כדי כך, חוצה הירח את גלגל המזלות בשתי נקודות התלי א' ו ג' (תמונה 2א). לכן, רק בשתי הנקודות האלו בלבד, יכול הירח להמצא גם על גלגל המזלות ממש, וגם על

הגלגל הגדול. לכן, בכל שאר הנקודות שעל הגלגל הגדול, הירח נמצא מעל או מתחת לגלגל המזלות, דהיינו, לצפונה או לדרומו של גלגל המזלות. יתר על כן, כאשר הירח חוצה את גלגל המזלות בנקודה א', רואים כי הוא "מטפס" ועולה לכוון צפון, בשעה שבנקודה ג', הוא יורד דרומה.

כזכור, מהלך הירח היומי על פני הגלגל הגדול, שתיארנו כבר בפרק י"ד, לא היה המהלך היומי של גוף הירח ממש על הגלגל הגדול של הירח, אלא, זה היה המהלך של נקודת ההשלכה שלו, דהיינו, ההשלכה היורדת מהגלגל הגדול של הירח, עד שהיא מגיעה למישור המזלות עצמו. כלומר, המהלך היומי אינו בכוון האלכסוני של הגלגל הגדול, אלא, הוא של נקודת ההשלכה הזו, הנעה על פני המישטח של גלגל המזלות עצמו. כך גם כל המהלכים של כל ארבעת הגלגלים הם רק ההשלכות של התנועות האלו. למשל, המהלך היומי של ירח על הגלגל הגדול שהבאנו שם, שהוא 10' 13 מעלות ביום, אינו המהלך היומי של גוף הירח על הגלגל הגדול ממש, אלא, זהו ההשלכה של התנועה של הגלגל הגדול, על פני גלגל המזלות, כלומר, זוהי ההשלכה של מרכז הגלגל הקטן ש', ונקודת ההשלכה הזו נמצאת ממש על גלגל המזלות, ולא על פני הגלגל הגדול עצמו, הנוטה באלכסון, כמו בתמונה 2א. גם נזכיר כי המושג "המקום האמיתי של הירח", אינו "אמיתי" באמת, אלא, הוא מקום נקודת ההשלכה של מרכז הגלגל הקטן של הירח ש', על גלגל המזלות.

לכן, בנקודה א' שבתמונה 2א, כאשר הירח מתחיל "לטפס ולעלות" צפונה לגלגל המזלות, כשהוא נע לאורך הגלגל הגדול שלו, אז הגובה ב"ד, דהיינו, הגובה של הירח בנקודה ב' מעל גלגל המזלות, הולך וגדל. כלומר, בגלל שהירח נע על פני הגלגל הגדול הנוטה באלכסון כלפי גלגל המזלות, לכן, תוך כדי סיבובו, משנה מעגל הירח את גובהו ב"ד, מעל או מתחת לגלגל המזלות. שים לב, כי גובהו של הירח אינו נמצא תמיד מעל לגלגל המזלות, אלא, כאשר מגיע הירח לנקודה ג', הוא מתחיל לרדת מתחת לגלגל המזלות. למשל, כאשר הוא נמצא בנקודה ת', הוא נמצא מתחת לגלגל המזלות, ורוחבו, דהיינו, "עומקו" מתחת לגלגל המזלות, הוא ש"ת. במשך חצי חודש נמצא הירח מעל לגלגל המזלות, למשל, לצפונה של גלגל המזלות, ובחצי השני של החודש, הוא נמצא מתחתיו, דהיינו לדרומו של גלגל המזלות. כל זה ניתן לראות בפועל בשמים כמו בתמונה 1 לעיל, בה רואים את השמים כפי שהם נראים לצופה על כדור הארץ, והירח נע על פני הגלגל הגדול, אשר חציו נמצא מימין לגלגל המזלות, והחצי השני - שמאלה ממנו, היינו, צפונה או דרומה מגלגל המזלות. אבל, תמונה 2א היא מנקודת מבט הנמצאת מחוץ למערכת כולה, וגלגל המזלות משורטט בכוון אופקי, וגלגל הירח נוטה אליו בכ 5 מעלות, ולכן, הכוונים ימינה או שמאלה הם צפון ודרום.

אכן, במשך רובו של החודש, מהלכו של גוף הירח על פני הגלגל הגדול, נמצא מתחת או מעל לגלגל המזלות. אבל, בכל חודש, הירח חוצה פעמיים את השטח של גלגל המזלות. שתי נקודות החציה האלו מסומנות באותיות א"ג (תמונה 2א). בשני המצבים המיוחדים האלה, נמצא הירח הן על גלגל המזלות, והן על הגלגל הגדול שלו, שהרי שתי הנקודות א"ג נמצאות בעצמן על שני גלגלים אלה (כי הן נמצאות על קו התלי א"ג, שהוא קו חיתוך המשותף, הן למישטח גלגל הירח, והן למישטח גלגל המזלות, ולכן, כל נקודותיו של הקו א"ג, הן משותפות לשני המישטחים, הן של הגלגל הגדול של הירח, והן של גלגל המזלות).

תמונה 2ג מראה ציור מפורט יותר של הגלגלים: הצופה נמצא על כדור הארץ בנקודה ע'. שתי נקודות התלי מסומנות כאן באותיות ז"ר (ראשי תיבות של המילים ראש וזנב של נחש בריח). השמש נעה בגלגלה על רקע גלגל המזלות, והגלגל הגדול של הירח נוטה באלכסון בכ 5 מעלות ביחס למישטח גלגל המזלות (הגודל של גלגל הירח הוא מוגזם בתמונה זו). כאשר גוף הירח עצמו מטפס ועולה מתחת לגלגל המזלות לעבר

הצד השני שמעליו, הוא עובר בהכרח דרך נקודת התלי ר'. אם באותו הזמן בדיוק, גם השמש נמצאת על גלגל המזלות, בנקודה ש', הנמצאת על המשך הקו המחבר את הנקודות ז"ר, ואז כדור הארץ, גוף הירח, והשמש, נמצאים שלושתם על קו ישר אחד זר"ש, (ראה תמונה 2ד), אז הירח מסתיר את אור השמש מלהגיע אל הצופה על כדור הארץ בנקודה ע', ואז חל מה שמכנים בשם "ליקוי חמה". כעבור חצי חודש, כאשר גוף הירח יורד מהצד הצפוני של גלגל המזלות לעבר צידו הדרומי, אז עובר הירח בהכרח דרך נקודת התלי השניה ז', ואז יסתיר כדור הארץ ע' את אור השמש, והצופה לא יראה את הירח, ואז חל מה שמכנים בשם "ליקוי ירח".

### ב. הסיבוב של קו התלי ומשטח גלגל הירח

כאמור, כאשר חל ליקוי חמה מלא, כלומר, כאשר החמה מכוסה לחלוטין על ידי הירח, למשך מספר דקות, ניתן לראות את הכוכבים ברקיע, כי אז השמים חשוכים כמו בלילה. לכן, בכל ליקוי חמה מלא, ניתן להבחין ברקע כוכבים, ובאיזה מזל היתה החמה כאשר לקתה, ואף באיזה מקום על גלגל המזלות עמדו בדיוק השמש והירח. המשך הקו זר"ש עד לגלגל המזלות, פוגע במקום מסוים ש'1 על גלגל המזלות (תמונה 2ג).

הקדמונים שמו לב, כי ליקויי החמה אינם חלים תמיד באותו רקע של המזלות בשמים, אלא, רקע זה שונה מליקוי לליקוי. אבל, בכל זאת, הם ראו, שכל הליקויים חוזרים במחזוריות בזה אחר זה, באותם המקומות ש'1 שהיו קודם על גלגל המזלות, באותו הסדר, במחזור של כ 18 שנה. מחזור זה של הליקויים הוא הסיבוב של גלגל נחש בריח, על שם הנחש בריח עצמו, המונח, כזכור, לאורכו של קו התלי ז"ר, על מישטח גלגל המזלות עצמו, כפי שראינו בפרק י"ד. הסיבוב של קו התלי ז"ר הוא סביב הנקודה ע' הנמצאת על אמצעו. כלומר, שתי הנקודות ז"ר סובבות כל אחת סביב הנקודה ע' (ראה שרטוטים של גלגל נחש בריח, בהקדמתנו על דברי המפרש בענין הגלגל הרביעי בפרק י"ד). מחזור זה נקרא בשם "מחזור הסָארוס" (מילה מלשון הודיים).

המשמעות היא, שכוונו של קו התלי ז"ר על גלגל המזלות, סובב בהדרגה, ומשלים סיבוב אחד סביב הנקודה ע' בכל כ 18 שנה. תמונה 2ה' מדגימה שלושה מצבים שונים של קו התלי ז"ר, מנקודת מבט מלמעלה על כל המערכת, אשר חלים בהם שלושה ליקויים. הליקויים חוזרים על עצמם על פני גלגל המזלות, כי אז מתקבצים שוב ושוב השמש והירח בנקודות ש'1 שונות, אחת אחרי רעותה, על גלגל המזלות. כלומר, מחזור הסָארוס הוא, שנקודת ההמשך ש' (של קו התלי ז"ר) על גלגל המזלות, חוזרת לאותו מזל כל כ 18 שנה.

התצפיות בנקודות ש' השונות האלו במשך מחזור הסָארוס, היינו, השינוי המחזורי של המקומות ש' של ליקויי החמה על גלגל המזלות, הן הן הבסיס התצפיתי לצרוף גלגל רביעי שמחזורו הוא כ 18 שנה, אשר כינו אותו בשם "גלגל נחש בריח".

אם נחלק את מספר המעלות שיש במעגל, דהיינו 360 מעלות, במספר הימים שיש בשמונה עשרה שנות המחזור, נקבל כי הסיבוב היומי של קו התלי ז"ר על גלגל המזלות סביב הנקודה ע', הוא כשלוש דקות קשת, כפי שהסביר המפרש בראשית פרק י"ד. כלומר, המהלך היומי של הנקודה ש', על רקע גלגל המזלות, הוא כשלוש דקות קשת.

כאמור, קו התלי ר"ז סובב באיטיות רבה במישור גלגל המזלות. משמעות הדבר היא, כי לכל מצב ומצב של קו התלי, כמו בתמונה 2ג, שייך גם בהדרגה גלגל חודשי מסוים

במרחב, היינו, כאשר קו התלי ר"ז סובב את סיבובו האיטי, הוא גם מסובב בהדרגה את גלגל הירח השייך אליו, לכוון אחר בחלל.

כיצד נראית התנועה הזאת של גלגל הירח?

לשם כך, נחזור לתמונה 2א' לעיל: כאשר קו התלי א"ג בתמונה זו, סובב את סיבובו (כמו בתמונה 2ה'), אז החצי העליון של גלגל הירח, העובר דרך הנקודות אבהט"ג בתמונה 2א', נשאר כל הזמן מעל גלגל המזלות, למשך כל מחזור הסארוס. באותה מידה, החצי התחתון של גלגל הירח, העובר דרך הנקודות אות"ג, נשאר כל הזמן מתחת לגלגל המזלות. כך יוצא, כי כל הנקודות של גלגל הירח הנמצאות מעל, היינו, צפונית, לגלגל המזלות, יישארו תמיד מעל, או צפוניות, לגלגל המזלות, ואלו הנמצאות מתחת לגלגל המזלות, היינו, דרומה ממנו, הן תשארנה תמיד מתחת, דרומית, לגלגל המזלות, במשך כל זמן מחזור הסארוס בן ה 18 שנה. במילים אחרות, ניתן גם לומר, כי כאשר הירח נמצא בחצי הגלגל בין נקודת הראש א', לנקודת הזנב ג', היינו, מאפס מעלות על גלגל הירח, בנקודת הראש א', ועד ל 180 מעלות בנקודת הזנב ג', הירח נמצא כל הזמן צפונית לגלגל המזלות, וכאשר הירח נמצא בין הזוויות בין 180 מעלות ל 360 מעלות, אז הוא נמצא דרומית לגלגל המזלות. באותה מידה, נוכל גם לומר, שאותו הכלל חל גם על המקום האמיתי ט' של הירח ביחס לנקודת הראש א' (לקמן "מסלול הרוחב") נמצא בין הזוויות 0 – 180 מעלות, אז הירח נמצא צפונה מגלגל המזלות, ואם הוא בתחום 180 – 360 מעלות, אז הירח הוא דרומי לו.

לתנועה הסיבובית הזו של קו התלי ז"ר סביב אמצעו ע', יש משמעות עקרונית נרחבת, שנפרט אותה יותר בדברי המפרש בהלכה י' בפרק י"ז.

תמונה 2ו' מראה כיצד הסתובב קו התלי שבין שתי הנקודות ר'1, ז'1, חצי סיבוב, והגיע למקום חדש, ר'2, ז'2, לאחר כמחצית מהזמן של מחזור הסארוס היינו, כ 9 שנים. כאמור, לכל אחד מהמצבים של שני קוי תלי אלה, שייך גם גלגל ירח אחד, כפי שמראה התמונה 2ו', המסומנים כ "גלגל ירח 1" וכן "גלגל ירח 2". ראשו של גלגל הירח 1 השייך לקו תלי זה, מסומן באות ק1. גלגל הירח במצב החדש הוא "גלגל ירח 2", וראשו הגיע לנקודה ק2. הנקודה ק1 הגיעה עד לנקודה ק2 באיטיות רבה. גם הנקודות התחתונות ביותר של גלגלי הירח המסומנות באותיות ת', גם הן נוטות ב 5 מעלות ביחס לגלגל המזלות, אלא, שהן נמצאות מתחת לגלגל המזלות. כאמור לעיל, הנקודות ק' נמצאות תמיד צפונית לגלגל המזלות, בשעה שכל הנקודות ת' נמצאות תמיד דרומית לו.

תמונה 2ז' מראה מצב שלישי, שהוא מצב ביניים בין שני המצבים שתוארו לעיל בתמונה 2ו'. בכל שלושת המצבים האלה, הראשים ק' של שלושת גלגלי הירח נמצאים תמיד מעל לגלגל המזלות, וכולם, כזכור, בגובה של כ 5 מעלות בלבד ממנו. כלומר, המישטח של גלגל הירח הוא הסובב סביב הנקודה ע', כשראשו ק' נמצא תמיד מעל לגלגל המזלות, אבל, תוך כדי כך, הוא שומר תמיד גם על נטיתו האלכסונית כלפי גלגל המזלות, והיא כ 5 מעלות, כזכור.

כידוע, גלגל המזלות הוא קבוע, וגם שנים עשר המזלות הם כולם קבועים במקומם (פרט לתזוזה של מעלה אחת בשבעים שנה, שאינה משמעותית להסברנו כאן). אבל, לעומתו, כפי שהראנו לעיל, הגלגל הגדול של הירח אינו קבוע, הוא אמנם שומר על נטיה קבועה של כ 5 מעלות ביחס לגלגל המזלות, אבל, הוא משנה את כוונו בחלל במשך מחזור הסארוס, כפי שהראנו בתמונות 2ז' ו 2ח'. ראה גם תמונה 2ח'.

לעובדה זו יש חשיבות גדולה לקביעת גובהו של הירח מעל לגלגל המזלות. כי תוך כדי סיבובו החודשי על הגלגל הגדול, הגלגל הגדול עצמו סובב ומשנה את כונו בחלל, על ידי סיבובו של קו התלי ר"ז, סביב הנקודה ע' כנ"ל, כפי שנבהיר זאת לקמן.

נסתכל בשתי דוגמאות, המתארות כיצד משפיע כונו של הגלגל הגדול בחלל במחזור הסארוס, על גובהו של הירח, מעל לגלגל המזלות.

תמונה 2ט' היא תמונה 2ו', אלא, שהוספנו בה שלושה מצבים שונים בג"ד, בהם נמצא הירח. מתמונה זו רואים כי כאשר הירח נמצא בנקודה ב', או בנקודה ד', בשתייהן הוא נמצא על "גלגל יוצא 1"; כאשר הוא נמצא בנקודה ג' הוא נמצא על "גלגל יוצא 2". יתר על כן, בחרנו גם ששתי הנקודות ב"ד, בהן נמצא הירח בתמונה 2ט', נמצאות שתייהן אחת מעל השניה, היינו, הגובה של הנקודה ב' הוא א"ב, והגובה של הנקודה ד' הוא א"ד, ושתייהן נמצאות בדיוק מעל לנקודה א' של תחילת מזל טלה (באופן סכימטי). לעומתן, הנקודה השלישית ג' נמצאת מתחת לגלגל המזלות, וגם נמצאת בדיוק מתחת לנקודה א' של תחילת מזל טלה. לכן, הגובה של הירח בנקודה ג' הוא א"ג. רואים מיד כי, אף על פי שבשלושת הנקודות בד"ג הירח נמצא בדיוק בתחילת מזל טלה, מעל או מתחת לאותו המקום א' על גלגל המזלות, בכל זאת, הגובה של הירח שונה בשלושתם: הגובה א"ג של הנקודה ג' הוא דרומי, לעומתו, הגובה א"ב של הנקודה ב' הוא, אמנם, באותו גודל כמו הגובה א"ג של הנקודה ג', אבל, הוא צפוני ולא דרומי; והגובה א"ד של מעגל הירח בנקודה ד' הוא שונה משני הגבהים הקודמים, והוא אמנם צפוני, אבל קטן יותר משניהם.

תמונה 2י' מראה שוב דוגמה דומה לזו שבתמונה 2ט', והנקודה א' היא שוב בתחילת מזל טלה, אלא, שהפעם הירח בנקודה ג' נמצא במקסימום הגובה האפשרי שלו, דהיינו, גובהו א"ג הוא 5 מעלות. לעומתו, גובה מעגל הירח א"ב של הנקודה ב', אף על פי שגם היא נמצאת מעל לתחילת מזל טלה בנקודה א', בכל זאת, גובהו של הירח הוא קטן יותר מהגובה א"ג שבנקודה ג'.

כיון שגלגל הירח סובב בחלל בהדרגה את מחזור הסארוס שלו, לכן, גם הרוחב של הירח ישתנה גם הוא בהדרגה באותה נקודה, ואפילו באותו מזל, על גלגל המזלות. למשל, אם נסתכל בנקודת תחילת מזל טלה א' לעיל, במשך כל מחזור הסארוס כולו, אנו נראה כי רוחב הירח בנקודה זו, ישתנה בהדרגה מרוחב מקסימלי של חמש מעלות (למשל), ואחרי כן, הוא ירד בהדרגה עד לנקודה א' בעצמה, שם רוחבו הוא אפס מעלות, ומשם ימשיך וירד מתחת לנקודה א' יותר ויותר, עד שיגיע ל 5 מעלות במקסימום, דרומה ממנה (מגלגל המזלות). אחרי כן, שוב יעלה בכיוון צפונה, עד שיחזור שוב לרוחב אפס בנקודה א', ומשם ימשיך לעלות צפונה עד לנקודת ההתחלה, ברוחב של חמש מעלות צפונה. כל התהליך הזה יארך, גם הוא, כאורך הזמן של מחזור הסארוס בן ה 18 שנה.

המסקנה היא, שהירח, אפילו שהוא נמצא בנקודה מסוימת במזל מסוים, כמו בנקודה א' לעיל, בכל זאת, גובהו (היינו, רוחבו) מגלגל המזלות אינו קבוע, אלא, הוא משתנה, בגלל הסיבוב של קו התלי, כפי שהסברנו בתמונות 2ט' 2י'. כלשון הרמב"ם בפרק י"ז, הרוחב (הגובה) של מעגל הירח "נילוז", היינו, הוא סוטה מאורחותיו.

כך יוצא, כי הרוחב (הגובה) של הירח מעל או מתחת לגלגל המזלות, שהראנו בתמונה 2א, אינו חוזר על עצמו לאחר כל סיבוב חודשי של הירח, אלא, בגלל שבכל סיבוב וסיבוב פונה גלגל הירח בהדרגה לכיוון אחר, בגלל סיבוב קו התלי, כמו בתמונה 2ז', לכן, רוחב הירח אינו זהה שוב, אפילו באותה נקודה, ובאותו מזל, על גלגל המזלות, כפי שראינו בתמונות 2ט' 2י', היינו, רוחב הירח הוא "נילוז". בכל זאת, כל ערכי

הרוחב של הירח מעל או מתחת לגלגל המזלות, יחזרו כולם שוב לערכים זהים, לאחר שקו התלי ישלים מחזור שלם של הסארוס, היינו, במחזור של כ 18 שנה, כי אז הירח חוזר להסתובב באותו גלגל חודשי, בדיוק כמו בתחילת כל מחזור של הסארוס. אבל, בתוך מחזור הסארוס עצמו, רוחב (גובה) הירח יכול להמצא בכל ערך שהוא, מאפס ועד לחמש מעלות. אחר כתיבת דברים אלה, ראינו שהספר "ישועה בישראל", אכן ציין שגובה הירח יכול להשתנות באותו מקום במזלות, אבל, הוא ציין שרוחב זה יכול לקבל ערך כל שהוא, ולא ציין את גבולותיו של עד חמש מעלות. לכן, ייתכן שהמקור לדבריו הם סיבה אחרת, ולא מחזור הסארוס.

לשינוי זה בגובה הירח קורא הרמב"ם בפרק י"ז בשם "נליזת מעגל הירח", היינו, נליזת מרכזו של מעגל הירח, וכוונתו היא, שעל אותו מקום על גלגל המזלות, יש למעגל הירח, היינו, לגלגל הקטן של הירח, רוחבים שונים, מלשון "נלוזו במעגלותם" (משלי ב', ט"ו) דהיינו, סוטים מאורחותיהם, כביכול, אפילו באותו מזל. כי אם לא היה סיבוב של קו התלי, אז הירח היה חוזר בכל חודש לאותו גובה באותו מזל, אבל העובדה שמישור הגלגל של הירח סובב כולו במרחב, בגלל סיבוב קו התלי, כפי שראינו לעיל, לכן, כאשר יחזור הירח לאותו מקום על גלגלו, הרי המישור כולו של סיבוב גלגל הירח, כבר אז מעט ממצבו הקודם, דבר הגורם לכך, שהגובה שלו מעל אותו מזל ישתנה גם הוא. לקמן נסביר כי "הגובה" של הירח מעל לגלגל המזלות נקרא גם בשם "רוחב" הירח. לכן, המסקנה היא, שהרוחב של מעגל הירח (הגלגל הקטן) מעל לגלגל המזלות, הוא עצמו "נלוז", והכוונה היא, שמעגל הירח משנה את רוחבו באותו מקום על גלגל המזלות. בפרק י"ז נראה כי נליזת זה, מצטרפת, נליזה אחרת, נוספת על נליזה זו של מעגל הירח.

ברור שלא רק שרוחב הירח "נלוז", אלא, גם כל דבר היוצא, או התלוי (אפילו באופן עקיף) ברוחב הירח, גם הוא עצמו יהיה "נלוז".

לדברים הללו תהיה השלכה משמעותית רבה בהלכות י"א בפרק י"ז.

לבסוף נעיר, כי בדברי המפרש להלכה ג' בפרק ט"ו, מזכיר המפרש (בשם בטלמיאוס) גם כן את המושג "נליזת מעגל הירח". אבל, המובן שם הוא שונה לחלוטין מהנ"ל. אמנם, גם כאן בפרק ט"ז מדובר על "נליזה", אלא, שזו נליזה (סטיה) אחרת לגמרי של מעגל הירח, מאשר זו שהזכיר המפרש בפרק ט"ו.

### ג. חישוב גובה הירח

עתה, בכדי לדעת את מקומו האמיתי של הירח, עלינו לחשב לא רק את מקומו, דהיינו, את "מקומו האמיתי" לאורך גלגל המזלות, כפי שחישבנו בשני הפרקים הקודמים, אלא, גם מהו גובהו מעל או מתחת לגלגל המזלות, עבור כל מקום ומקום, שהוא נמצא בו על הגלגל הגדול שלו. גובה זה דרוש לנו לחישוב זמן הראיה האפשרי של הירח, כפי שנראה זאת בפרק י"ז. כיון שהירח יכול להימצא מעל או מתחת לגלגל המזלות, כמו בתמונה 2א, לכן, גובהו משתנה עם הזמן משני הצדדים של גלגל המזלות. ברור כי הגובה שלו בשתי נקודות התלי עצמן ר"ז, הוא אפס.

(נעיר כי אין צורך לחשב את הגובה של השמש מעל לגלגל המזלות, כי השמש נמצאת בדיוק על אמצע רצועת גלגל המזלות, שהרי תנועתה עצמה היא המגדירה את אמצע רצועת גלגל המזלות עצמו לאורכו, ולכן, רוחבה של השמש הוא תמיד אפס).



למשל, אם הירח נמצא בנקודה ב' (תמונה 3), מצד ימין של הנקודה א', הרי כאשר הירח עולה צפונה, הגובה שלו מעל גלגל המזלות הוא הקטע ב"ה. לעומת זאת, אם הירח נמצא בנקודה ח' משמאל לנקודה א', הרי הגובה שלו הוא הקטע ח"ס.

לתנועת הירח לאורך גלגל המזלות קוראים בשם "התנועה האורכית", ולתנועה שלו לגובה קוראים בשם "התנועה הרוחבית", כי היא ניצבת לתנועה האורכית, כמו במלבן, שהרוחב ניצב לאורך. כלומר, בתמונה 3 הקטע א"ה הוא "לאורך", והקטע ב"ה הוא "לרוחב".

כפי שכבר ראינו בפרק י"ד, לקו התלי א"ג (תמונה 2א) יש תנועה סיבובית איטית וקצובה, בכיוון הפוך לסדר המזלות, והיא היא התנועה של הגלגל הרביעי, המכונה גם בשם "גלגל נחש בריח". כמובן, שמספיק שנציין את הקצב של נקודת הראש בלבד, כי היא מאפיינת את תנועת הגלגל נחש בריח כולו, כפי שמביא הרמב"ם לקמן.

## הלכה א

**העגולה הנראית לנו בשמים, דהיינו, המעגל ששרטטנו בתמונה 1 (והמסומן כ"גלגל הירח" או "הגלגל הגדול"), שסובב בה הירח תמיד בשמים, כפי שהוא נראה לנו בפועל, היא נוטה בשיפוע מעל העגולה שסובבת בה השמש תמיד.** כלומר, המעגל שבו סובב הירח סביב כדור הארץ בשמים, כפי שהוא נראה לעינינו, מסלולו בין הכוכבים בתמונה 1, אינו נמצא ממש במשטח של מישור גלגל המזלות, בו סובבת השמש במשך השנה, אלא, חצייה של עגולת מסלול הירח זו, נוטה לכיוון צפון ביחס לגלגל המזלות, וחצייה נוטה לכיוון דרום (תמונה 1). **ושתי נקודות יש בה, זו כנגד זו (מסומנות באותיות א' ג' בתמונה 2א), שבהן פוגעות שתי העגולות זו בזו.** וכן, לשתי הנקודות האלו קוראים בשם "נקודות התלי". לפיכך, כאשר ינוע הירח במסלולו, כשיהיה הירח במקרה באחת משתיהן, הרי נמצא שהירח סובב, גם בעגולה של השמש, לאורך גלגל המזלות. כלומר, כאשר הירח נמצא באחת משתי נקודות התלי א"ג, הוא מונח גם בגלגל של הירח עצמו וגם כנגד גלגל השמש בשווה, דהיינו, שהירח מונח הן על הגלגל שלו, והן על גלגל המזלות, באותה מידה. **ואם יצא הירח מאחת משתי הנקודות האלו א"ג, נמצא שהירח מְהַלֵךְ לצפון השמש, או לדרומה, כמו בתמונה 2א.**

**הנקודה א' שממנה יתחיל הירח במהלכו לנטות לצפון השמש, שהרי בנקודה א' הירח נמצא גם הוא, כמו השמש, על גלגל המזלות, אבל, אחרי כן, כאשר הוא מתחיל לטפס מעל גלגל השמש, לאורך הגלגל הגדול שלו, כמו בתמונה 2א, אז הוא, בעצם, מתחיל להתרומם מעל גלגל המזלות, ולכן, הוא נמצא לצפון השמש. נקודה א' זו היא הנקראת נקודת ה"ראש", אשר, כזכור בדברי המפרש, בהלכה א' שצינו שם, שם עומד הראש של הנחש בריח, דהיינו, ה"ראש" של הנחש בריח הוא נקודת התלי אשר דרכה עובר הירח מחציו הדרומי של הגלגל הגדול שלו, לעבר חציו הצפוני.**

**והנקודה ג' שממנה יתחיל הירח לנטות לדרום השמש, היא הנקראת נקודת ה"זנב" של הנחש בריח.**

**ומהלך שווה יש לזה הראש, כלומר, נקודת הראש נעה במהלך קבוע שאינו משתנה, שאין בו לא תוספת ולא גרעון, והוא הולך במזלות אחורנית, דהיינו, בכיוון הפוך לסדר המזלות, מטלה לדגים, לדלי, וכן הוא סובב תמיד, גלגל נחש בריח זה.**

## המפרש להלכה א

העגולה שסובבת בה הירח תמיד וכו'

זו העגולה שציינ הרמב"ם היא חגורת גלגל הירח (המפרש נוקט עתה במונח "חגורת הירח", שהיא הגלגל הגדול של הירח), לפי שכבר אמרנו (ראה הלכה א' במפרש בפרק י"ד), שיש לירח ד' גלגלים: הגלגל הראשון הוא גלגל נחש בריח, והגלגל הב' הוא הגלגל הנוטה, והמרכז של שניהם, דהיינו, מוצקס, הוא גם מוצק הארץ. והגלגל הג' נקרא גלגל היוצא (והוא "חגורת הירח"), כלומר, שמוצקו יוצא מחוץ למוצק הארץ. והגלגל הרביעי הוא גלגל המעגל, דהיינו, הגלגל הקטן, או הגלגל המקיף, או מעגל הירח.

וזו "העגולה" שזכרה הרמב"ם בהלכה א' לעיל, הנה היא עגולת גלגל היוצא, שהרי אין מוצק גלגל המעגל המסומן באות ש', וגם לא מוצק הירח, דהיינו, מרכז גוף הירח עצמו, שניהם אינם זזין מעליה, כלומר, מעל פני המשטח של הגלגל הגדול, דהיינו, שהן הגלגל הקטן כולו, וכן מרכז גוף הירח עצמו, מונחים תמיד במישור של הסיבוב של הגלגל הגדול. ולעומת זה, הגלגל הגדול עצמו, והיא הנוטה בזווית מעל עגולת נחש בריח המדומה, הנמצא, כפי שכבר ראינו בפרקים י"ד וט"ו, בחגורת המזלות, וכן ראינו כבר כי חציה (של חגורת הגלגל הגדול) נוטה לצפון, וחציה לדרום ביחס לגלגל המזלות (תמונה 1). לפי שחגורת גלגל נחש בריח נמצאת תחת חגורת המזלות בשוה, כלומר היא נמצאת ממש על אמצע גלגל המזלות.

ונניח חגורת המזלות היא עגולת אמג"ד (תמונה 2א'), וחגורת הגלגל הגדול השמימית, הנקרא גם בשם הגלגל הנוטה מסומנת באותיות אהג"ז. ושתי נקודות הפגיעה הן א"ג, ונקודת ה' היא סוף נטיית הירח בצפון, ונקודת ז' היא סוף נטייתו בדרום. וכשהיה הירח באחת משתי נקודות א"ג, יהיה מוצק המעגל, דהיינו, המרכז ש' של הגלגל הקטן, על גלגל המזלות, ואע"פ שהוא נמצא גם על חגורת הנוטה, לפי ששתי הנקודות א"ג משותפות לשתי העגולות יחד, היינו, גלגל הירח וגלגל המזלות, וזו היא צורתו {ציור מ"ג} (תמונה 4), והיא אותה תמונה 2א', אלא, במבט מלמעלה על גלגל המזלות והגלגל הגדול.

הנקודה שממנה יתחיל וכו'

בזה המשל הוא נקודת א' (תמונה 4), והירח יסוב מנקודת א', (הנקראת בשם "ראש"), עד נקודת ה', שהיא סוף נטייתו בצפון, ויסוב עד נקודת ג'. והנקודה השניה נקראת "זנב", והיא נקודת ג', וממנה יתחיל הירח לנטות לדרום כנגד נקודת ז', והוא סוף נטייתו בדרום (כזכור בפרק י"ד), הראש והזנב הם כינויים לראש ולזנב של גלגל נחש בריח).

שים לב, כי לא רק שהירח נע משני צדיה של נקודת הראש א' במהלכו החודשי, אלא, שנקודת הראש א' עצמה (הנמצאת בקצה אחד של קו התלי שראינו בתמונה 2א'), שהירח נע ביחס אליה, גם היא נעה בקצב משלה, של 11' 3" ביום, שהרי היא "הראש" של גלגל נחש בריח, שציינו כבר בפרק י"ד. כדברי המפרש, והוא הולך, דהיינו, נקודת הראש, במזלות אחורנית. אלה הם דברי הרמב"ם, והמפרש מסביר, לפי שגלגל נחש בריח, מהלכו על היפך סדר המזלות, וענין "מהלכו על היפך סדר המזלות", הוא פירושו "אחורנית", אצל הרמב"ם. וזה השיעור מן התנועה היא תנועתו, כלומר, זה הקצב של המהלך של נקודת הראש א', הוא גם הקצב של המהלך של גלגל נחש בריח.

המשך דברי המפרש שייכים להלכה ב' לקמן.

## הלכה ב

מהלך הראש האמצעי (הממוצע) ביום אחד, כלומר, המהלך של אמצע הראש א' בתמונה 2א, הוא שלושה חלקים ואחת עשרה שניות ("11' 3").

נמצא מהלכו בעשרה ימים, אחד ושלושים חלקים ושבע וארבעים שניות.

ונמצא מהלכו במאה יום, חמש מעלות, ושבעה עשר חלקים, ושלוש וארבעים שניות. סימנם ה' י"ז מ"ג.

ונמצא מהלכו באלף יום, שתיים וחמישים מעלות, ושבעה וחמישים חלקים, ועשר שניות. סימנם נ"ב נ"ז י'.

ונמצא שארית מהלכו בעשרת אלפים יום, מאה ותשע ושישים מעלות, ואחד ושלושים חלקים, וארבעים שניות. סימנם קס"ט ל"א מ'.

ונמצא מהלכו לתשעה ועשרים יום, מעלה אחת, ושנים ושלושים חלקים, ותשע שניות. סימנם א' ל"ב ט'.

ונמצא מהלכו לשנה סדורה, שמונה עשרה מעלות, וארבעה וארבעים חלקים, ושתיים וארבעים שניות. סימנם י"ח מ"ד מ"ב.

ואמצע הראש בתחילת ליל חמישי, ג' בניסן ה'תתקל"ח, שהוא העיקר, היה מאה ושמונים מעלות, ושבעה וחמישים חלקים, ושמונה ועשרים שניות. סימנם ק"פ נ"ז כ"ח ("28' 57' 180).

הלוח הבא מסכם את מהלך הראש האמצעי על פי מספר הימים:

ימים	מהלך הראש האמצעי
1	03' 11" מעלות
10	0 31' 47"
29	1 32' 09"
100	5 17' 43"
354	18 44' 42"
1000	52 57' 10"
10000	169 31' 40"

הערכים בטבלה זו אינם כפולות של המהלך היומי, דהיינו, של "11' 03' מעלות. אכן, אם נכפול את המהלך היומי הזה ב 10, 100, 1000, 10000, נקבל תוצאות שונות מאלו של הרמב"ם שבטבלה לעיל, כדלקמן:

תוצאות הכפל	הרמב"ם	
0 3' 11"	0 3' 11"	1 יום
0 31' 50"	0 31' 47"	10 יום
5 18' 20"	5 17' 43"	100
53 3' 20"	52 57' 40"	1000
170 33' 20"	169 31' 10"	10000

ניכר שיש הפרשים ביניהם.

נויגבאואר שם לב להפרשים אלה (ראה מאמרו "האסטרונומיה של הרמב"ם ומקורותיה" עמ' 341, The Astronomy of Maimonides and its sources), ומצא כי יתכן שהרמב"ם לקח את שלושת הערכים של 1, 10, 29 יום, ישירות מהטבלה של אלבתאני, וכן גם הערך של 354 יום, דהיינו, "42' 44' 18. אבל, שאר הערכים שבטבלה של הרמב"ם, אכן, תואמים זה לזה, אבל, אינם נובעים מהמשך הטבלה של אלבתאני, כדלקמן.

אם נקח את הערך המדויק של המהלך היומי של אלבתאני, שהוא "24' 37' 10" 0 3' (אשר עיגולו הוא, אכן, "11' 3' 0, וביטויו העשרוני המדויק הוא 0.052950926 מעלה), המהווה גם את הבסיס לטבלה של אלבתאני, נקבל שהערך של 100 יום הוא "42.33' 17' 5 מעלות, בשעה שהתוצאה של הרמב"ם, היא "43' 17' 5. נראה כי היה מן הראוי לעגל את ה "42.33' ל "42, ולא ל "43.

אשר לשני הערכים של 1000 ו 10000, יתכן שהרמב"ם פשוט כפל ב 10 וב 100 את הערך של 100 של אלבתאני.

לעומת זה, אם נכפול את המהלך היומי המדויק של אלבתאני, שהזכרנו לעיל, דהיינו, 0.052950923, ב 1000, נקבל "3' 57' 52, וב 10000, נקבל "33' 30' 169. הטבלה הבאה מציגה את התוצאות:

ימים	הרמב"ם	אלבתאני	הפרש
1000	52 57' 40"	52 57' 3"	37"
10000	169 31' 10"	169 30' 33"	37"

גם כאן ניכרים הפרשים, אמנם קטנים. יתכן, כדברי הרמב"ם, שהפרשים אלה אינם משמעותיים, לגבי החישוב של שעת הראיה.

## המפרש להלכה ב

**וכשנקבץ תנועתו** של נקודת הראש, כלומר, כשנקבץ את המהלך של כל הימים שעברו מאז שקבע הרמב"ם את העיקר שלו, ועד לעיקר שקבע המפרש, כפי שקבע בסוף הלכה ט"ז בפרק י"א, כלומר, שנספור בתחילה את ההפרש **בימים שבין שני העיקרים** האלה, וכבר מצאנו שם, כי חלפו ביניהם נ"ט אלף ותקל"ג יום (59,533 יום). עתה, כשנכפול את המהלך של הראש, במספר הימים הזה שחלף בין שני העיקרים הנ"ל, נקבל את המהלך שלו, מאז יום העיקר של הרמב"ם, ועד ליום העיקר של המפרש. לצורך כפל זה, המפרש השתמש בטבלה של הרמב"ם, באופן הבא:

כיון שמספר הימים 59,533 מורכב מ:

$$\begin{array}{r}
 5 \times 10,000 + \\
 9 \times 1000 + \\
 5 \times 100 + \\
 3 \times 10 + \\
 3 + \\
 \hline
 = 59,533 \text{ יום}
 \end{array}$$

לכן, בכדי לקבל את המהלך של נקודת הראש לאחר 59,533 יום, נכפול כל אחד ממרכיביו אלה, במהלך שלו, בעזרת הטבלה של הרמב"ם, כדלקמן:

$$\begin{array}{r}
 5 \times (169 \text{ } 31' \text{ } 40'') = 847 \text{ } 38' \text{ } 20'' + \\
 9 \times (52 \text{ } 57' \text{ } 10'') = 476 \text{ } 34' \text{ } 30'' + \\
 5 \times (5 \text{ } 17' \text{ } 43'') = 26 \text{ } 28' \text{ } 35'' + \\
 3 \times (0 \text{ } 31' \text{ } 47'') = 1 \text{ } 35' \text{ } 21'' + \\
 3 \times (0 \text{ } 3' \text{ } 11'') = 0 \text{ } 9' \text{ } 33'' + \\
 \hline
 = 272 \text{ } 26' \text{ } 19''
 \end{array}$$

כלשון המפרש, הכפל יהיה **רע"ב מעלות, וכ"ו חלקים, וי"ט שניים** (19' 26' 272 מעלות, כדלעיל. נעיר, כי בשיטה זו קיים ערבוב של דיוקים, כפי שציין נויגבאואר.

אם נקח את המהלך היומי המדויק של אלבתאני, דהיינו, 0.052950926 מעלה ביום, ונכפול אותו ב 59,533 יום, נקבל 19' 39" 272 מעלות. גם תוצאה זו אינה זהה בדיוק לתוצאה של המפרש, בכשבע דקות קשת.

**נוסיף עליו את המקום בה היתה נקודת הראש בזמן העיקר שזכר הרמב"ם ז"ל, והוא בזוית של ק"פ נ"ז כ"ח, יצא לנו מקומו של הראש בזמן העיקר של המפרש, שהיה בליל ג' בשבוע, שיומו א' לחדש ניסן, שנה ט' ממחזור רס"ט, ב צ"ג כ"ג מ"ז (47' 23' 93), וזהו הנקרא "אמצע הראש" בזמן העיקר של המפרש.**

**נגרע זה האמצע מש"ס (הסיבה לכך תבואר מיד בהמשך), ישאר לנו, רס"ו מעלות, ול"ו חלקים, וי"ג שניים** (או 13' 36' 266 מעלות, והיא התוצאה הנכונה, אם כי בכתב יד פאריס, מצאנו 13' 46' 266), וזהו **"מקום הראש האמיתי"**, כלומר, כאשר הוא נמדד בכיוון "האמיתי", דהיינו, בסדר הרגיל של המזלות, כפי שנסביר לקמן, **והיא בכ"ז מעלות ממזל קשת** (ליתר דיוק, 13' 36' 26 מעלות ממזל קשת, והמפרש עיגל כאן ל 27 מעלות). ונקודת **הזנב כנגדו**, דהיינו, 180 מעלות ממנו, תהיה **בכ"ז מעלות ממזל תאומים**.

**ואם תאמר, ולמה נגרע מקום הראש מש"ס מעלות, כפי שעשינו לעיל? ולא עשינו זאת, כמו שעשינו במקום השמש והירח וזולתם?! התשובה היא, לפי שהראש מהלכו על היפך סדר המזלות, לפיכך, נגרע, עד שנשוב אחורנית, וזהו מקומו "האמיתי", כדברי המפרש, דהיינו, זהו מקומו על פי סדר המזלות הרגיל. מהו הפירוש המעשי?**

כלומר, אנו סופרים תמיד את כל הזוויות על פי סדר המזלות, מתחילת מזל טלה למזל שור, ומשור לתאומים וכו', דהיינו, שכל זווית הולכת וגדלה בכוון סדר המזלות. למשל, כאשר אנו אומרים כי השמש נמצאת ב 45 מעלות מתחילת טלה, הסדר הוא, שאנו סופרים את ה 45 מעלות מתחילת טלה ועד לסופו, וכל טלה הוא 30 מעלות. אחר כך, נמשיך בכוון מטלה לשור, וישארו 15 מעלות בשור. לכן, מקום השמש ב 45 מעלות, פירושו 15 מעלות במזל שור, וזאת בהתאם לסדר המזלות טלה, שור וכו' (ראה תמונה 5א').

אבל, אם נספור את המעלות בכוון הפוך לסדר המזלות שקבענו, כלומר, נספור עתה את המעלות מטלה לדגים, הרי ספירת ה 45 מעלות תהיה שהשמש נמצאת ב 15 מעלות במזל דלי (ראה תמונה 5א'). אבל, זה אינו הסדר הרגיל, כי כאמור, ההסכם הוא, שאנו מודדים תמיד את מספר המעלות, על גלגל המזלות, מטלה לשור וכו', כמו שהסברנו בתחילה.

ראינו לעיל, שגלגל נחש בריח סובב דווקא בכוון הפוך לסדר המזלות, דהיינו, מטלה לדגים וכו'. לכן, אחרי שחישבנו את הזווית של נקודת הראש עד לנקודה שהגיעה במסלולה ההפוך, נצטרך לחשב אחר כך את מקומה על פי סדר המזלות הישר שקבענו.

למשל, נניח שחישבנו שאמצע הראש נמצא ב 30 מעלות, בכוון ההפוך. בתמונה 5ב' סימנו את הנקודה הזו באות א'. היא נמצאת במרחק של 30 מעלות, אמנם מתחילת טלה, אבל, בכוון הפוך לסדר המזלות הרגיל. עתה, אם נרצה לרשום את הזווית של אותה הנקודה א', אבל, על פי סדר המזלות, דהיינו, מתחילת טלה לשור וכו', אז נחסר אותה תמיד מ 360, ונקבל את גודלה על פי סדר המזלות.

$$360 - 30 = 330$$

כלומר, זווית בת 30 מעלות בסדר ההפוך לסדר המזלות, היא בעצם 330 מעלות על פי סדר המזלות, וזהו מקומה "האמיתי" של נקודת הראש, כפי שמכנה אותה המפרש, ופירושה הוא, על פי סדר המזלות.

לכן, ככל שהזווית של נקודת הראש גדלה, כך מקומה על פי סדר המזלות הולך וקטן.

שים לב כי את "אמצע הראש" אנו מחשבים בעזרת הלכה ב', אבל "מקום הראש", הוא, על פי המפרש, "מקום הראש האמיתי", היינו, על פי סדר המזלות, וגם אצל הרמב"ם, הוא נקרא לפעמים בקיצור, "מקום הראש".

באופן מעשי, בכדי לקבל את "מקום הראש", מפחיתים מ 360 מעלות את אמצע "אמצע הראש", כנ"ל.

שים לב כי לשון הרמב"ם, בסוף הלכה ב' היא "ואמצע הראש בתחילת ליל חמישי, שהוא העיקר, היה מאה ושמונים מעלות, ושבעה וחמישים חלקים, ושמונה ועשרים

**שניות** (180 57' 28"). כלומר, הזווית הזו 180 57' 28", כדבריו, היא אמצע הראש, ולא מקום הראש. לכן מקומו של הראש בזמן העיקר הוא, דהיינו, מקומו על פי סדר המזלות:

$$360 - (180 57' 28'') = 179 2' 32''$$

לכן, כאשר אנו באים לחשב את אמצע הראש ביום אחר כל שהוא, עלינו להוסיף את המהלך של אמצע הראש עד לאותו יום, לאמצע הראש עצמו שהיה בזמן העיקר, כדברי הרמב"ם, כי אמצע הראש נתון לנו בכיוון הפוך לסדר המזלות, כמו המהלך עצמו, שגם הוא בכיוון הפוך למזלות, ולכן יש להוסיףם זה לזה. לבסוף, את מקום הירח נוכל לחשב על ידי הפחתה של התוצאה מ 360, כפי שעשינו כנ"ל (ראה גם דוגמת החישוב של הרמב"ם בהלכות ד'-ה' לקמן).

### הלכה ג

**אם תרצה לידע מקום הראש בכל עת שתרצה, תוציא, כלומר, תחשב את מקום אמצעו של הראש לאותו העת, כדרך שתוציא אמצע השמש ואמצע הירח, ותגרע האמצע משלוש מאות ושישים מעלות. והנשאר, הוא מקום הראש באותה העת; כנגדו, לעולם יהיה מקום הזנב, כלומר נקודת הזנב נמצאת 180 מעלות הלאה מנקודת הראש.**

### הלכה ד

**כיצד? הרי שרצינו לידע מקום הראש, לתחילת ליל ערב שבת, שיומו שני לחודש אייר משנה זו ד'תתקל"ח, שהיא שנת העיקר, ומנין הימים הגמורים, דהיינו, מתחילת ליל העיקר, עד תחילת ליל זה, שאנו רוצים לידע מקום הראש בו, תשעה ועשרים יום. המשך החישוב בהלכה הבאה:**

### הלכה ה

לצורך זה, **תוציא (תחשב את) אמצע הראש, לעת הזאת, ליום ב' באייר ד'תתקל"ח, על הדרך שידעת, כלומר, קח ישירות מהטבלה של הרמב"ם, את מהלך אמצע הראש ל 29 יום, שהוא 1 32' 9'' מעלה, ואחרי כן, הוא שתוסיף מהלכו לתשעה ועשרים יום זה שחישבת, על העיקר (180 57' 28''), ראה סוף הלכה ב' לעיל), כלומר,**

$$180 57' 28'' + (1 32' 9'') = 182 29' 37''$$

שים לב כי הרמב"ם לא כפל את המהלך היומי ב 29, שתוצאתה היא (1 32' 19''), אלא, הוא לקח ישירות את המהלך של 29 יום מהטבלה בהלכה ב', דהיינו, (1 32' 9'').

**ייצא לך אמצע הראש, מאה ושתיים ושמונים מעלות, ותשעה ועשרים חלקים, ושבע ושלושים שניות, סימנם קפ"ב כ"ט ל"ז (182 29' 37'') מעלות, תמונה 6).**

עתה מחשב הרמב"ם את מקום הראש:

תגרע אמצע זה משלוש מאות ושישים, ישאר לך מאה ושבע ושבעים מעלות, ושלושים חלקים, ושלוש ועשרים שניות, סימנם קע"ז ל' כ"ג (177 30' 23'') מעלות).

$$360 - 182 29' 37'' = 177 30' 23''$$

זוה הוא "מקום הראש" (ראה תמונה 6). ואל תפנה אל השניות, ותעגל אותו לאפס, כי הוא פחות מחצי חלק. לכן, נמצא מקום הראש, במזל בתולה, בשבע ועשרים מעלות ושלושים חלקים (מעוגל).

ומקום הזנב כנגדו, דהיינו, 180 מעלות לפני 177, כלומר, במזל דגים, בשבע ועשרים מעלות, ושלושים חלקים תמונה 6.

#### הלכה ו

לעולם יהיה בין הראש ובין הזנב, חצי הגלגל בשווה, דהיינו, ההפרש ביניהם הוא תמיד 180 מעלות, לפיכך, כל מזל שתמצא בו מקום הראש, יהיה הזנב במזל שביעי ממנו, בכמו מנין המעלות והחלקים בשווה. למשל, אם יהיה הראש בעשר מעלות במזל פלוני, יהיה הזנב בעשר מעלות ממזל שביעי ממנו (תמונה 7).

#### הלכה ז

ומאחר שתדע מקום הראש, ומקום הזנב, ומקום הירח האמיתי, התבונן בשלושתן: אם מצאת הירח עם הראש, או עם הזנב, כלומר, שהירח עומד בדיוק על נקודת הראש, או על נקודת הזנב (נקודות א"ג בתמונה 2א), במעלה אחת, וחלק אחד, דהיינו, שהמעלות והחלקים של מקום הירח האמיתי, הם בדיוק זהים לאלה של הראש או של הזנב, אז תדע, שאין הירח נוטה, לא לצפון השמש, ולא לדרומה. ואם ראית מקום הירח לפני מקום הראש (ראה במפרש לקמן), והוא הולך כנגד הזנב, תדע שהירח נוטה לצפון השמש. ואם היה הירח לפני מקום הזנב, והרי הוא הולך כנגד הראש, תדע שהירח נוטה לדרום השמש.

#### המפרש להלכה ז

#### ומאחר שתדע מקום הראש כו'

כותב המפרש, חקרנו בזה המשל שהביא הרמב"ם בהלכה זו, והא מפרט יותר את המקרה כדלקמן: כמו הרמב"ם, הוא מניח כי נקודת הראש נמצאת באופן כללי במזל טלה, ולא דווקא בתחילתו, ולכן, במקרה כזה, לא מצינו הירח, דהיינו, שהירח לא יימצא עם הראש בנקודה א' וגם לא עם הזנב בנקודה ז', לפי שכאמור, מקום הירח האמיתי, באופן כללי, הוא במזל טלה, ולא בתחילת טלה, ולכן, מזה ידענו שהירח בצפון המזלות, דהיינו, במזלות הצפוניים, לפי שהוא לפני הראש על פי סדר המזלות, והוא פונה אצל הזנב, דהיינו, לעבר הזנב, בכיוון מטלה לשור ולתאומים, ואע"פ שהזנב פונה לנגדו, מתאומים לשור, דהיינו, שהזנב מתקדם בכיוון הפוך לסדר המזלות.

אבל, תנועתו של הראש היא כבדה, כלומר איטית יותר מתנועת הירח בהרבה. אכן, ניתן להשוות בין תנועת הראש שהיא רק כ' 3' ביום, לבין תנועת הירח על פני הגלגל הגדול שלו (תמונה 8), שהיא כ' 13 מעלות ביום, שהרי גלגל נחש בריח הוא שמימי (על רקע השמים), ורואים גם את תנועת הירח לידו על פני רקע השמים. לפיכך, נראה הירח כאילו הוא המתנועע, ולעומתו, הנקודה של הראש, ברוב איטיותה, כאילו היא קיימת (עומדת במקום), ואין לה כל תנועה, לפיכך, הירח, בזה המשל, הוא ישאר צפוני, דהיינו, בגלל שהתנועה של נקודת הראש היא כל כך איטית, לא יתכן שהיא תעבור בכיוון הפוך ובמהירות, את הירח, וכך הירח יחלוף, כביכול, על פני נקודת הראש, ויעבור לצדו הדרומי.



והתועלת בידיעת רוחב הירח, ואם הוא צפוני או דרומי, הוא כדי לידיע, אם הוא אז לצפון או לדרום מעל גלגל המזלות, כדי לידיע יחס העגולה הנכחית מן האפק. נסביר זאת בהמשך.

### הלכה ח

הנטייה שנוטה הירח לצפון השמש או לדרומה, היא הנקראת בשם "רוחב הירח". ראה תמונה 2א: כאשר הירח נמצא בנקודה ט', אז הקטע ט"י הוא "רוחב הירח" או "גובה הירח" מעל גלגל המזלות. ואם היה נוטה לצפון, נקרא "רוחב צפוני", ואם היה נוטה לדרום, נקרא "רוחב דרומי". ואם היה הירח באחת משתי הנקודות א"ג, לא יהיה לו רוחב, כמו שביארנו. בלשונונו כיום, אנו אומרים כי "רוחב הירח" הוא אפס. אבל, בזמנם, עדיין לא הומצאה ספרת האפס.

כיון שבזמן הראיה של הלבנה החדשה, השמש והירח קרובים מאד זה לזה, לכן, הרוחב של השמש הוא, למעשה, רוחב של הירח מגלגל המזלות, שם נמצאת השמש עצמה.

### הלכה ט

לעולם לא יהיה רוחב הירח יתר על חמש מעלות, בין בצפון ובין בדרום. תמונה 9 מבארת זאת: הצופה נמצא על כדור הארץ ע'. כאשר הירח נמצא בנקודה ד', הרי הרוחב שלו הוא ד"נ. עתה, הצופה מביט מהנקודה ע' לעבר שתי נקודות אלו ד"נ, והוא יכול למדוד את הזווית שביניהן, מנקודת מבטו בנקודה ע'. באותה מידה, כאשר הירח נמצא לאורך כל מסלולו בכל הנקודות בגדהוֹזחטי"ת, הוא רואה גם את הרוחב של הירח בכל מצב ומצב, דהיינו, בתחילה הירח נמצא בנקודת הראש א', אחר כך, הוא עולה בגלגלו, וחולף על פני הנקודות בגדהוֹז"ז, ואז מנקודת מבטו בנקודה ע', הוא רואה את הרוחב הראשון ב"ל, אחר כך את הרוחב ג"מ, ד"נ, ה"ס, ו"ק, ח"פ, ט"צ, י"כ, ת"ש. הוא גם מבחין שהזוויות שבהן הוא רואה את הגבהים האלה, הולכות וגדלות, עד לחמש מעלות, לכל היותר, כלומר, הזווית בע"ל קטנה מהזווית גע"מ, וזו קטנה מזווית דע"נ, שהיא בת 5 מעלות, לכל היותר. כך הירח הולך ומתרחק יותר יותר מגלגל המזלות עד לזווית גובה של 5 מעלות. כלומר, הירח אינו נמצא בגובה שווה מעל גלגל המזלות, ובלשון הרמב"ם, אלא, כך הוא דרכו (ראה תמונה 9): למשל, אם הירח יתחיל את מהלכו מן הראש בנקודה א', ויתרחק ממנו (מקו המזלות לרוחב) מעט מעט, מנקודה א' לנקודה ב' ולנקודה ג', והמרחק ב"ל ואחריו ג"מ ד"נ, הולך ונוסף (יגדל הרוחב) עד שיגיע הירח לנקודה ד', הנמצא בשיא הרוחב ד"נ של הירח מעל גלגל המזלות, דהיינו, לחמש מעלות, ויחזור שוב ויתקרב לקו המזלות מעט מעט, והרוחב ה"ס ילך ויפחת לו"ק, עד שלא יהיה לו רוחב, דהיינו, רוחב אפס, כשיגיע לזנב בנקודה ז', ויחזור שוב ויתרחק מהנקודה ז' מעט מעט לעבר נקודה פ', והמרחק פ"ח הולך ונוסף (וגדל), עד שיגיע לרוחב צ"ט המתאים לחמש מעלות, ויחזור ויתקרב שוב לעבר נקודת הראש א', עד שלא יהיה לו שם רוחב. (ראה גם תמונה 1).

### המפרש להלכה ט

#### לעולם לא יהיה רוחב הירח יתר על ה' מעלות וכו'

ידעו התוכנים זה הענין, בחכמת העיון (חכמת העיון כאן היא חכמת המדידה), בכלים המזומנים (המתאימים) לידיעת זה השיעור של זווית הגובה של הירח, וזולתו מן השיעורים, דהיינו, גם זוויות אחרות שנמדדו באותה שיטה, ומצאו אותו, את רוחב הירח המקסימלי, שהוא ה' מעלות, ואע"פ שיש מי שחלק בזה השיעור, בפחות ויתר.

לפי שיש מי שאמר, שתכלית, דהיינו, קצהו של זה הרוחב, כלומר, גובהו הגדול ביותר מגיע לכדי ד' מעלות, ומ"ט דקים, ולעומתם, יש אומרים שגודלו הוא ד' וחצי מעלות. ויש אומרים, ה' מעלות וג' דקים, ועל כל פנים, רוב החכמים סומכין על דעת מי שאמר, שתכליתו ה' מעלות, ודרכו שיתחיל מנקודת הראש, והיא נקודת א' {ציור מ"ג} (תמונה 4, או 2א), ויתרחק ממנה מעט מעט, אל צד, דהיינו, לעבר נקודת ה', עד שיגיע ממש אל נקודת ה', ומרחקה מגלגל המזלות, דהיינו, הרוחב, והוא קשת ה"ב, הוא ה' מעלות, ואחר כך, תחזור ותתרחק מעט מעט מנקודת ה', עד שיגיע אל נקודת ג', והיא הזנב, ובנקודת ג' לא יהיה לו רוחב, כלומר, הרוחב שם הוא אפס, ויחזור ויתרחק מן הזנב ג', והמרחק נוסף, דהיינו, הולך וגדל, עד שהירח יגיע אל נקודת ז', והיא סוף נטייתו בדרום, ושיעור קשת ז"ד הוא גם כן ה' מעלות, ויחזור ויתקרב הירח עד שיגיע אל הראש, והיא נקודת א', ויהיה כמשפט הראשון כאשר התחלנו כמו קודם מהנקודה א', ולא יהיה לה רוחב.

כשיהיה הירח בקשת א"ה, אז נקרא רחבו "רוחב צפוני נוסף", כלומר, כאשר יעמוד הירח בכל נקודה ונקודה על פני הקשת מהנקודה א' ועד לנקודה ה', הרוחב של הירח הולך ונוסף, דהיינו, שהרוחב הולך וגדל, וכיהיה הירח בקשת ה"ג, אז נקרא רחבו "רוחב צפוני חסר", כלומר, שהרוחב הולך וקטן. וכשיהיה בקשת ג"ז, נקרא רחבו "רוחב דרומי נוסף", וכשיהיה בקשת ז"א, נקרא רחבו "רוחב דרומי חסר".

ודע, שאין הירח פוגע בראש או בזנב, אחר שינוע תנועה שלימה, כלומר, הירח אינו צריך לעשות סיבוב שלם של 360 מעלות על גלגלו, עד שיפגוש את הראש או הזנב, אלא, סיבובו עד שיפגוש את נקודת הראש, הוא קצת פחות מ 360 מעלות, שהרי הראש או הזנב נעים מולו בכוון הפוך, ולכן, הירח לא יספיק לגמור סיבוב שלם, והוא יפגוש את הראש או הזנב עוד לפני תום סיבוב שלם שלו, כדברי המפרש, המסיבה של הירח, דהיינו, סיבובו, יהיה פחותה מ 360 מעלות. ובכמה? ומבאר המפרש: באותו שיעור המהלך של הראש בחדש אחד בכוון ההפוך למהלך הירח. לקמן הוא מבאר יותר:

לפי שבעת שיסוב הירח, החל מן הראש, על סדר המזלות, ונניח שהראש עומד מכ"ז מעלות ממזל קשת (שהוא מקום הראש בזמן העיקר של המפרש, כפי שביאר זאת לעיל בדבריו להלכה ב') והוא נע בכוון הפוך למזלות, ובדרכו של הירח הוא חוזר אל הראש מן הצד השני של המעגל, ופוגע בה בכ"ה מעלות ממזל קשת, לפי שהראש סובב אחורנית במזל קשת, בכ"ט יום אלה של סיבוב הירח בחודש אחד, סך מעלה אחת ול"ב חלקים (ראה תמונה 10). והדמיון, דהיינו, המשל הוא, שנניח שהירח נתקבץ עם הראש, בכ"ז מעלות ממזל קשת, וסובב על סדר המזלות, עד שיפגע בנקודת הראש פעם שניה, ולא יתכן שיפגע בה בכ"ז מעלות ממזל קשת, עד שנמצא מן הקבוץ הראשון עד הקיבוץ הב', מסיבה שלימה (סיבוב שלם), שהיא ש"ס מעלה, אלא, יסתובב פחות מסיבוב שלם, כלומר, רק מסיבה (סיבוב) פחותה, וגודלו של החיסרון הזה מסיבוב שלם של 360 מעלות, הוא כמהלך הראש, בשיעור הזמן, שסבב בו הירח בכוון הפוך, זה השיעור בסך מעלה אחת ול"ב חלקים. לפיכך, יתקבץ עמו בכמו פעם שניה לפני תום הקפה שלמה של 360, עוד לפני כ"ז מעלות במזל קשת, והירח יפגוש את נקודת הראש כבר בכ"ה מעלות ומשהו ממזל קשת, כפי התאחרות הראש במהלכו אחורנית, ממקום שהיה בו הקיבוץ הראשון שהיה לפני כן לירח עם נקודת הראש, שהיתה, כזכור בכ"ז מעלות במזל קשת.

הלכה י

אם תרצה לידע רוחב הירח, דהיינו, את הזווית בה רואים מנקודה ע' את הקטע י"ט הניצב בנקודה י' (ראה תמונה 11), כמה הוא בכל עת שתראה, ואם צפוני הוא או

**דרומי, תוציא**, כלומר, תחשב קודם את **מקום הראש** שבנקודה א', דהיינו את מהלך הזווית שהגיעה אליה נקודת הראש, באותה עת, ביחס לתחילת מזל טלה כפי המתואר לעיל, וכן חשב את **מקום הירח האמיתי לאותה העת** שבנקודה י', שהוא מהלך הזווית שעבר הירח עד לאותה העת, עד שהגיע לנקודה י', ביחס לתחילת מזל טלה, **ותגרע** את **מקום הראש א'**, **ממקום הירח האמיתי** שבנקודה י' **והנשאר** מחיסור שתי זוויות אלו, הוא הנקרא **"מסלול הרוחב"** (תמונות 11, 12).

שים לב כי יש לחסר את מקום הראש ממקום הירח האמיתי, וזהו סדר החיסור תמיד, ולא להיפך, דהיינו, את מקום הירח האמיתי ממקום הראש. כי בכדי לדעת את אורך הקשת י"א בתמונה 13, שהיא "מסלול הרוחב", עלינו לחסר את מקום הראש א' ביחס לתחילת מזל טלה, מהמקום האמיתי של הירח י' ביחס לתחילת מזל טלה, ורק על פי סדר זה של חיסור, נקבל את השארית י"א, שהיא היא מסלול הרוחב. בפרט, יש לשמור על הסדר הזה של החיסור, גם כאשר הזוויות הן גדולות מ 180 מעלות, כפי שנראה בדוגמאות בהמשך. יתר על כן, אם מקום הראש הוא זווית גדולה מהזווית של מקום הירח האמיתי, אי אפשר לחסר מספר גדול ממספר קטן ממנו, לכן, במקרה זה יש להוסיף 360 מעלות לזווית של מקום הירח האמיתי, ואחרי כן לבצע את החיסור. ראה דוגמת חישוב בדברי המפרש לקמן.

עתה מביא הרמב"ם שלושה כללים חשובים, כיצד למצוא אם רוחב הירח, אם הוא צפוני, או דרומי, ביחס לגלגל מזלות. את ההוכחה לדבריו תמצא בסוף סעיף ב' של ההקדמה לעיל.

**כלל א': אם יהיה מסלול הרוחב ממעלה אחת עד מאה ושמונים, תדע שרוחב הירח, למשל, ב"ל, ג"מ, ד"נ, ה"ס, ו"ק בתמונה 9, הוא צפוני.**

**כלל ב': ואם היה המסלול יתר על מאה ושמונים, למשל, בנקודות פצכש"ר בתמונה 9, תדע שרוחב הירח פ"ח, צ"ט, כ"י, ש"ת, הוא דרומי (תמונה 11).**

**כלל ג': ואם היה מאה ושמונים בשווה (כלומר, בדיוק), או שלוש מאות ושישים בשוה, אין לירח רוחב כלל, כיון שאז הוא עומד בדיוק על נקודת הראש א', או הזנב ז', עצמן.**

לצורך חישוב גודל רוחב הירח, ואם הרוחב הוא צפוני, דרומי או אפס, (ו)תחזור ותראה (בהלכה י"א לקמן) מנת מסלול הרוחב י"ט כמה היא, והוא שיעור נטייתו לצפון או לדרום, והוא הנקרא "רוחב הירח" הדרומי או הצפוני, כמו שביארנו, בשלושת הכללים לעיל.

**המפרש להלכה י**

### **אם תרצה לידע רוחב הירח וכו', תגרע ממקום הראש.**

המפרש מסביר, כי העילה שבשבילה גורעין מקום הראש א' ממקום הירח י' (תמונה 12), דהיינו, חיסור הזוויות של שתי נקודות אלו זו מזו, וכך לקבל את אורך הקטע א"י, לפי שכונתנו לידע, כלומר, כיון שרצוננו לחשב את רוחב הירח ט"י, המהווה צלע אחת במשולש הכדורי אט"י (תמונה 13), כי ניתן לחשב את ט"י מידיעת שאר נתוניו של משולש כדורי זה, וזה הצלע ט"י לא נדע אותו, אלא, קודם כל דרושה (ב)ידיעת מרחק הירח מן הראש. כלומר, מידיעת הקטע א"י, וכן העובדה שהזווית יא"ט ידועה מראש, כ 5 מעלות, וכן שצלע הרוחב י"ט במשולש כדורי הזה (ראה תמונה 13), ניצבת

בזווית של 90 מעלות לצלע י"א, אז בעזרת שלושה נתונים אלה, במשולש הכדורי אט"י, ניתן לחשב בעזרתם את גודל הצלע, שהיא רוחב הירח י"ט.

שים לב, כי שלושת הצלעות א"ט, א"י וט"י של המשולש אט"י, הן בעצם שלוש קשתות על פני כדור השמים, ולכן הן מהוות, מה שקוראים בשם, "משולש על פני כדור" או בקיצור "משולש כדורי", אשר שלושת פינותיו של "משולש" זה הן שלושת הנקודות אט"י (תמונה 13). לכן, הצופה הנמצא במרכז כדור השמים בנקודה ע', רואה ממבטו שלוש קשתות א"ט א"י ט"י על פני כדור השמים, הנפגשות זו עם זו, ובכך הן מרכיבות את המשולש הכדורי אט"י. כיון שקשתות אלו הן על פני כדור, לכן, הצופה יכול למדוד, ממקומו ע', את גודלן של קשתות אלו במעלות של זווית, כאשר הוא עצמו נמצא במרכז ע' של כדור השמים. שים לב כי זוויות אלו הן הזוויות אשר הצופה רואה כל קשת ממשולש זה ממקומו הוא, בנקודה ע', ולא כפי שאפשר לטעות ולחשוב, שהזוויות האלו הן הזוויות שבין כל שתי קשתות, כמו במשולש רגיל במישור. כלומר, למשולש הכדורי אט"י יש אמנם שלוש צלעות, אבל, אלו הן זוויות של קשתות על פני כדור השמים, ושלושתן נמדדות על ידי צופה הנמצא בנקודה ע' במרכז הכדור. לכן, רוחב הירח ט"י שאנו מעוניינים בו, גם הוא בעצם זווית, והקודקוד של זווית זו נמצא בנקודה ע', משם רואה אותה הצופה. בעצם, כך גם רואה הצופה מהמרכז ע', בכמה מעלות נמצא הירח מעל גלגל המזלות, שהוא בעצם רוחב הירח ט"י (ראה גם תמונה 1).

כאמור לעיל, מידעת שלושת הנתונים במשולש הכדורי אט"י, דהיינו, אורך הקשת (הזווית) א"י, וכן הזווית בת 5 המעלות טא"י, וכן שהרוחב ט"י הוא ניצב לצלע א"י, ניתן לחשב את רוחב הירח, שהוא הזווית ט"י עצמו.

כאמור, ככל שהירח יתרחק יותר ויותר על פני גלגלו, דהיינו, ככל שהנקודה ט' שעל גלגל הירח, תתרחק יותר ויותר מהנקודה א', הרי גם הנקודה י', שעל גלגל המזלות, גם היא תלך ותתרחק מהנקודה א'. למסלול הזה לאורך הקו א"י, קוראים בשם "מסלול הרוחב". לכל נקודה ונקודה י', אפשר לחשב את רוחב ירח ט"י. כלומר, לכל מסלול רוחב א"י נתון, אפשר לחשב את רוחב הירח עצמו. רואים גם מתמונה 13, כי ככל שמסלול הרוחב יגדל יותר, כך רוחב הירח ילך ויגדל, עד שיגיע לכל היותר לחמש מעלות. לרוחב הירח עצמו ט"י קוראים גם בשם "מנת מסלול הרוחב". כאמור, הרמב"ם מביא את המנות של מסלולי רוחב שונים בהלכה י"א לקמן.

בעזרת חישובים מתמטיים (טריגונומטריה במרחב, בשלושה מימדים), אפשר לחשב את זווית הרוחב ט"י עבור כל נקודה ט' אשר בה נמצא הירח בגלגלו. כאמור, בהלכה י"א לקמן, מביא הרמב"ם את טבלת התוצאות של חישובים אלה.

לכן, כפי שהסברנו לעיל, אם אנו רוצים לחשב את רוחב הירח ט"י (כמו בתמונה 11 או 13), עלינו לחשב בתחילה, את "מסלול הרוחב" של הנקודה ט', דהיינו, את אורך הקשת י"א שבמשולש אט"י, כדברי המפרש:

**לפיכך, נגרע קודם כל את מקום הראש א' ממקום הירח י' (על פי סדר זה דווקא, כפי שהסברנו לעיל בהלכה זו בדברי הרמב"ם), ויישאר לנו מרחק הירח א"י מן הראש, שהוא מסלול הרוחב. וכבר ידעת, שמקום הראש, בזמן העיקר של המפרש, כפי שחישב אותו בסוף הלכה ב' בפרק שלפנינו, הוא במזל קשת, בזה המשל, דהיינו, בזמן העיקר של המפרש (ראה גם תמונה 14) בכ"ו מעלות ול"ו חלקים וכ"ג שניים, כלומר "23' 36' 266 מעלות מתחילת מזל טלה (המסומן באות א', בתמונה 14), כמו שידענו בזה המקום, דהיינו, בזמן העיקר שלו. את הזווית הזו, שבין שתי הנקודות א' וי', היינו, מקום הראש, היא "23' 36' 266 מעלות, שירטטנו בתמונה 14. ומקום הירח**

**האמיתי**, כפי שכבר חישבנו בסוף פרק ט"ו, בדוגמה ג', הוא **במזל טלה** בנקודה י', **בכ"ו מעלות וכ"ט חלקים** (26 29), והוא מסומן בתמונה 14 בקיצור כ 26 מעלות.

כאמור, בכדי לקבל את מסלול הרוחב, עלינו לחסר, על פי הסדר, את מקום הראש (23' 26 266), ממקום הירח האמיתי (26 29). אבל, לא נוכל לעשות זאת באופן מידי, כי אין לחסר מספר גדול ממספר קטן יותר (בזמנם לא המציאו עדיין את המספרים השליליים), ואין גורעין הרוב (23' 26 266) מן המועט (26 29 מעלות). לכן, נוסיף על אמצע מקום הירח ש"ס מעלות, שערכן הוא כמו אפס מעלות, ואז יהיה הכל, דהיינו, תוצאת החיבור של 360 מעלות עם 29' 27 מעלות יהיה שפ"ו מעלות וכ"ט חלקים (29' 386 מעלות), נגרע מזה הכלל, דהיינו, מזה הסכום (29' 386), את הזווית בה נמצא מקום הראש, והוא כ"ו ל"ו ממזל קשת (23' 26 266 מעלות), ואז ישאר קי"ט מעלות ונ"ב חלקים (52' 119 מעלות). זוהי הקשת החיצונית ששרטטנו מצד ימין לשרטוט שבתמונה 14, מהנקודה י' ועד לנקודה א', וזה הוא הנקרא "מסלול הרוחב", שהוא גם המרחק א"י בתמונה 13. ומסלול הרוחב הזה הוא, מצד אחד, מרחק מקום הירח האמיתי עצמו י' (הירח עומד על גלגלו הקטן, שמרכזו נמצא בנקודה ט' בתמונה 13), מן הראש א', ומאידך, מנת המסלול, והוא רוחב הירח עצמו ט"י, והוא גם שיעור נטיית הירח מגלגל המזלות באותה מעלה, היינו, הגובה ט"י מעל, או מתחת לגלגל המזלות.

עתה, נבדוק אם רוחב הירח הוא צפוני או דרומי:

לשם כך, נוכל למצוא זאת, באופן פורמלי, בעזרת שלושת הכללים שהביא הרמב"ם בסוף הלכה ב' לעיל: אכן, היות ומסלול הרוחב א"ד הוא כ 119 מעלות, לכן, כיון שהוא בתחום 0 – 180 מעלות, לכן, על פי כלל ב' (שם), רוחב הירח הוא צפוני.

אבל, נוכל למצוא זאת בפרוטרוט, בעזרת הציור בתמונה 14, כדלקמן.

כזכור, הנקודה א' היא הראש, והנקודה ז' היא הזנב (ראה שוב תמונה 14). בכיון ניצב לקו התלי א"ז, שרטטנו את הקו המרוסק ד"צ, היינו, הקו ד"צ יוצר זווית בת 90 מעלות עם קו התלי א"ז. עתה, אם הירח היה ממש בנקודת הראש א', פירוש הדבר הוא, שהירח מתחיל להתרומם צפונה בגלגלו מעל גלגל המזלות, החל מנקודת הראש א', כמו בתמונה 13, עד שהוא מגיע לנקודת השיא שלו על גלגלו, והיא נמצאת אז על הנקודה צ', הנמצאת על גלגל המזלות, שהיא גם במרחק של 90 מעלות מנקודת הראש א'. הירח נמצא אז על גלגלו בגובה המקסימלי של 5 מעלות. אחרי כן, יורד הירח משיאו זה, ויורד שוב לעבר גלגל המזלות, עד שבנקודת הזנב ז', הוא חוזר לעמוד שוב על גלגל המזלות, לקראת ירידתו מתחת לגלגל המזלות. לאורך כל המסלול של הירח שתיארנו עד עתה, מנקודת הראש א' ועד לנקודת הזנב ז', הירח היה מעל לגלגל המזלות, היינו, ברוחב צפוני. אחרי כן, אם יהיה הירח במקום כל שהוא מנקודת הזנב ז', ועד לנקודת הראש א', הוא יהיה ברוחב דרומי.

במקרה שלפנינו, רואים מהתמונה 14, כי הירח נמצא בנקודה י', הנמצאת, מצד אחד, אחרי שהגיע לנקודת שיאו על גלגלו, מעל לנקודת הזנב צ' שעל גלגל המזלות, ומאידך, הירח עדיין לא הגיע לנקודת הזנב ז'. לכן, הירח הוא ברוחב צפוני. נוכל לומר באופן פורמלי, כי כל זמן שמסלול הרוחב נמצא עדיין בין הראש א', לבין הזנב ז', דהיינו, שמסלול הרוחב נמצא מנקודת הראש א', עד למסלול רוחב של 180 מעלות, כלומר, שעדיין לא חצה את נקודת הזנב ז', הרי הוא ברוחב צפוני. מאידך, אם המקום האמיתי של הירח נמצא בין 180 מעלות, לבין 360 מעלות, אז יש לו רוחב דרומי.

בדוגמה שלפנינו, הירח הוא במסלול רוחב של כ 119 מעלות בלבד מנקודת הראש א', לכן, בהיותו בזווית של פחות מ 180 מעלות, הוא ברוחב צפוני. זה מה שמבאר המפרש:

**וזה הרוחב ט"י, היוצא לנו בזה המסלול, דהיינו, מסלול הרוחב א"י, הוא רוחב צפוני, לפי שזה המסלול של הרוחב פחותה מק"פ מעלות.**

עתה, מהו גודל הרוחב ט"י עצמו השייך למסלול רוחב זה של כ 119 מעלות, דהיינו, מה היא "מנת הרוחב" ט"י של מסלול רוחב זה? כדברי המפרש:

ובמקרה שלפנינו, בקשנו לחשב את מנת זה הרוחב מן הקשת, דהיינו, את הרוחב ט"י השייך למסלול רוחב בן 119 מעלות. אבל, בלוח המנות של מסלול הרוחב שנראה בהלכה י"א לקמן, מביא הרמב"ם רק את המנות עד למסלול רוחב של 90 מעלות בלבד. לכן, עבור זוויות גדולות יותר מ 90 מעלות, נשתמש בעובדה, שאחרי שהירח מגיע לרוחב של 90 מעלות (ואז מנת הרוחב שם היא מקסימלית, כזכור, 5 מעלות), הרוחב שלו שוב הולך וקטן בהדרגה, עד שהוא נעשה אפס בנקודת הזנב ז' (ראה תמונה 9). למשל, כאשר הירח נמצא בנקודה ה', ומסלול הרוחב שלו א"ס הוא 120 מעלות, הרי זהו אותו רוחב כמו עבור 60 מעלות (ראה תמונה 15). כלומר, עלינו לחסר את הזווית של 119 זו מ 180, ולקבל זווית של 61 מעלות, אשר נוכל לעגל ל 60 מעלות, ונשתמש במנת מסלול הרוחב של 60 בלוח, כי הרוחב של 60 ושל 120 הם זהים זה לזה.

לכן, מסביר המפרש, כי צריכין אנו לגרוע זה המסלול של 119 מעלות מק"פ מעלות, לפי שהוא יותר מצ' מעלות, וכך נשאר לנו קרוב מס' מעלות. וכבר הודיענו הרמב"ם בהלכה י"א לקמן, שמנת ס' מעלות היא ד' מעלות וכ' חלקים (20 4), וכפי שכבר ראינו לעיל, זו הרוחב הוא צפוני לזה המסלול, לפי שזה המסלול פחות מק"פ.

**הלכה י"א**

**וכמה היא מנת מסלול הרוחב?**

**אם יהיה מסלול הרוחב עשר מעלות, תהיה מנתו שתיים וחמישים חלקים.**

**ואם יהיה המסלול הזה עשרים מעלות, תהיה מנתו מעלה אחת, ושלושה וארבעים חלקים.**

**ואם יהיה המסלול שלושים, תהיה מנתו שתי מעלות, ושלושים חלקים.**

**ואם יהיה המסלול ארבעים, תהיה מנתו שלוש מעלות, ושלושה עשר חלקים.**

**ואם יהיה המסלול חמישים מעלות, תהיה מנתו שלוש מעלות, וחמישים חלקים.**

**ואם יהיה המסלול שישים, תהיה מנתו ארבע מעלות, ועשרים חלקים.**

**ואם יהיה המסלול שבעים, תהיה מנתו ארבע מעלות, ושניים וארבעים חלקים.**

**ואם יהיה המסלול שמונים, תהיה מנתו ארבע מעלות, וחמישה וחמישים חלקים.**

**ואם יהיה המסלול תשעים, תהיה מנתו חמש מעלות.**

הלוח הבא מסכם את מנת מסלול הרוחב בהתאם למסלול הרוחב:

מסלול הרוחב (במעלות)	מנת מסלול הרוחב (במעלות)
10	0 52' מעלות
20	1 43'
30	2 30'
40	3 13'
50	3 50'
60	4 20'
70	4 42'
80	4 55'
90	5 0'

הטבלה הבאה (נמצאת בתחילת השרטוטים של פרק זה) מציגה את הערכים של הרוחב הנ"ל בשברים עשרוניים, וכן את ערכי הביניים שביניהם, גם עבור כל הזוויות עד 360 מעלות. ראה שימוש בדוגמאות לקמן.

### הלכה י"ב

**ואם יהיו אחדים עם העשרות**, כלומר, שבמסלול הרוחב יש גם עשרות וגם יחידות, למשל, 53 מעלות, שהן 5 עשרות ושלוש יחידות, ומספר מעלות כזה אינו נמצא ישירות בלוח שהביא הרמב"ם בהלכה הקודמת, כי אם רק עבור 50 או 60 מעלות, אבל לא עבור מספר ביניים של 53 מעלות, לכן, אומר הרמב"ם: **תיקח הראוי להם**, לאותן 3 מעלות, מתוך עשר מעלות ההפרש שבין 60 ל 50 מעלות, דהיינו, **לפי היתר היחסי שבין שתי המנות 50 ו 60**, כמו שעשית במסלול השמש ובמסלול הירח בפרקים הקודמים.

אבל, כאמור, בסוף הלכה י"א לעיל, הלוח העשרוני, שהבאנו לעיל, מציג גם ערכי ביניים. למשל, קל לראות, כי אם מסלול הירח הוא 53 מעלות, הרי על פי טבלה זו, רוחב הירח הוא 3.991 מעלות, או 3 28' 59" מעלות, או, לאחר עיגול, 3 59' מעלות. אבל, הרמב"ם מחשב לקמן את ערך הביניים הזה, באותה שיטה שחישבנו את ערכי הביניים בהסבר ללוח של מנת מסלול השמש (פרק י"ג לעיל), או של מנת אמצע המסלול של הירח (פרק ט"ו לעיל).

**כיצד?**

הרי שהיה מסלול הרוחב שלוש וחמישים מעלות. וכבר ידעת, מתוך הלוח שלו שבהלכה י"א לעיל, שאילו היה המסלול חמישים (50 מעלות), אז היתה מנתו שלוש מעלות וחמישים חלקים (50 3 מעלות), ואילו היה המסלול שישים (60 מעלות), היתה מנתו ארבע מעלות ועשרים חלקים (20 4 מעלות). נמצא, כי היתר בין שתי המנות, כלומר, ההפרש בין הרוחב של 50 מעלות, לבין הרוחב של 60 מעלות, הוא שלושים חלקים (30), כלומר, הרוחב גדל בקצב של שלושה חלקים, לכל מעלה של מסלול הרוחב. ונמצא לפי חשבון מסלול רוחב זה, שהוא שלוש וחמישים, מנתו היא שלוש מעלות, ותשעה וחמישים חלקים (59 3 מעלות), כפי שהבאנו לעיל. ועל דרך זו, תעשה בכל מניין ומניין.

**הלכה י"ג**

מאחר שתדע מנות של מסלול הרוחב עד תשעים, כמו שהודענוך לעיל בהלכה י"א, תדע גם מנות של כל מניינות המסלול: שאם יהיה המסלול יתר על תשעים, ועד מאה ושמונים, אז תגרע המסלול ממאה ושמונים, והנשאר תדע בו המנה, על פי הלוח בהלכה י"א לעיל, וכפי שהסברנו ענין זה בדברי המפרש, בסוף הלכה י" לעיל. ראה הסבר נוסף וכן דוגמת חישוב, בהלכה ט"ז לקמן.

**הלכה י"ד**

וכן אם היה המסלול יתר ממאה ושמונים עד מאתיים ושבעים, תגרע ממנו מאה ושמונים, והנשאר תדע בו המנה. כי שני הרוחבים הם שווים, כפי שראינו כבר מקרים דומים בתמונה 15. ראה דוגמה מספרית והסבר נוסף, בהלכה י"ז לקמן.

**הלכה ט"ו**

ואם היה המסלול יתר על מאתיים ושבעים, עד שלוש מאות ושישים, תגרע אותו משלוש מאות ושישים, והנשאר תדע בו המנה. ראה דוגמה חשבונית והסבר נוסף, בהלכה י"ח לקמן.

**הלכה ט"ז**

**כיצד:** הרי שהיה המסלול מאה וחמישים. תגרע אותו ממאה ושמונים, נשאר שלושים, והרוחב של 150 הוא כמו של 30, כפי שראינו בתמונה 15. וכבר ידעת, מתוך הלוח בהלכה י"א, שמנת שלושים היא שתי מעלות ושלושים חלקים. וכך תהיה מנת מאה וחמישים, שתי מעלות ושלושים חלקים.

**הלכה י"ז**

הרי שהיה המסלול של הרוחב מאתיים מעלות. תגרע ממנו מאה ושמונים, ישאר עשרים. וכבר ידעת שמנת עשרים, היא מעלה אחת ושלושה וארבעים חלקים. וכיון שמנת 20 מעלות היא מעלה אחת ושלושה וארבעים חלקים, כך תהיה כמוה גם מנת מאתיים, וגם היא תהיה מעלה אחת ושלושה וארבעים חלקים. ראה תמונות 16-17.

**הלכה י"ח**



הרי שהיה המסלול שלוש מאות. תגרע אותו משלוש מאות ושישים, נשאר שישים. וכבר ידעת שמנת שישים, ארבע מעלות, ועשרים חלקים. וכך היא מנת שלוש מאות, ארבע מעלות ועשרים חלקים. ועל דרך זו, בכל המניינות. ראה תמונות 18-19.

## הלכה י"ט

הרי שרצינו לידע רוחב הירח כמה הוא, ובאיזה רוח הוא, אם צפוני ואם דרומי, בתחילת ליל ערב שבת שני לחודש אייר משנה זו.

וכבר ידעת, מהחשבון שעשינו בסוף פרק ט"ו, שמקום הירח האמיתי, היה בליל זה, בשמונה עשרה מעלות, ושישה ושלושים חלקים ממזל שור, סימנו י"ח ל"ו (36' 18 מעלות), או 36' 48 מעלות מתחילת מזל טלה.

ומקום הראש היה באותה העת, כפי שחישבנו לעיל בהלכה ה', בשבע ועשרים מעלות, ושלושים חלקים, ממזל בתולה, סימנו כ"ז ל' (30' 27 מעלות), או 30' 177 מעלות מתחילת מזל טלה.

עתה, בכדי לחשב את מסלול הרוחב, תגרע מקום הראש ממקום הירח. אבל, כיון שעלינו לחסר את מקום הראש (30' 177 מעלות) ממקום הירח האמיתי (40' 48 מעלות), שהוא זווית קטנה יותר, דהיינו,

$$\text{מסלול הרוחב} = (177\ 30') - (48\ 40')$$

וחיסור כזה הוא בלתי אפשרי, לכן, יש להוסיף לזווית של מקום הירח האמיתי, דהיינו, לזווית 30' 48 מעלות, 360 מעלות, וכך נקבל 30' 408 מעלות, בכדי לאפשר את החיסור הזה, כפי שהסביר המפרש בהלכה י", ואז יצא לך מסלול הרוחב,

$$231\ 10 = (177\ 30') - (48\ 40')$$

כדברי הרמב"ם, מאתיים אחת ושלושים מעלות ועשרה חלקים, סימנו רל"א י' (ראה תמונה 20).

עתה, לפי שאין משגיחין על החלקים בכל (ה)מסלול, דהיינו, מזניחים את החלקים, לכן, נוכל להניח שהמסלול הוא רק 231 מעלות בלבד. כיון שמסלול רוחב כזה הוא מעל 180 מעלות, שבין נקודת הראש לבין נקודת הזנב, בכ 51 מעלות, לכן, הנקודה יי של מקום הירח האמיתי, היא מעבר לנקודת הזנב ז' (ראה תמונה 20), בכ 51 מעלות דרומה מגלגל המזלות.

ולכן, נמצאת המנה של מסלול רוחב זה, בדרכים שביארנו בפרק זה, למשל, בהתאם לטבלה העשרונית שלנו, עבור מסלול רוחב של 231 מעלות, המנה היא 3.884 מעלות, כלומר, שלוש מעלות ושלושה וחמישים חלקים. וזה הוא רוחב הירח בתחילת ליל זה, והוא דרומי. כי בהתאם לטבלה שלנו, הזווית של 231 מעלות נקראת מימיו לשמאל, ולכן הרוחב הוא דרומי. או כדברי הרמב"ם, שהרי המסלול הוא יתר על מאה ושמונים, בכ 51 מעלות.

שים לב, כי סימן החץ בטבלה העשרונית מראה את כוון קריאת הטבלה: אם הוא מימין לשמאל, אז הרוחב הוא דרומי, ואם הוא משמאל לימין, אז הרוחב הוא צפוני.

לקמן נחשב שתי דוגמאות של רוחב הירח:

א. תחילת ליל ג' בניסן, שהוא זמן העיקר של הרמב"ם.

1. אמצע הראש ר' (תמונה 21) לליל ג' בניסן הוא כנ"ל: 28' 57" 180 מעלות (מתחילת טלה בנקודה ת').

2. לכן, מקום הראש הוא:

$$360 - (180 \text{ } 57' \text{ } 28'') = 179 \text{ } 2' \text{ } 32''$$

או 29' 2" 32" מעלות במזל בתולה.

3. בסוף פרק ט"ו חישבנו את מקום הירח האמיתי י' (תמונה 21), ומצאנו שהיה 57' 5" 26 מעלות (ביחס לתחילת טלה בנקודה ת').

4. נוכל לחשב את מסלול הרוחב על ידי חיסור מקום הראש מהמקום האמיתי של הירח: (179' 2" 32'') - (26' 5" 57''). אבל, מקום הירח הוא קטן יותר, ולכן, נוסיף לו 360 מעלות ל (26' 5" 57''), ונקבל (386' 5" 57''), והחיסור יתן:

$$(386 \text{ } 5' \text{ } 57'') - (179 \text{ } 2' \text{ } 32'') = 207 \text{ } 3' \text{ } 25''$$

כיון שמסלול הרוחב הוא יותר מ 180 מעלות, לכן, הירח עבר את מקום הזנב (הנמצא ב 180 מעלות ביחס למקום הראש), ולכן, הרוחב הירח הוא דרומי. כמה הוא רוחב זה?

5. תמונה 21 מראה את תמונה 14 לעיל, אבל, מותאמת למקרה שלפנינו. רואים כי הרוחב של הירח הוא דרומי. וכן, רואים מן הטבלה של מנת הרוחב בשברים עשרוניים, כי מנת הרוחב של 207 מעלות היא 2.268 מעלות, או (2' 16" 5').

6. בסיכום, בליל ג' בניסן ה'תתקל"ח, היתה נקודת הראש ב 29' 2" 32" מעלות במזל בתולה, והירח נמצא בזווית של 26' 5" 57" מעלות במזל טלה, ורוחבו הוא 2.268, או 2' 16" 5" מעלות דרומה.

ב. תחילת ליל א' בניסן שנת ה'ק"א.

זמן זה הוא זמן העיקר שבחר המפרש, כפי שביארנו בדוגמה שחישבנו בסוף פרק ט"ו. (גם המפרש חישב דוגמה זו בדבריו להלכה י' לעיל).

1. בדברי המפרש להלכה ב' לעיל, הוא מציין כי אמצע הראש לזמן העיקר שלו, הוא 93' 23" 47" מעלות.

2. אי לכן, מקום הראש (המפרש מכנה אותו גם בשם "האמיתי") הוא:

$$360 - (93 \text{ } 23' \text{ } 47'') = 266 \text{ } 36' \text{ } 13''$$

או 26' 36" 13" מעלות במזל קשת. לאחר עיגול, נקבל 267 מעלות, או 27 מעלות במזל קשת, כדברי המפרש לעיל.

3. כבר חישבנו את המקום האמיתי של הירח, בסוף פרק ט"ו, בדוגמה ג' של חישוב המולד האמיתי של חודש ניסן ה'ק"א, ומצאנו שם כי הוא 26' 29" 23" מעלות.

4. מסלול הרוחב הוא החיסור של מקום הירח האמיתי ממקום הראש :

$$(26\ 29' 23'') - (266\ 36' 13'')$$

על מנת שנוכל לבצע את החיסור, נוסיף 360 מעלות למקום הירח האמיתי

$$(26\ 29' 23''), \text{ ונקבל } (26\ 29' 23''), \text{ והחיסור יהיה עתה}$$

$$(386\ 29' 23'') - (266\ 36' 13'') = 119\ 53' 10''$$

5. לכן, על פי הטבלה העשרונית שלנו לעיל, רוחב הירח הוא 4.372 מעלות, או (19' 22' 4) מעלות, והוא רוחב צפוני.

בדברי המפרש בתחילת פרק י"ז, רוחב הירח בזמן העיקר שלו הוא 20' 4 מעלות, והיא תוצאה קרובה מאד לשלנו.

הערה: על פי דברי הרמב"ם, נוכל לחשב גם את הזמן של ליקוי חמה או לבנה, באפן הבא:

כאמור, ליקוי חמה יכול לחול רק באותם החודשים שעבורם חישבנו כבר את המולד, ואם המולד היה קרוב מאד לנקודות התלי. ניקח את האורך על גלגל המזלות, אשר בו חל הקיבוץ הזה, ונחשב עבורו מה היה אז רוחב הירח. על פי רוחב הירח נוכל לדעת אם הליקוי הוא מלא או חלקי ברגע הקיבוץ; יש גם לבדוק ליקויים חלקיים, לא רק בנקודת הראש או הזנב ממש, אלא גם בזוויות אורך הקרובות מאד אליהן. ליקוי ירח ניתן לחשב באותה הדרך.

## פרפראות לחכמה לפרק ששה עשר

### שאו מרום עיניכם, וראו מי ברא אלה (ישעיהו מ' כ"ו)

**שאו מרום**, דהיינו, אל המרום, עיניכם, וראו, והתבוננו, מי ברא אלה, את כל צבא השמים, אשר תראו במרום, ומי הוא (בהמשך הפסוק), המוציא בכל יום במספר שוה צבאם. ועוד, לכולם, לכל כוכב בשם הנאה לו, יקרא, פירוש קרא, וכאמור, הלא ה' עושה כל אלה, ומוסיף, מרוב אונים ואמיץ כח, מרוב הכח והחוזק שיש לו, לכן, איש, פירוש, אף אחד מכל צבא השמים, לא נעדר, לא נחסר כל ימי עולם, כי מתחילה עשאו שיהיו קיימים לעולם (מצודות).

לעומת ההסבר הנ"ל על פי הנגלה, מבאר הזוהר, שאין מדובר בפסוק זה דווקא בנגלה, שהוא בודאי נכון, ואף עומד היטב במקומו, שהרי כדברי חז"ל, שבעים פנים לתורה, אלא, שהזוהר, כדרכו, מפרש את הדברים דרך חכמת הנסתר, כפי שמבואר בהקדמת הזוהר א: כדלקמן.

**בְּרֵאשִׁית, רְבִי אֶלְעָזָר פֶּתַח**, התחיל לדרוש במעשה בראשית, ואמר, מה שכתוב, **שְׂאוּ מְרוֹם עֵינֵיכֶם וְרֵאוּ מִי בָרָא אֱלֹהִים**, הנה מה שכתוב, **שְׂאוּ מְרוֹם עֵינֵיכֶם**, אפשר לשאול, **לָאֵן אֶתֶר?** לאיזה מקום נישא עינינו? כלומר, אם כוונת הנביא היתה לומר, שנישא עינינו למעלה אל עולם הגלגלים, שהכוכבים וכל צבא השמים קבועים בהם, היה לו לומר, "שאו לשמים עיניכם", אבל, כיון שהוא אומר רק "שאו מרום", בודאי שהוא התכוון לעולם הרוחני העליון, המכונה בשם "עולם האצילות", ולא לעולם שמעל ראשנו, שאנו רואים בשמים. לכן, שואל ר' אלעזר, **לָאֵן אֶתֶר?** לאיזה מקום בעולם האצילות, אפשר להסתכל ולהשיג? והוא משיב, **לָאֶתֶר דְּכָל עֵינֵינוּ תְּלִיאָן לֵיהּ**, למקום מסוים הנמצא שם, שכל העינים פונות אליו, ומצפות לקבל ממנו שפע. **וּמָאֵן אֵיהּ?** ומי הוא אותו המקום שכל העינים מצפות אליו? **פֶּתַח עֵינִים**. זהו מקום המכונה בשם "מלכות", הנמצאת בעולם האצילות, שיש לה פן מסוים המתבטא במציאות גופא הנראית לעינינו הגשמיות, ככתוב, "ומלכותו בכל משלה", היינו, "המלכות" של הקב"ה, שולטת בכל הנמצא בעולם הזה, כי היא האדון שכל העיניים תלויות בו, ורק על ידה, היינו, דרך פתח זה, ניתן להתבונן ולהשיג מה שלמעלה ממנה בעולם האצילות, לכן, אמר הנביא "שאו מרום עיניכם", פירוש, אם תרצו להשיג סודות עליונים, צריך להתעלות ולהתקדש, עד שתוכלו להשיג את "פתח עינים", את אותו פתח, היינו, המציאות של מלכותו יתברך, שכל העיניים נשואות אליה לקבלת השפע, כי היא הפתח הראשון להשגת העולמות הרוחניים שבאצילות, הנמצאים מעליה. ואפשר גם לומר, שיש להסתכל היטב בעיניים שלנו, במלכות, היינו, קודם כל במציאות שהקב"ה המליך מעלינו, הן הקרובה והן הרחוקה, בכדי להבין את המהות הפנימית הראשונה, אשר דרכה ניתן להבין את כל הרשויות הרוחניות הגבוהות יותר. אותה "המלכות" היא היא ה"המרום", אליו אומר הנביא לשאת את העיניים אליה.

אחרי כן, מבאר הזהר, כי המשך הפסוק, היינו, "מי ברא אלה", הוא ישות רוחנית גבוהה יותר העומדת מאחורי ה"מרום", כלומר, אומר הנביא, אם תשאו עיניכם למרום, בהתבוננות רוחנית עמוקה במלכות, אתם תשיגו רשות רוחנית גבוהה יותר, הנקראת בשם "מי", העומדת מעל המלכות, שהיא היא שבראה את "אלה", ואין להבין שמילת "מי" היא שאלה (כמו מי עשה זאת), אלא, היא גימטריא של השם של הרשות הרוחנית הגבוהה יותר, המפעילה את ה"מרום", העולה למספר חמישים (מ'י), המכילה "חמישים שערי בינה", ולכן, היא נקראת גם בשם "מי" או "בינה".

אם כך, מי הם "אלה"? הזוהר מבאר שם, כי ישנה רשות ביניים רוחנית, בין הבינה לבין המלכות, בשם הוי"ה יתברך, המקבל את השפע מהבינה, ומעבירה אל המלכות.

מאחורי כל הישויות הרוחניות האלו וכל האחרות, ישנה הרשות הגבוהה ביותר, או הפנימית ביותר, הנמצאת מעל כולן, הנקראת בשם הנעלם ביותר האפשרי, "אינסוף", והיא יחידה, ללא כל שיתוף, כמבואר בדברי חז"ל.

גם המשך הפסוק לעיל, מבאר הזהר באותה דרך של חכמת הנסתר.

המסקנה העיקרית היא, שישנה ישות אחת ויחידה, האינסוף, גבוהה מעל כולם, אשר בראה את העולם, דרך כל הרשויות שמתחתיה, וגם משגיחה דרכן בהנהגת העולם. הזוהר מסביר, כי ניתן להסיק על קיומה ויחידותה, מהתבוננות בקצה התחתון של ההירארכיה הרוחנית, אשר חלקה תיארונו לעיל, אשר בקצה התחתון ביותר שלה, נמצאת המלכות, והאינסוף מציב אותה מול עינינו יום יום, בכדי לשמש כמשל, כדי שנוכל להבין מהמשל את הנמשל, היינו, להבין פעולת המנגנון של העולם הרוחני הפנימי יותר, אשר בראשו עומד האל היחיד, כפי שהעמיד אברהם אבינו את האמונה באל אחד.

כאמור, הישות הרוחנית הקרובה אלינו ביותר, אשר בעזרתה ניתן עדיין להבין דרכה את פעולת האינסוף ברוך הוא, היא מה שאנו מכנים בשם ה"בינה", ויש בה חמישים שערי בינה, אשר כשמה כן היא, הבנה, אבל, היא מוגבלת מאד עבורנו כבני תמותה, ככתוב, אשר לא יראני האדם וחי, ו"ראיה" היא "הבנה".

והנה רק במסגרת הבינה הזאת אנו מבינים ופועלים, במציאות המושלת בנו בעולם הזה, וכאמור לעיל, היא היא המניעה והיוצרת מתחתה את ה"מלכות" השולטת ומנהיגה את העולם.

בתוך המלכות הזאת השולטת סביבנו, ישנם חוקי הטבע הפיזיקליים. היינו, אותם חוקי טבע בסיסיים השולטים בעולם הדומם, שהם גם החלק הטבעי השולט בחלק הגשמי של גופנו.

זה אלפי שנים שהאדם מנסה "להבין" את חוקי הטבע האלה, היינו, את חוקי הטבע של ה"מלכות". אבל, במשך כל ההיסטוריה הארוכה של המדעים, נראה כי הנסיונות למצוא "חוקים נכונים באופן מוחלט", עלו בתוהו, כי תיאוריה של דור אחד סילקה תמיד מן הזירה, את קודמתה, ועד היום, אין לדבר סוף.

אבל, ישנו פן אחד מענין וטיפוסי למחשבה המדעית האנושית בכל הדורות, המנסה למצוא את החוק האחד והיחידי, היכול לתאר את כל חוקי הטבע הפועלים במסגרת המלכות הנ"ל. בפרט, במאת השנים האחרונות, הצליחו המדעים הפיזיקליים "להבין", כי יש ארבעה כוחות פיזיקליים בסיסיים המניעים את כל הטבע הפיזיקלי סביבנו, מהעולם המיקרוסקופי ועד למרחבי היקום הרחוקים ביותר, והם:

- א. כח המשיכה העולמי (גרביטציה), המוביל את כל גרמי השמים סביבנו.
- ב. הכח החשמלי – מגנטי (שתי פנים לאותו כח).
- ג. הכח הגרעיני.
- ד. הכח המנהיג את הרדיואקטיביות של חומרים.

אין ספק שזהו הישג אנושי מרשים, אם כי הישג זה מכיל גם בעיות רבות שעדיין לא נפתרו, ואלה עשויים להפוך את כל הקערה על פיה, כפי שקרה כבר בכל ההיסטוריה של המדעים בעבר.

והנה זה כבר מאה שנה, שהמדענים מנסים לאחד את כל ארבעת החוקים הפיזיקליים הני"ל, כנובעים מכח אחד ויחיד, המתגלה בארבעה פנים שונות. למרבה הפלא, כל הנסיונות האלה נכשלים בזה אחר זה, כי נאמר (בפשטות מוגזמת), שבכל פעם שמצליחים לאחד שלושה מהם תחת חוק אחד, התוצאה עומדת בסתירה גמורה לתופעות הנשלטות על ידי הכח הרביעי שנשאר מהארבעה.

תוך כדי הנסיונות האלה, ממציאים המדענים מושגים מוזרים ביותר, ככל העולה על רוחם, כמו שהמרחב הריק מייצר מעצמו, חלקיקים בלתי נראים, המופיעים ונעלמים כהרף עין, עד שעין אדם, או מכשיר כלשהו, אינו יכול להבחין בהם, או המצאת מימדים נוספים על פני השלושה המוכרים לנו, עד כדי אחד עשר מימדים, כל זה ועוד אחרים, בכדי לאחד את הכל תחת שלטונו של כח אחד. הדמיונות האלה הם מוגזמים ביותר. לעומתם, הדמיון הדרוש בכדי להבין מה הם המלאכים המתוארים בכתובים שלנו, יחזיר לעומת הדמיון המטורף שהם הגיעו אליו, ולשגוען זה הם קוראים בשם "מדעים מדויקים", והוא, כביכול "היתרון" שלהם, כביכול, על פני האמונה שלנו באל אחד.

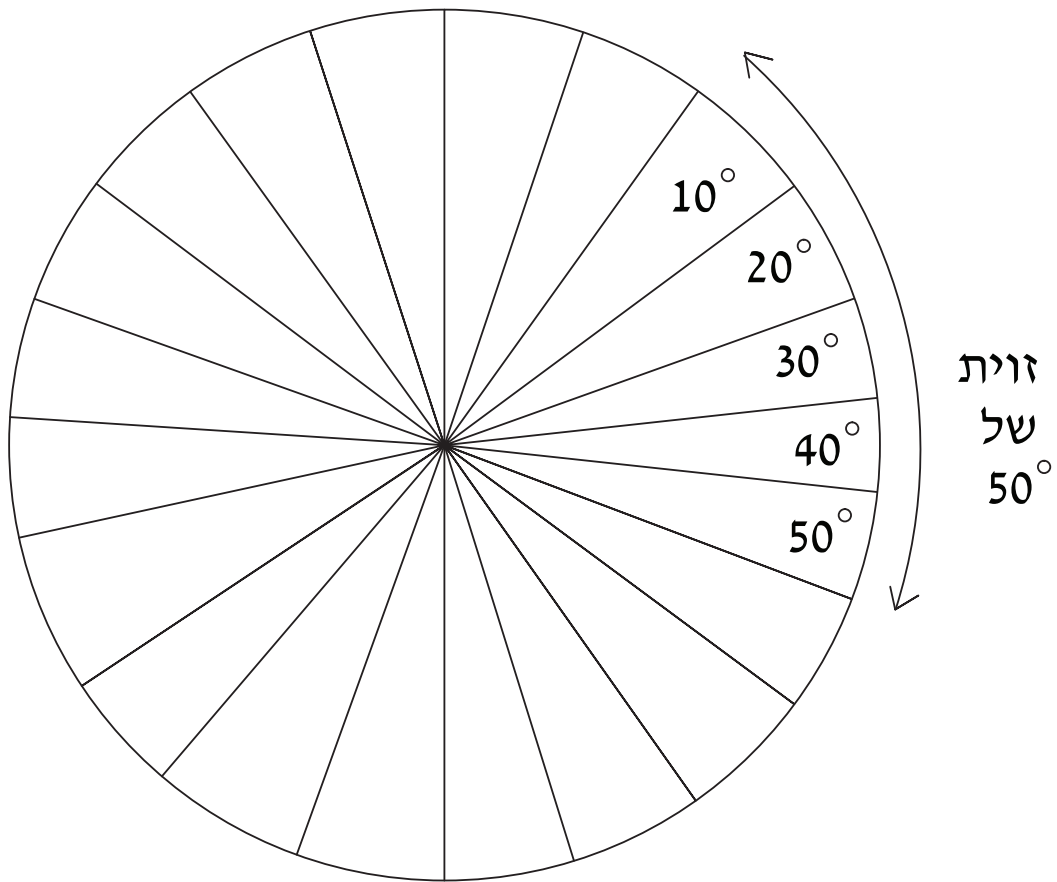
האמת היא, ששיטתם מראה בעליל, שהם הם, לא פחות מאתנו, מחפשים להתקרב את ה"אחד", אל ה"מיי" של הבינה שהזכרנו לעיל, מתוך דחף הנטוע בקרבנו, כיצורים של הקב"ה. וכי מה מניע אותם כל כך לאחד את הכל, וכי מה כל כך מחייב אותם "לאחד" הכל תחת שם אחד?! וכי לא נוח להם, משום מה, בארבעה "אלילים" הני"ל, במקום העשרות שהיו לאבותיהם?! הרי אברהם אבינו כבר עשה זאת לפניו והצליח, לפני כשלושת אלפים ושש מאות שנה! האם אין הם עושים זאת מתוך דחף פנימי עמוק, שכבר גילה אברהם אבינו, הנטוע בכל אדם ובכל חי עלי אדמות, לחפש ולהתקרב אל "האחד", שברא את הכל, והוא המנהיג והמנהל את העולם כולו, וגם משגיח עליו?!

לכן, נראה לנו, כי לא רחוק היום, בו יעמדו אתנו כולם בתפילת עלינו לשבח ויאמרו, "כי המלכות שלך היא ולעולם תמלוך בכבוד, ככתוב בתורתך, ה' ימלוך לעולם ועד, ונאמר, והיה ה' למלך על כל הארץ, ביום ההוא יהיה ה' אחד ושמו אחד".

# שרטוטים לכרך י"ב

# פרק י"א

## תמונה 1

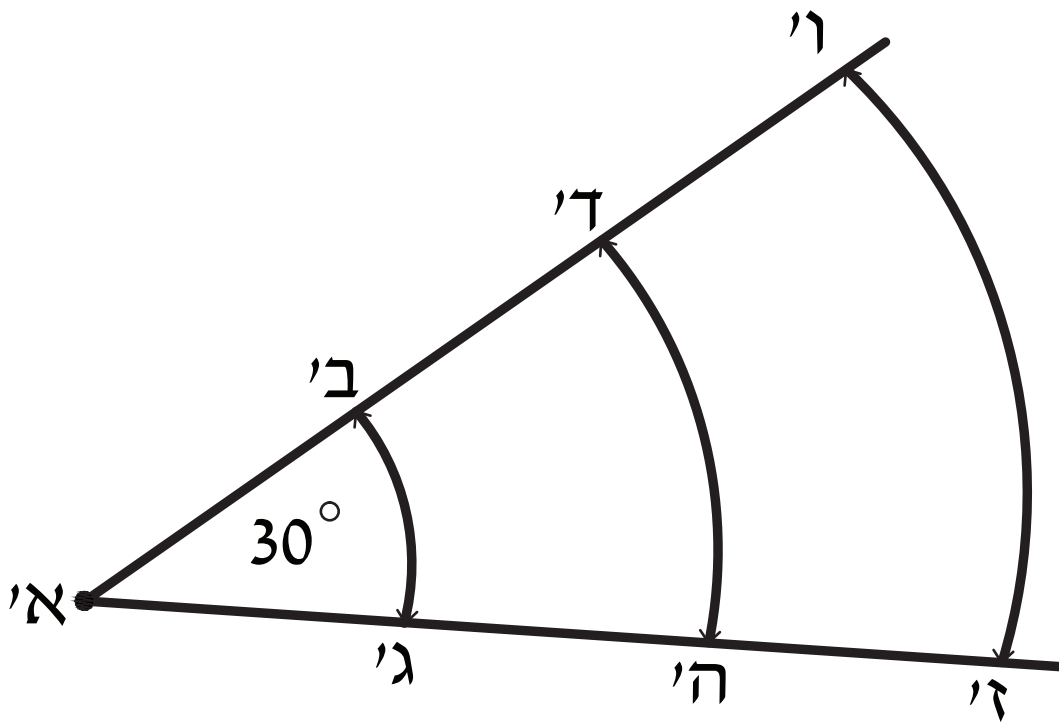


**תמונה 1:** את המעגל חילקו ל-360 מעלות. בשרטוט כאן חילקו אותו לזוויות של 10 מעלות כל אחת. (מוגזם לשם הדגמה)



## פרק י"א

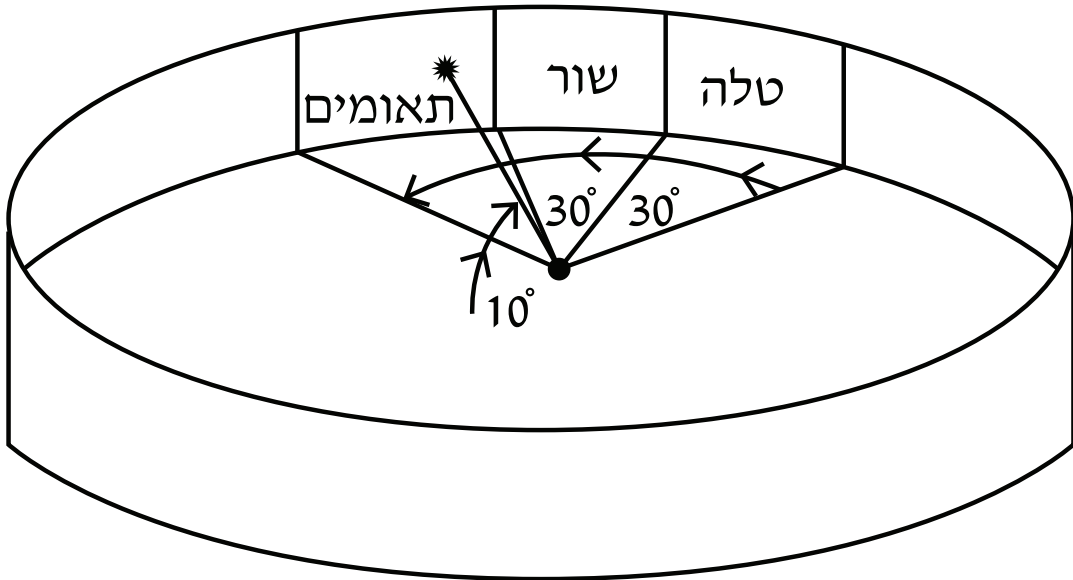
### תמונה 2



**תמונה 2:** זווית של  $30^\circ$  מעלות. ככל שמתרחקים מנקודת הקודקוד א', כך הולכות וגדלות הקשתות ב'ג', ד'ה', ו'ז'. אבל, זווית הפתיחה בין שני הקווים של הזווית כאן היא תמיד אותן ה- $30^\circ$  מעלות.

# פרק י"א

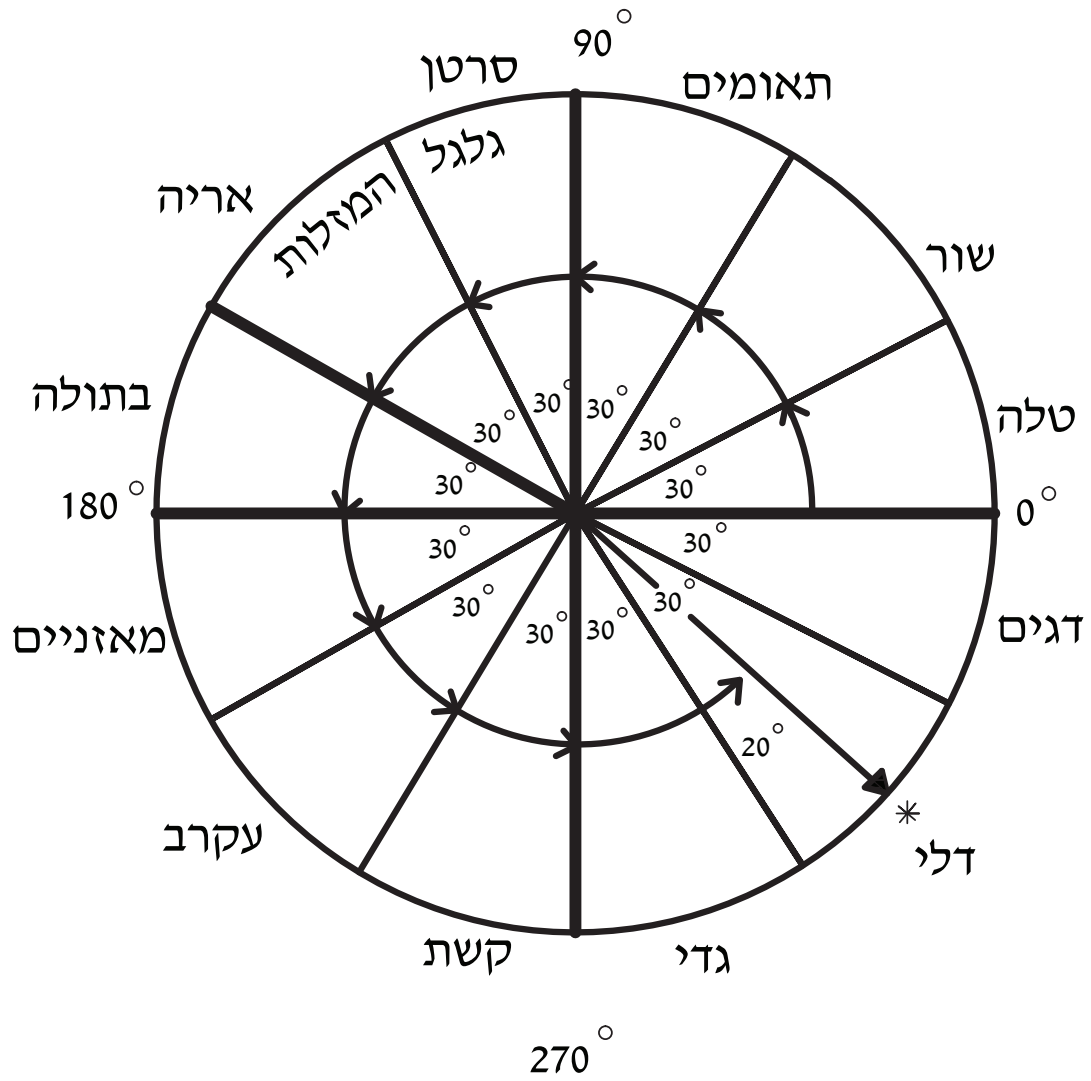
## תמונה 3



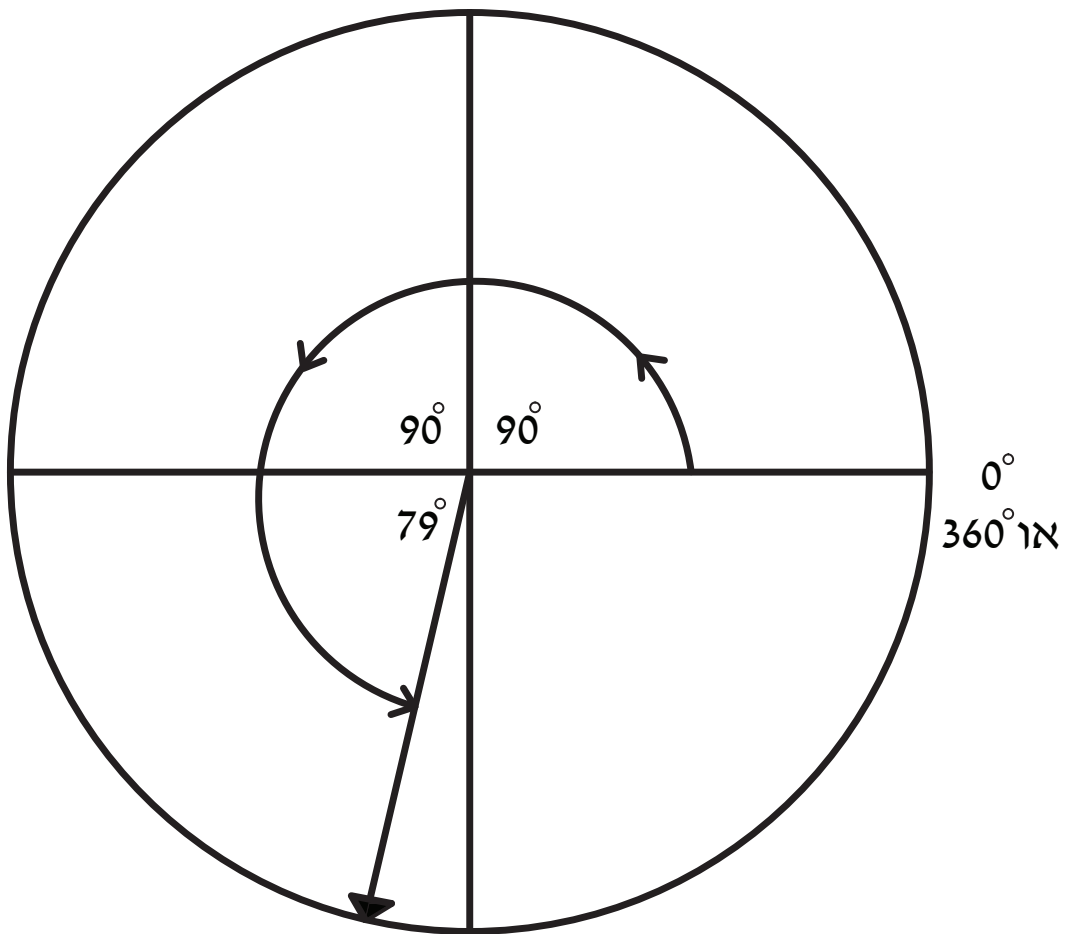
**תמונה 3:** הכוכב נמצא בכ-10 מעלות במזל תאומים.

# פרק י"א

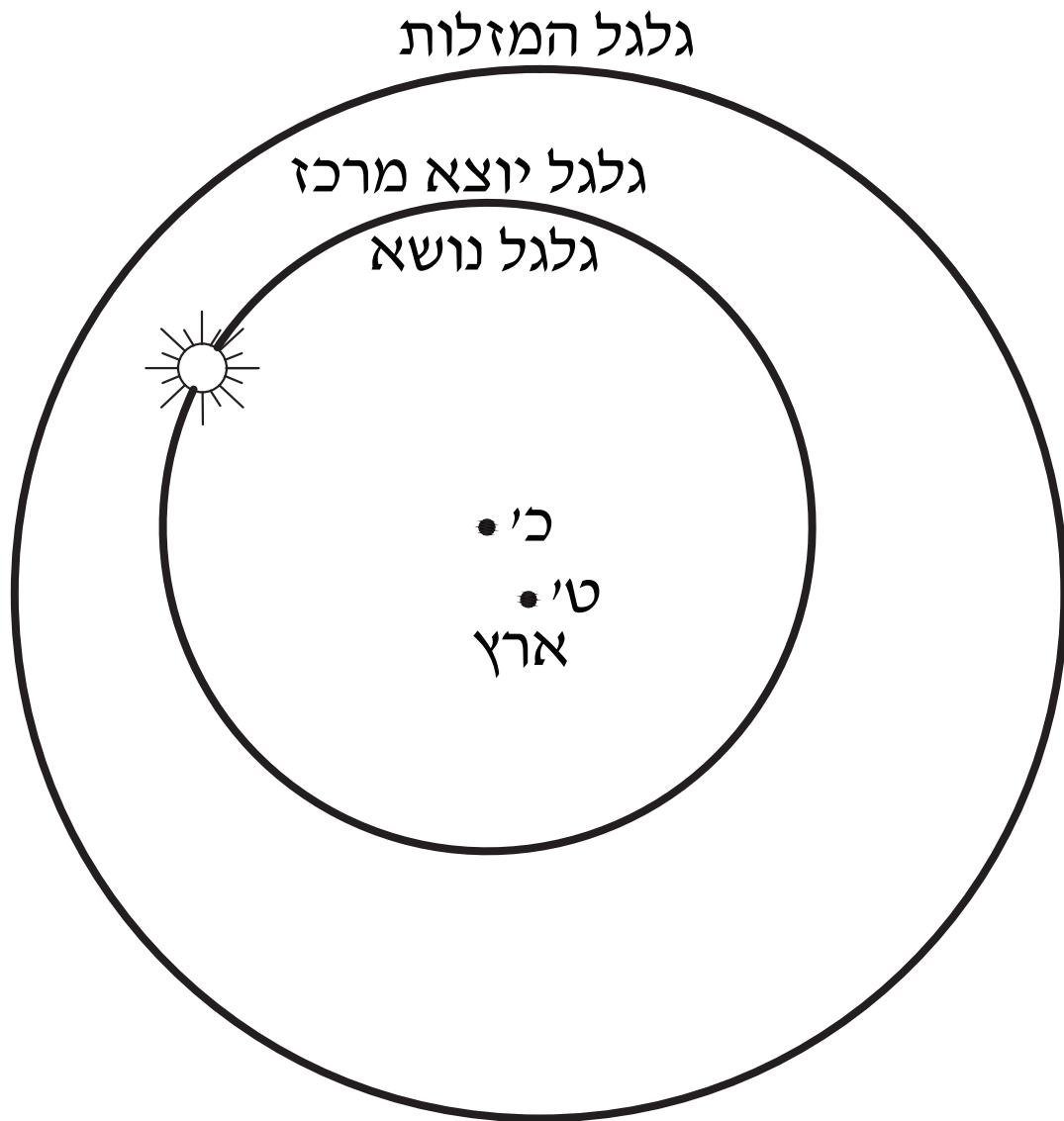
## תמונה 4



פרק י"א  
תמונה 5



# פרק י"א תמונה 6

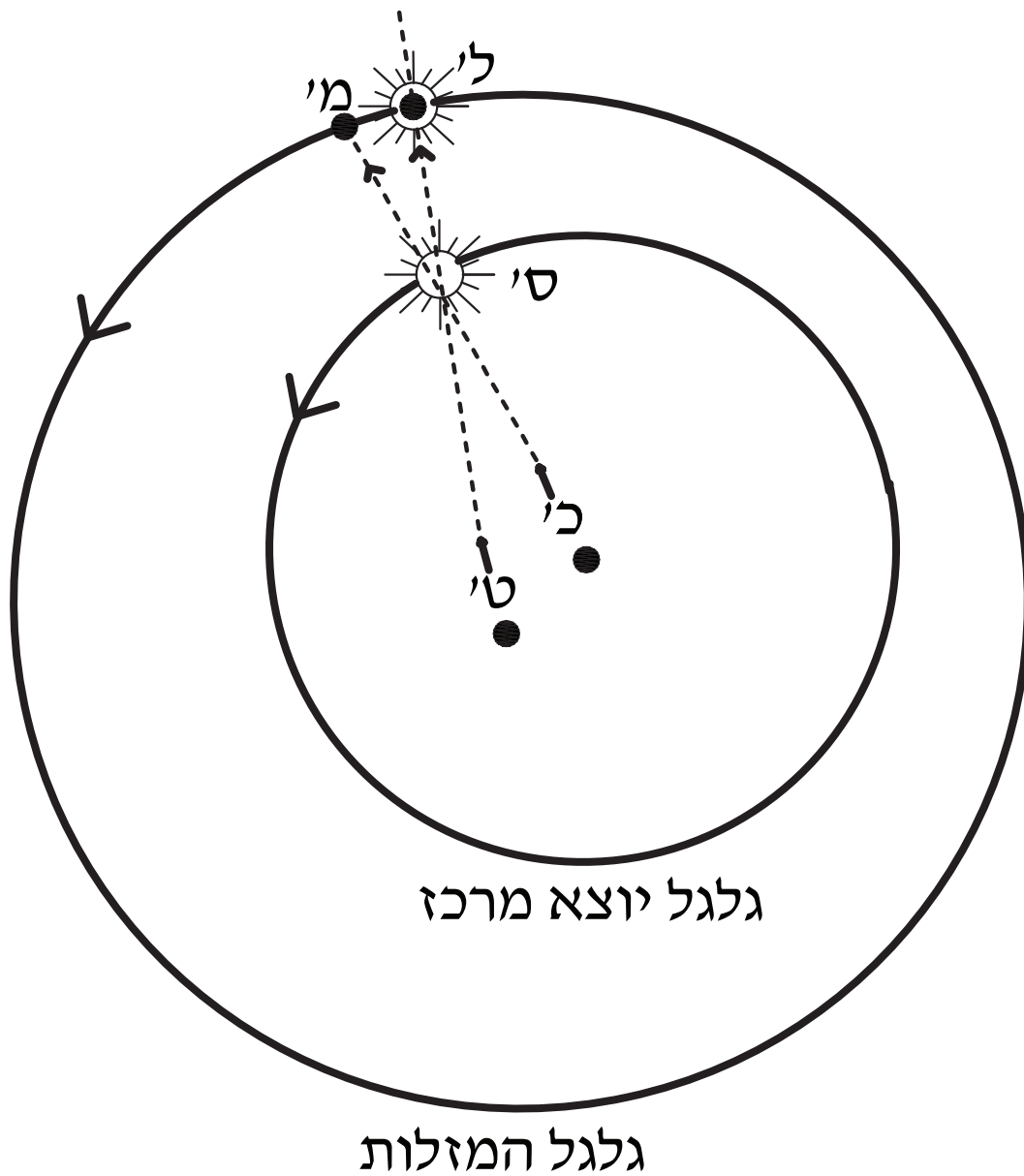


# פרק י"א

## תמונה 7



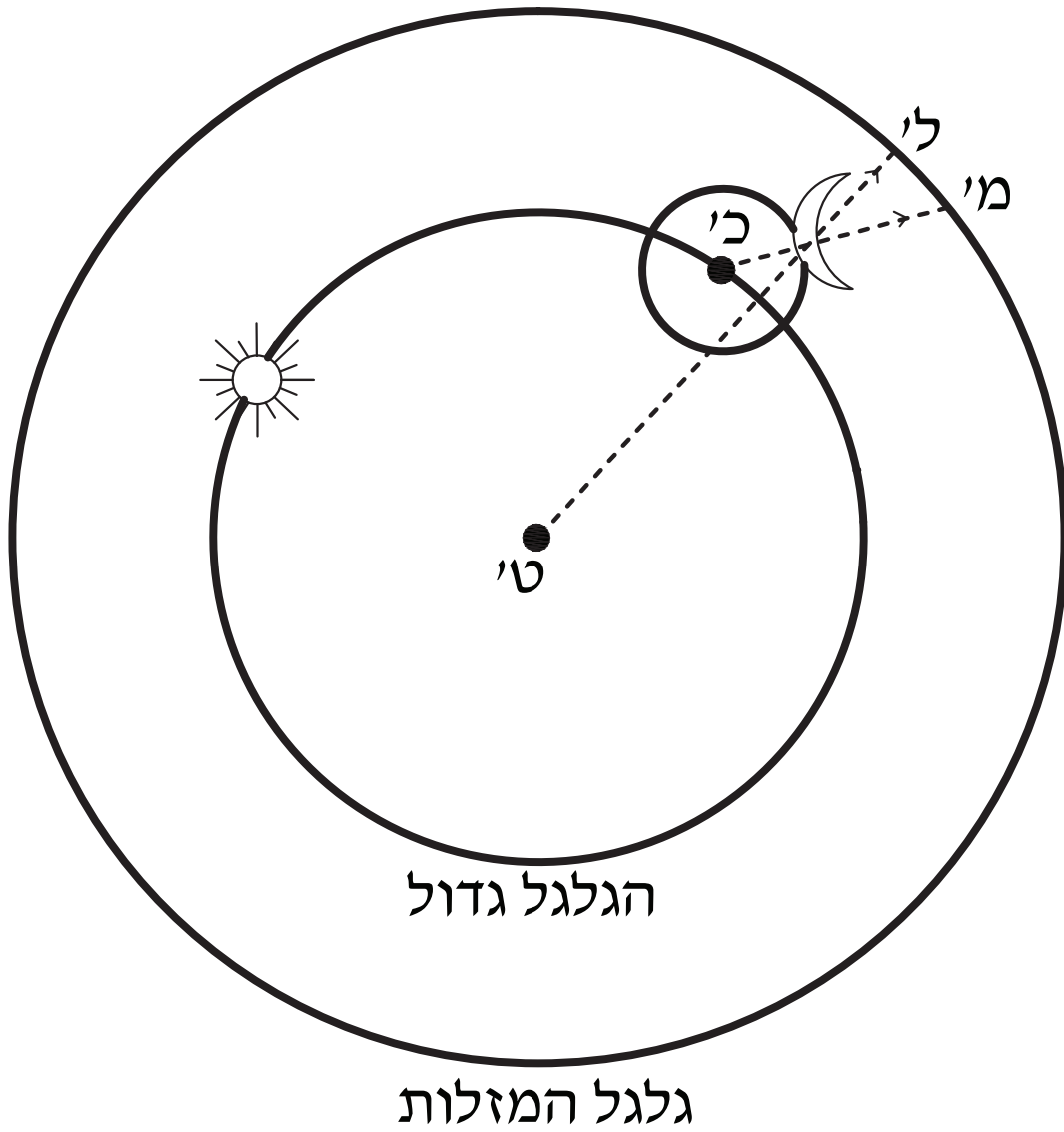
## פרק י"א תמונה 8



**תמונה 8:** מקום השמש ל' על פני רקע המזלות, כפי שהוא נראה ממרכז כדור הארץ ט', או בנקודה מ', כפי שהוא נראה ממרכז המעגל היוצא כ'. שים לב לכיוון הסיבוב של השמש בשרטוט. רואים כי הנקודה מ' מקדימה את הנקודה ל'. מהלך השמש על הגלגל היוצא נקרא גם בשם "אמצע המהלך" או "המהלך האמצעי" של השמש, או גם "המהלך השווה", כלומר שתנועת השמש במעגל זה היא בקצב אחיד, והמהלך של הנקודה ל', על פני גלגל המזלות, הוא הנקרא "המהלך האמיתי", כי זהו המהלך שרואה בפועל הצופה מכדור הארץ ט'.

# פרק י"א

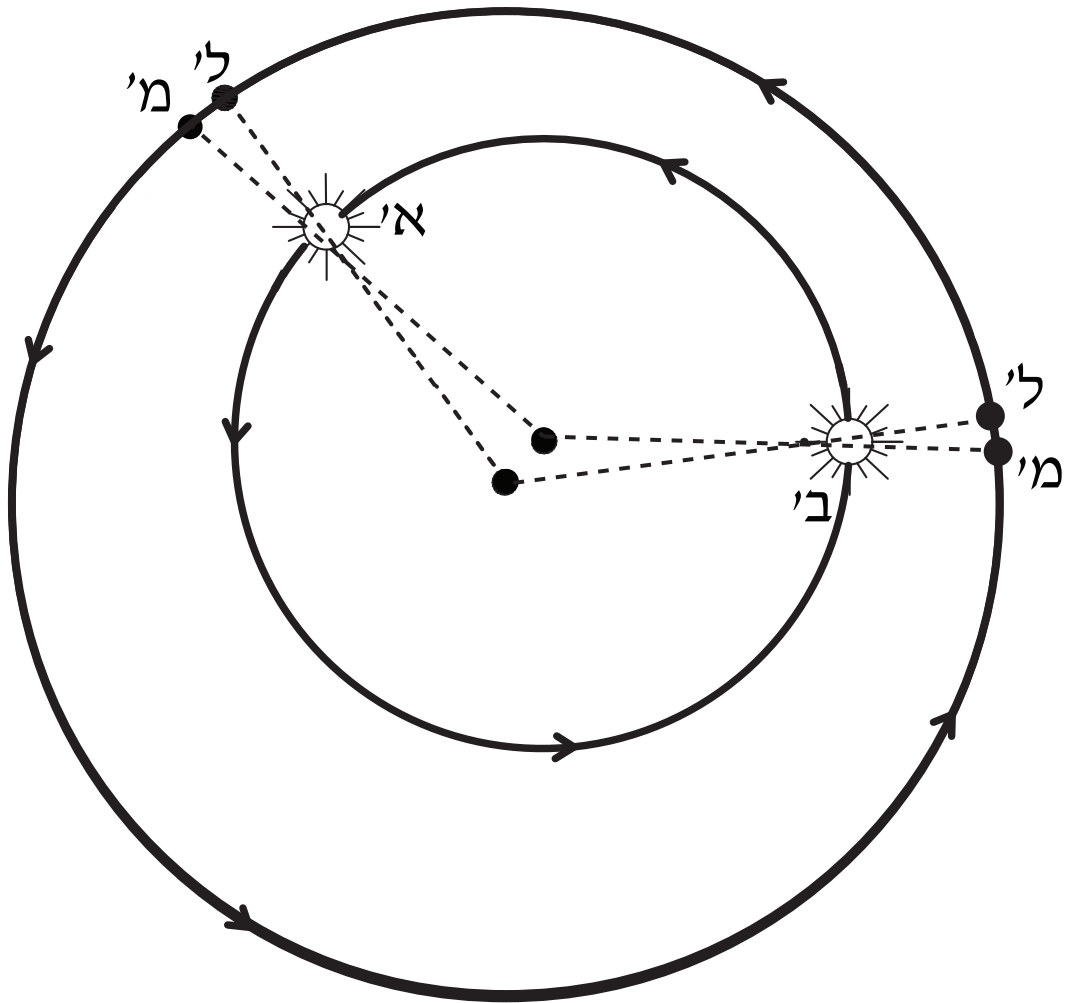
## תמונה 9



**תמונה 9:** המקום ל', אשר בו נראה הירח על רקע גלגל המזלות, ממרכז כדור הארץ ט', לעומת המקום מ' שנראה הירח ממרכז המעגל המקיף כ'.

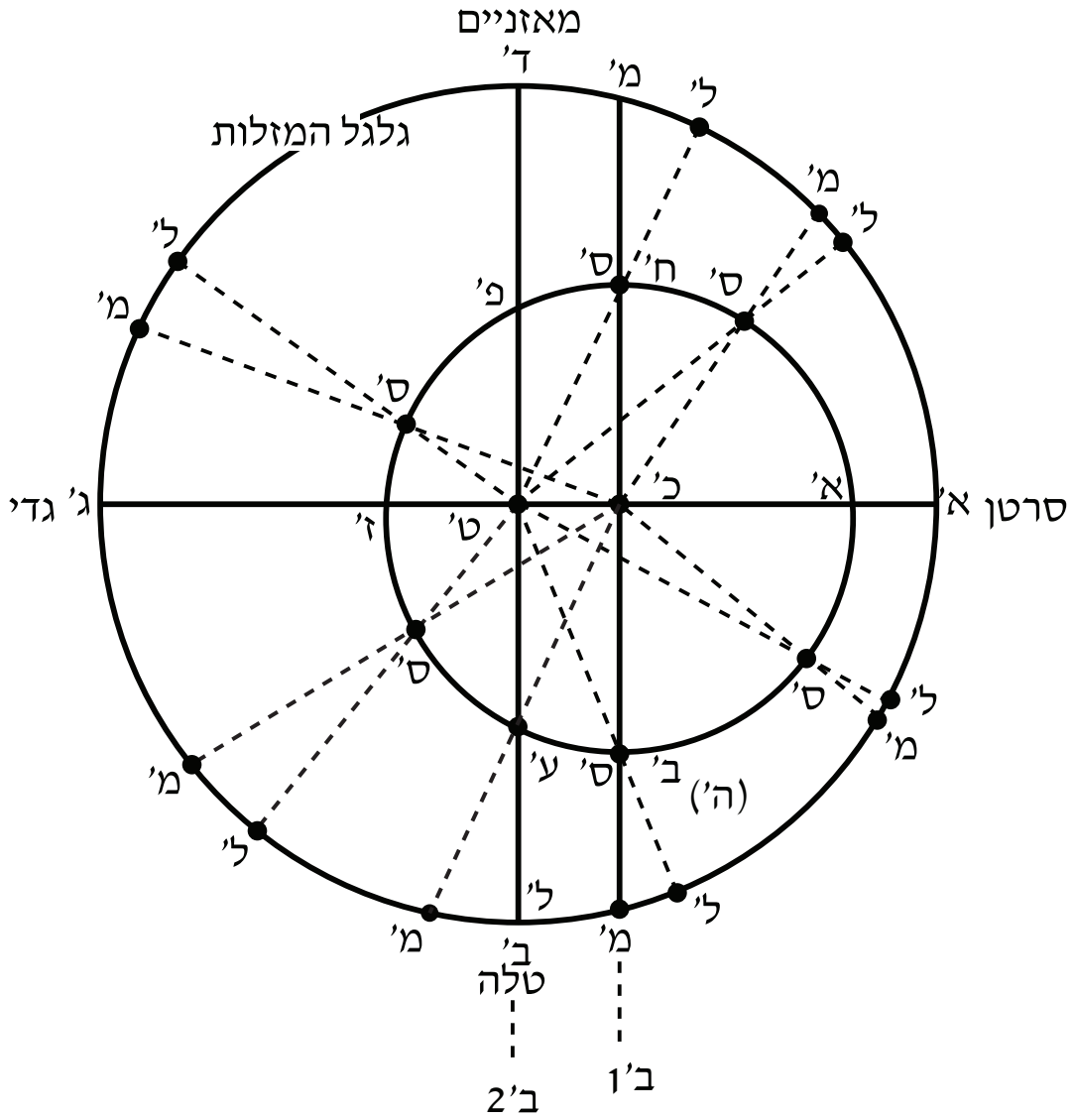


## פרק י"א תמונה 10



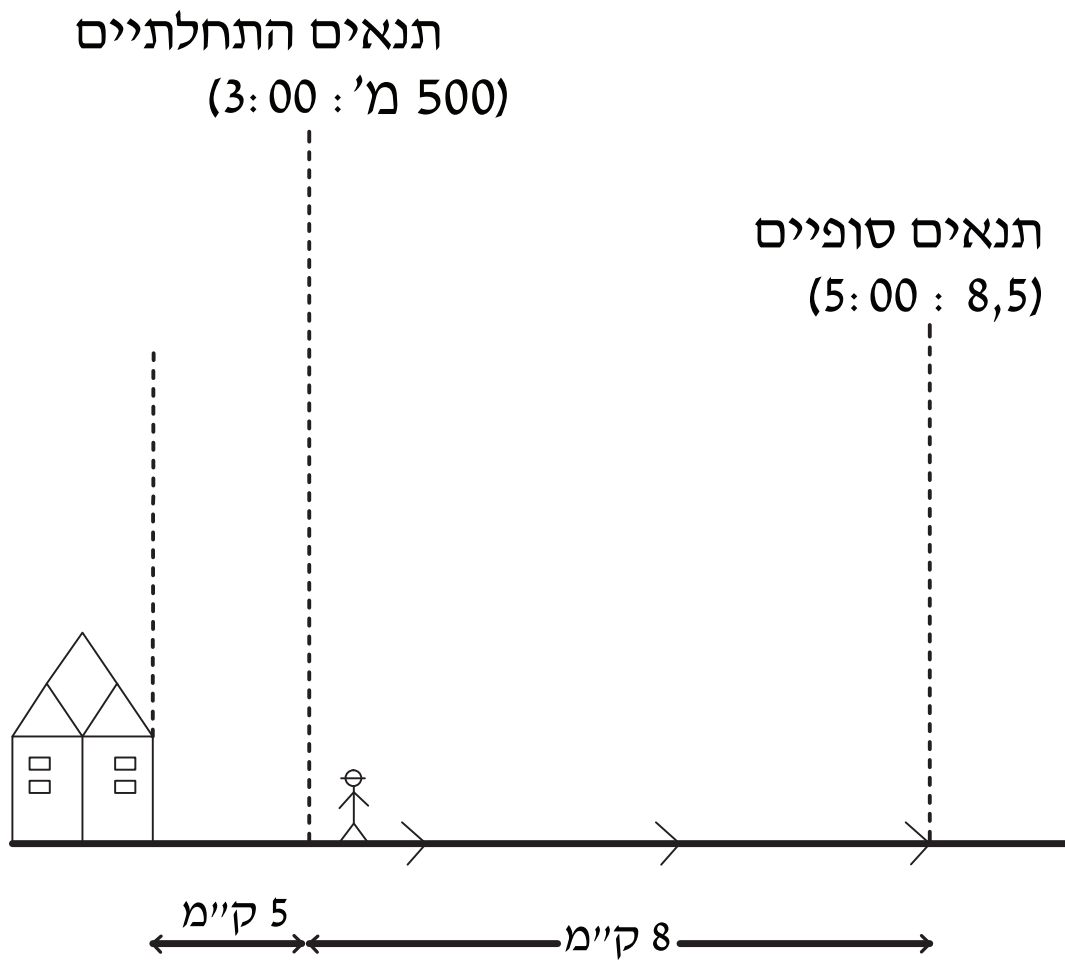
**תמונה 10:** שרטוט דומה לזה שבתמונה 8, אבל, עבור שני מצבים שונים א' ב' של השמש, במהלכה סביב הגלגל היוצא: במצב א', הנקודה מ' מקדימה את הנקודה ל'. במצב ב', הנקודה ל' מקדימה את הנקודה מ'. אם נדע לחשב את מקום הנקודה מ' על גלגל המזלות, וכן את גודל קשת השינוי בכל מצב ומצב, אז נוכל לחשב את מקום הנקודה ל' בכל נקודה על גלגל המזלות.

# פרק י"א תמונה 11

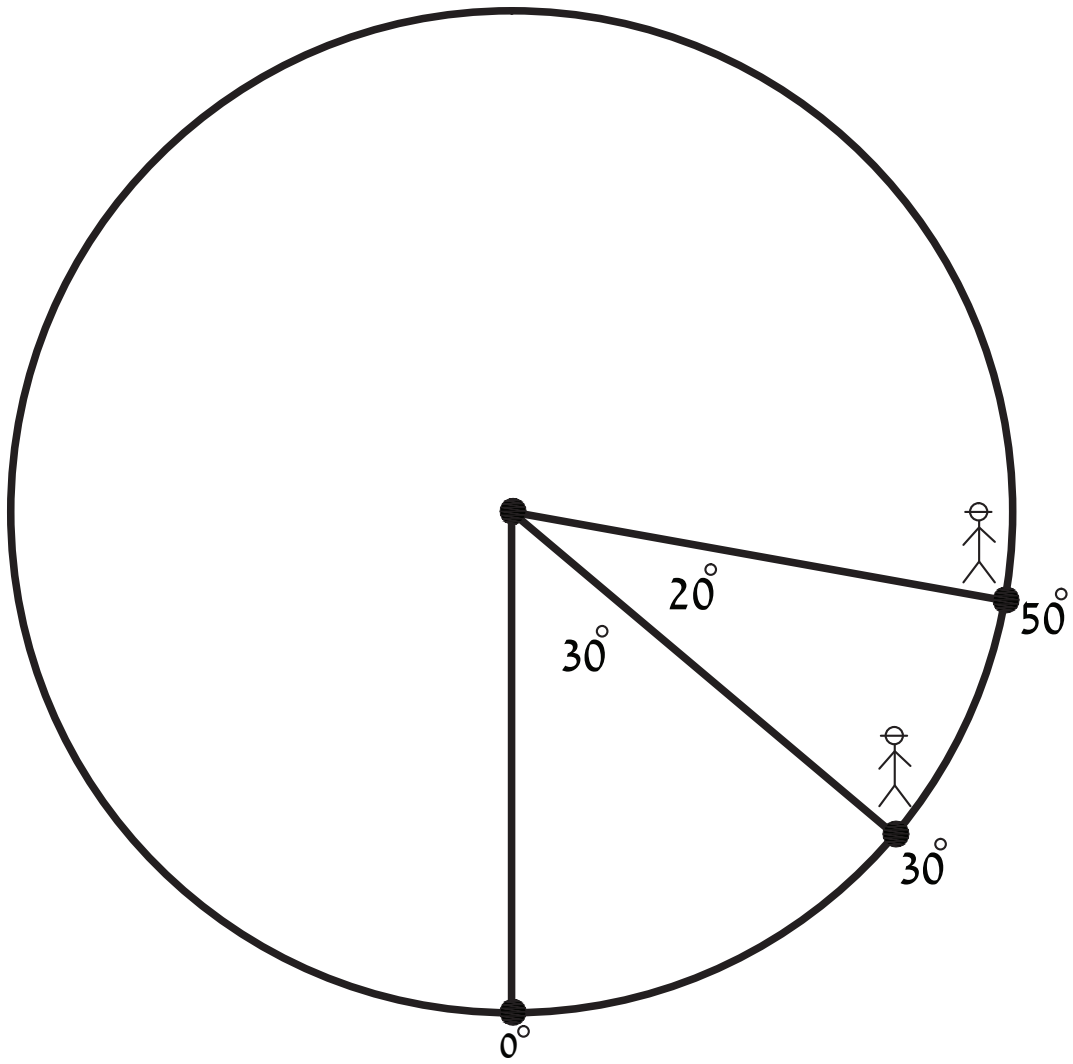


# פרק י"א

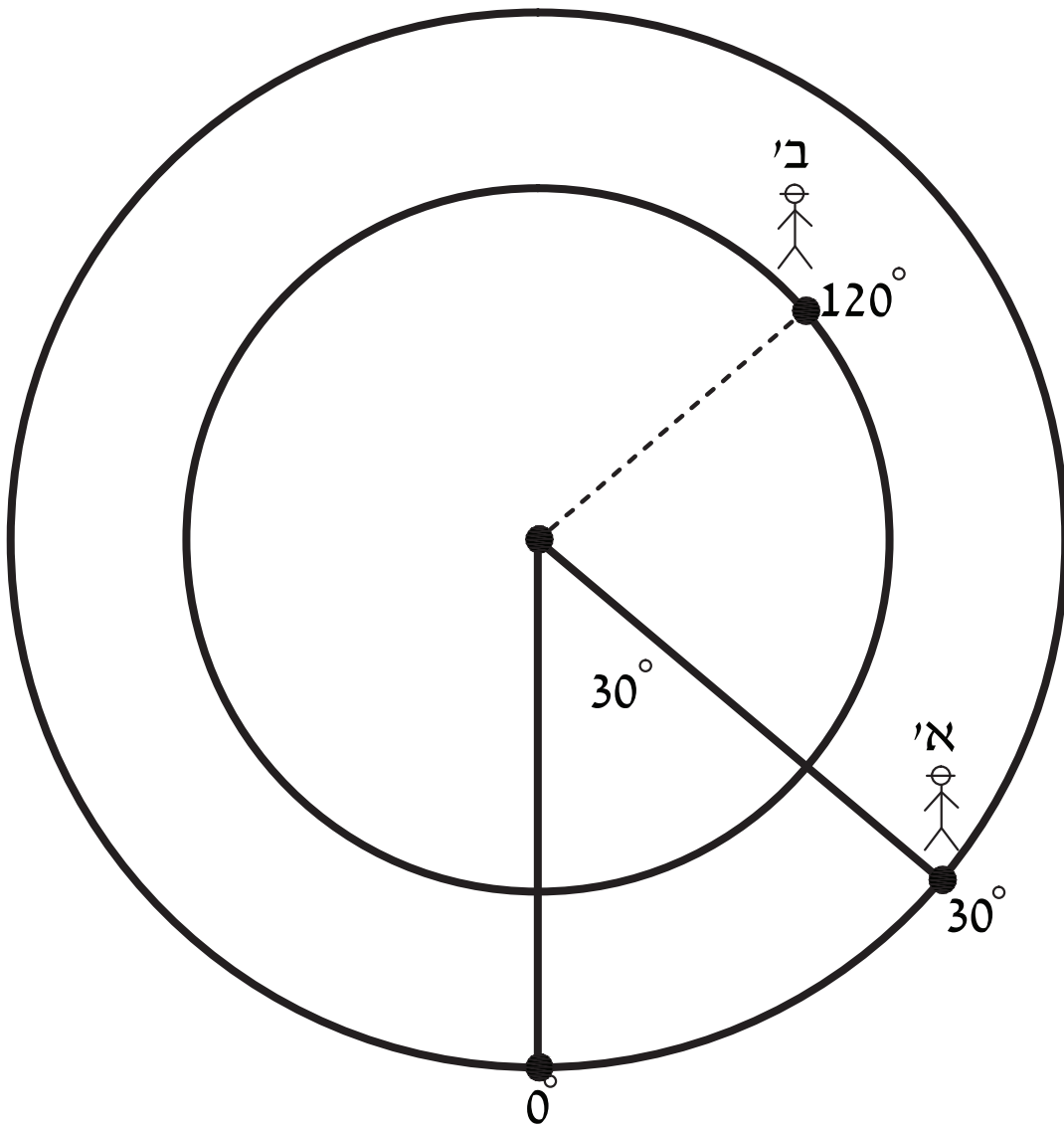
## תמונה 12



פרק י"א  
תמונה 13

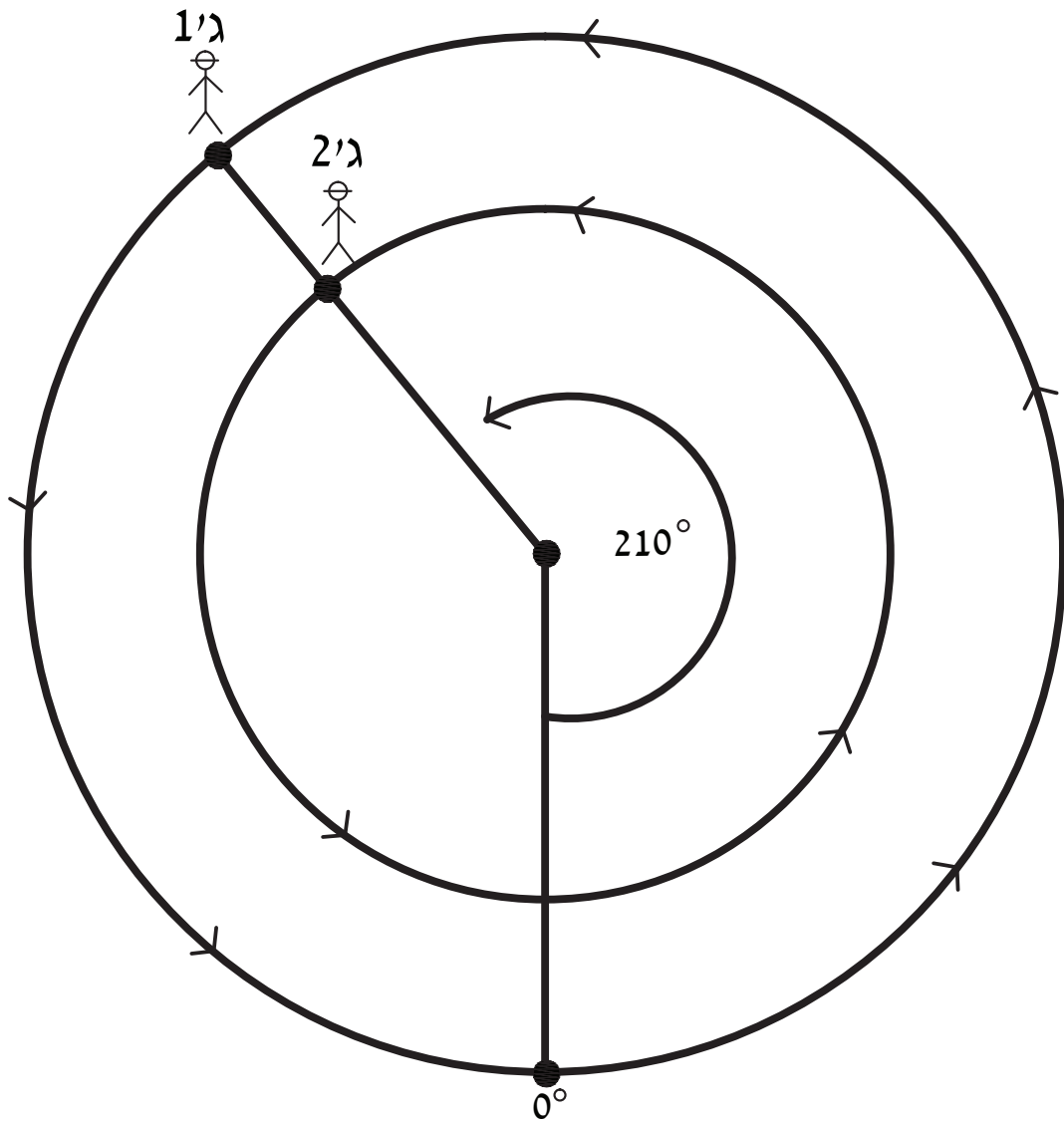


פרק י"א  
תמונה 14



# פרק י"א

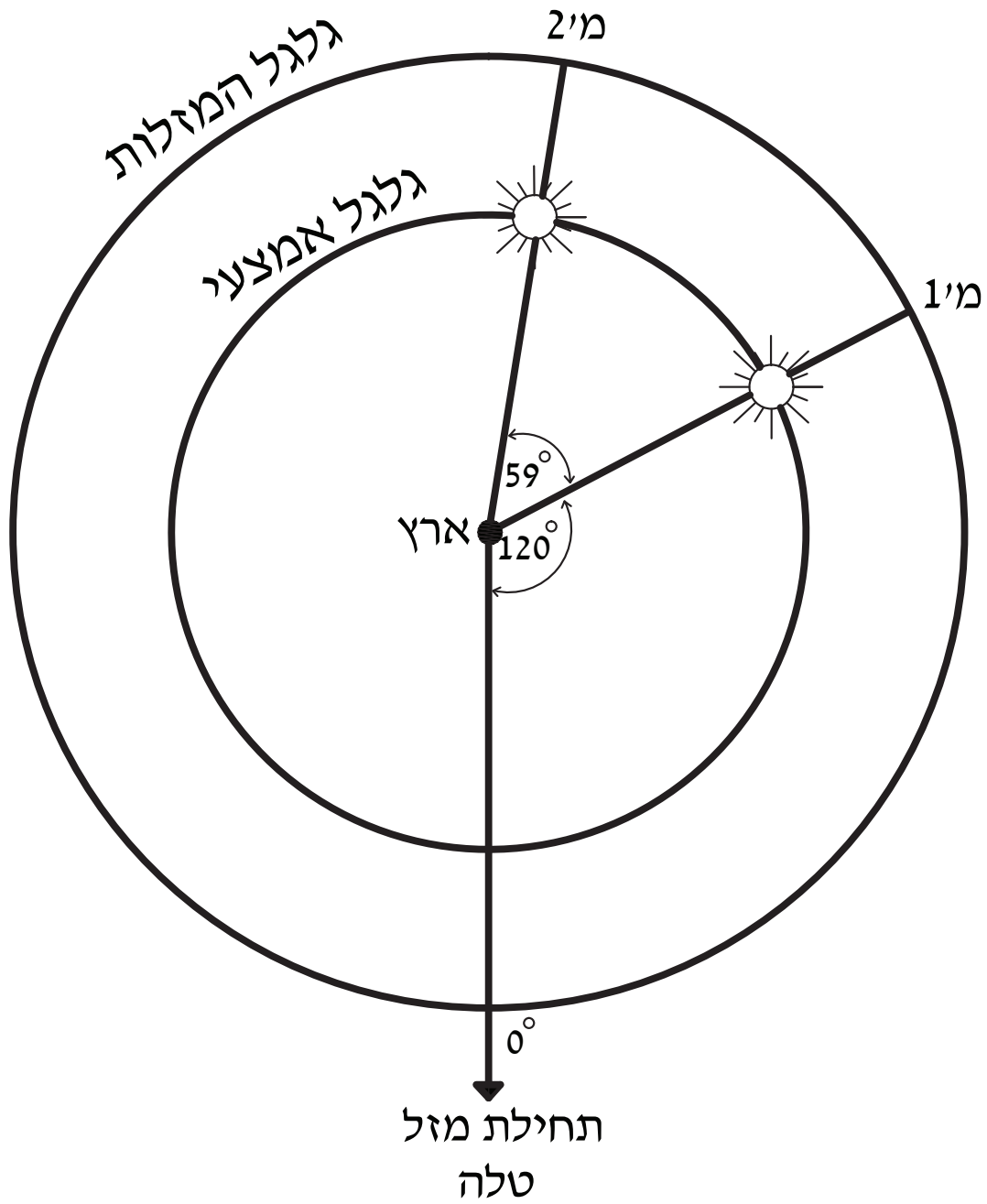
## תמונה 15



**תמונה 15:** שני הולכי רגל חולפים זה על פני זה בנקודות  $G_1$ ,  $G_2$ .

# פרק י"א

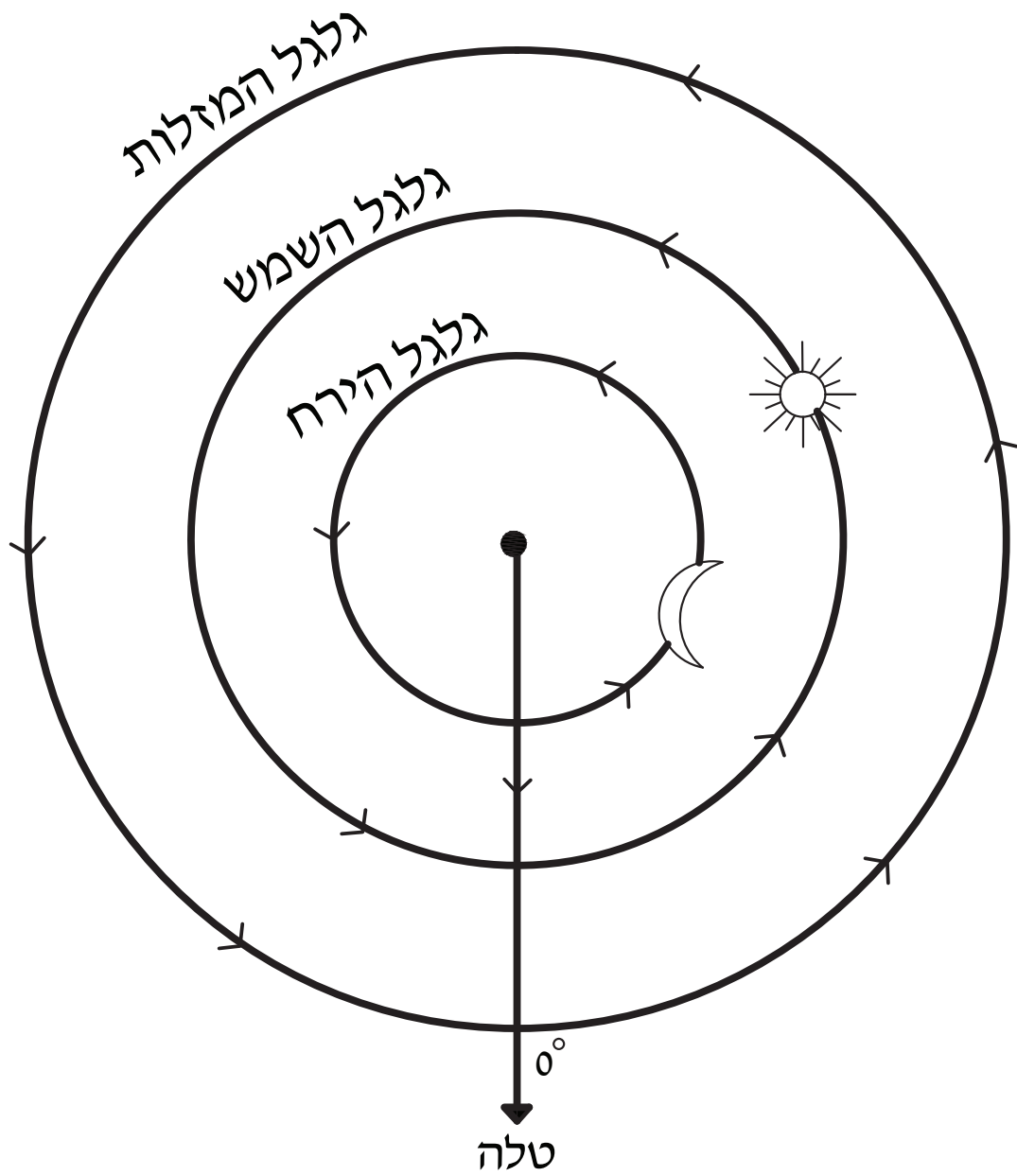
## תמונה 16



**תמונה 16:** מקום השמש בכל רגע נקבע על ידי הזווית ביחס למזל טלה.

# פרק י"א

## תמונה 17

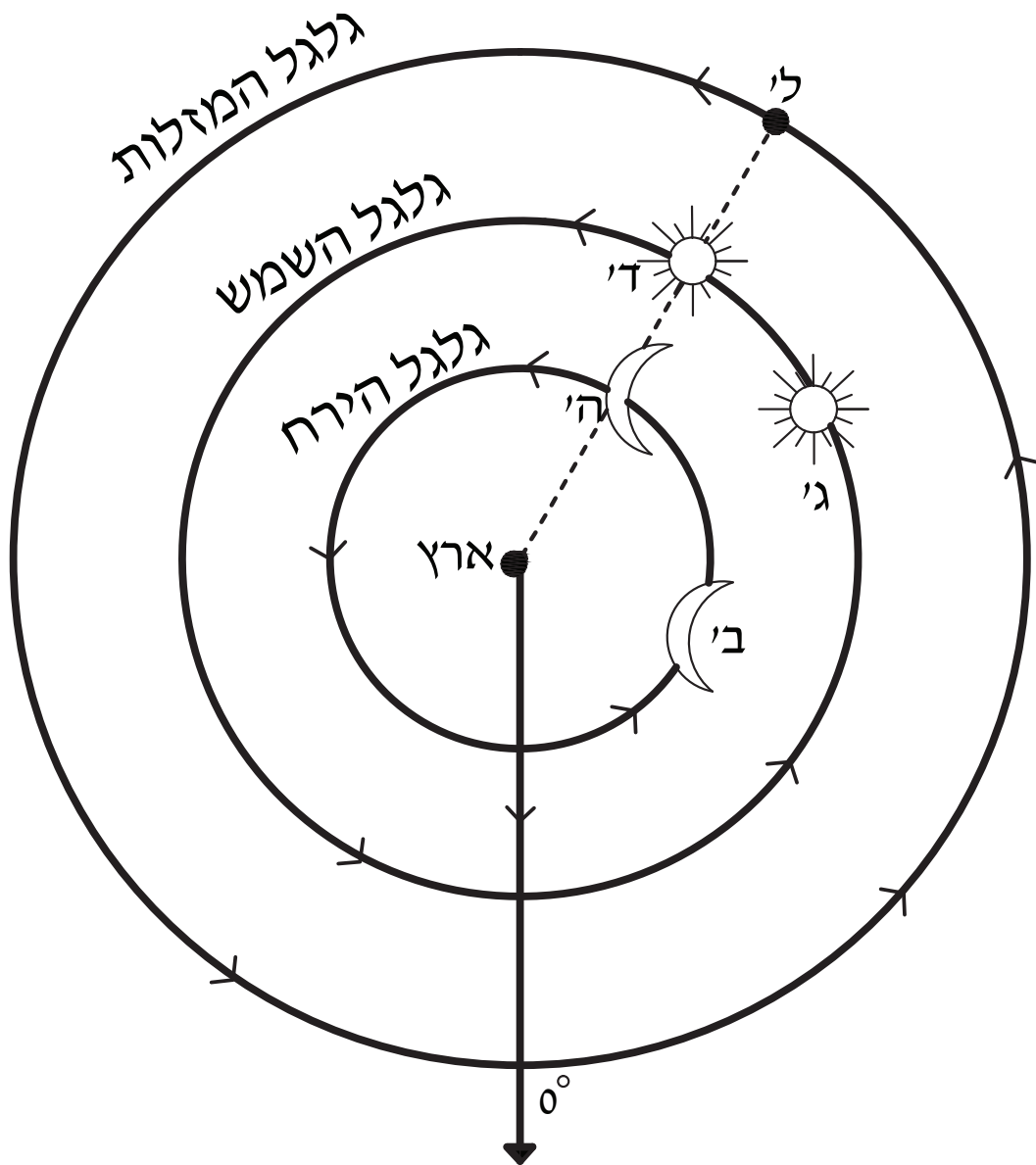


**תמונה 17:** לשמש ולירח קצב שונה במסלולים סביב כדור הארץ.



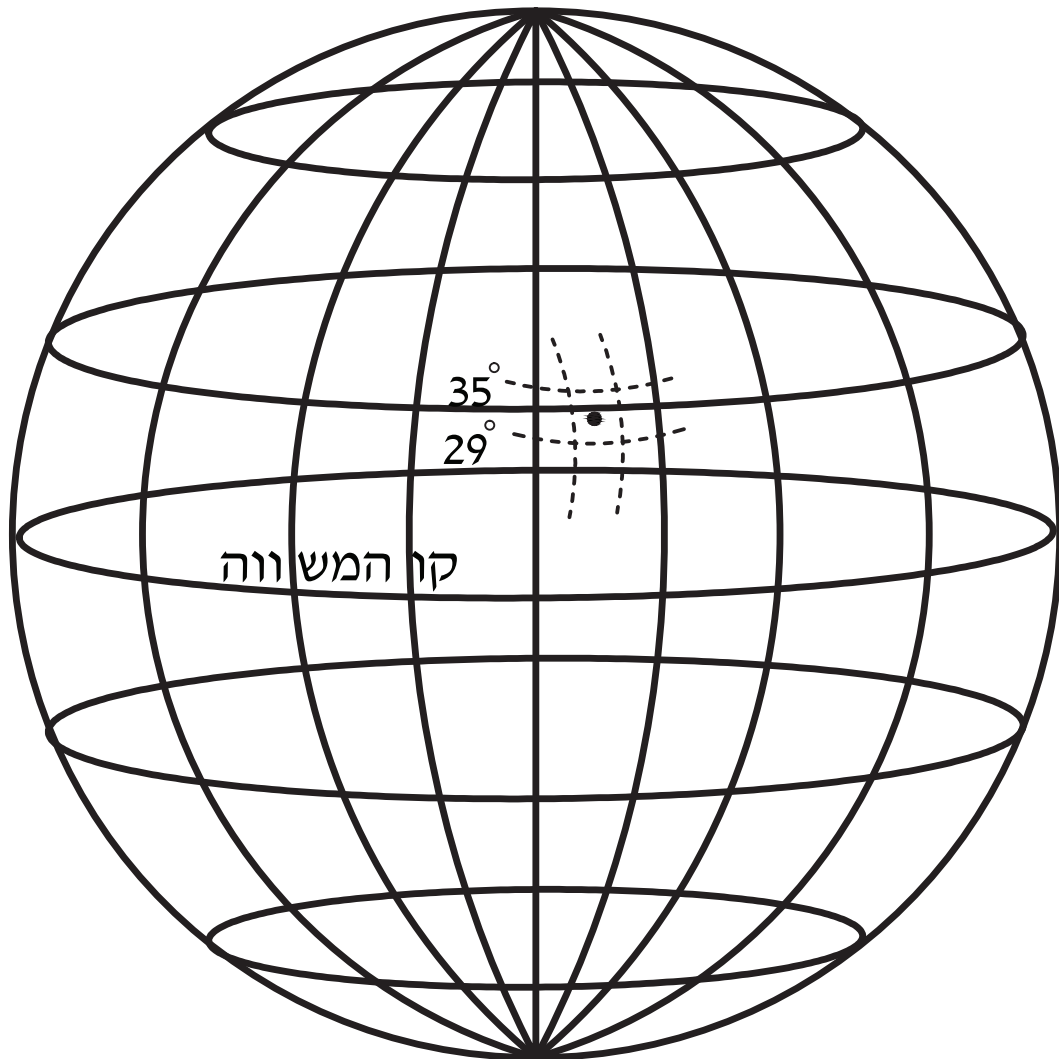
# פרק י"א

## תמונה 18



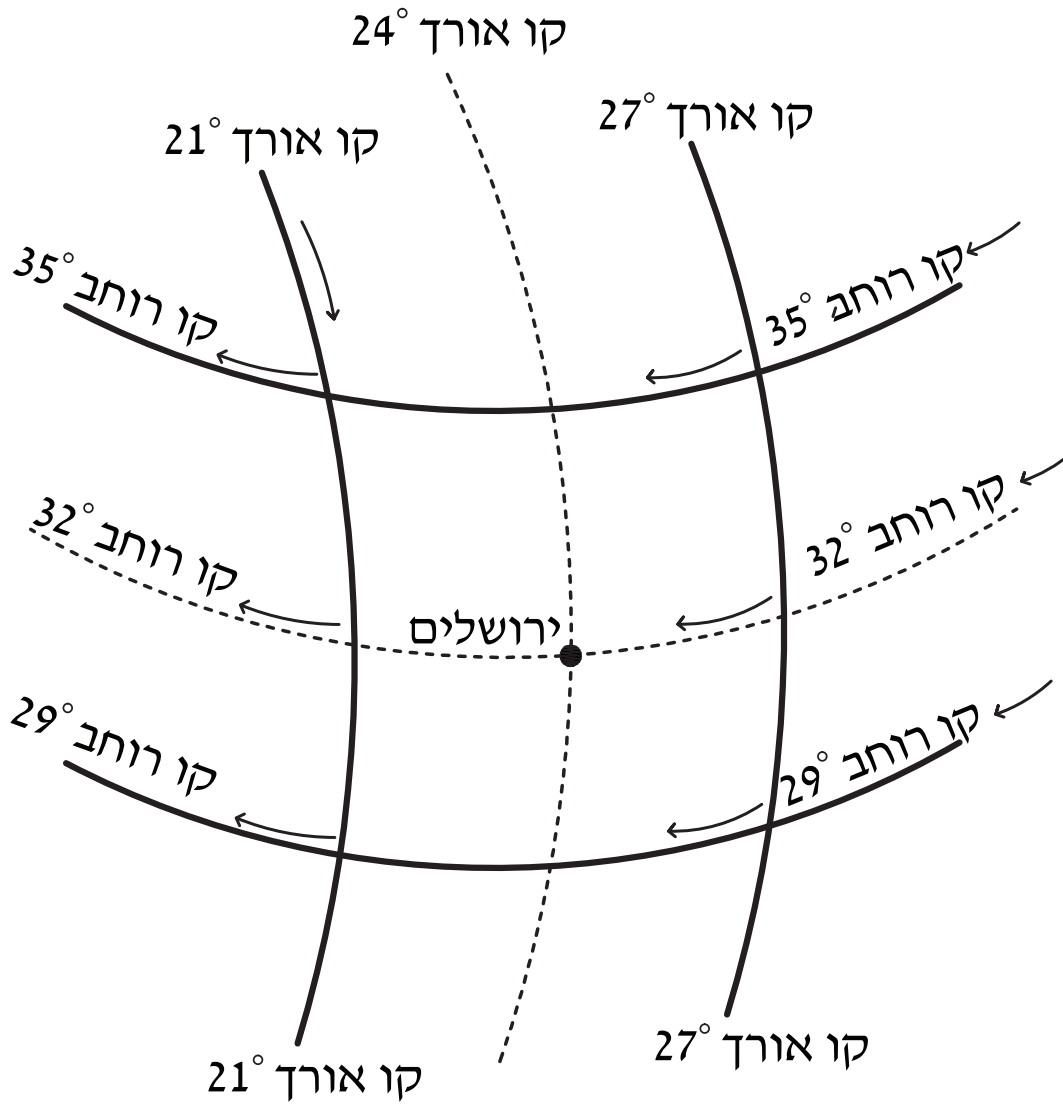
**תמונה 18:** בתחילה עמדו השמש והירח בנקודות ב' וג'. בזמן מאוחר יותר הם הגיעו למצב של קיבוץ בנקודות ד' וה'.

## פרק י"א תמונה 19



**תמונה 19:** במרכז הריבוע המקוקו נמצאת ירושלים. הגבול העליון של הריבוע הוא בקו רוחב 35 מעלות, והתחתון- בקו רוחב 29 מעלות. ירושלים עצמה נמצאת בקו רוחב 32 מעלות.

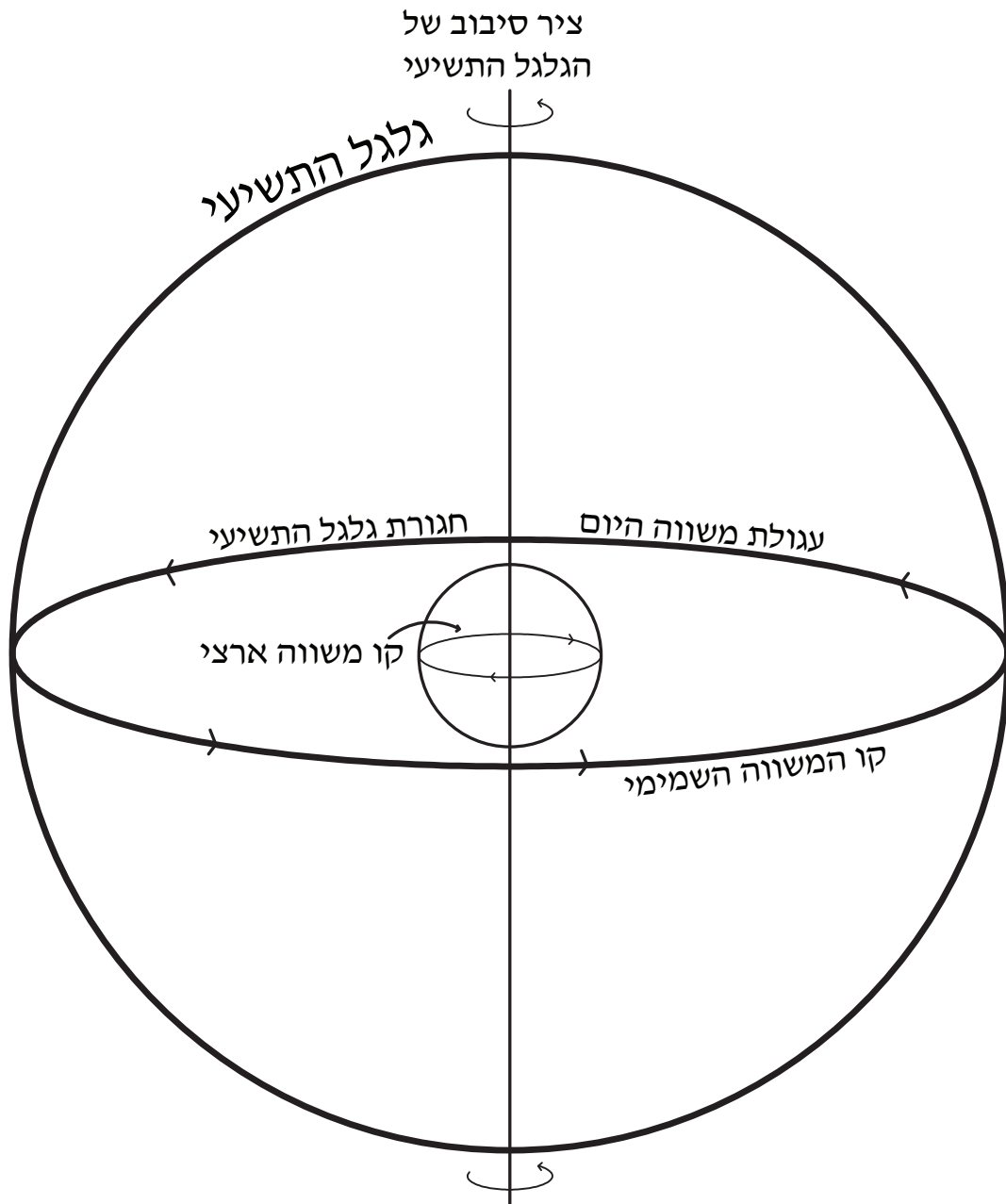
## פרק י"א תמונה 20



**תמונה 20:** ירושלים נמצאת בקו רוחב 32 מעלות, וקו אורד 24 מעלות. (ראה במפרש)

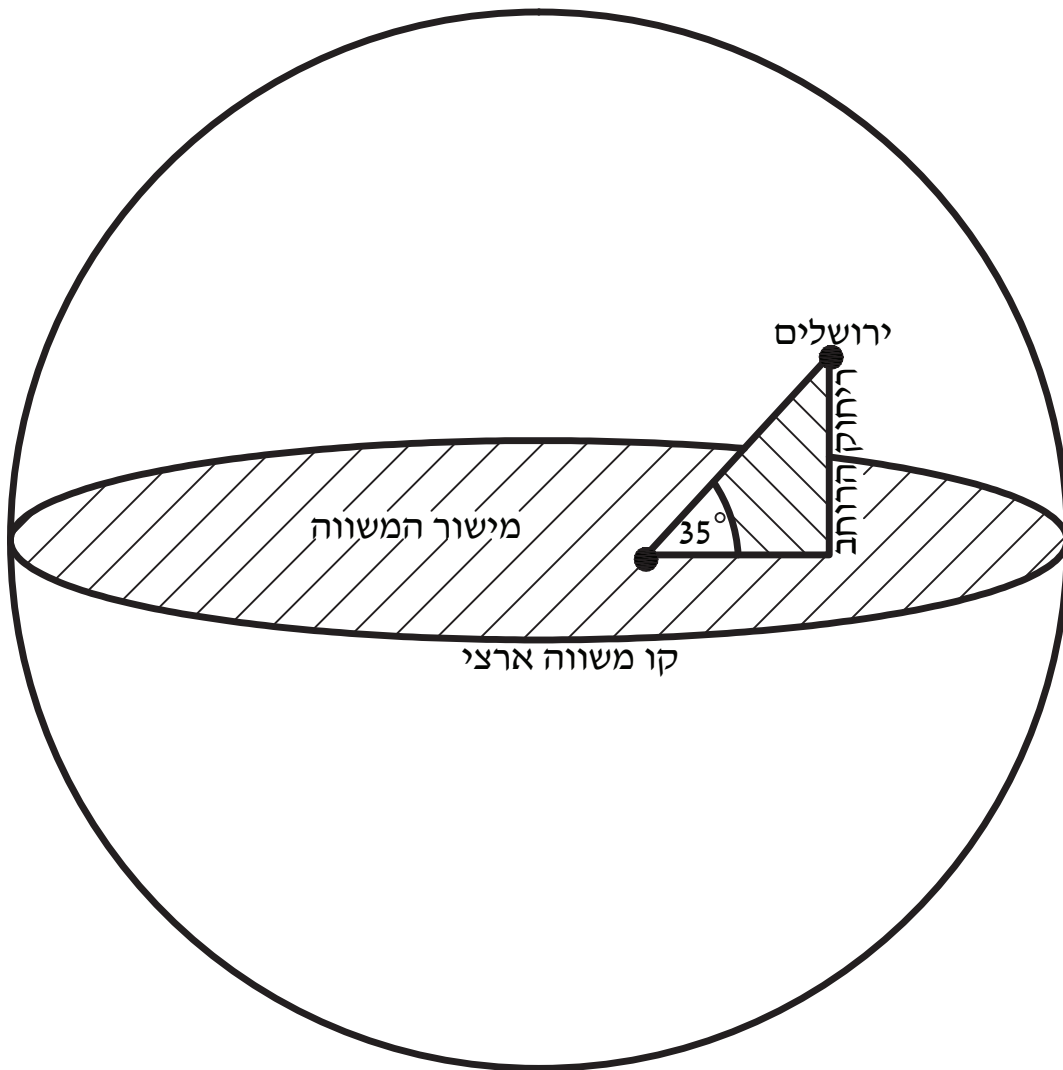
## פרק י"א

### תמונה 21



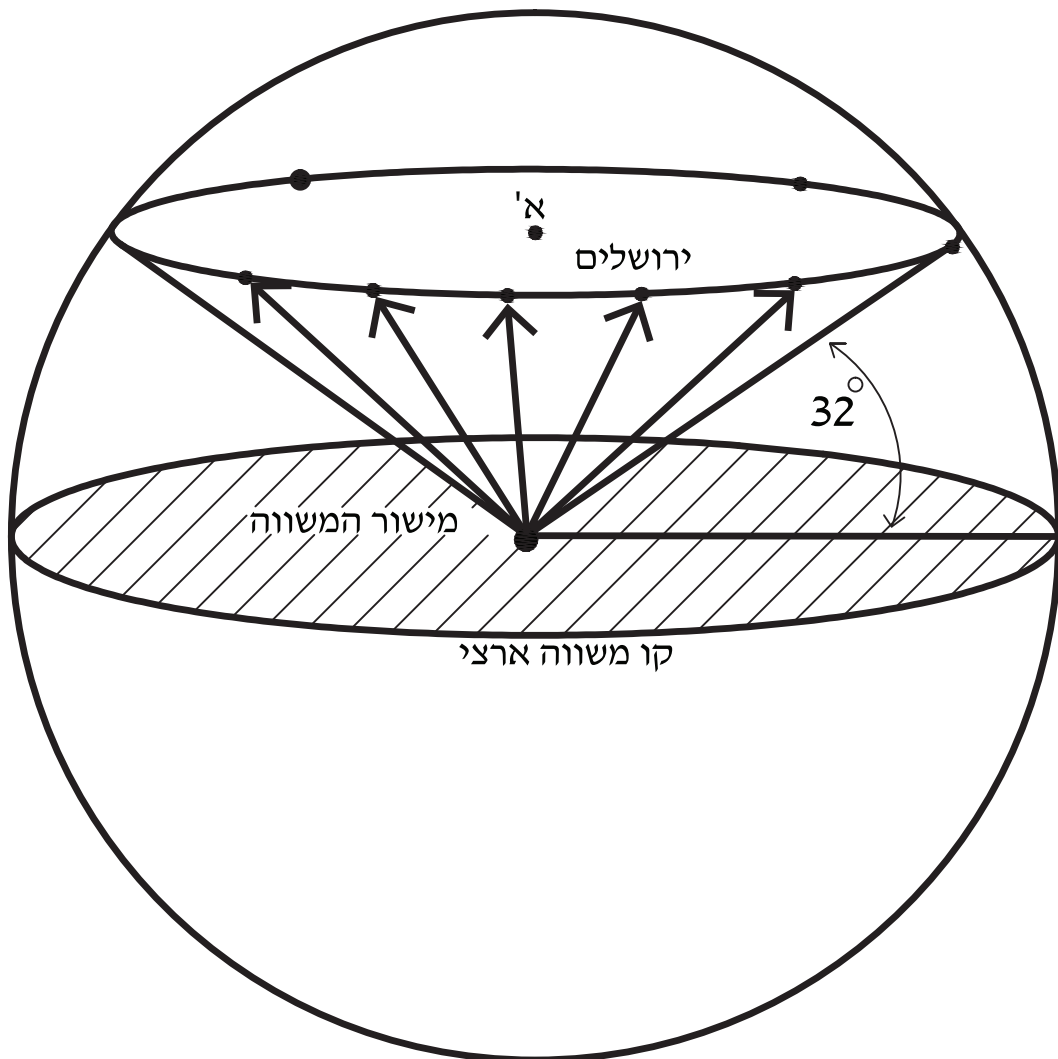
**תמונה 21:** כדור הארץ אינו נע וגם אינו סובב סביב צירו. גלגל התשיעי הוא הגלגל היומי המסתובב סביב צירו פעם אחת ביום. קו המשווה שלו, תוך כדי סיבובו היומי, משרטט קו משווה סביב כדור הארץ (העומד ואינו סובב). שים לב כי ציר הסיבוב של הכדור התשיעי עובר גם הוא דרך מרכז כדור הארץ.

## פרק י"א תמונה 22



**תמונה 22:** ריחוק הרוחב הגיאוגרפי של ירושלים הוא הזווית  $32^\circ$  מעלות המתרוממות ממישור המשווה ועד לירושלים.

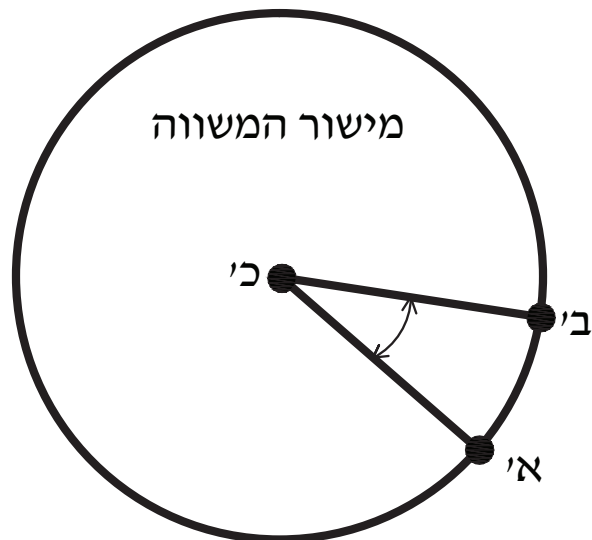
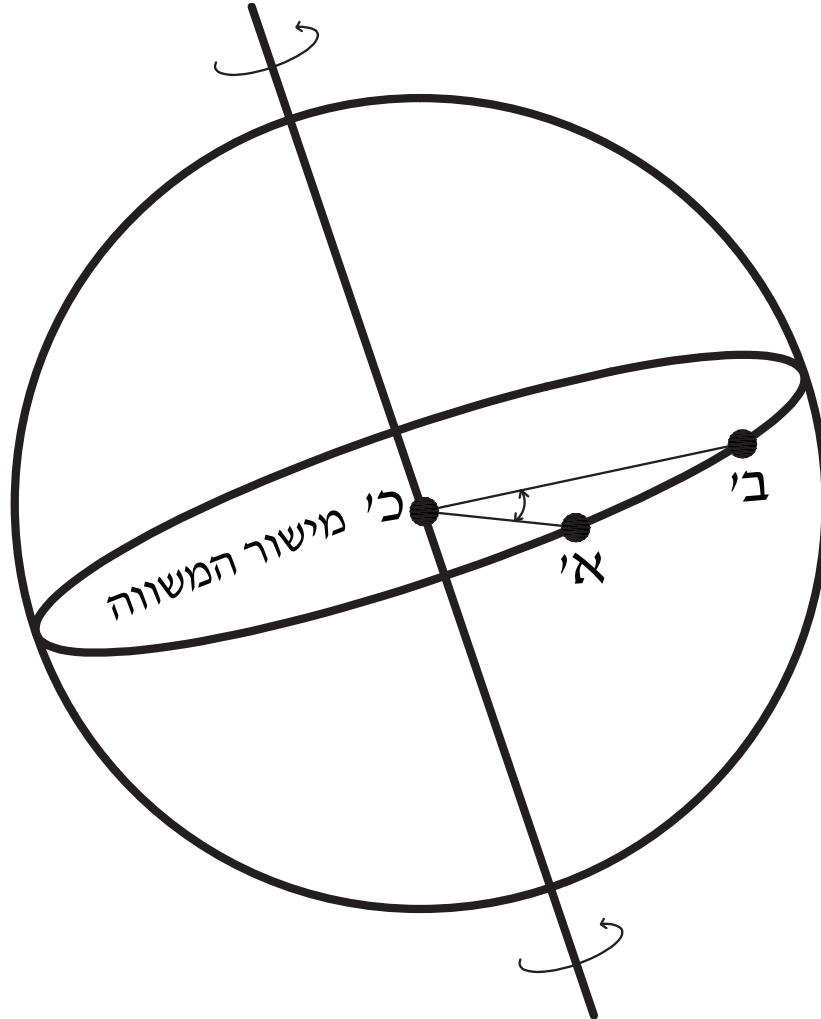
## פרק י"א תמונה 23



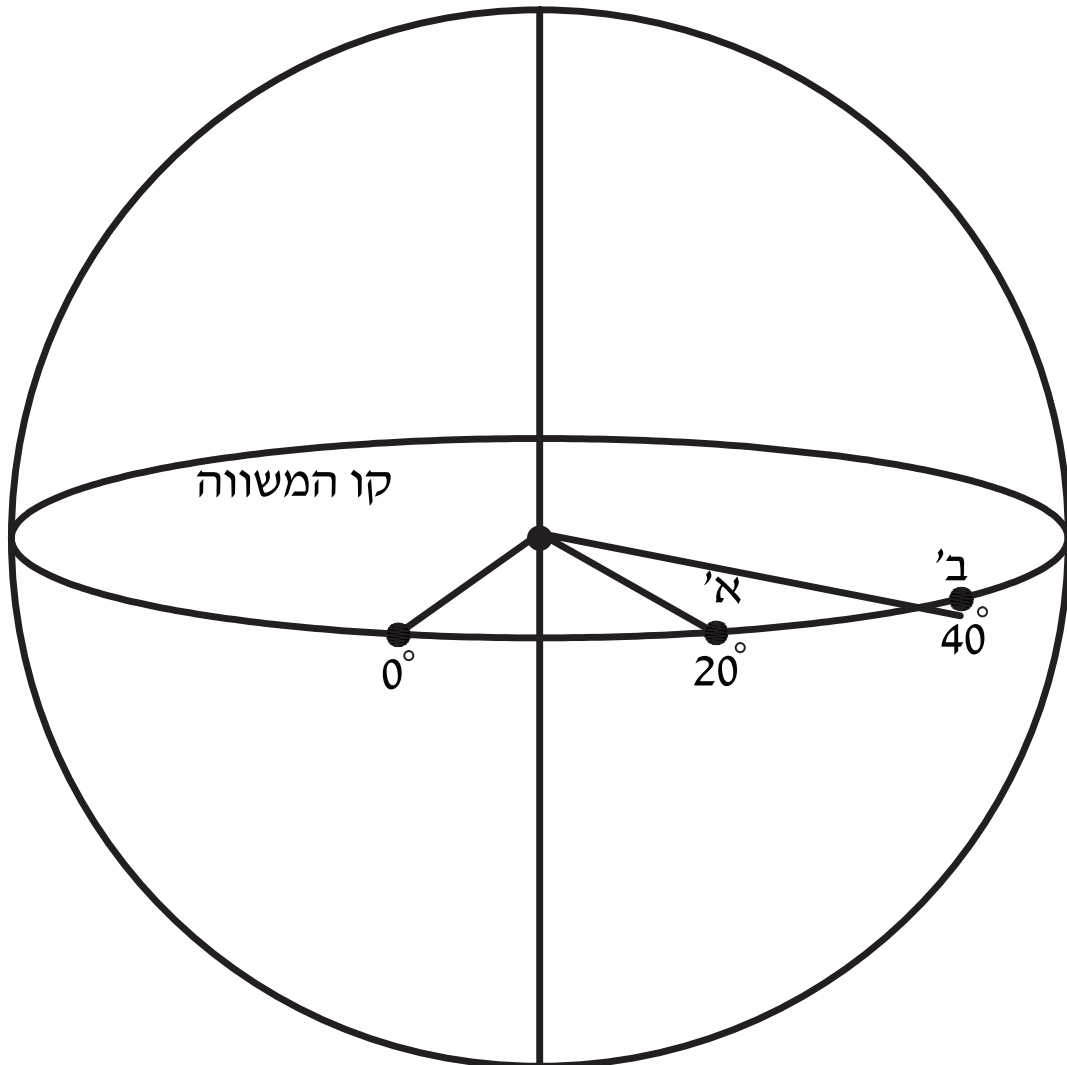
**תמונה 23:** כל המדינות הנמצאות על המעגל שמרכזו בנקודה א', הן בעלות "גובה מדינה", או "קו רוחב", זהה לזה של ירושלים, דהיינו ל"ב מעלות.

# פרק י"א

## תמונה 24



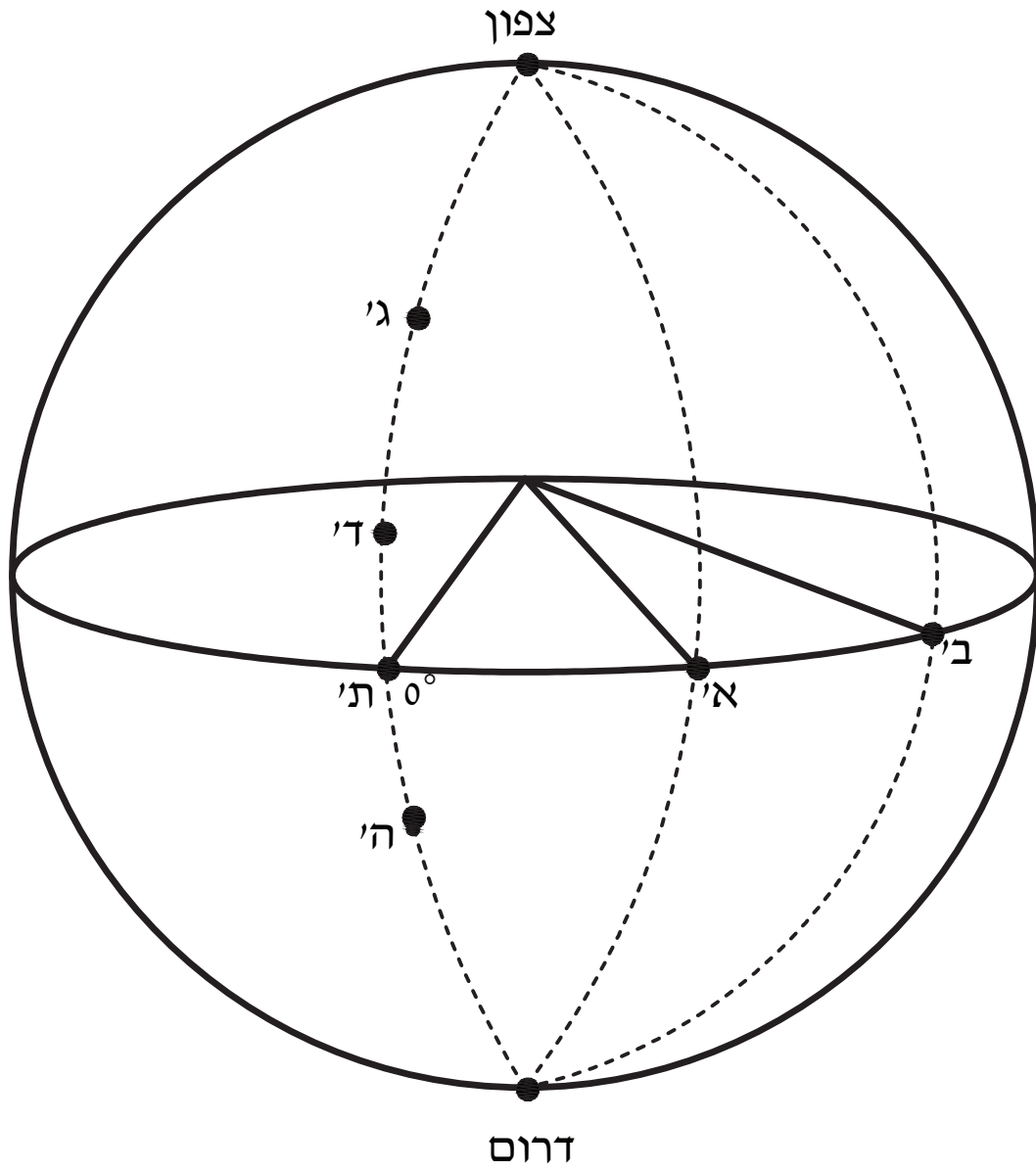
פרק י"א  
תמונה 25





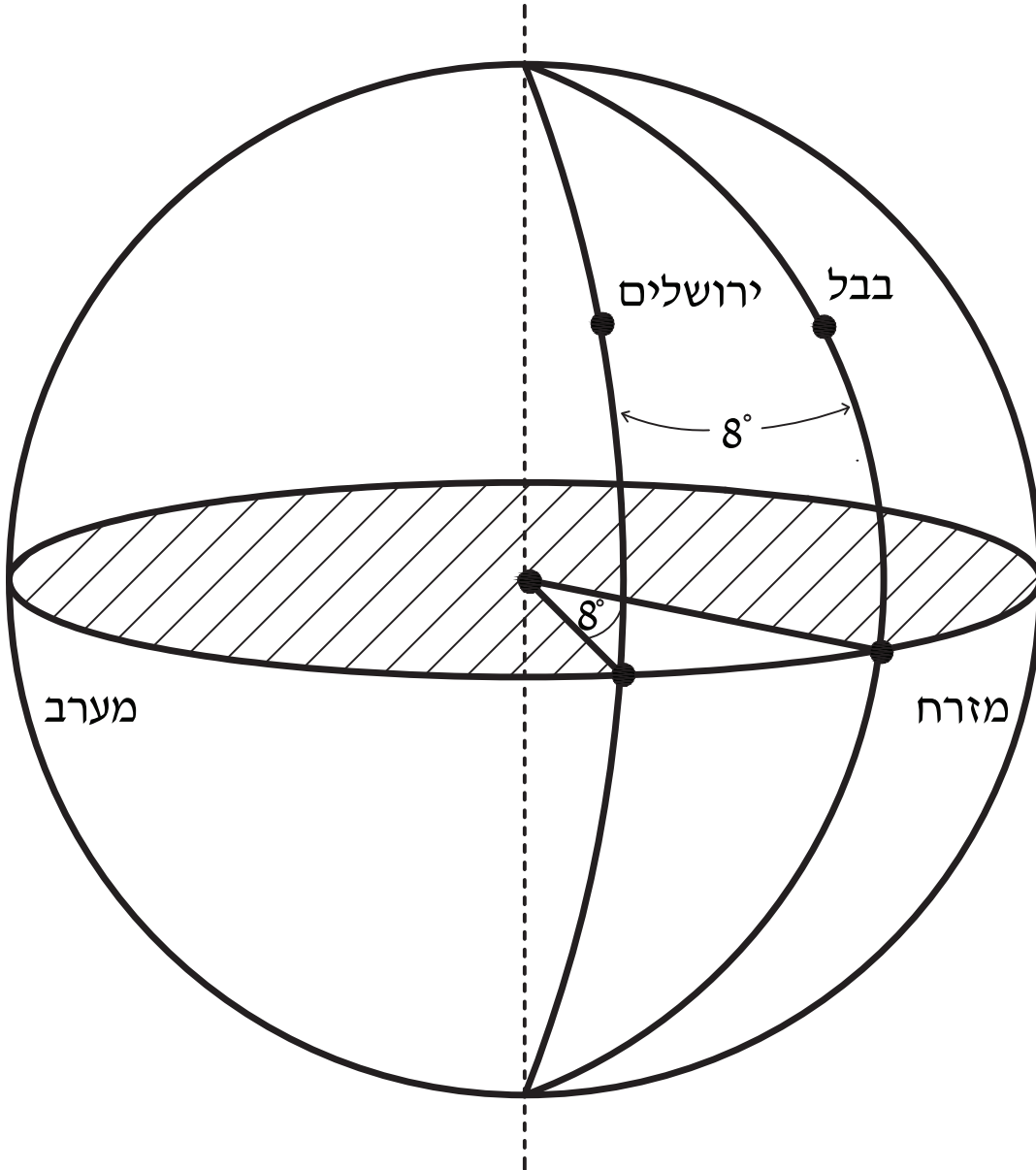
# פרק י"א

## תמונה 26



**תמונה 26:** שלוש מדינות ג', ד' וה', נמצאות על אותו קו אורך של הנקודה ת'.

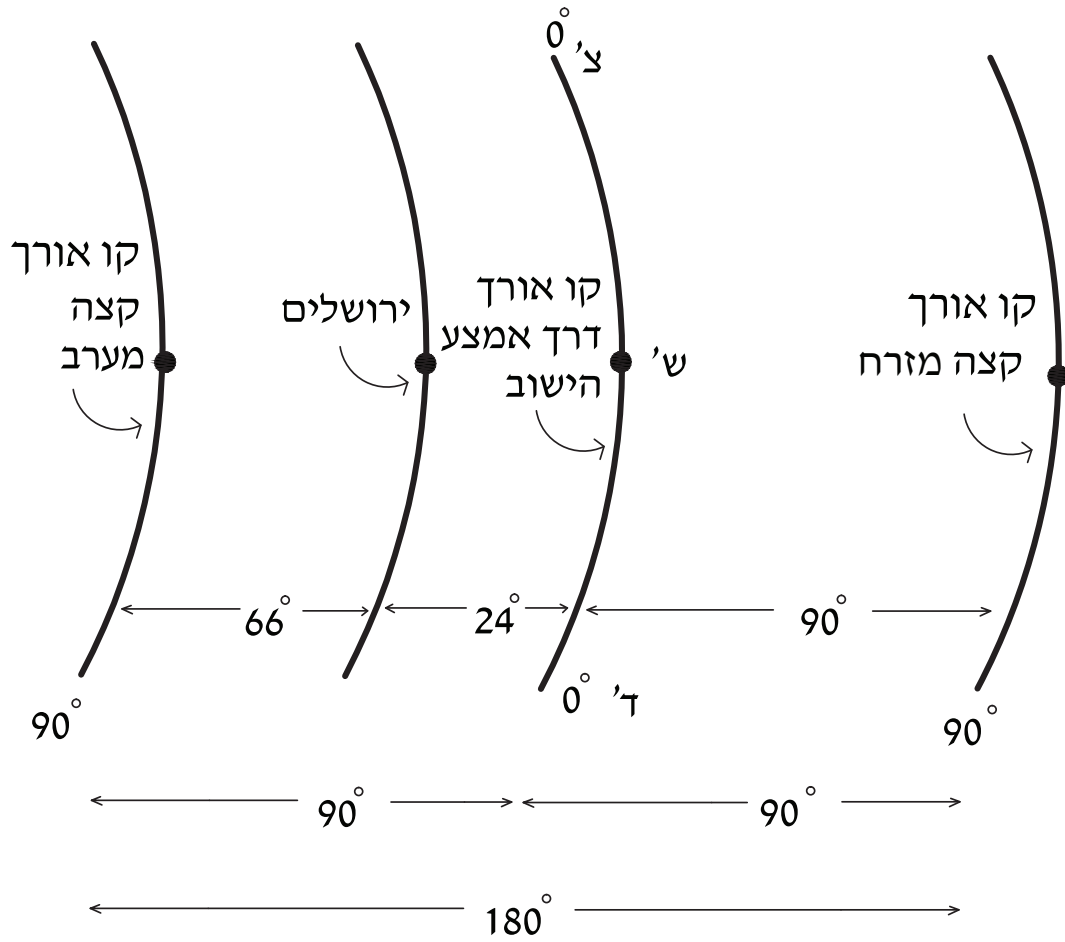
## פרק י"א תמונה 27



**תמונה 26:** ירושלים ובבל נמצאות כמעט באותו קו רוחב ממישור המשווה, אבל, הן רחוקות זו מזו כשמונה מעלות, לכן, שתיהן נמצאות על שני קווי אורך שמרחקם זה מזה הוא כשמונה מעלות.

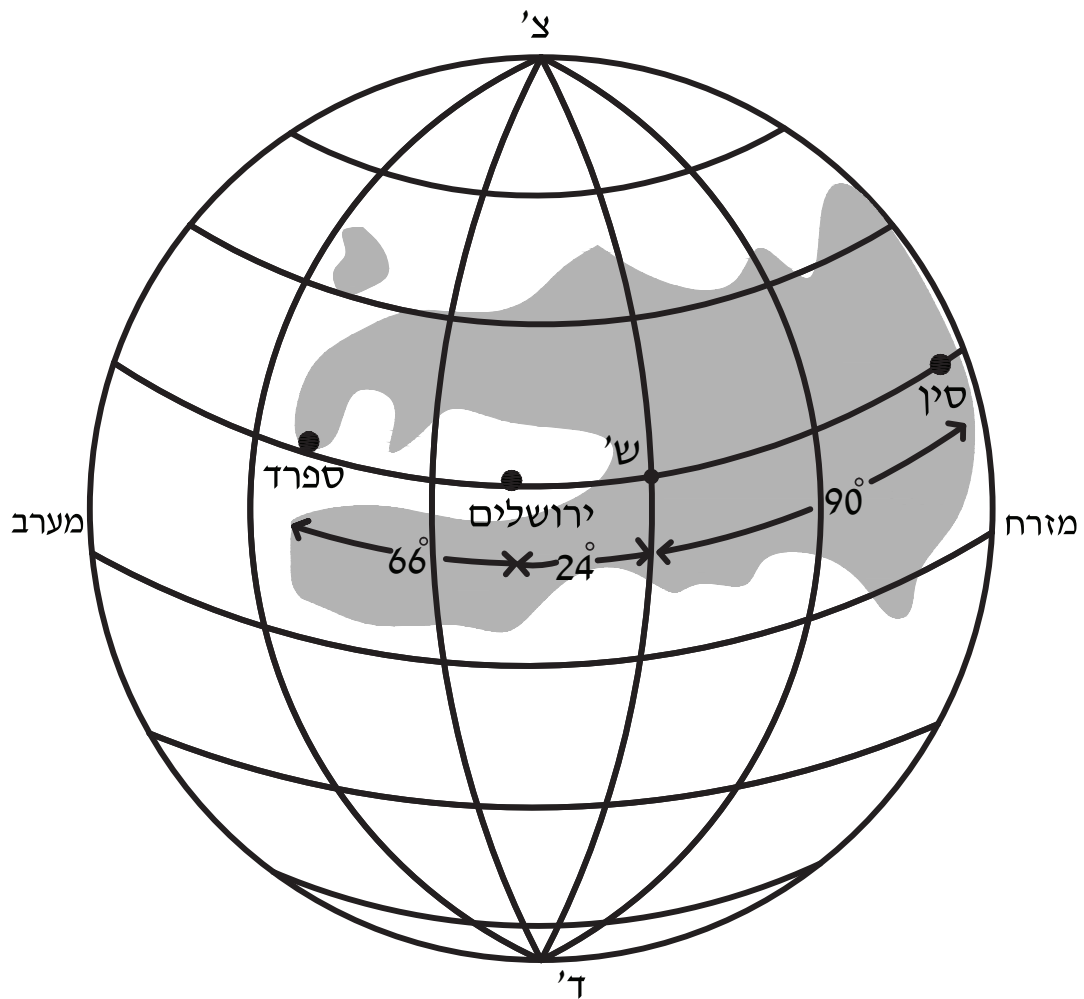
# פרק י"א

## תמונה 28



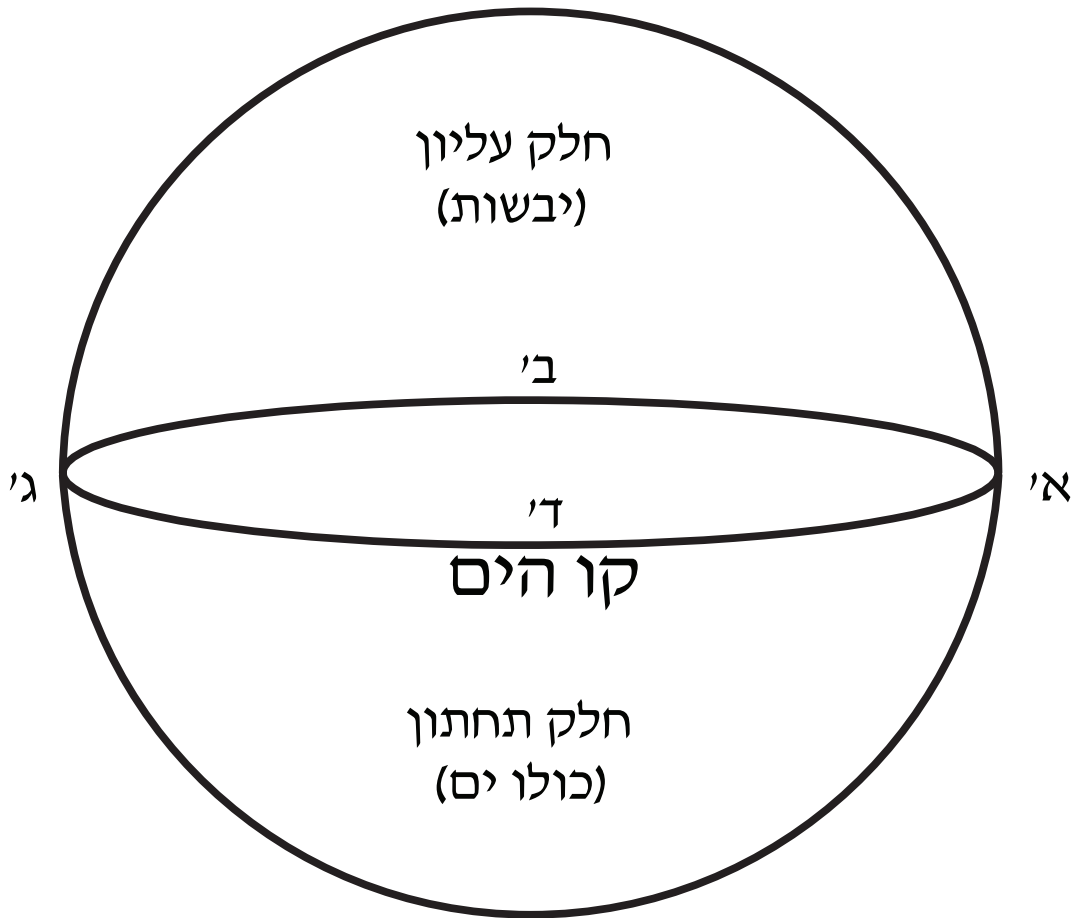
## פרק י"א

### תמונה 29

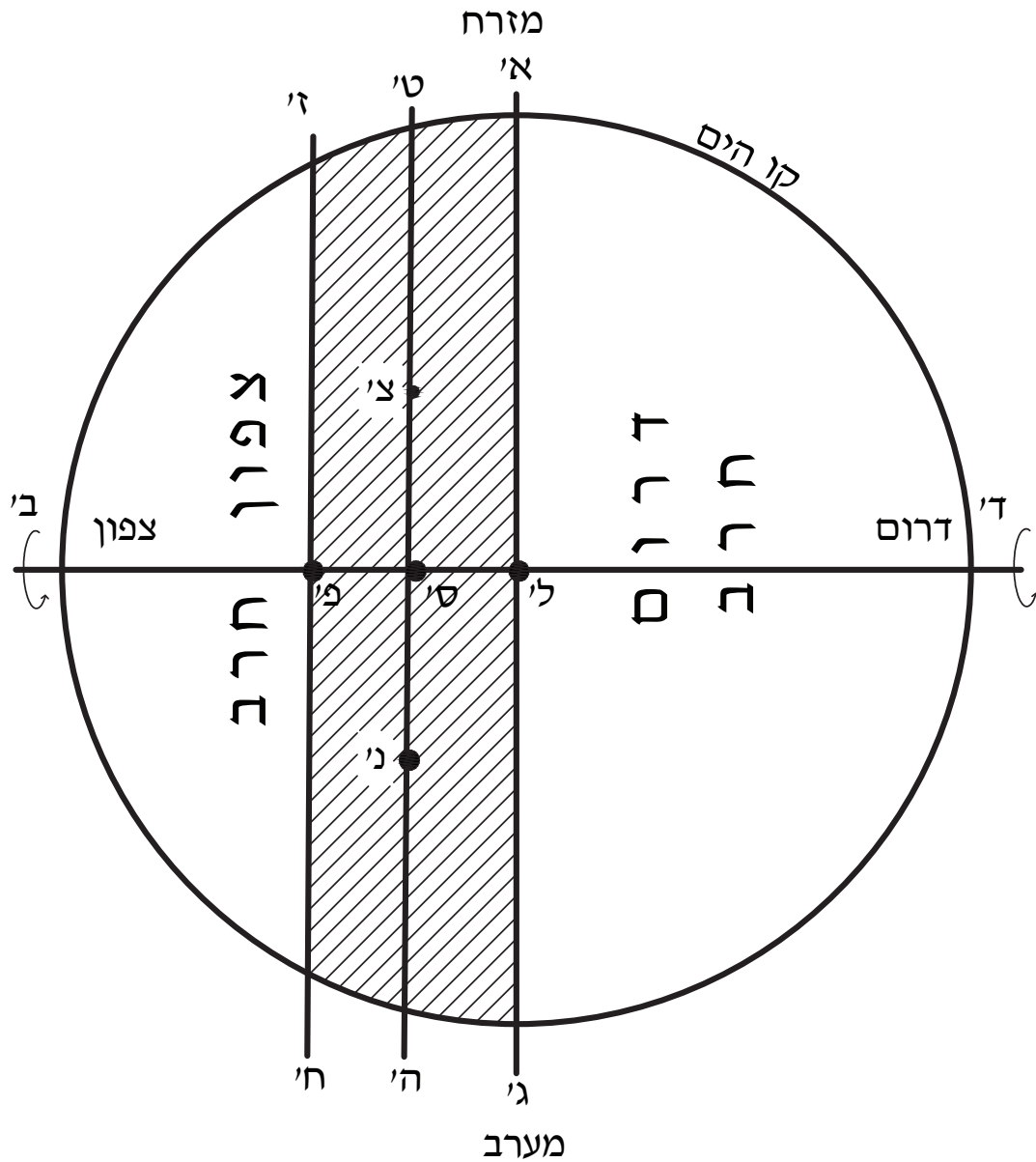


**תמונה 29:** מרחקה של ירושלים מסוף הים המערבי (קצה מערב הים התיכון, דהיינו מערב ספרד) הוא ס"ו מעלות. העגולה צש"ד היא העגולה המחלקת לשניים את היישוב מספרד ועד לקצה סין (ראה תמונה 28). ירושלים היא כ"ד מעלות מערבה ממנה, וספרד תשעים מעלות מערבה ממנה.

# פרק י"א תמונה 30



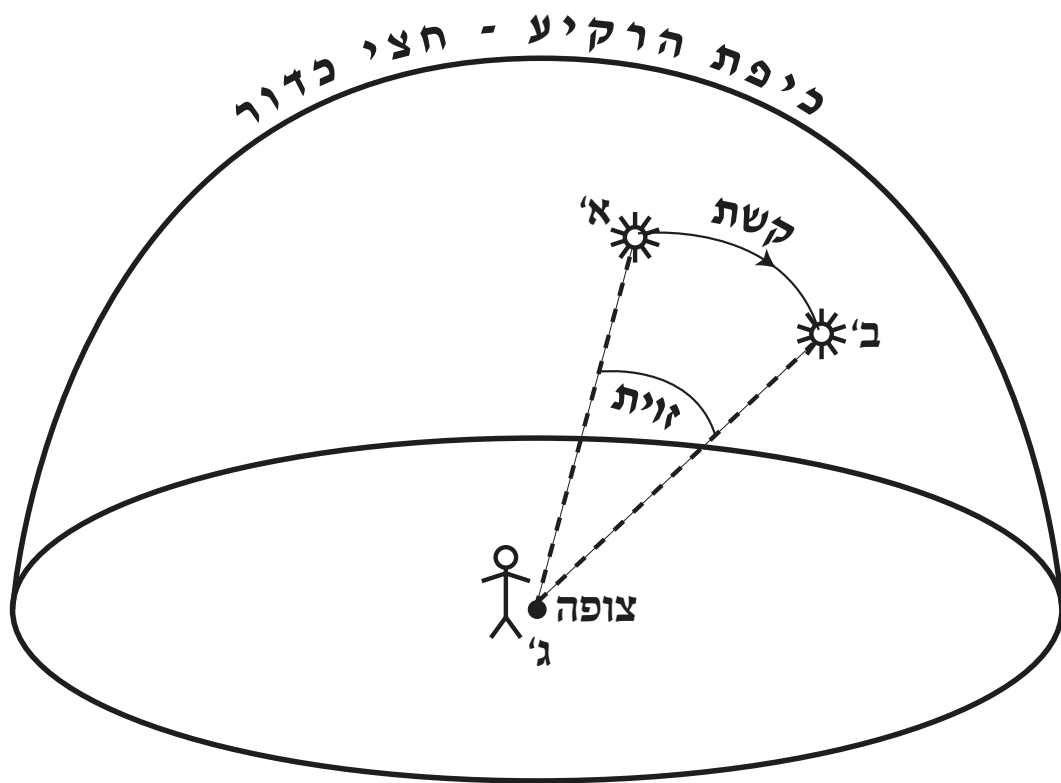
**פרק י"א**  
**תמונה 31**  
 (והיא תמונה ל"א של המפרש)



**תמונה 31:** ציר הסיבוב היומי כאן הוא הציר ב"ד.

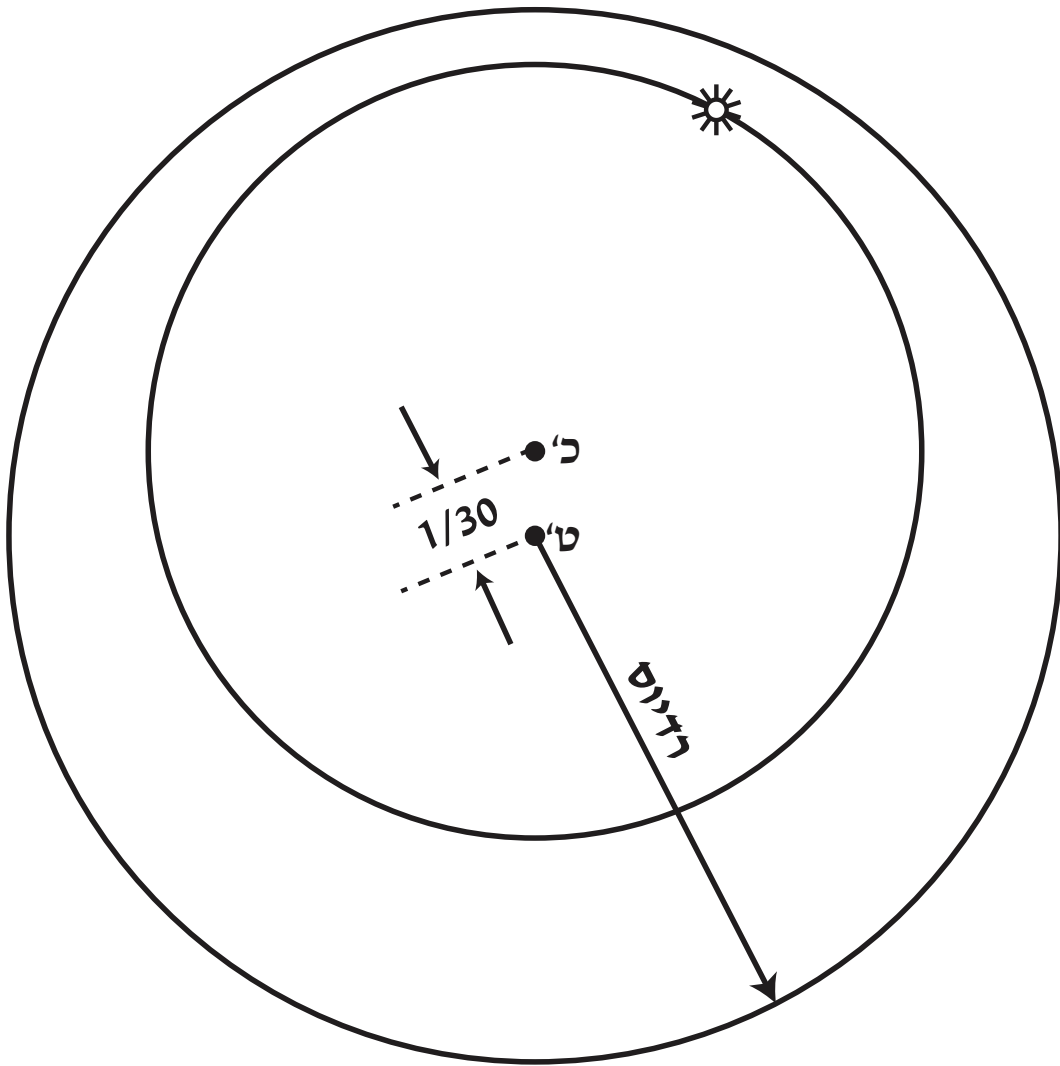
# פרק י"ב

## תמונה 1



**תמונה 1:** תנועת השמש מנקודה א' לנקודה ב' על רקיע השמים היא בצורת קשת א'ב', אשר ניתן למדוד בעזרת זווית שהקודקוד שלה נמצא בנקודה ג', היכן שעומד הצופה.

## פרק י"ב תמונה 2 א'

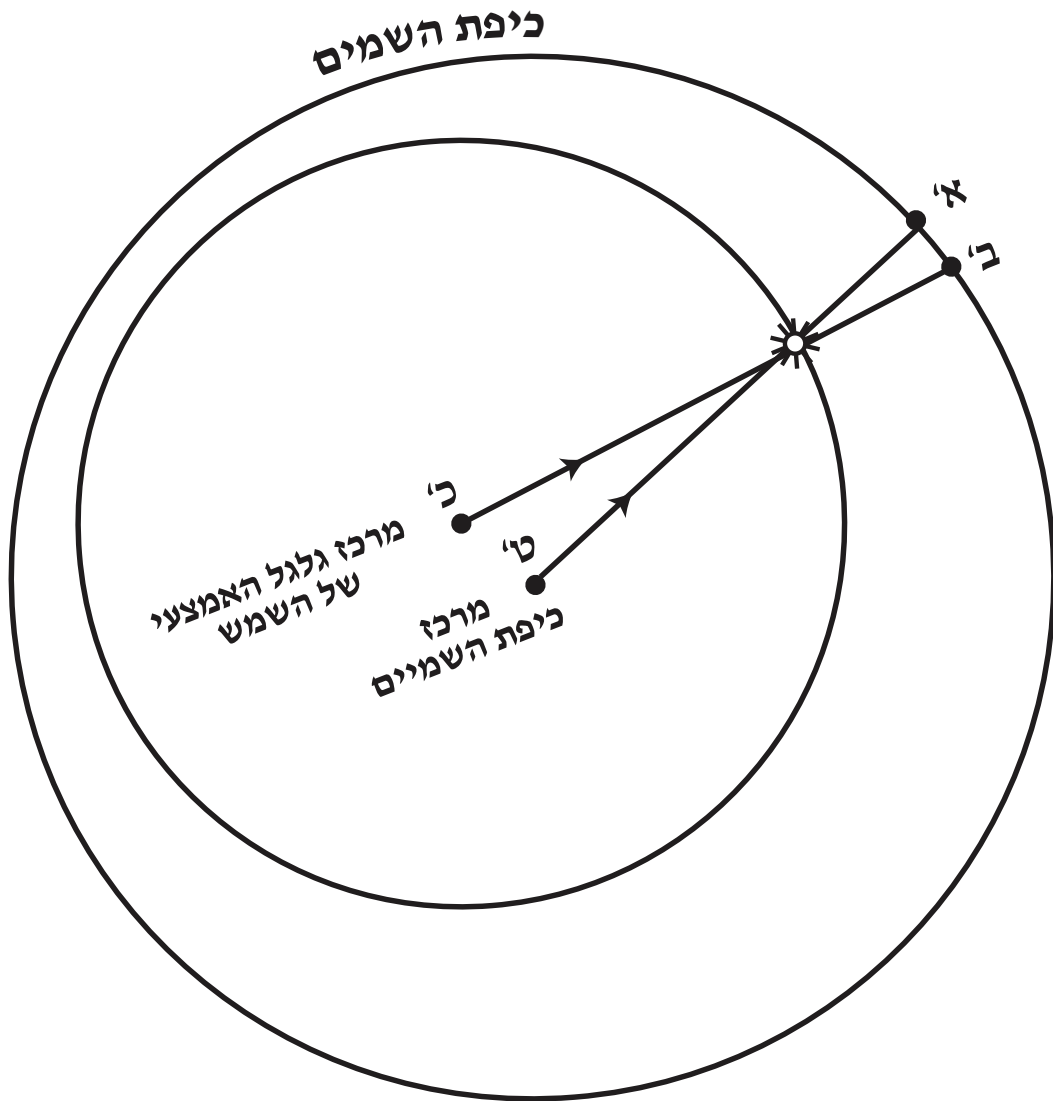


**תמונה 2 א':** יש "להוציא" את מרכז ט' למרחק של  $1/30$  מרדיוס המעגל שמרכזו בנקודה כ' - בכדי שהצופה בנקודה ט' יראה את השמש נעה בשמים בקצב המשתנה של השמש.



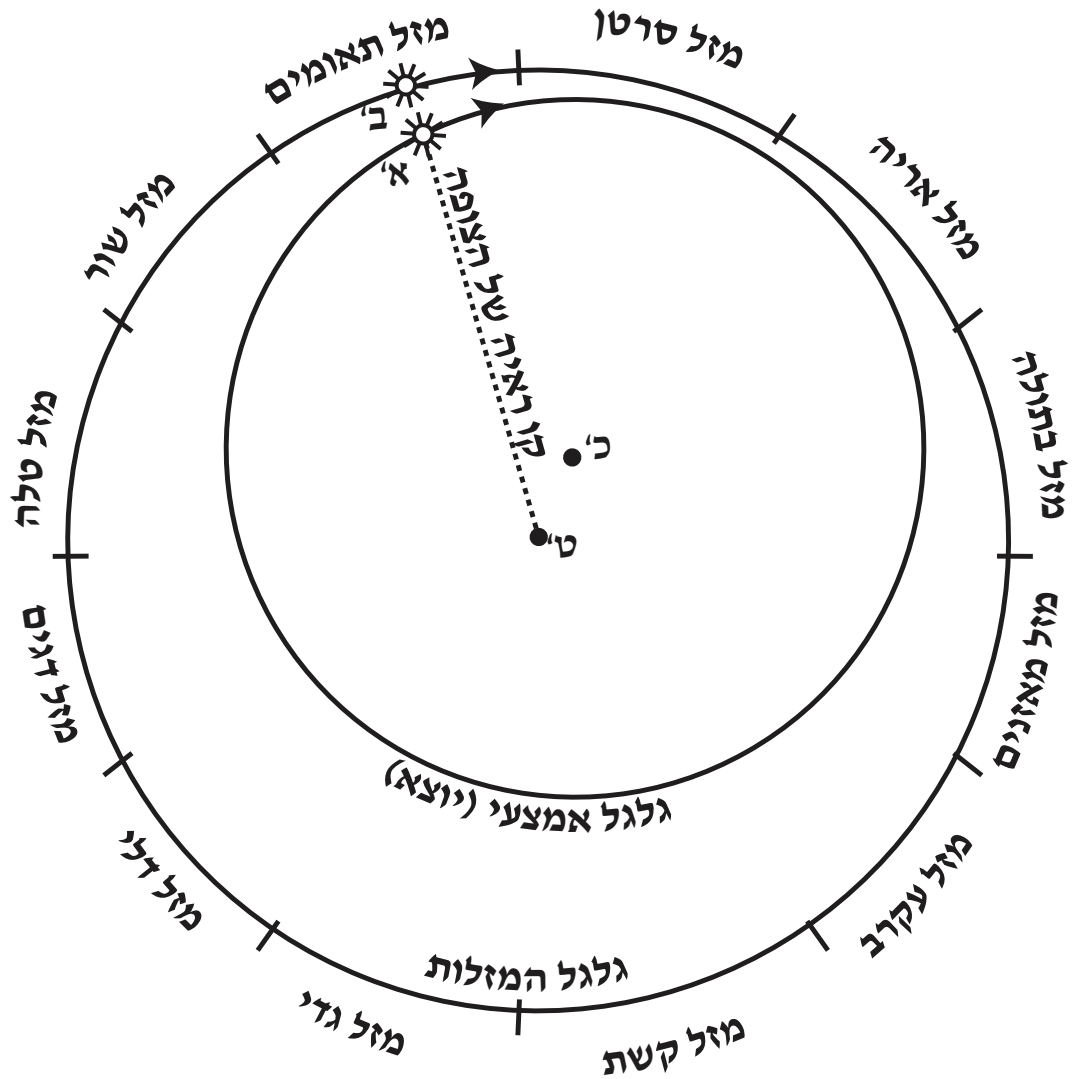
# פרק י"ב

## תמונה 2 ב'



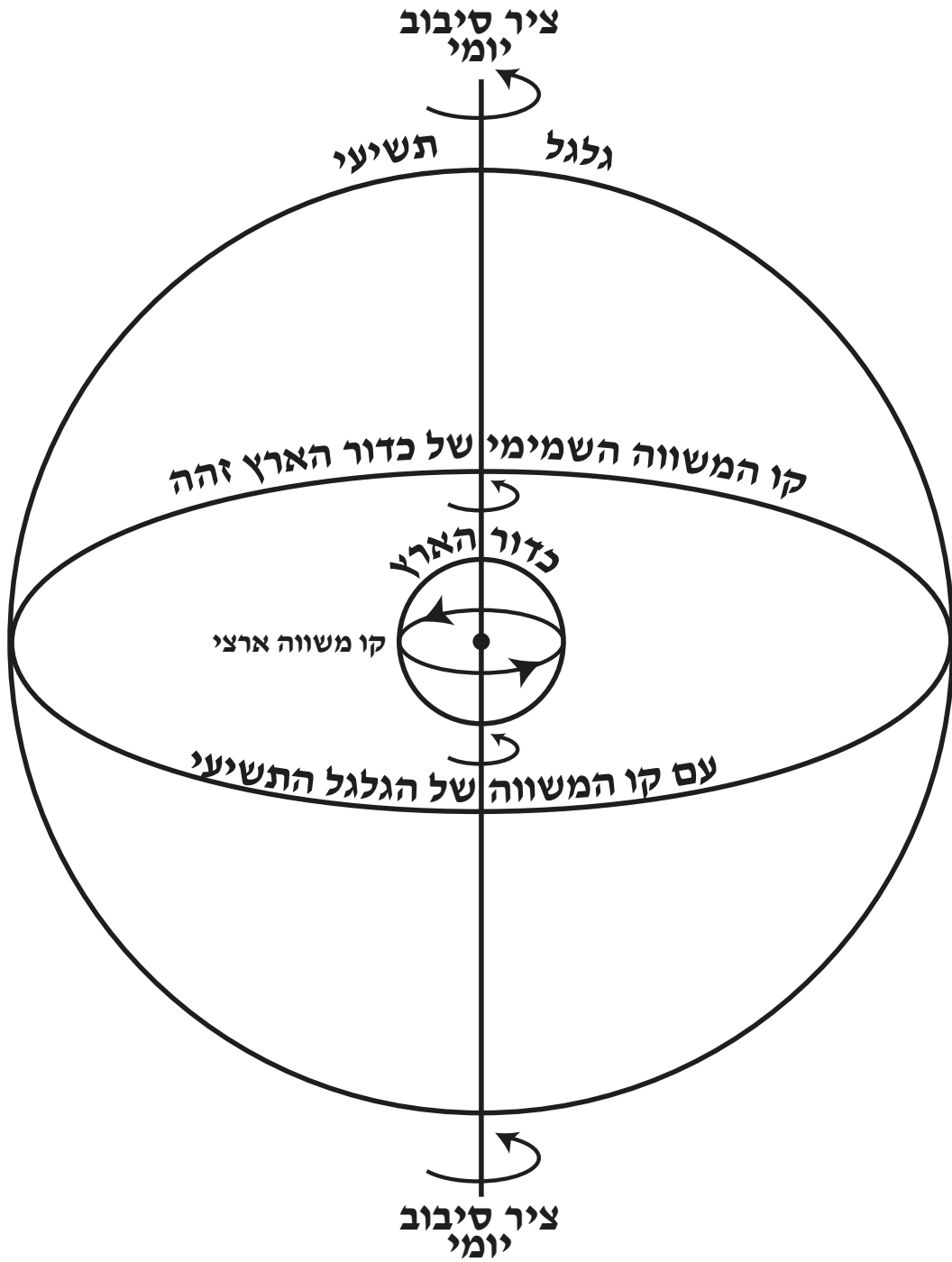
## פרק י"ב

### תמונה 3



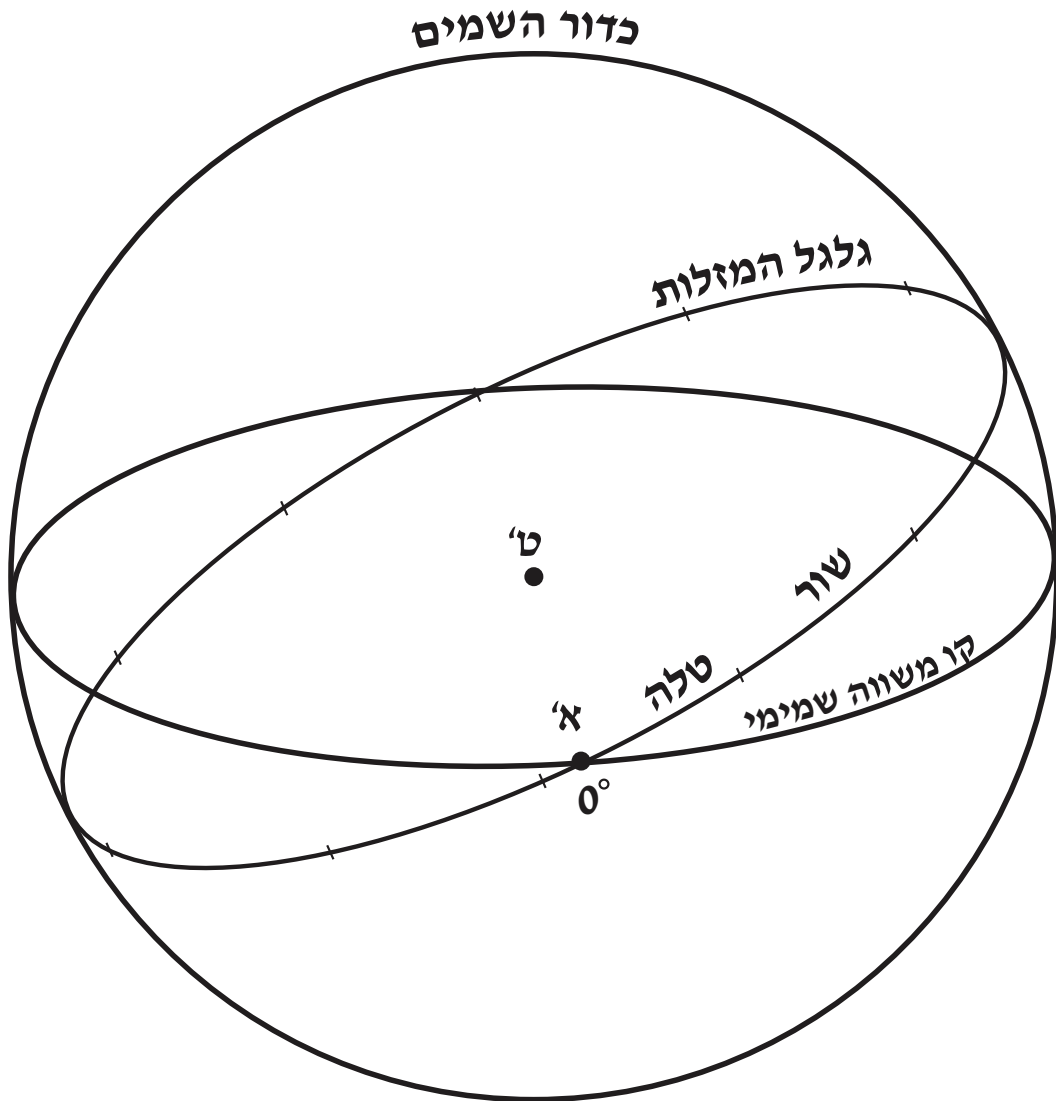
**תמונה 3:** גוף השמש (א') נע במהירות קבועה בגלגל האמצעי יוצא המרכזי כ'. אבל, דמות השמש (ב') נראית מהלכת במהלך משתנה על פני גלגל המזלות. בכל זאת, דמות השמש חוזרת באופן מדויק באותו זמן ובאותו מקום על גלגל המזלות מידי שנה.

# פרק י"ב תמונה 4



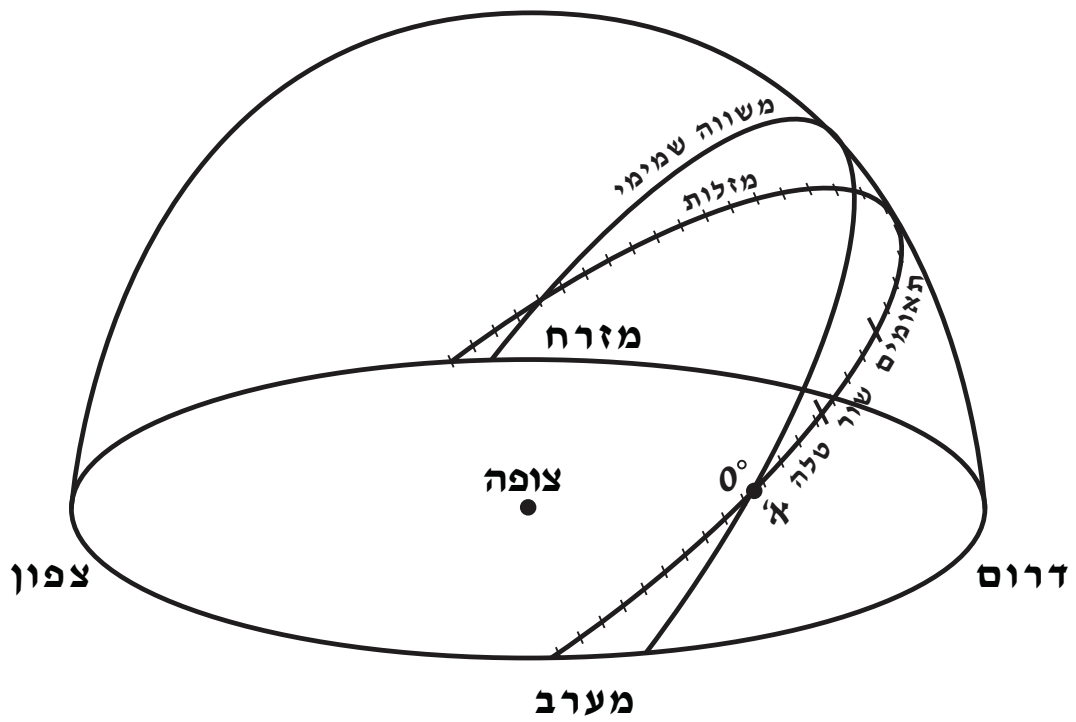
# פרק י"ב

## תמונה 5



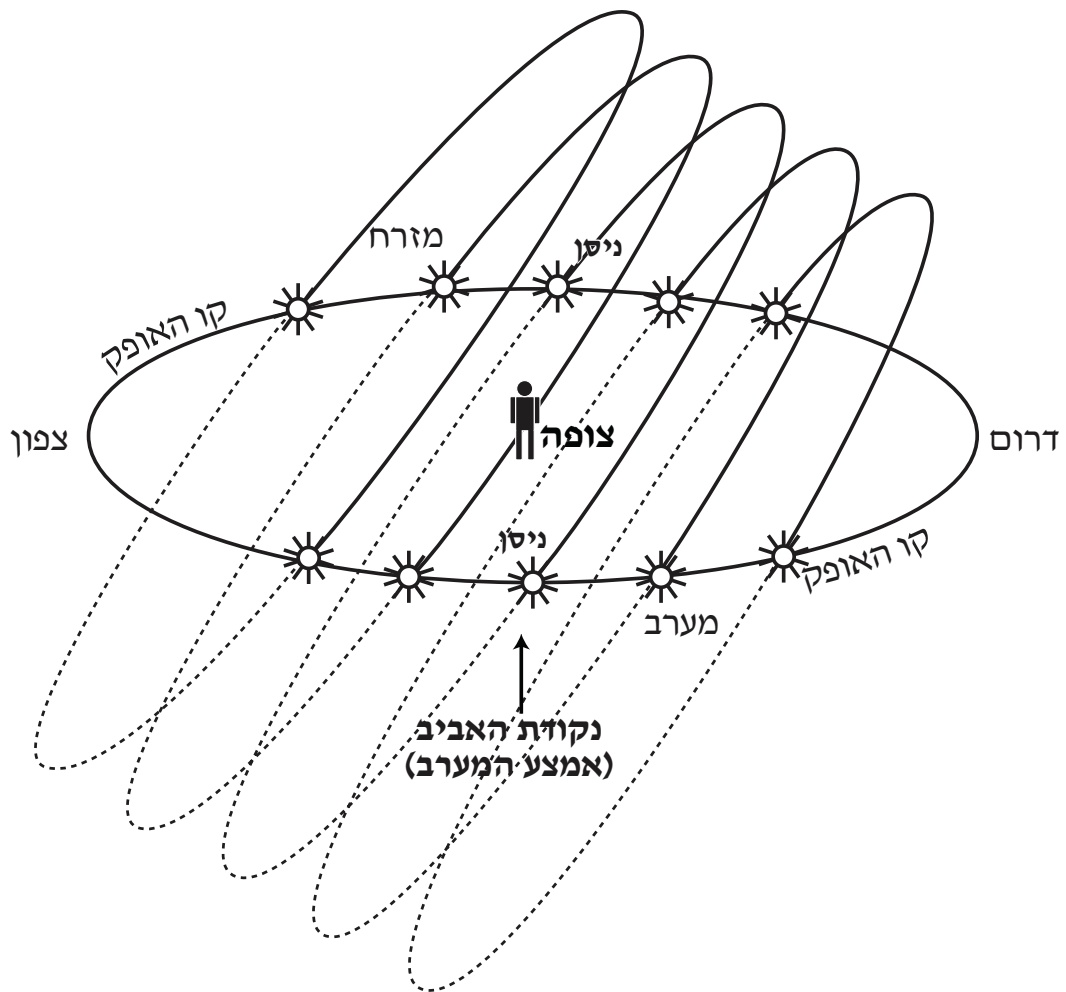
# פרק י"ב

## תמונה 6



## פרק י"ב

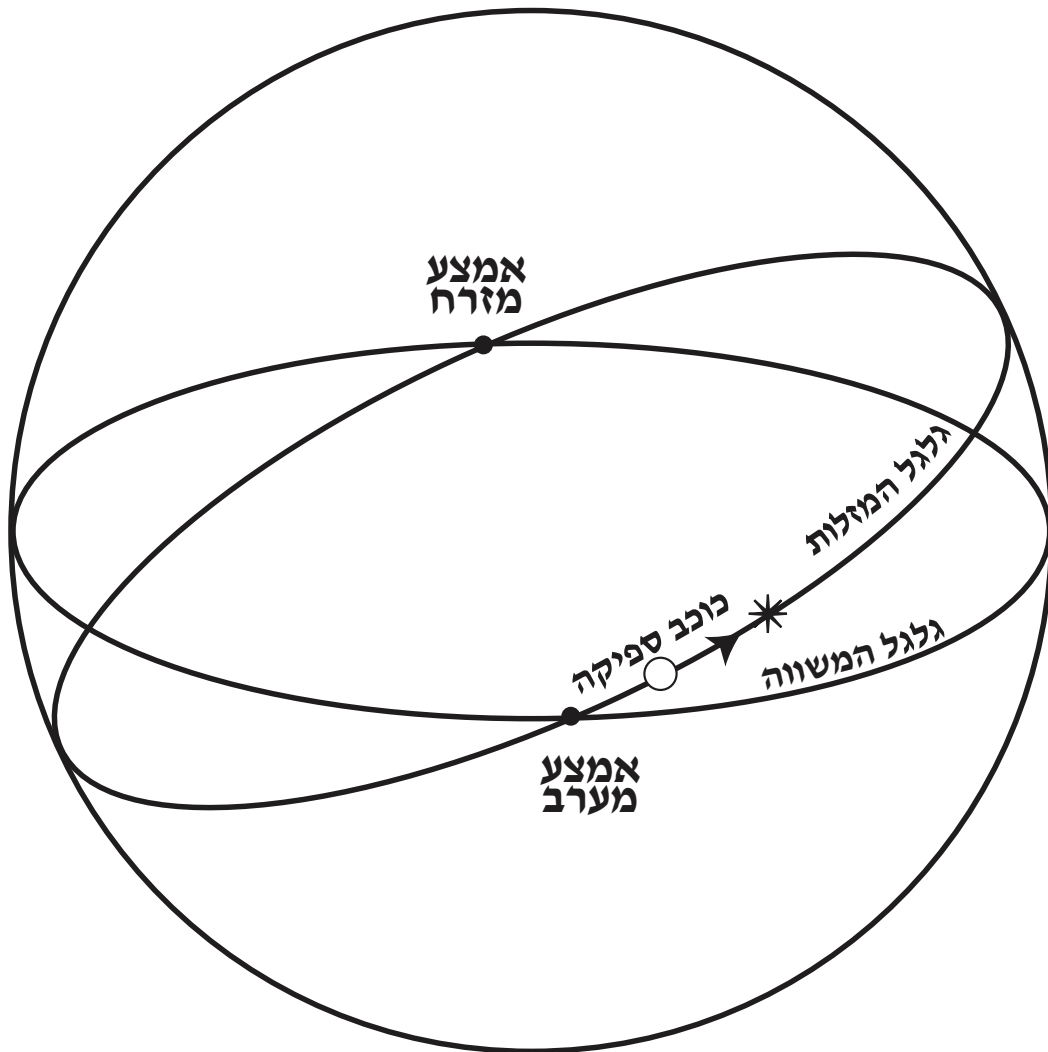
### תמונה 7



**תמונה 7:** הקשתות התחתונות מתחת לאופק (קו מקווקו) הן סיבוב השמש מתחת לכדור הארץ בלילה והן משלימות את הקשתות העליונות שמעל לאופק ביום לעיגול שלם.

# פרק י"ב

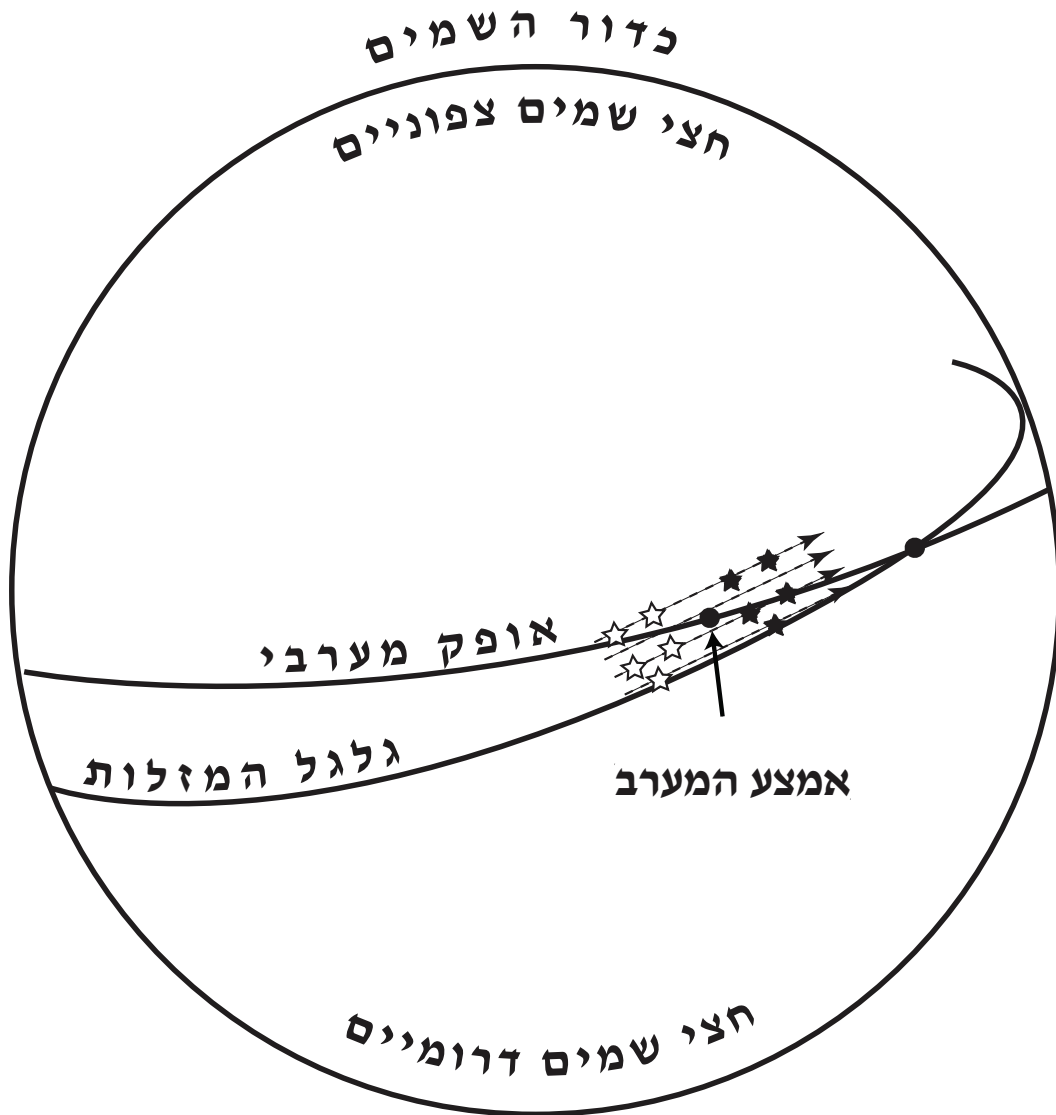
## תמונה 8



**תמונה 8:** הכוכב ספיקה (spica) זו ממקומו (עיגול) למקום אחר (צורת כוכב) לאורך גלגל המזלות.

## פרק י"ב

### תמונה 9

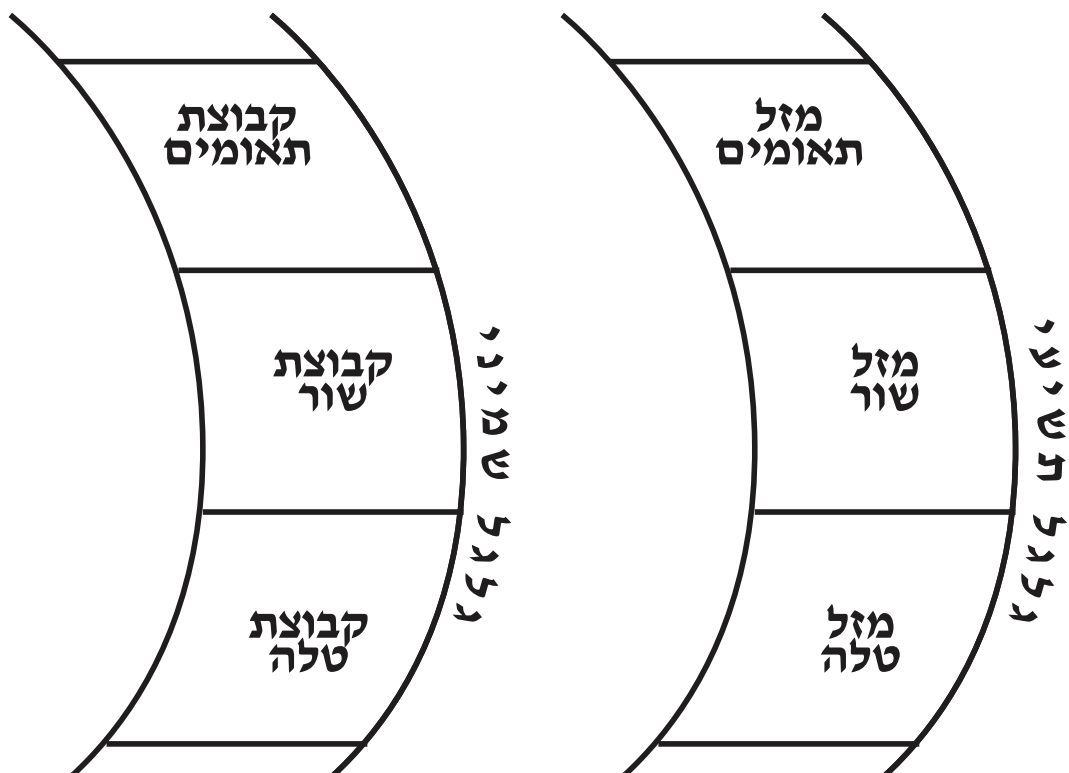


**תמונה 9:** המזלות חולפים על פני נקודת האביב א' במשך השנים (כוכבים לבנים הם מקומות הכוכבים בתחילה, וכוכבים כהים הם הכוכבים לאחר התזוזה) הקוים המרוסקים מראים את כוון התנועה.



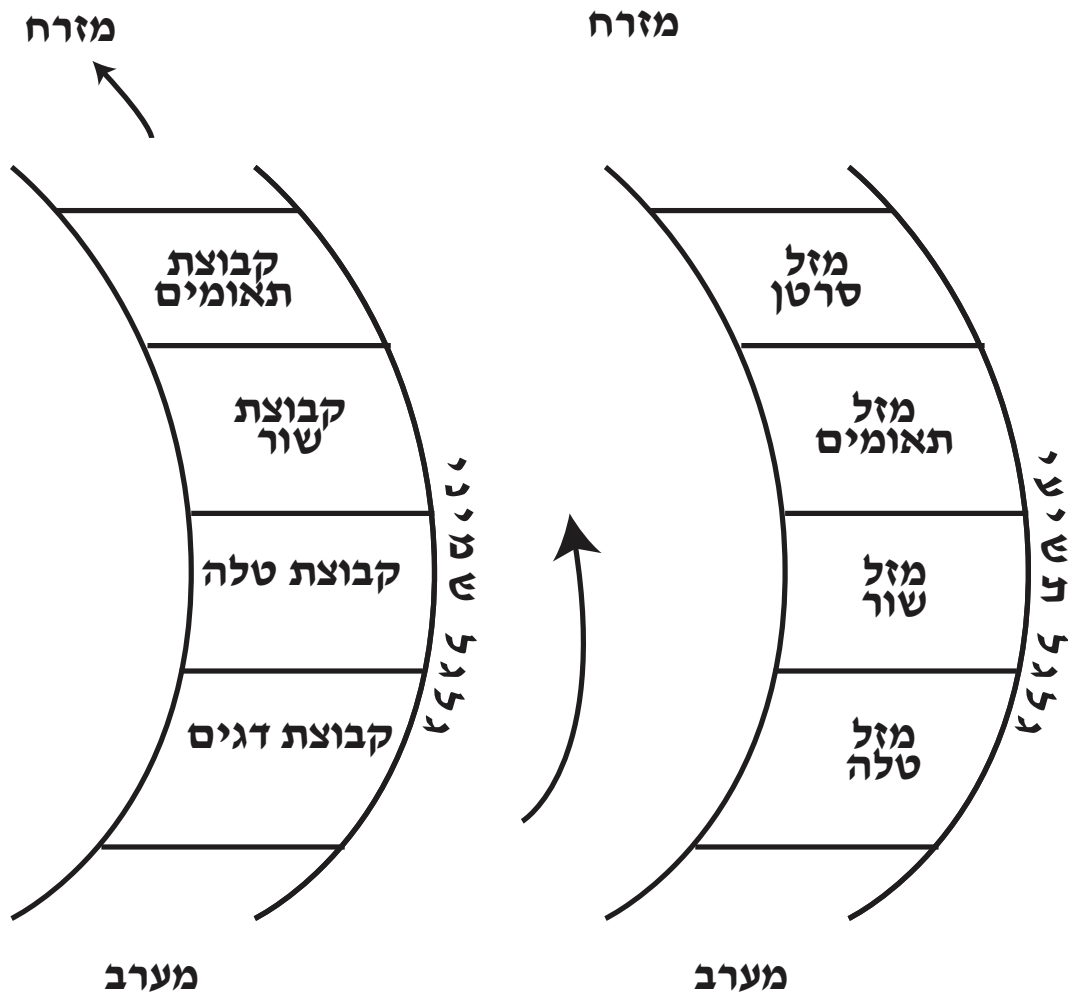
## פרק י"ב

### תמונה 10



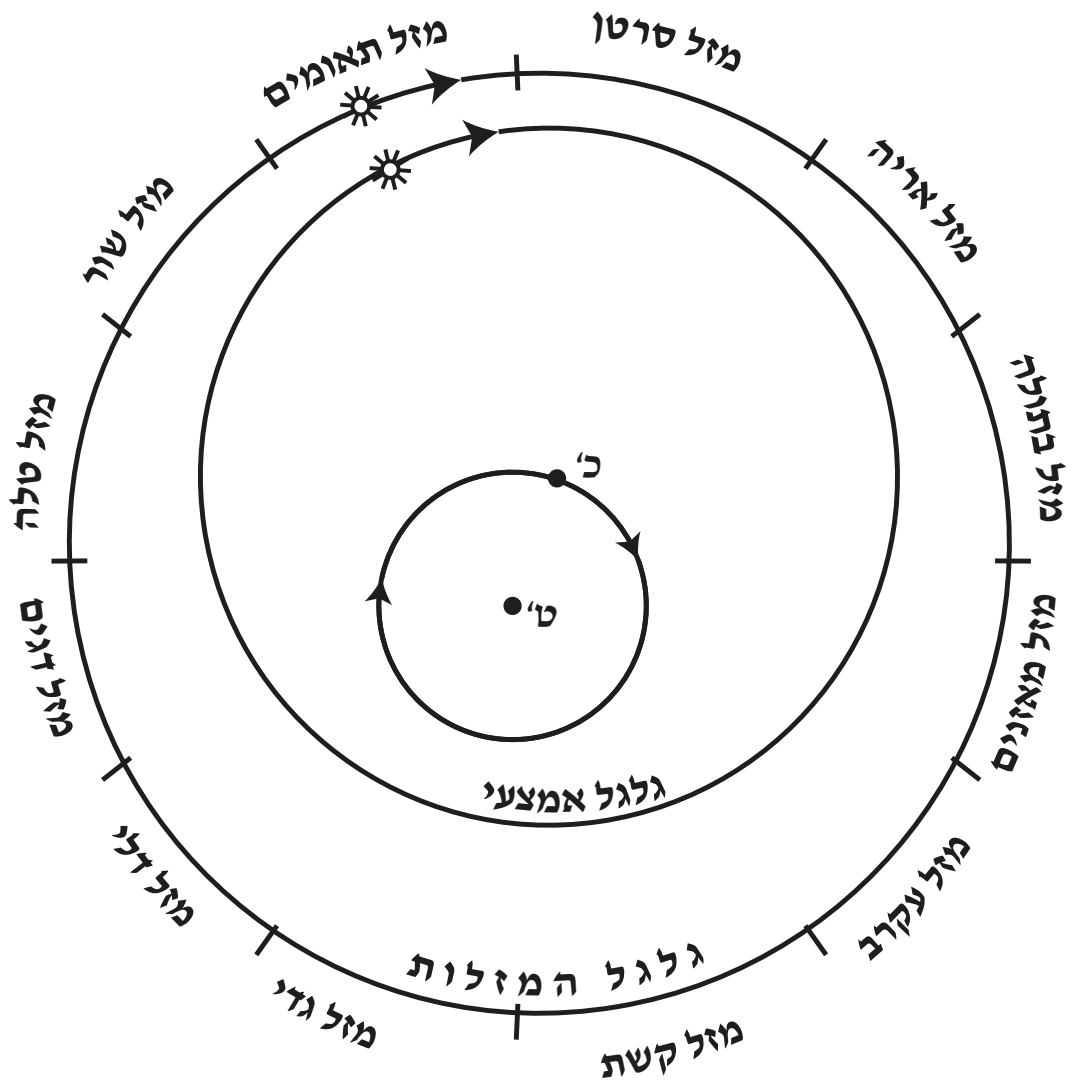
**תמונה 10:** לפני כאלפיים שנה קבע בטלמאוס את מזל טלה על הגלגל התשיעי בדיוק מול קבוצת טלה שעל גלגל המזלות (גלגל שמיני)

## פרק י"ב תמונה 11



**תמונה 11:** גלגל המזלות על הגלגל התשיעי נשאר קבוע כמו בתחילה, כאשר קבעו אותו לפני כאלפיים שנה. אבל הגלגל של הקבוצות טלה, שור וכו'. נעו מזרחה, עד שכיום קבוצת דגים נמצאת מול מזל טלה.

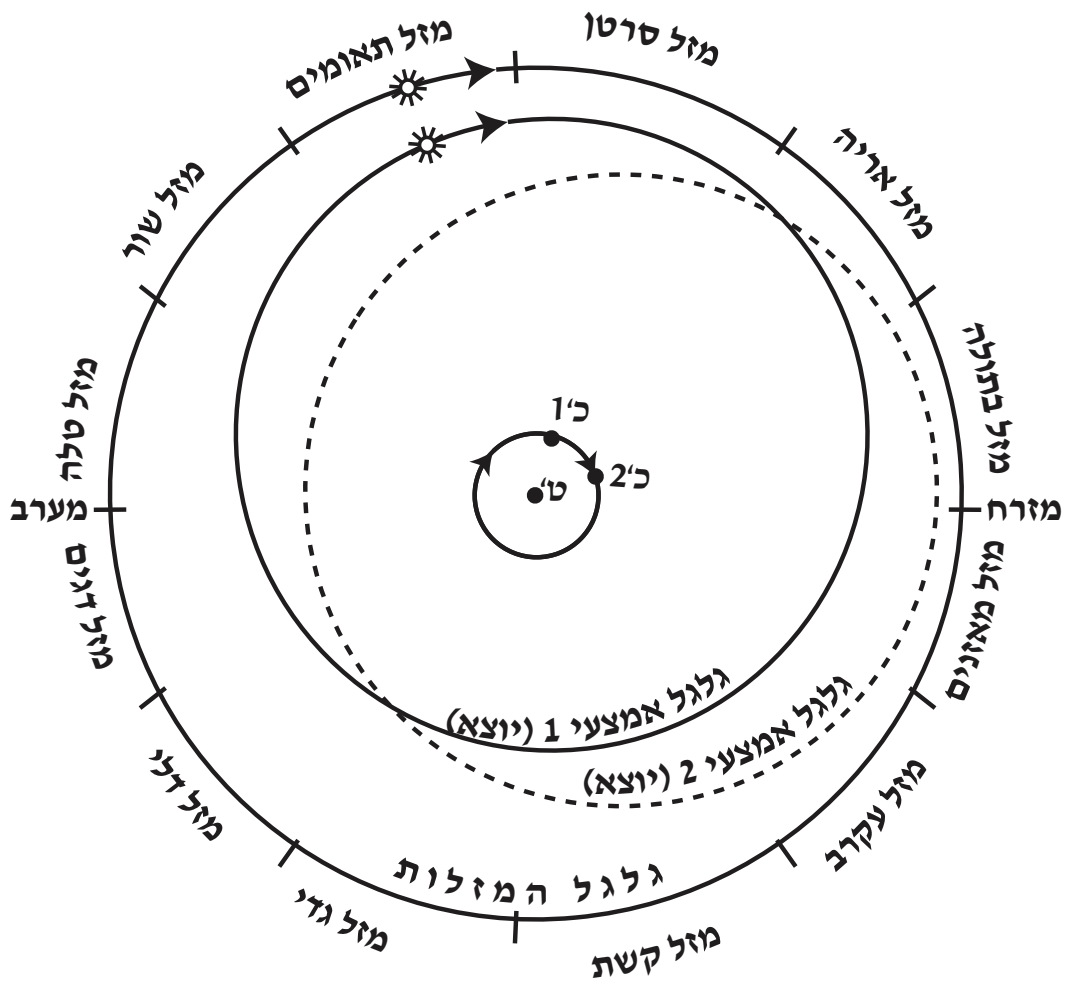
## פרק י"ב תמונה 12



**תמונה 12:** מרכז המעגל היוצא כ' מקיף את כדור ט' בקצב של מעלה אחת בשבעים שנה.

## פרק י"ב

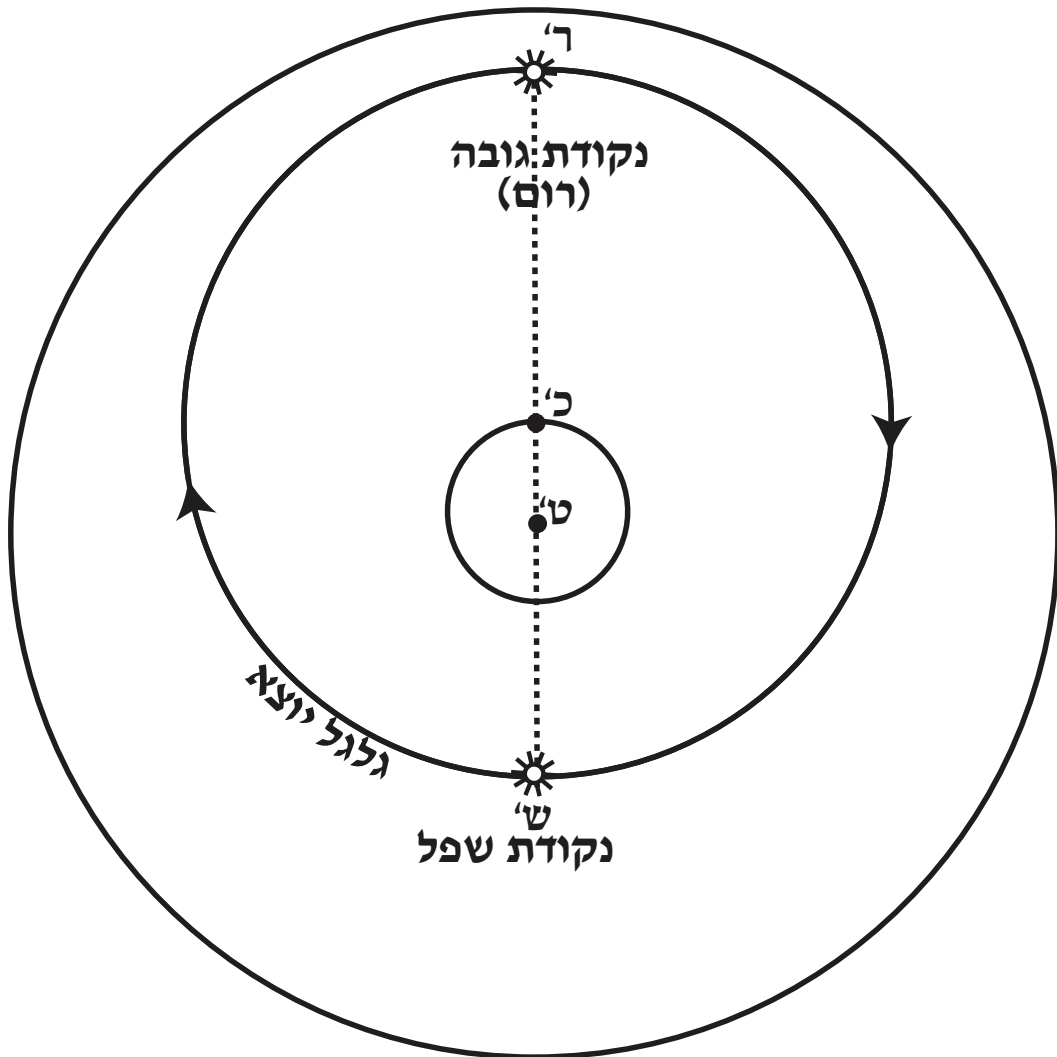
### תמונה 13



**תמונה 13:** כאשר מרכז הגלגל היוצא (1) הסתובב מנקודה כ'1 אל הנקודה כ'2, אז הגלגל היוצא (1) עובר לגלגל יוצא חדש (2) (משורטט במעגל בקווים מרוסקים)

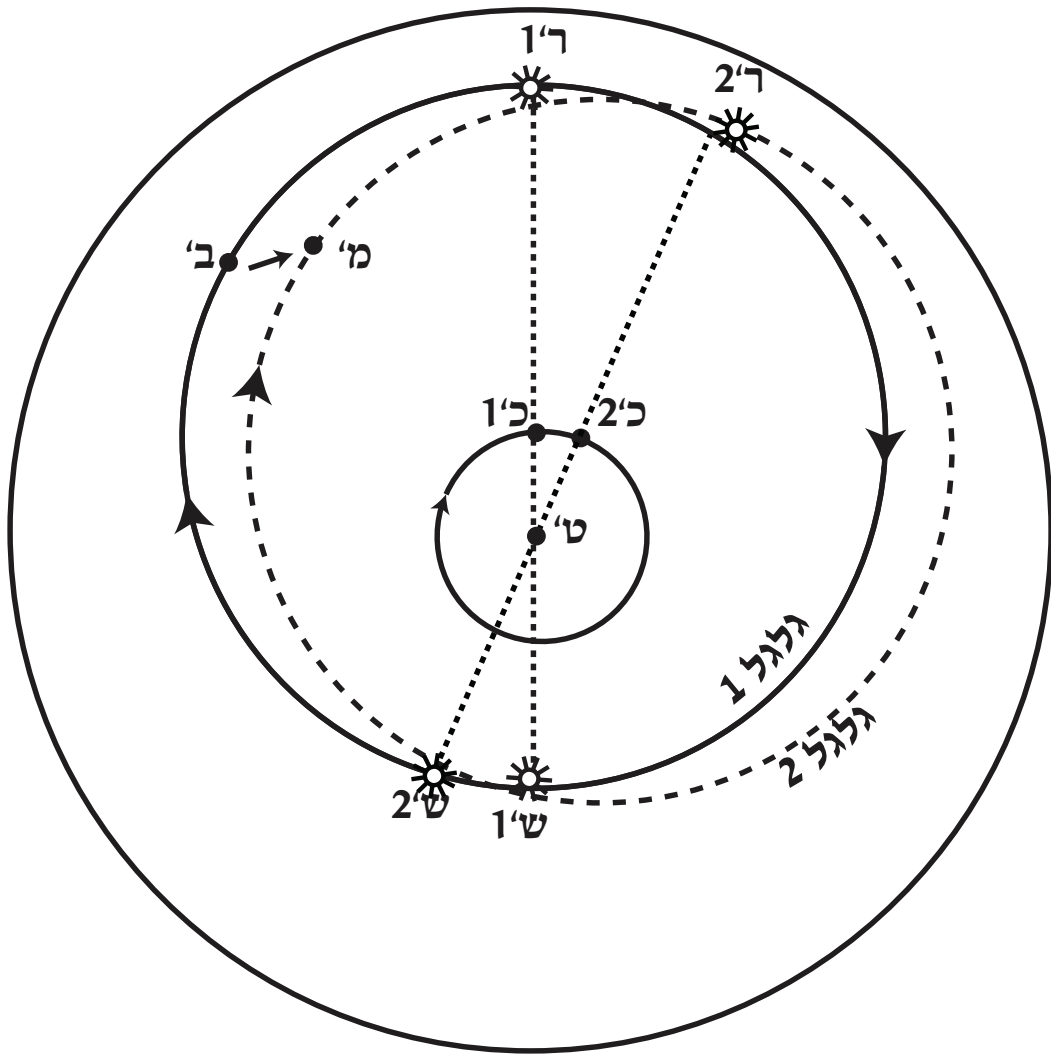
# פרק י"ב

## תמונה 14

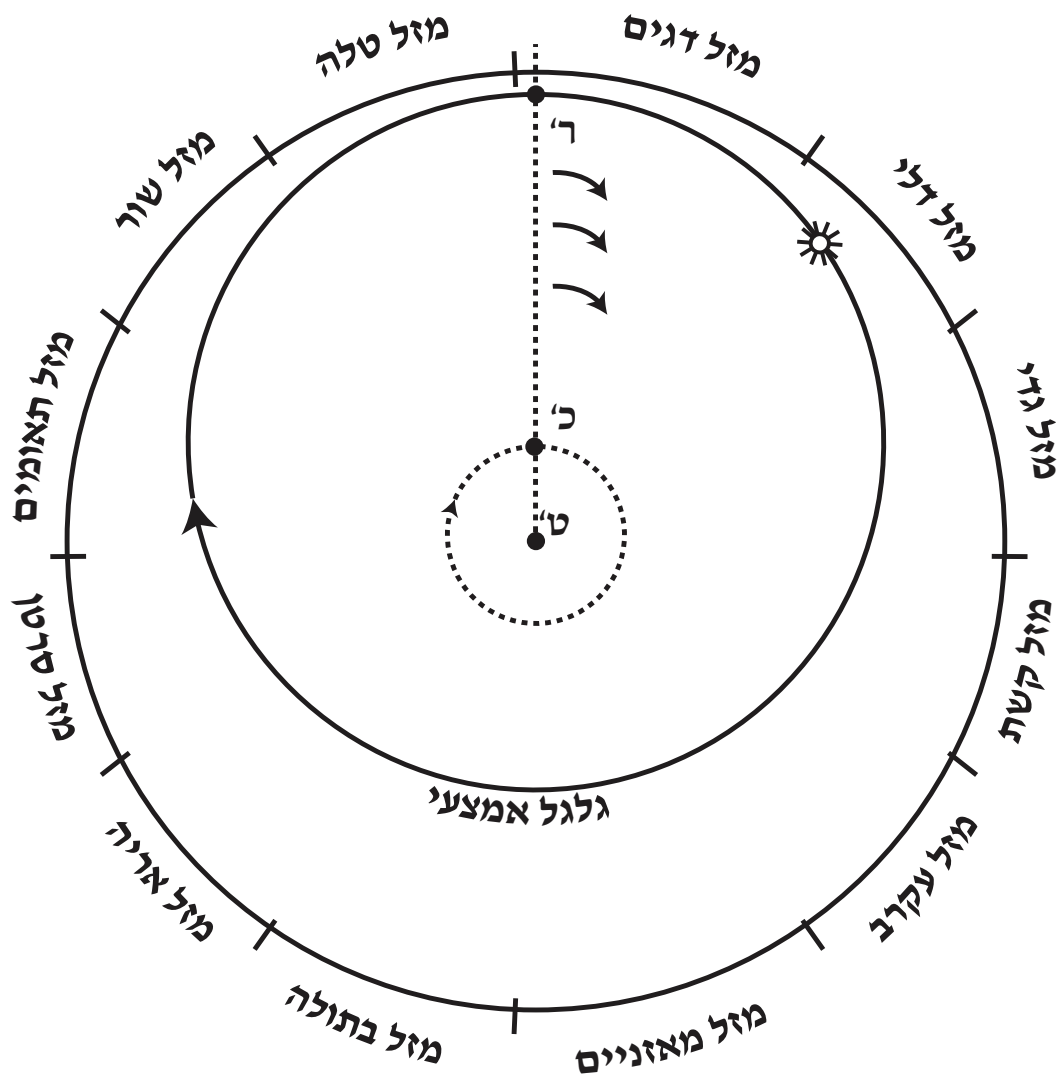


# פרק י"ב

## תמונה 15

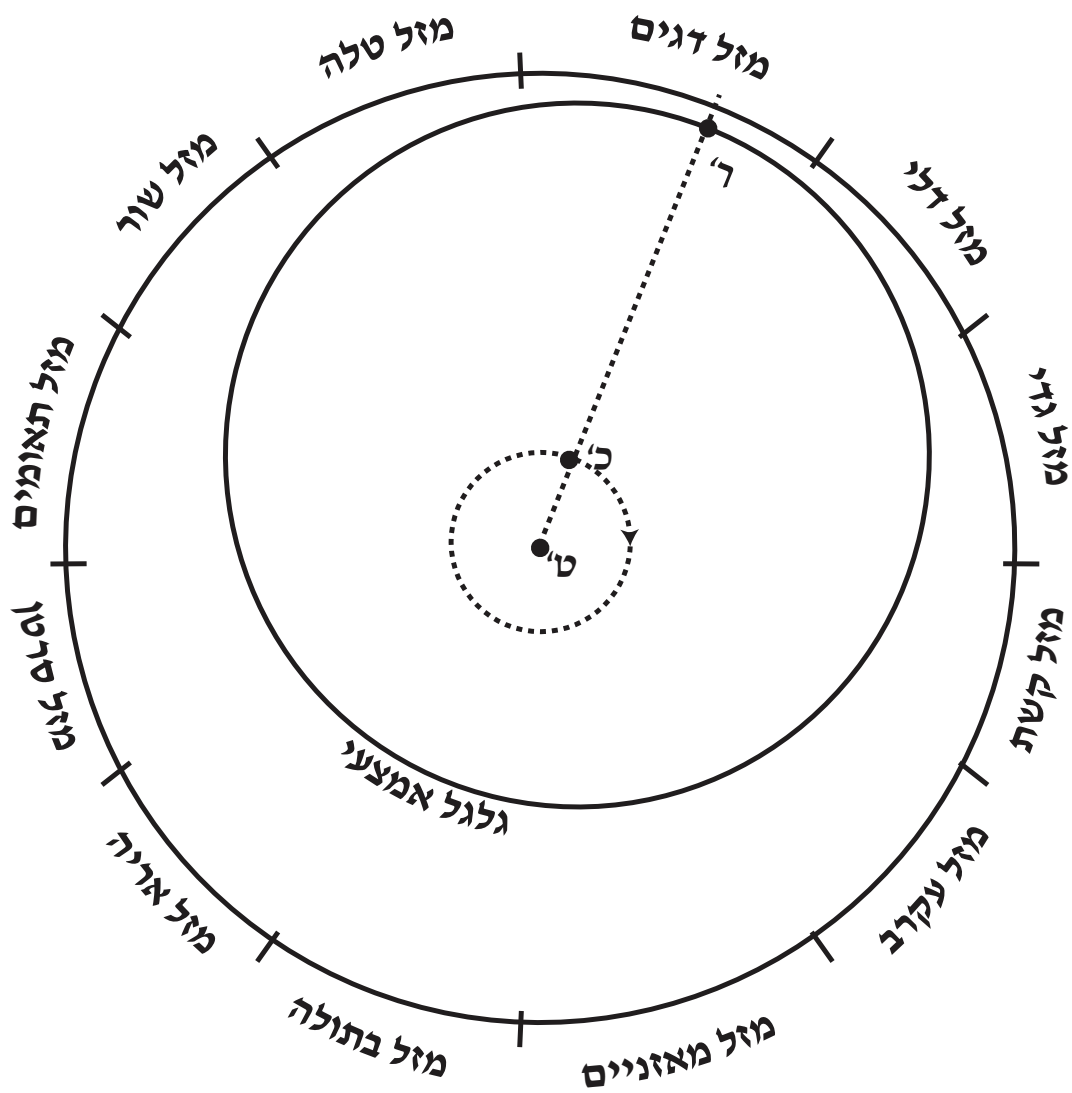


## פרק י"ב תמונה 16



**תמונה 16:** הנקודה כ' (שהיא הגלגל האמצעי) סובבת בעצמה סביב כדור הארץ ט'. לכן נקודת הגובה ר' סובבת גם היא סביב ט'.

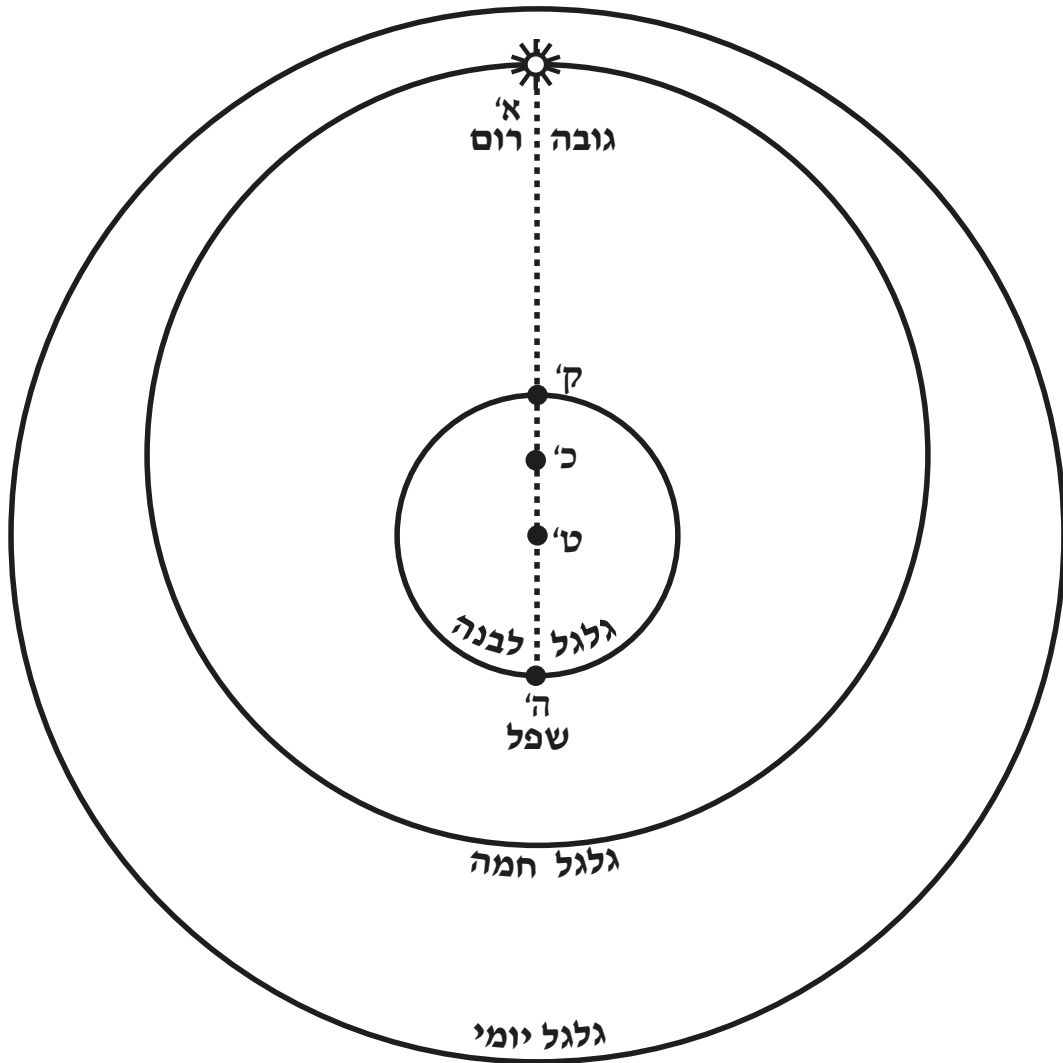
## פרק י"ב תמונה 17



תמונה 17: לאחר כ-1400 שנה, זוה הנקודה ר' כעשרים מעלות, ממזל טלה למזל דגים.



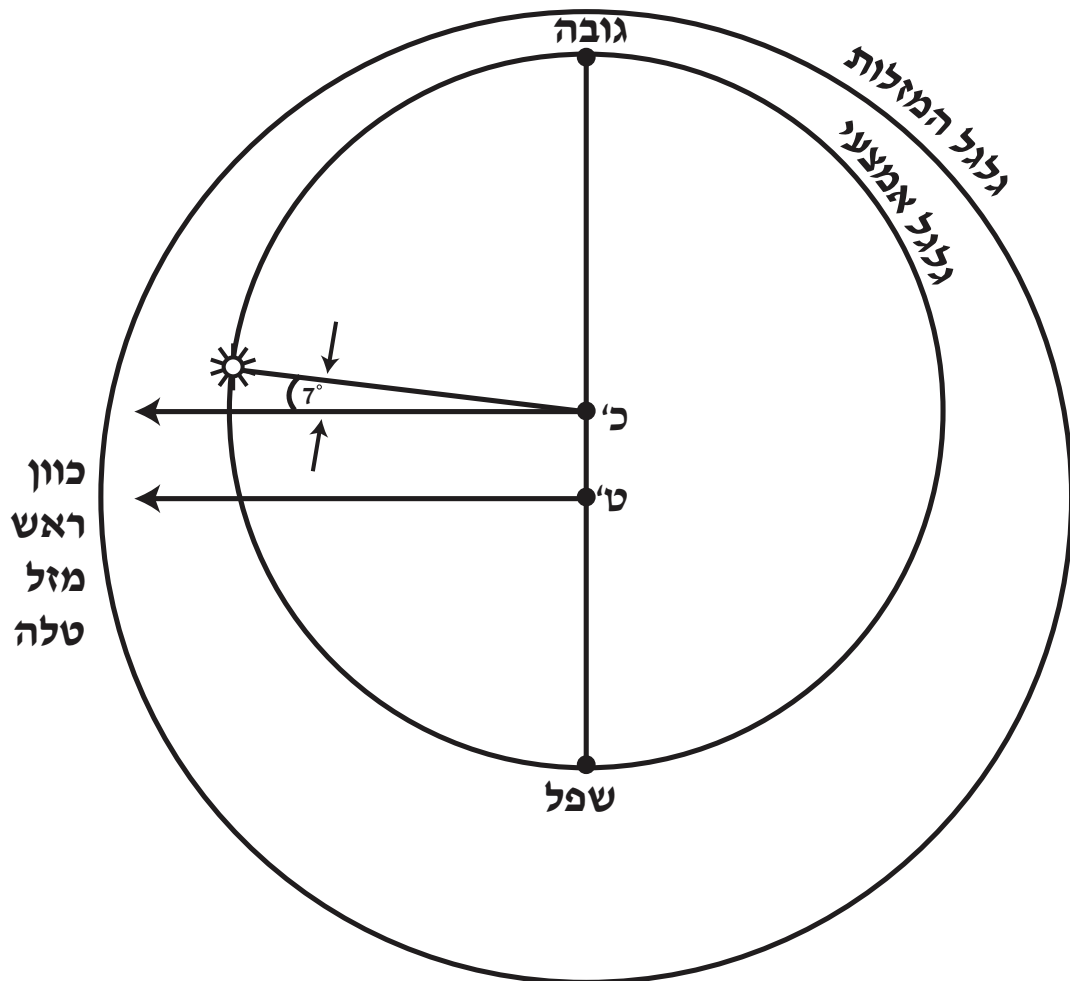
## פרק י"ב תמונה 18



**תמונה 18:** זהו ציור ט"ו מפרק א' אשר הותאם לצורך פרק י"ב. נקודה א' היא נקודת הגובה (רום) והנקודה ה' היא נקודת ה"שפל". אין צורך לגלגל הלבנה כאן, אלא, לצורך ציור ט"ו שבפרק א'.

# פרק י"ב

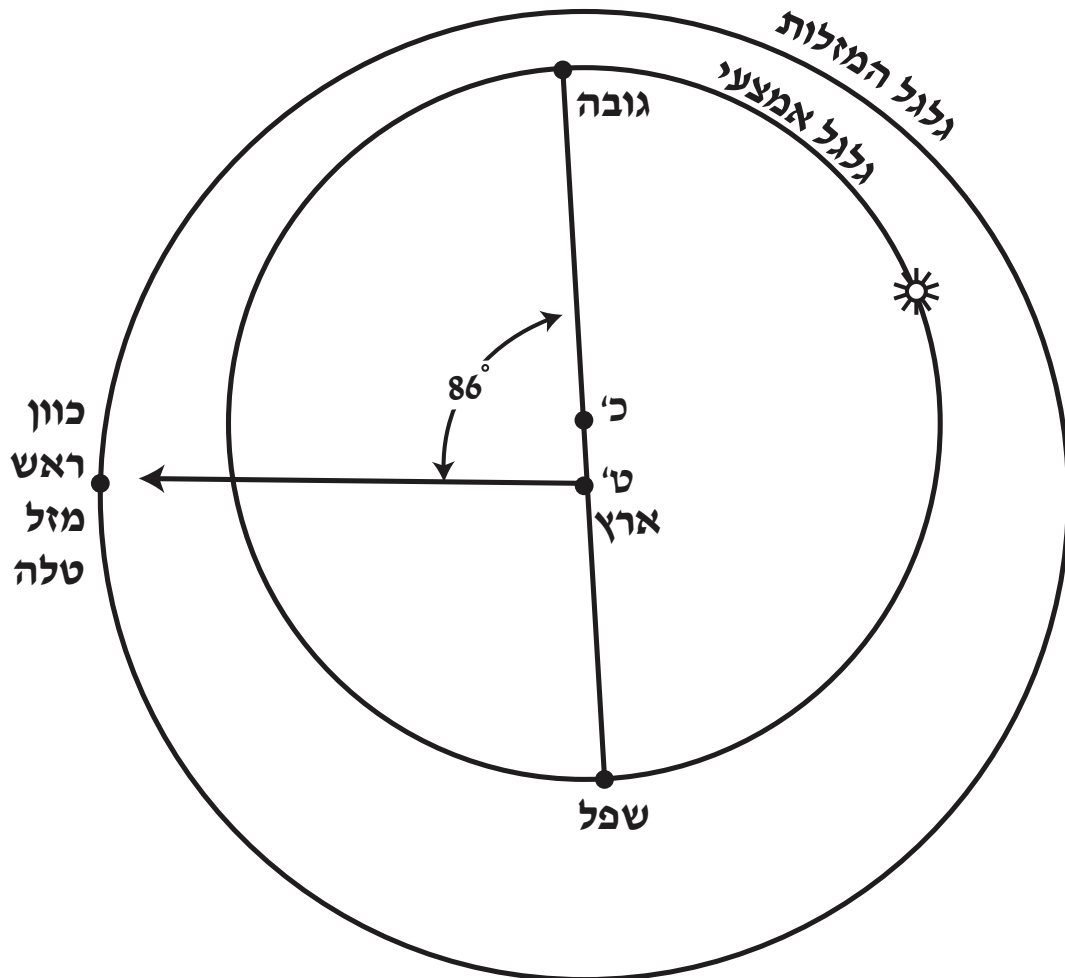
## תמונה 19



**תמונה 19:** בזמן העיקר עמדה השמש בזוית של כ-7 מעלות בתחילת מזל טלה על הגלגל האמצעי.

## פרק י"ב

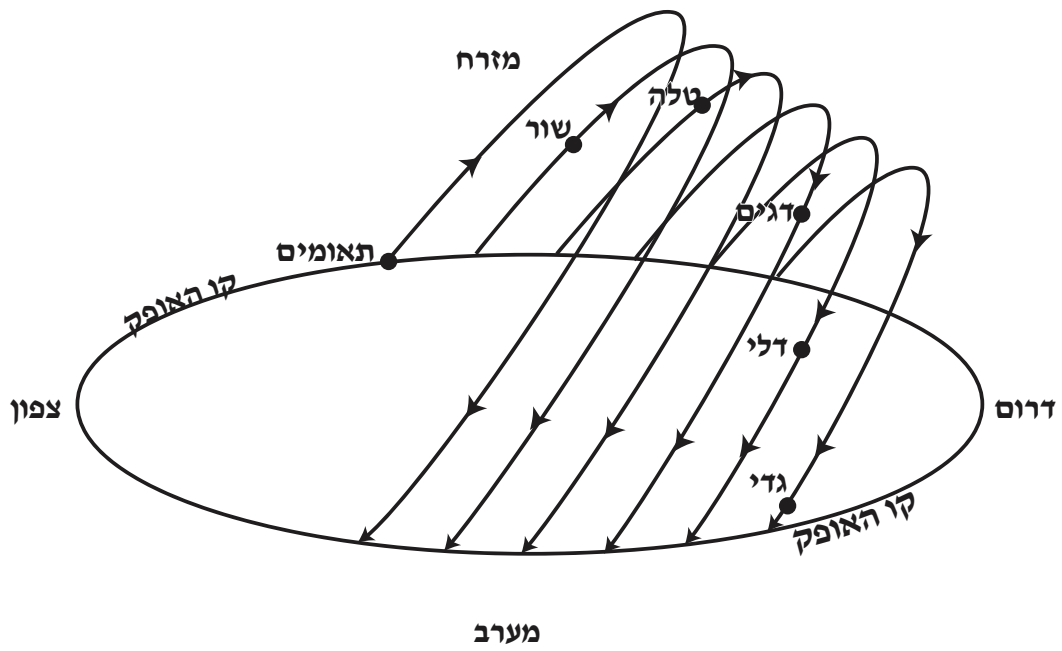
### תמונה 20



**תמונה 20:** נקודת הגובה של השמש בזמן העיקר היא כ-86 מעלות מתחילת מזל טלה, הנמצא בנקודת אמצע המערב.

## פרק י"ב

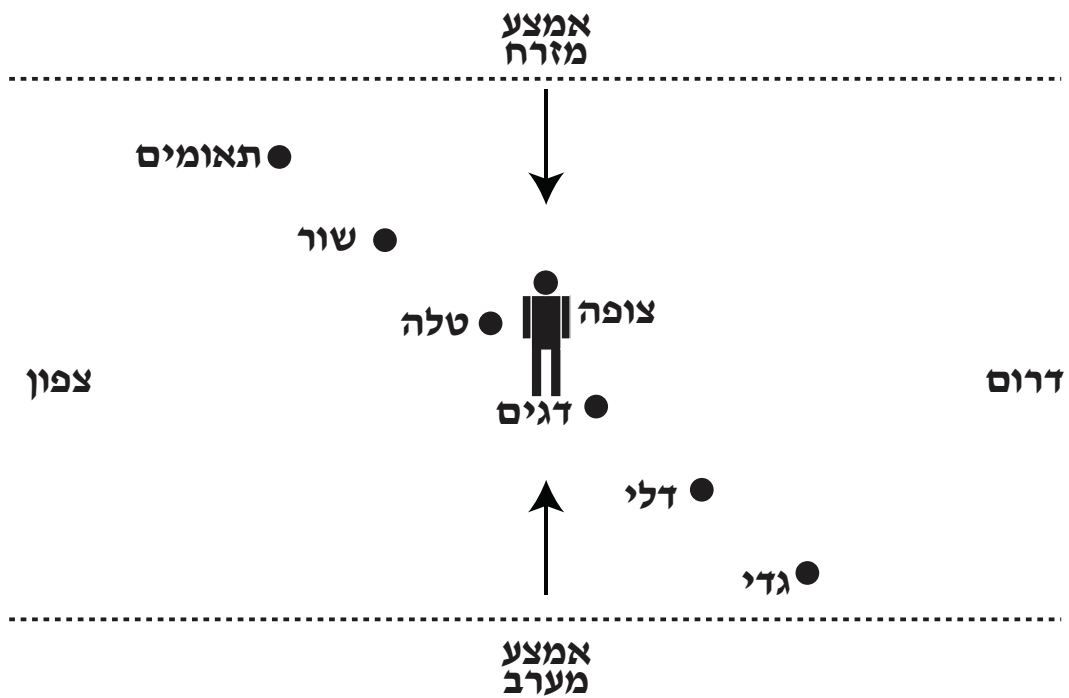
### תמונה 21



**תמונה 21:** מצב של ששה מזלות מעל האופק בתחילת הלילה. בתחילת חודש כסלו מזל תאומים זורח במזרח, ומזל גדי שוקע במערב.

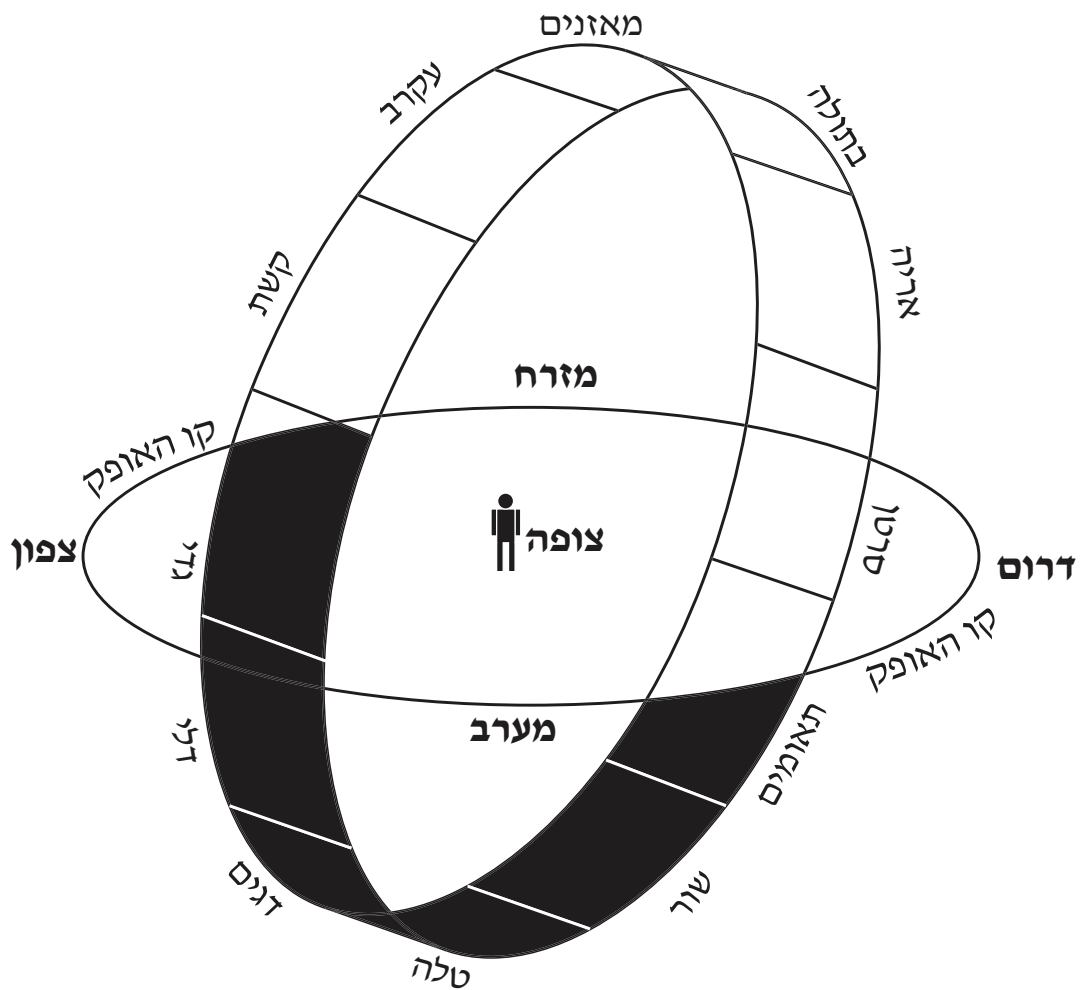
## פרק י"ב

### תמונה 22



**תמונה 22:** תמונה סכימטית של המזלות מעל לראש (כל • מסמל מזל) בתחילת הלילה בחודש כסליו. הצופה הוא במרכז השרטוט והמזלות הם מעל לראשו. מזל תאומים מתחיל בדיוק לזרוח ומזל גדי שוקע במערב. המזלות טלה ודגים נמצאים כבר נעל לראשנו כי הם זרחו 4 שעות ו-6 שעות קודם לכן.

## פרק י"ב תמונה 23



**תמונה 23:** שרטוט של כל גלגל המזלות בחודש כסלו. ששה מזלות מעל האופק בתחילת הלילה, וששה מתחת לאופק. בתחילת חודש כסלו מזל קשת זורח במזרח ומזל סרטן עומד לשקוע במערב.

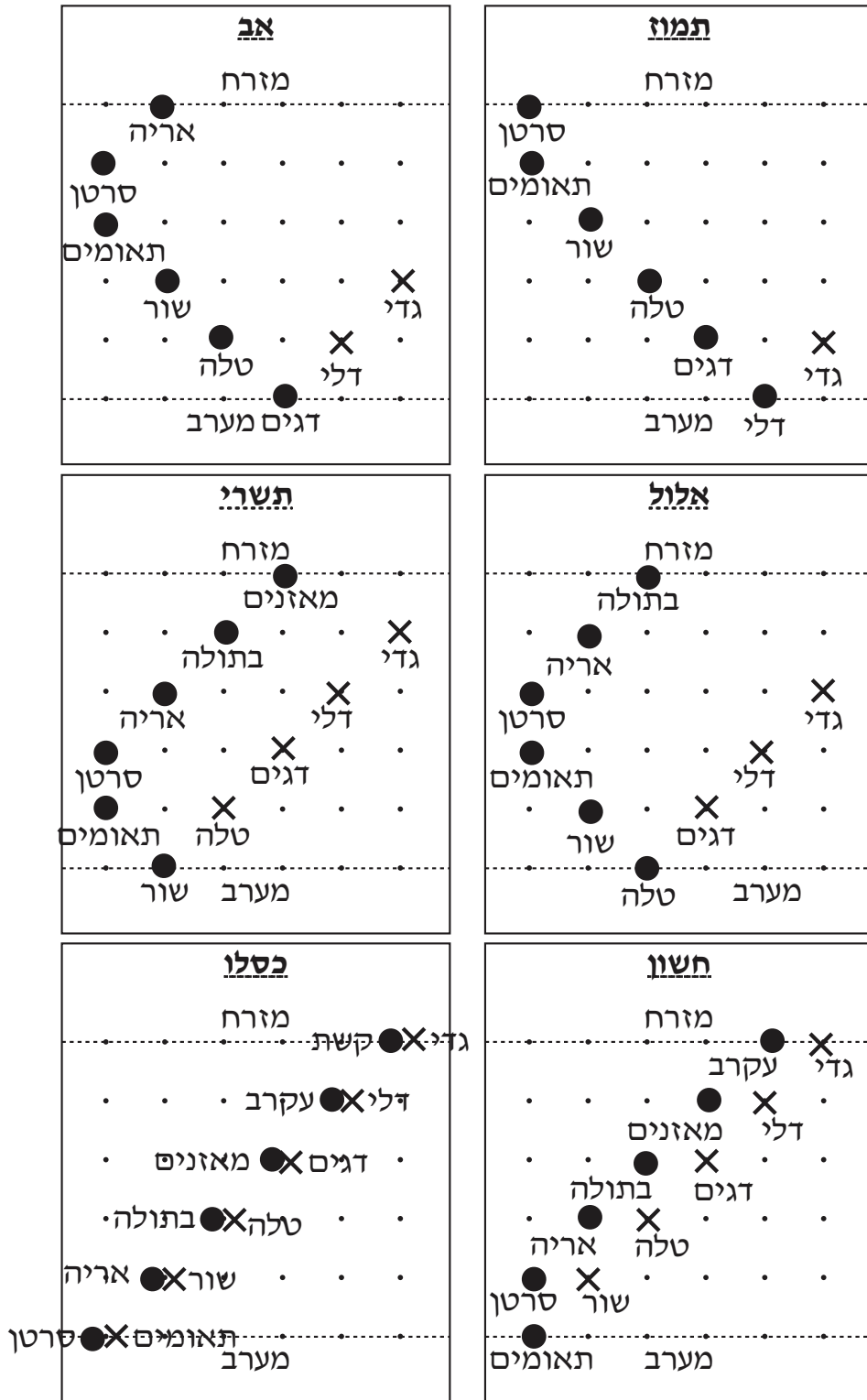
# פרק י"ב

## תמונה 24

<p><b>שבט</b></p> <p>מזרח</p> <p>דלי</p> <p>גדי</p> <p>מערב</p>	<p><b>טבת</b></p> <p>מזרח</p> <p>גדי</p> <p>מערב</p>
<p><b>ניסן</b></p> <p>מזרח</p> <p>טלה</p> <p>דגים</p> <p>דלי</p> <p>גדי</p> <p>מערב</p>	<p><b>אדר</b></p> <p>מזרח</p> <p>דגים</p> <p>דלי</p> <p>גדי</p> <p>מערב</p>
<p><b>סיון</b></p> <p>מזרח</p> <p>תאומים</p> <p>שור</p> <p>טלה</p> <p>דגים</p> <p>דלי</p> <p>גדי</p> <p>מערב</p>	<p><b>אייר</b></p> <p>מזרח</p> <p>שור</p> <p>טלה</p> <p>דגים</p> <p>דלי</p> <p>גדי</p> <p>מערב</p>

מהלך המזלות במשך חודשי השנה.  
 ● מעל האופק X מתחת לאופק

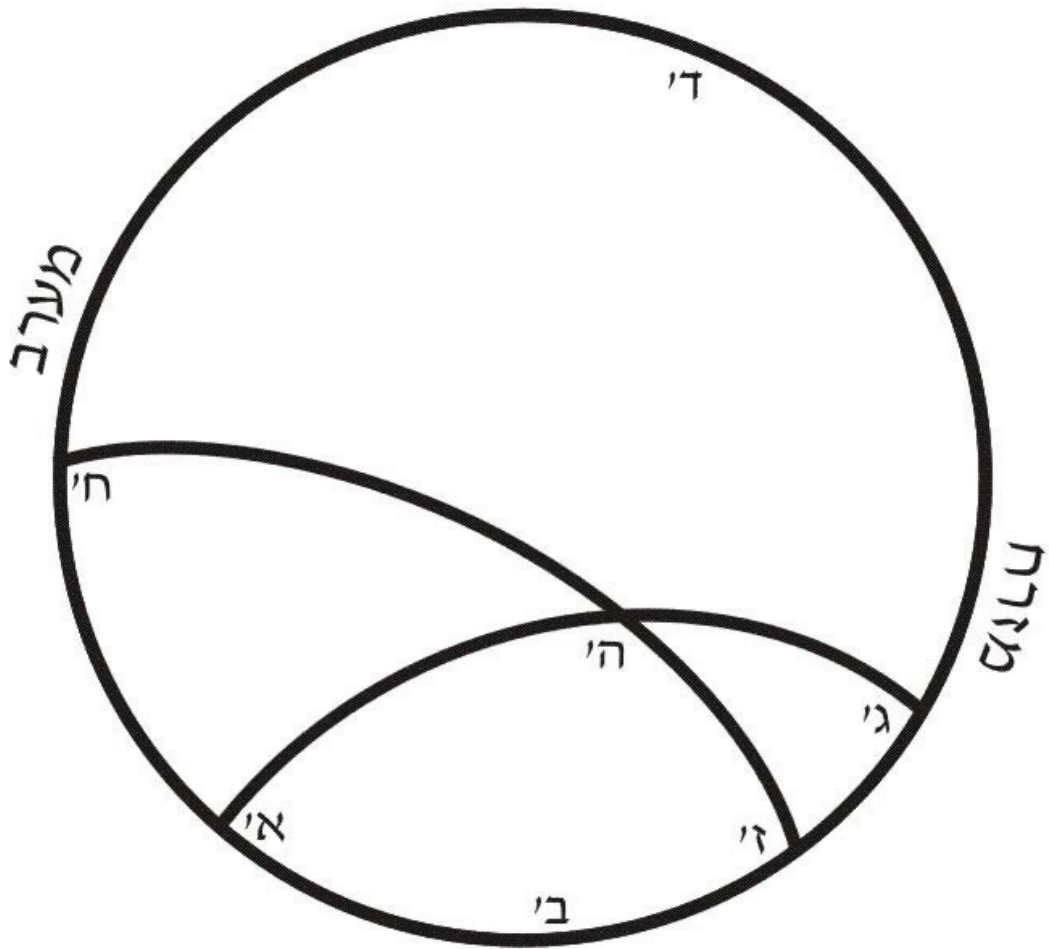
## פרק י"ב תמונה 24 (המשך)



מהלך המזלות במשך חודשי השנה.  
● מעל האופק X מתחת לאופק

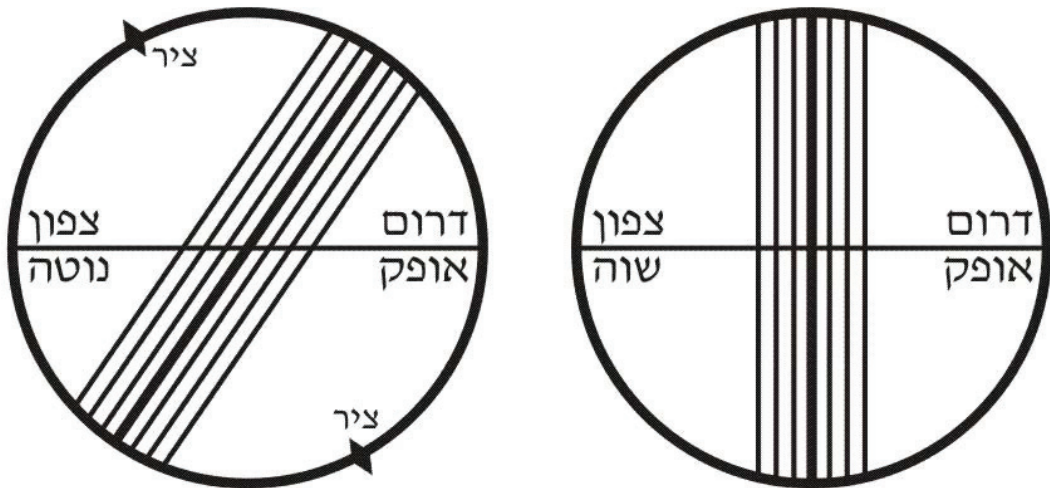


**פרק י"ב**  
 ציור ל"ב של המפרש (מתוקן)



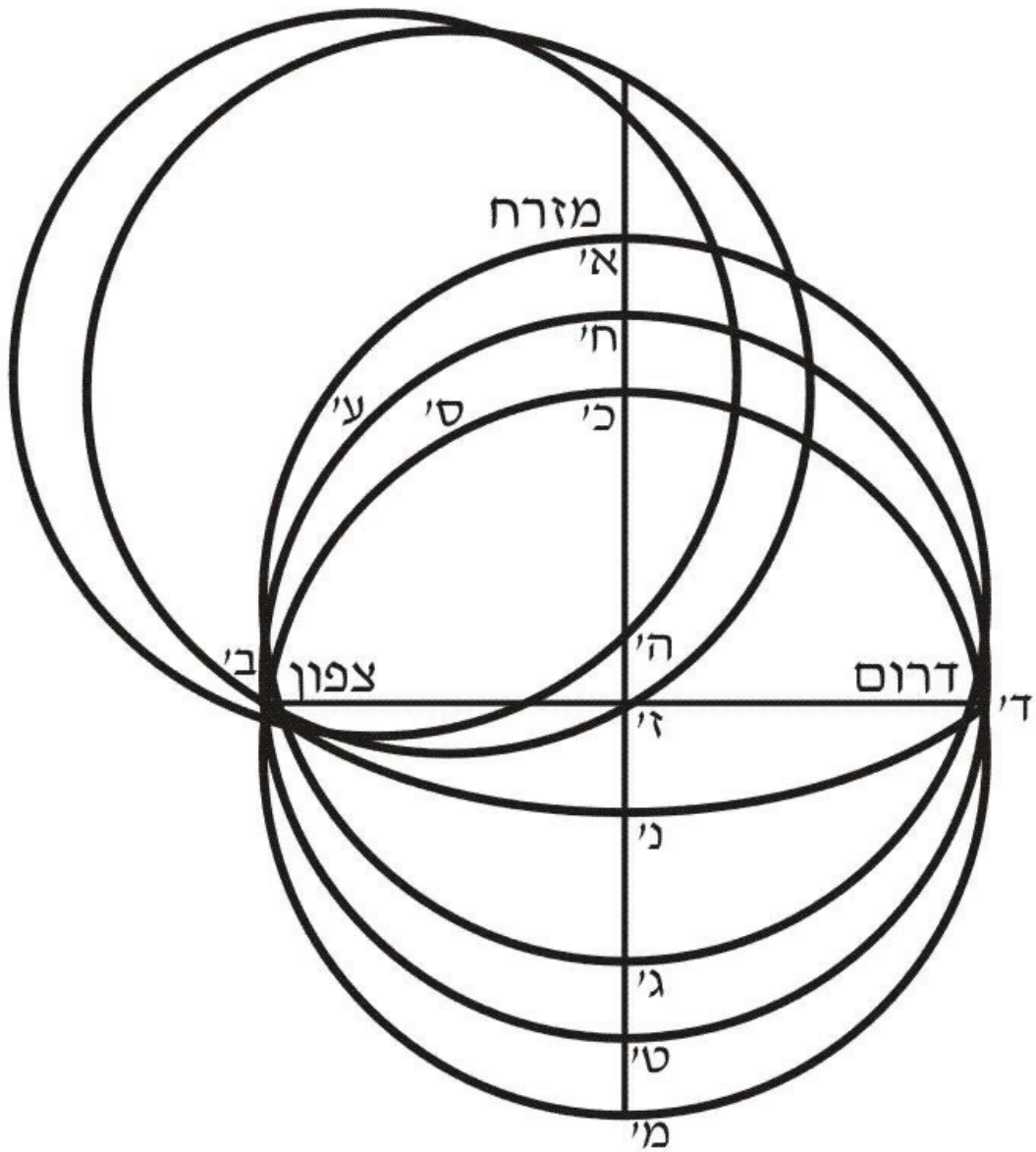
## פרק י"ב

### ציור ל"ג של המפרש (מתוקן)

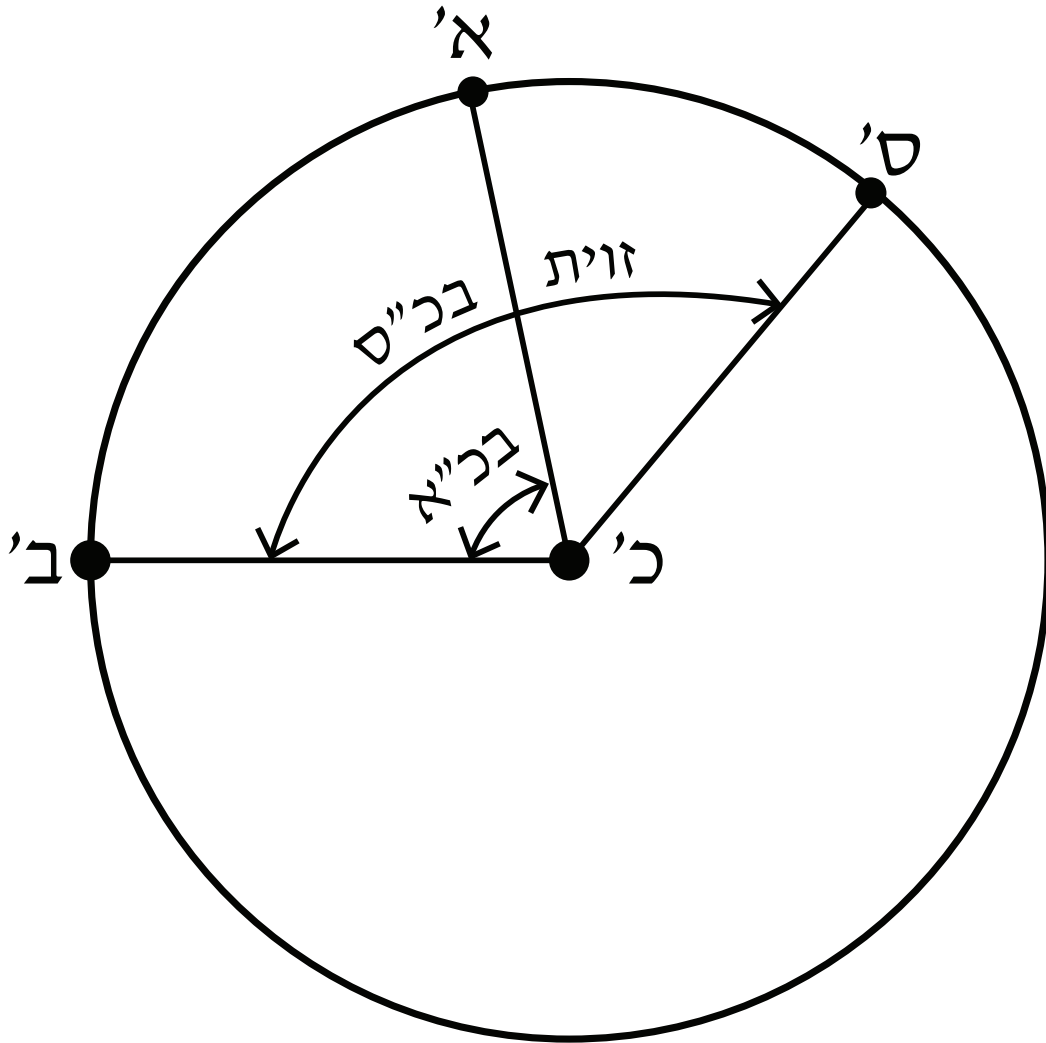


## פרק י"ב

### ציור ל"ד של המפרש (מתוקן)

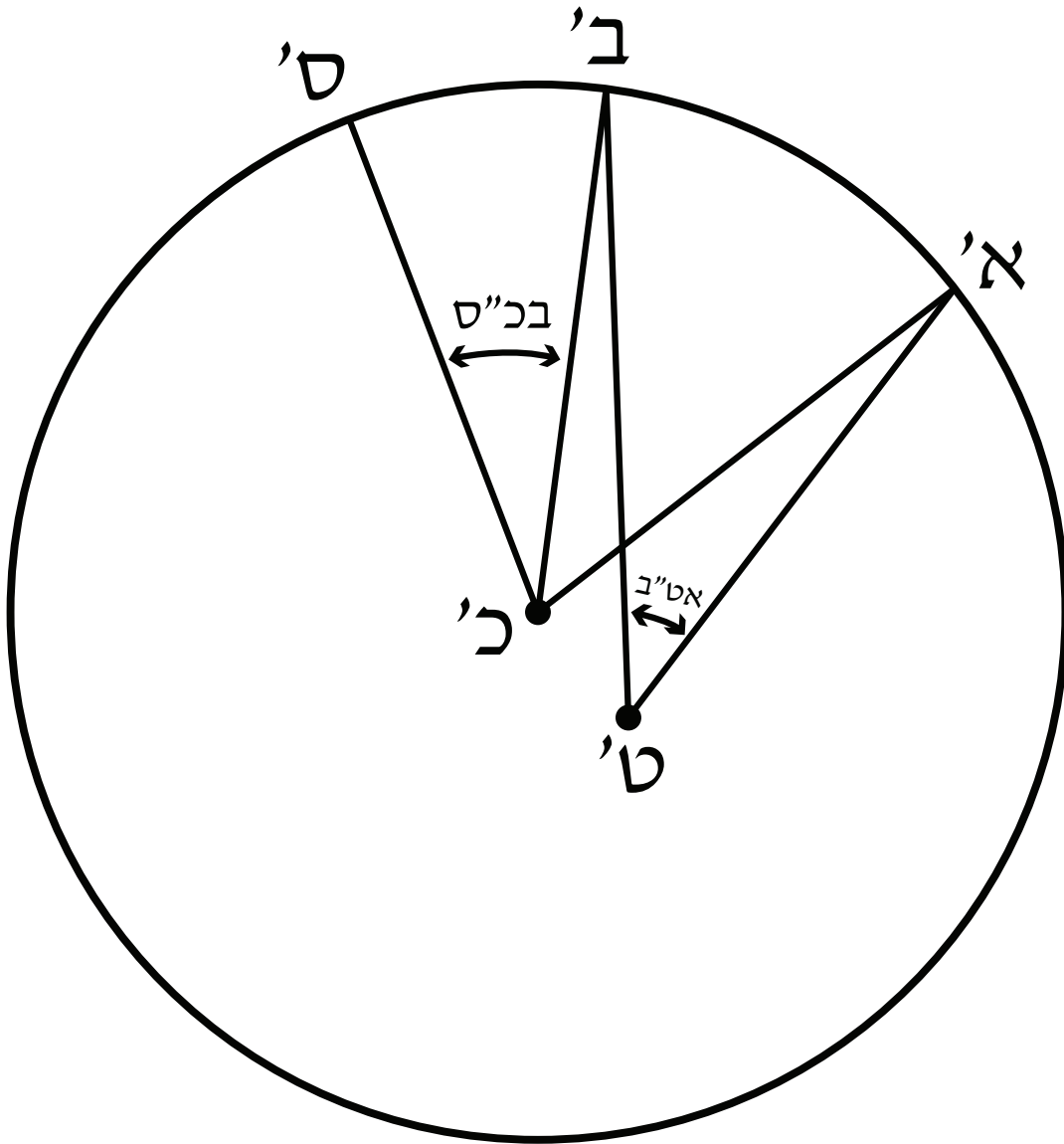


## פרק י"ג תמונה 1א'



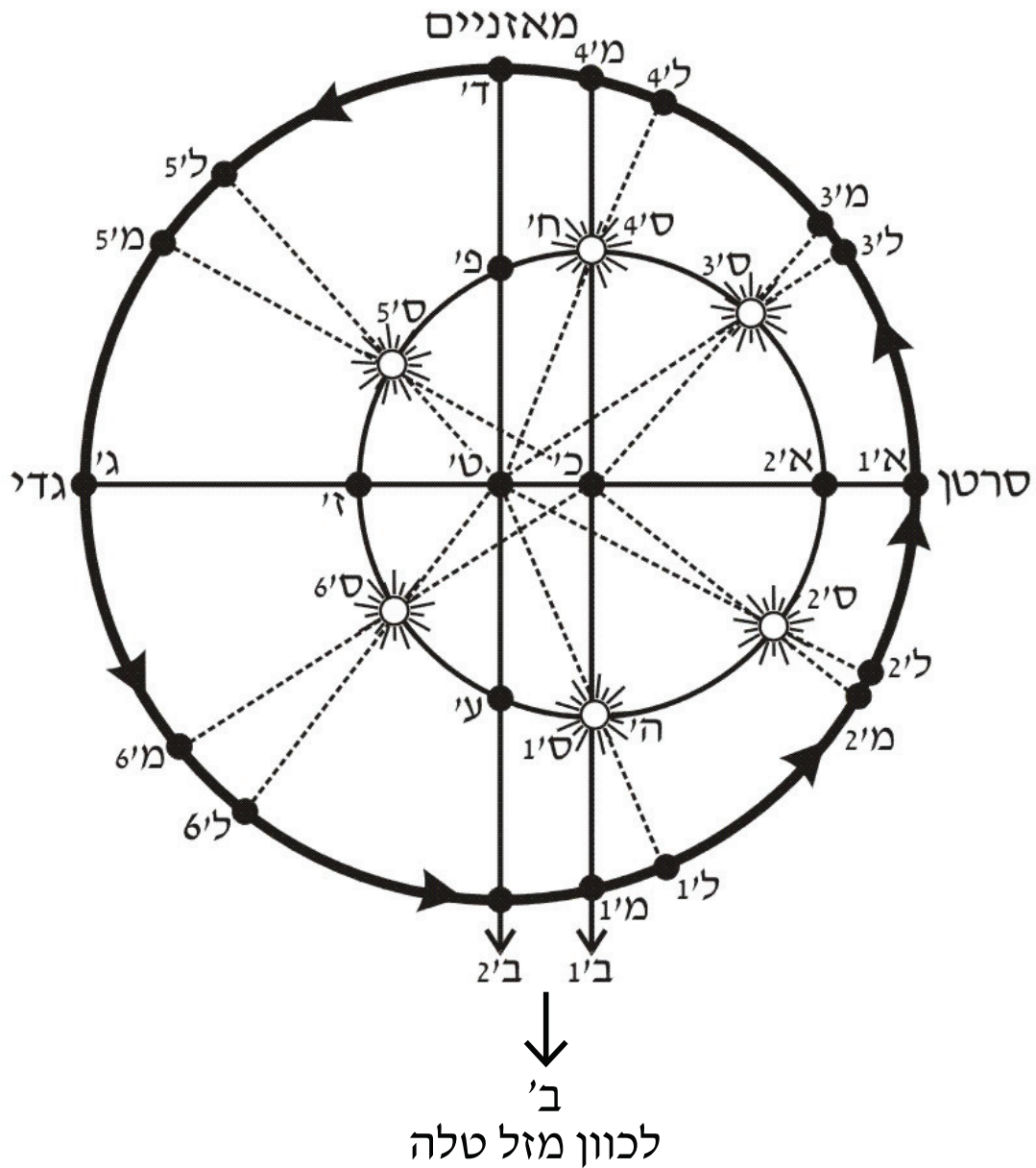
**תמונה 1א':** ניתן לחסר את הקשת א"ב מהקשת ב"ס, כי שתיהן שייכות לשתי הזוויות בכ"א  
ו-בכ"ס בעלות קודקוד משותף כ'.

## פרק י"ג תמונה ו'ב'



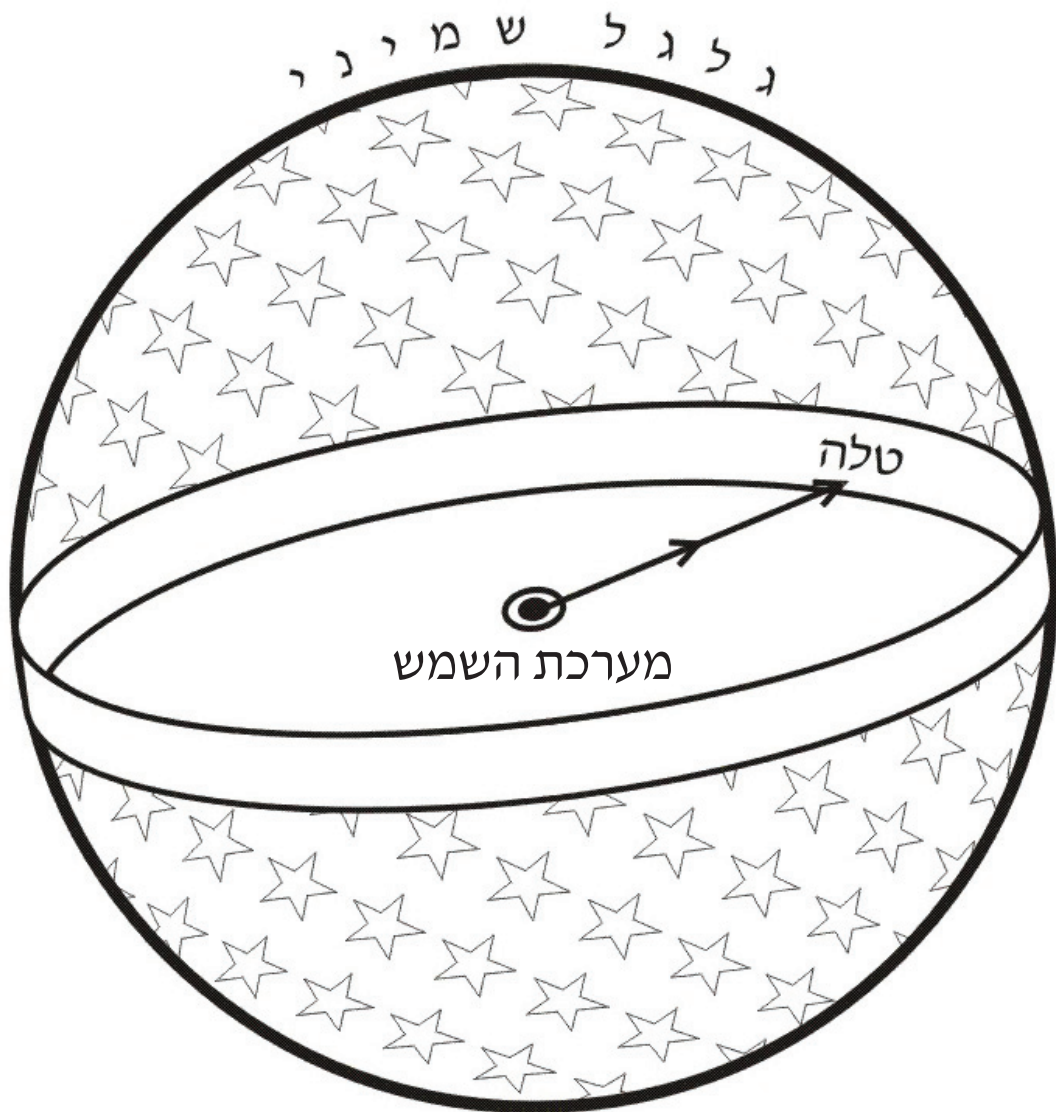
**תמונה ו'ב'**: לא ניתן לחסר את הקשת ס"ב מהקשת ס"א, כי שתי הזוויות שלהן סכ"ב  
ו-אט"ב הן בעלות קודקודים שונים ט' ו-ב'.

**פרק י"ג**  
**תמונה ו'ג'**  
 (והיא ציור ל' מתוקן במפרש)



## פרק י"ג

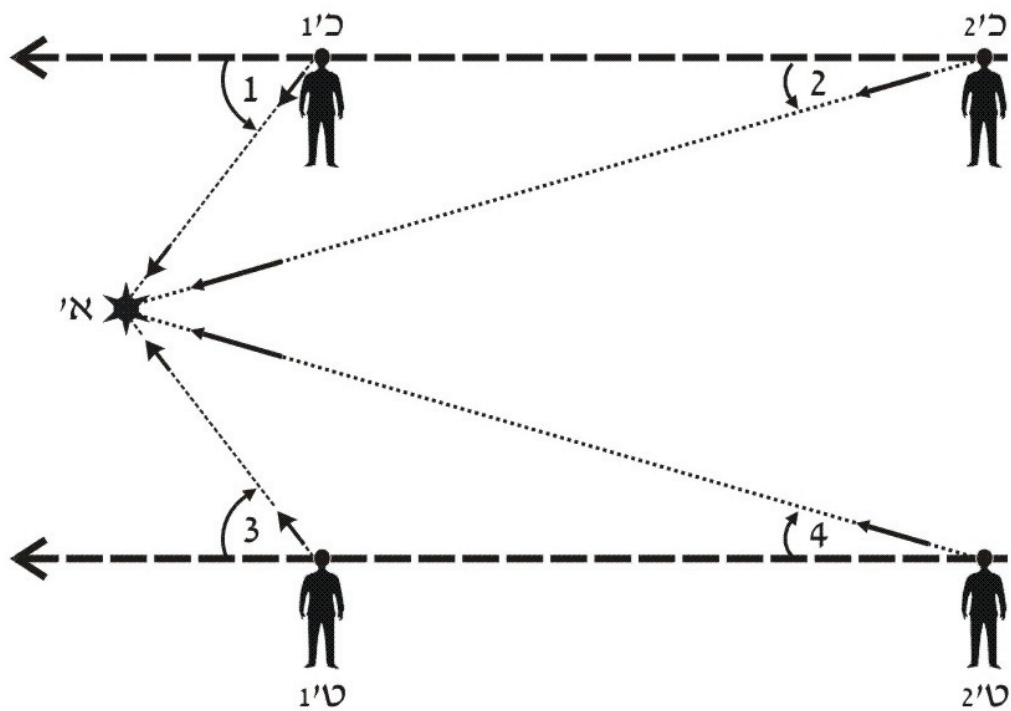
### תמונה 2



**תמונה 2:** כל המערכת של שבעת כוכבי הלכת סביב כדור הארץ הנמצא במרכז של הגלגל השמיני, היא קטנה מאוד ביחס למרחק שלה אל מזל טלה.

## פרק י"ג

### תמונה 3

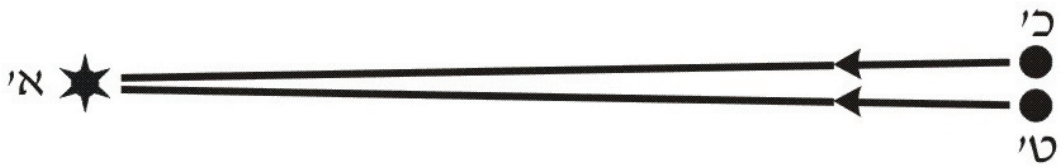


**תמונה 3:** ככל ששני הצופים כ' ו-ט' יתרחקו יותר ויותר ימינה מהנקודה א', הרי למעשה, כיווני מבטיהם אליה מקבילים זה לזה.



# פרק י"ג

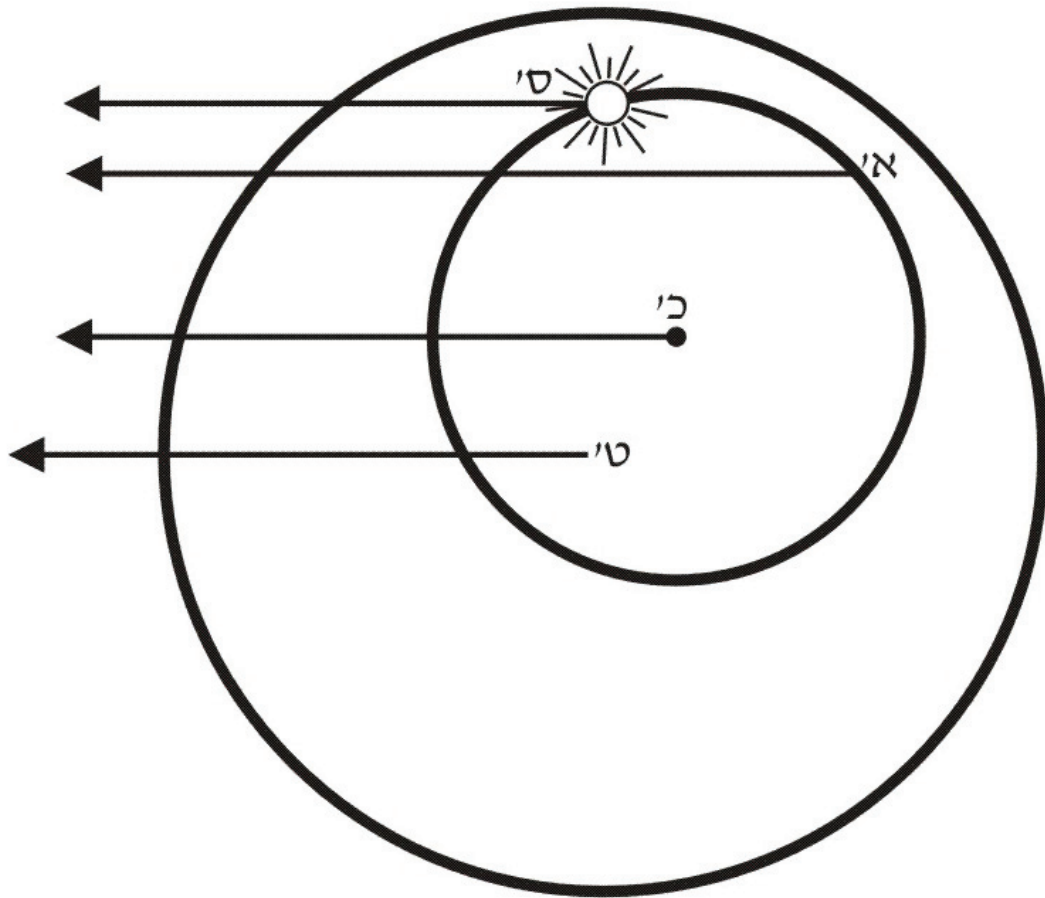
## תמונה 4



**תמונה 4:** שני קוי ההסתכלות משתי הנקודות כ' ו-ט' לעבר הנקודה א', הם למעשה מקבילים זה לזה.

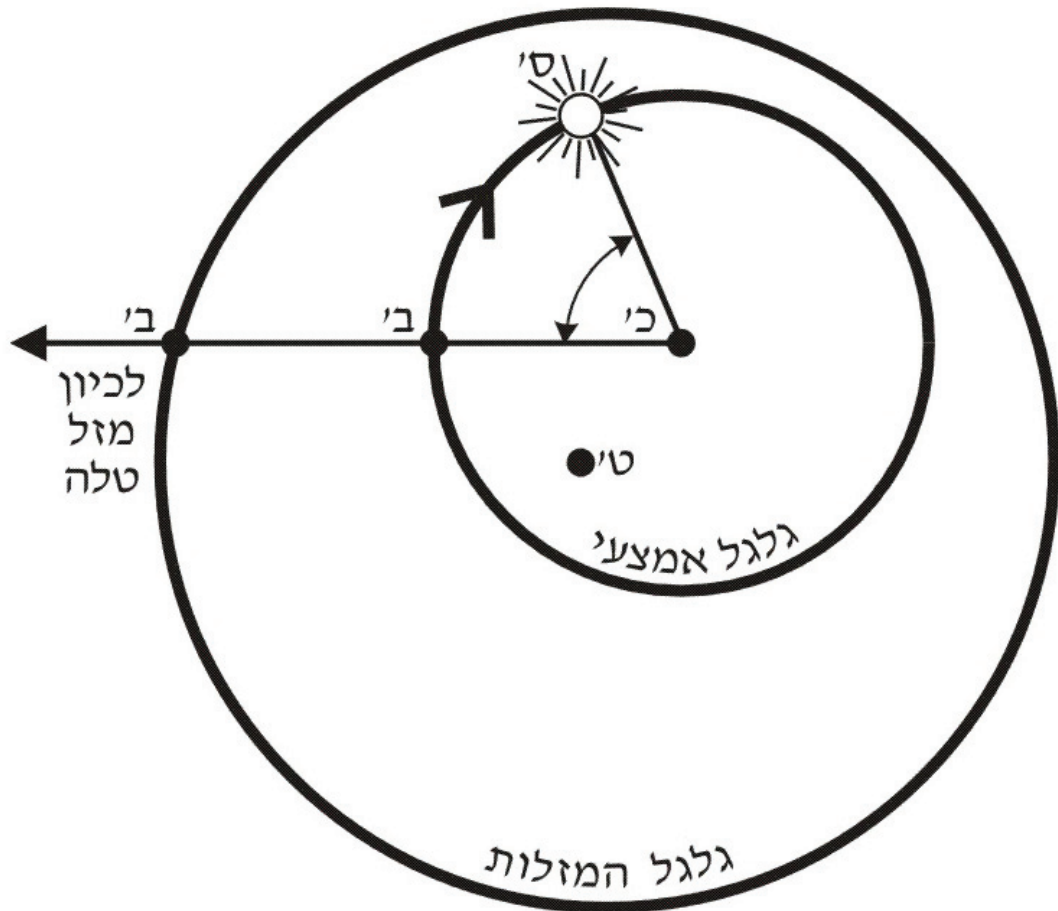
## פרק י"ג

### תמונה 5



**תמונה 5:** כיווני ההסתכלות לעבר מזל טלה, מכל נקודה שהיא במערכת השמש, הם תמיד מקבילים זה לזה.

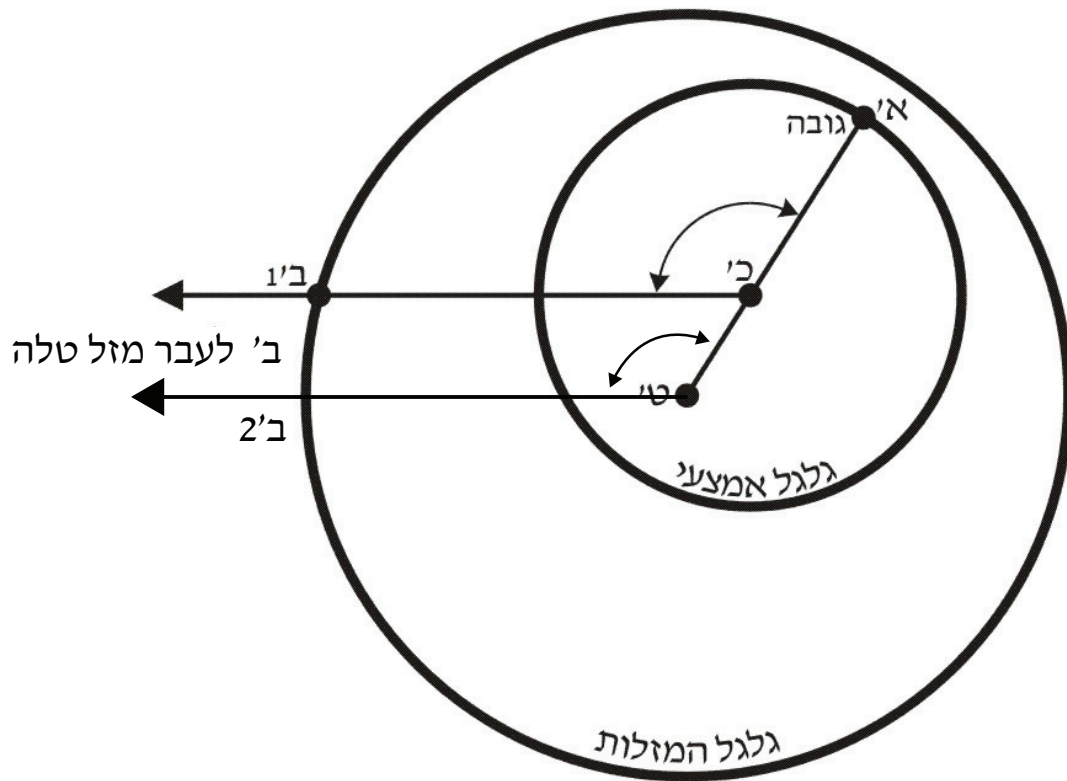
## פרק י"ג תמונה 6



**תמונה 6:** השמש נעה ממערב למזרח על פני הגלגל האמצעי. בכל נקודה ס' שהשמש מגיעה אליה, אפשר לחשב את הזווית סכ"ב שבין מקומה ס', לבן כיוון מזל טלה ב'.

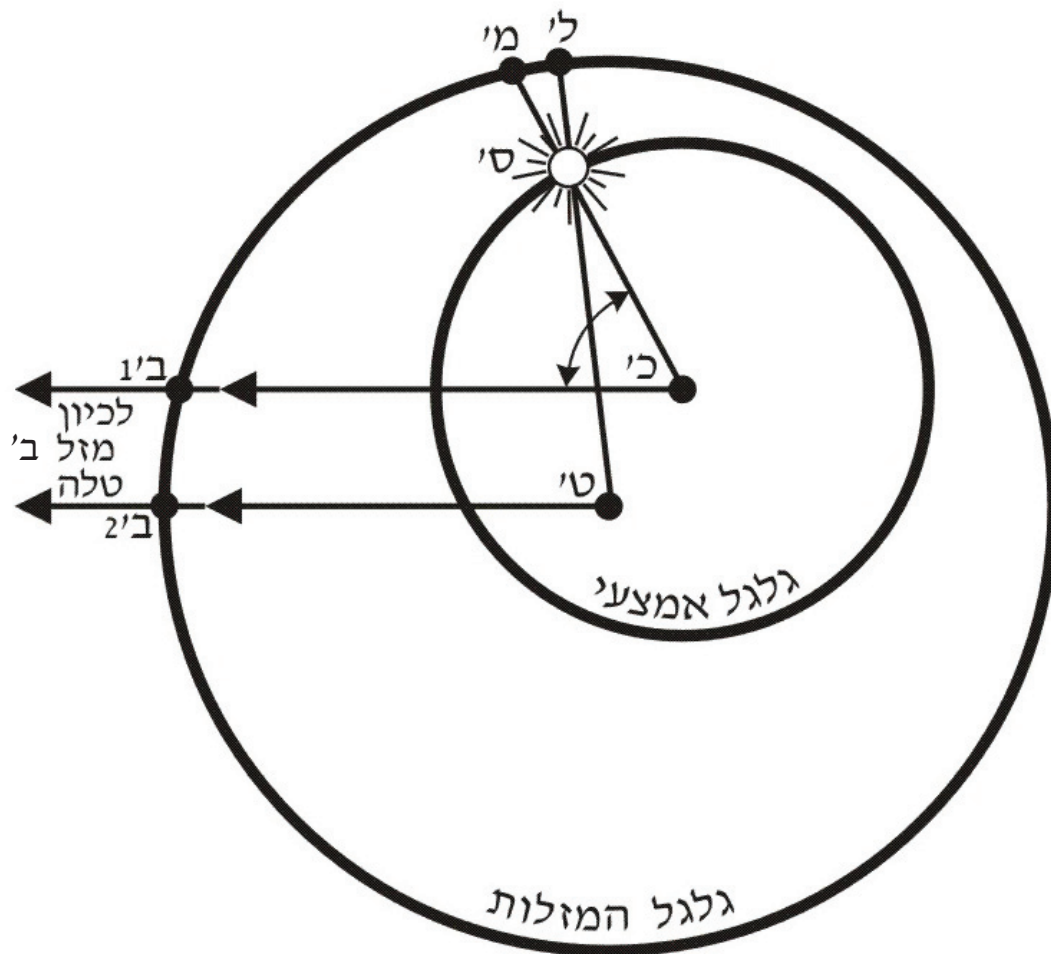
# פרק י"ג

## תמונה 7



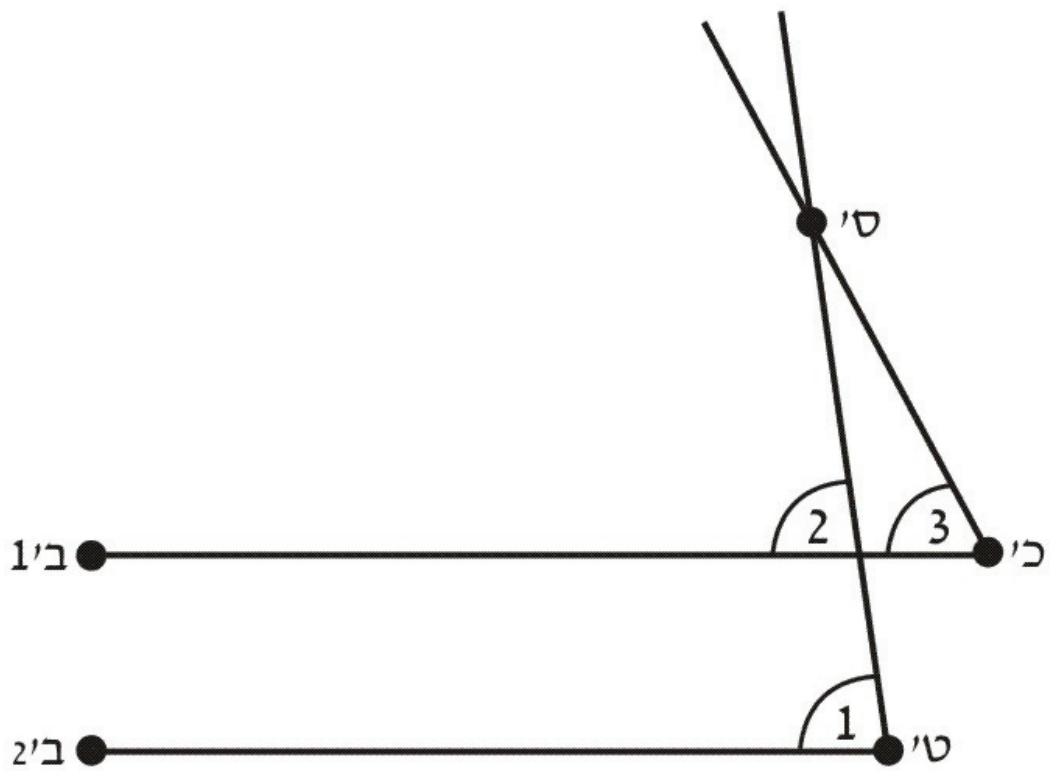
## פרק י"ג

### תמונה 8



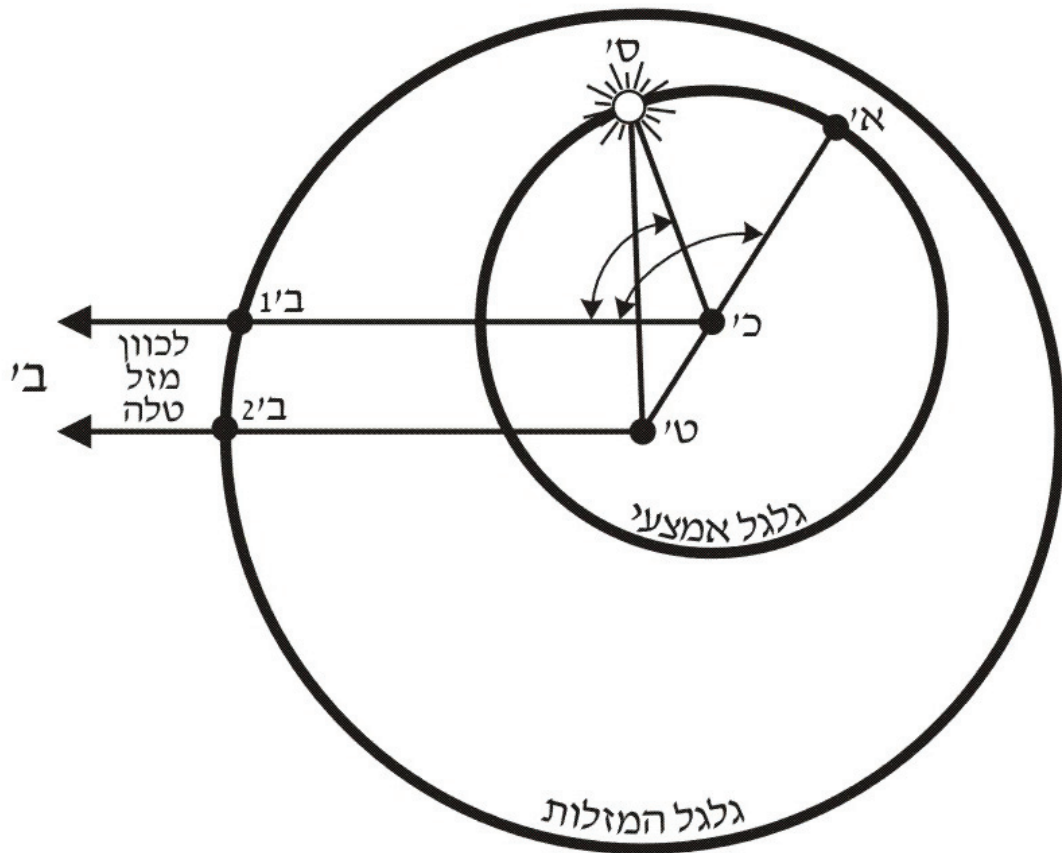
**תמונה 8:** מנקודת מבט של מרכז הגלגל האמצעי כ', השמש נמצאת בזוית מסכ"ב 1 ביחס לכיוון מזל טלה. אבל, מנקודת מבט של מרכז כדור הארץ ט', היא נמצאת בזוית לסט"ב 2 ביחס לכיוון מזל טלה.

פרק י"ג  
תמונה 8א'



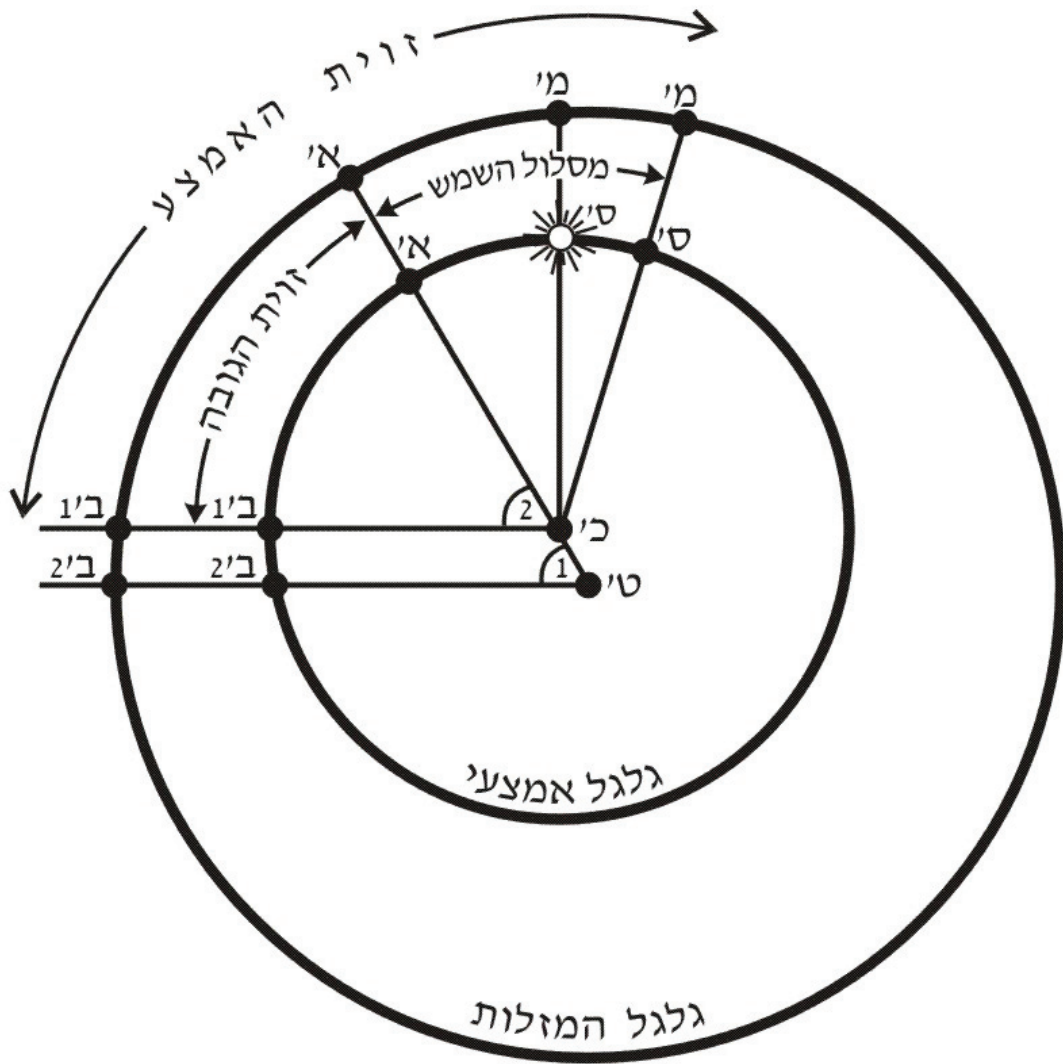
# פרק י"ג

## תמונה 9א'



# פרק י"ג

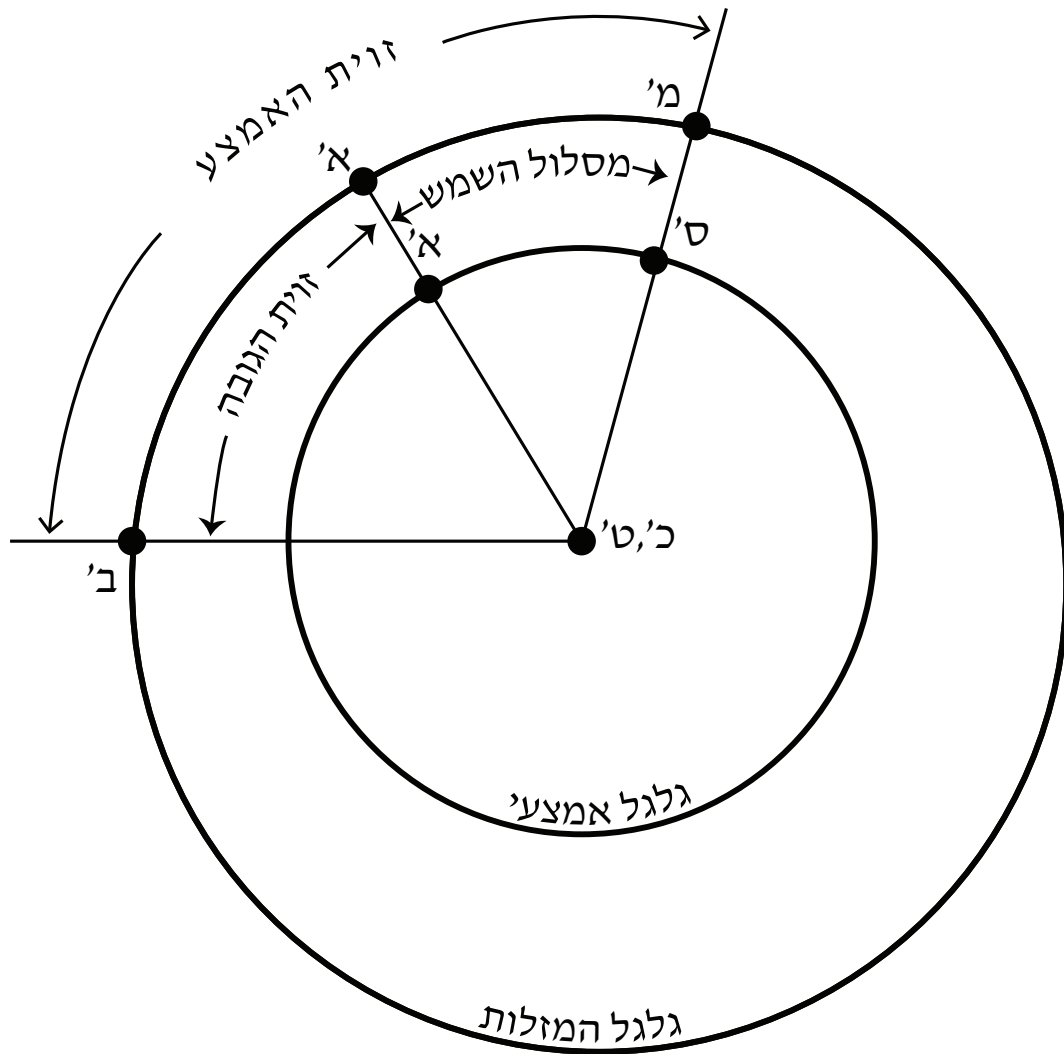
## תמונה 9 ב'





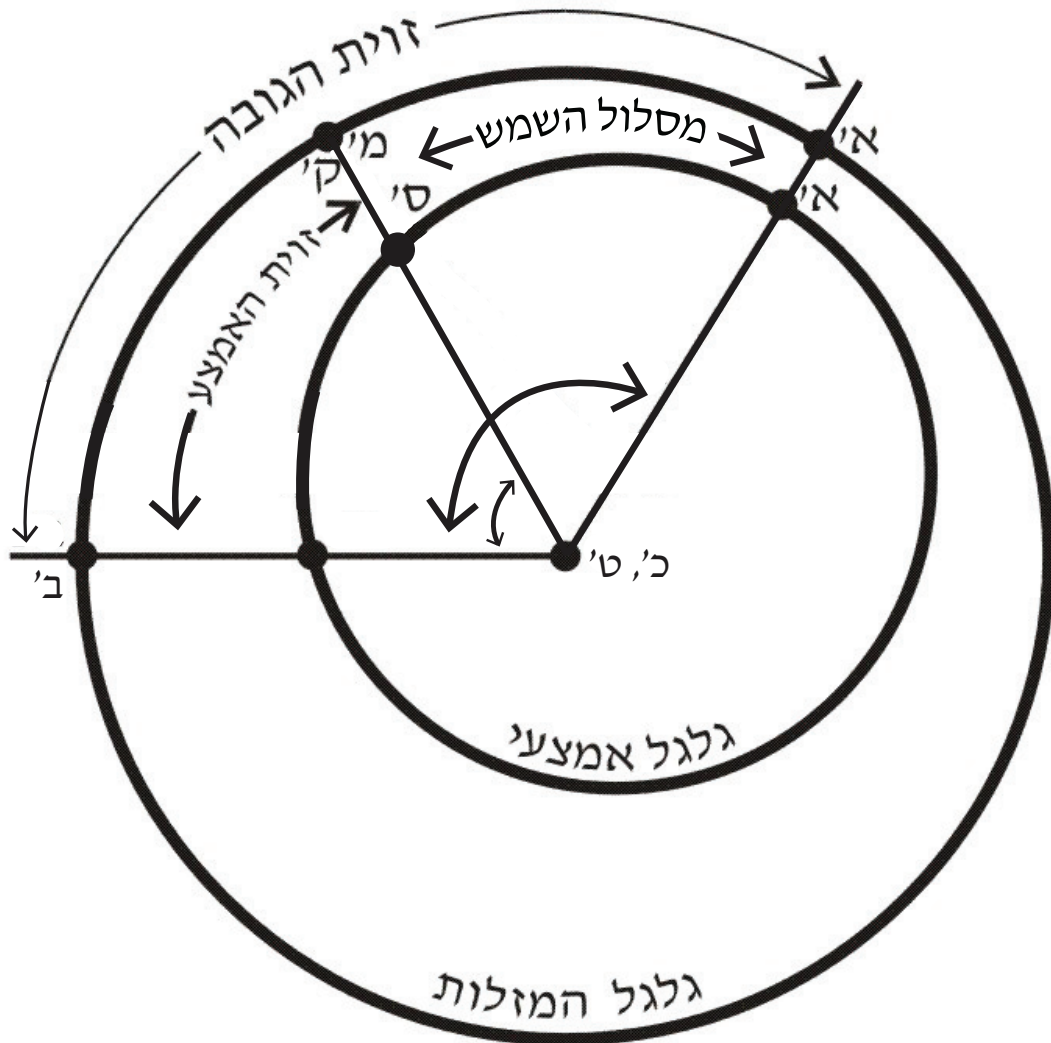
# פרק י"ג

## תמונה 10

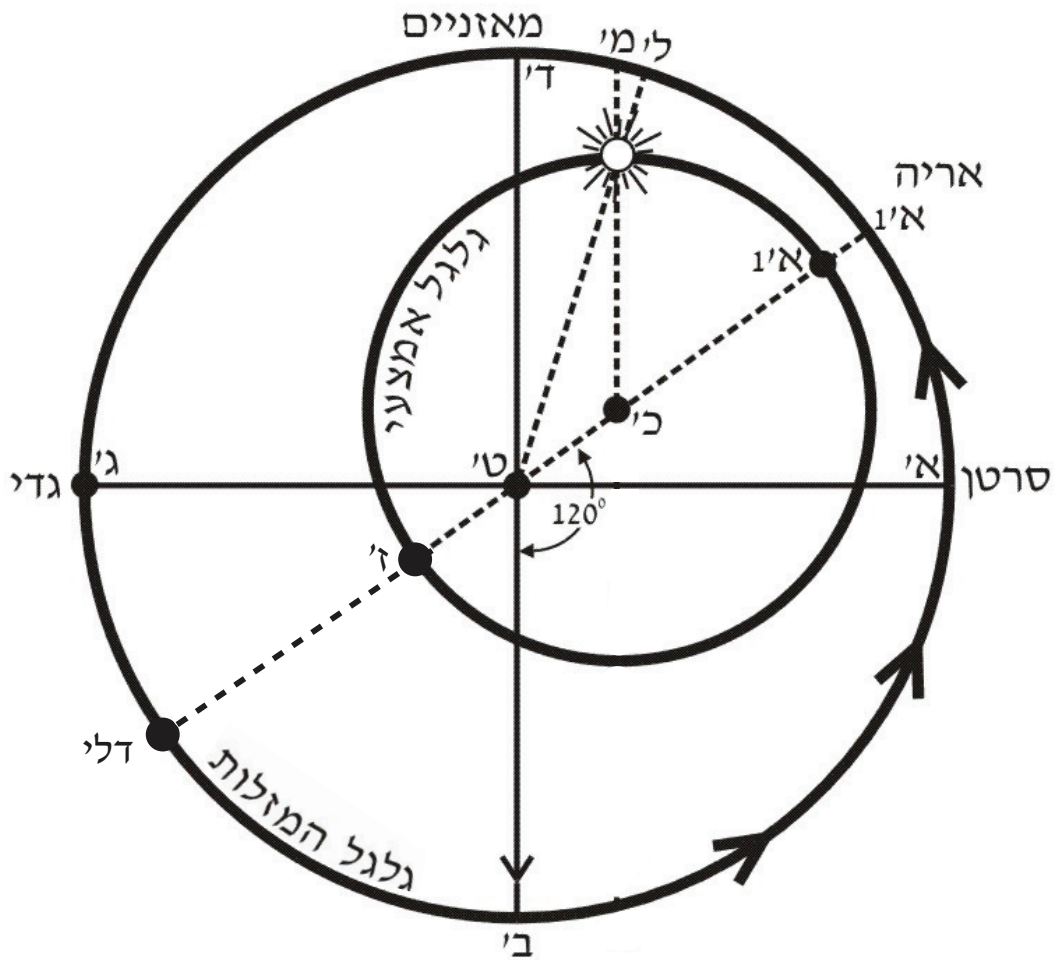


# פרק י"ג

## תמונה 11



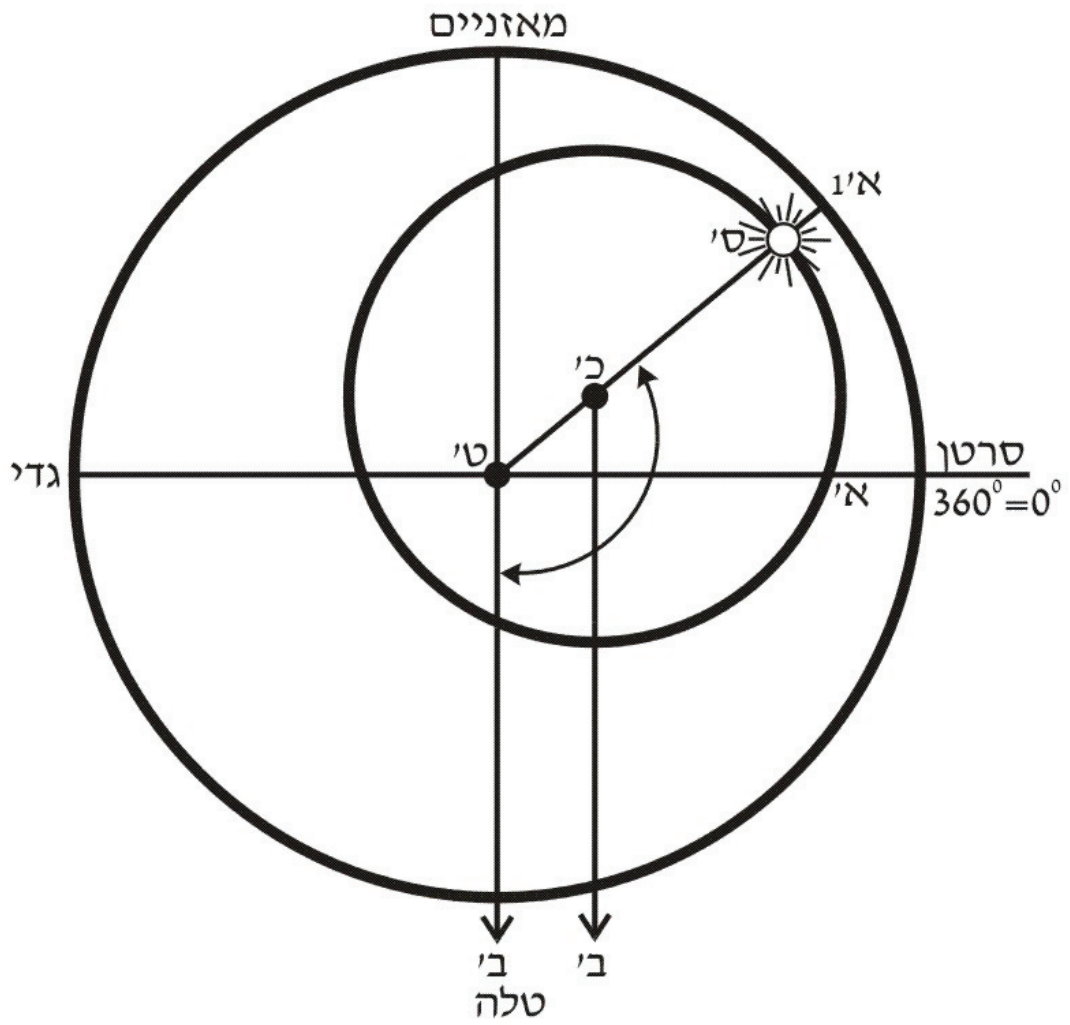
## פרק י"ג תמונה 12



**תמונה 12:** בעוד כ-2100 שנה, תגיע נקודת הגובה א' של השמש עד לנקודה א'1 במזל אריה, נקודת השפל ז' תהיה במזל דלי.

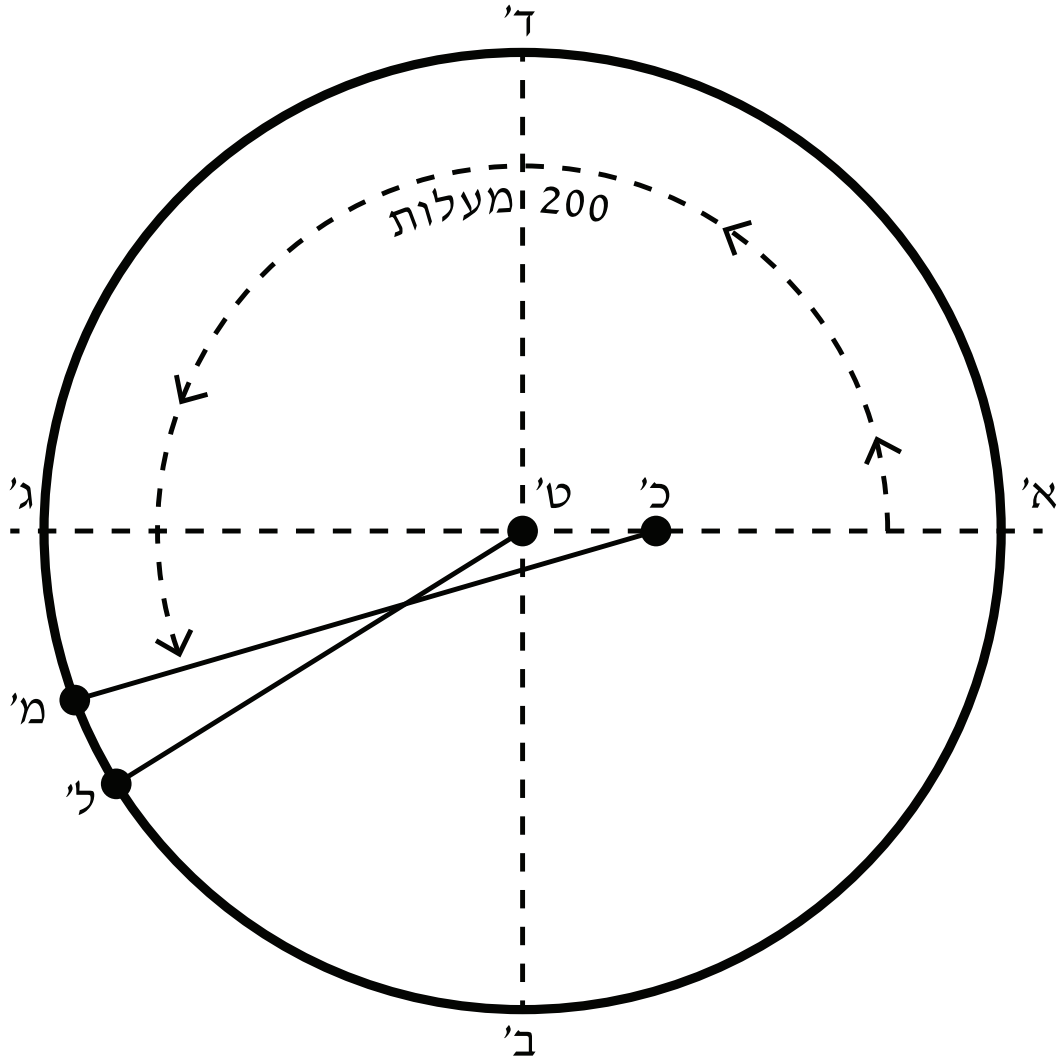
# פרק י"ג

## תמונה 13



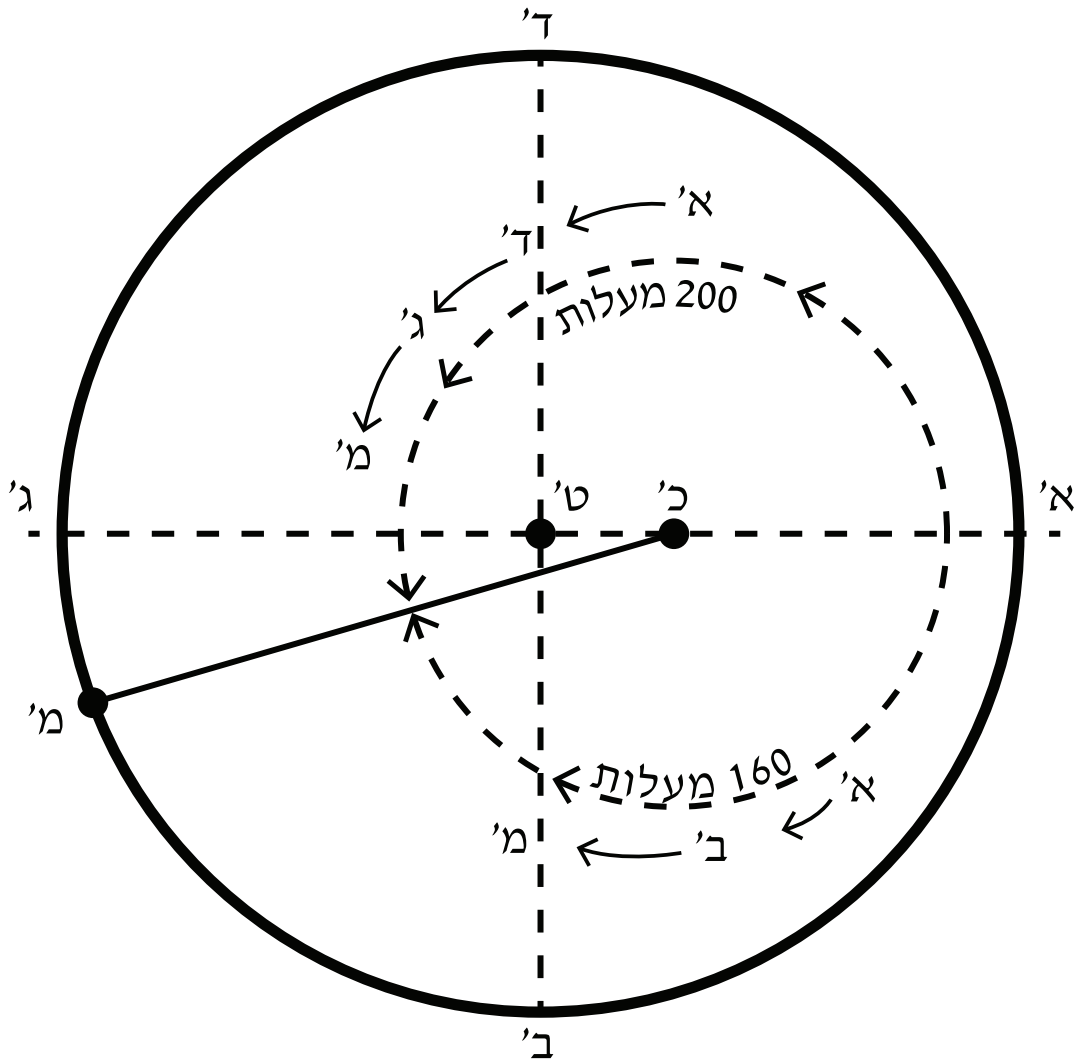
# פרק י"ג

## תמונה 14א'

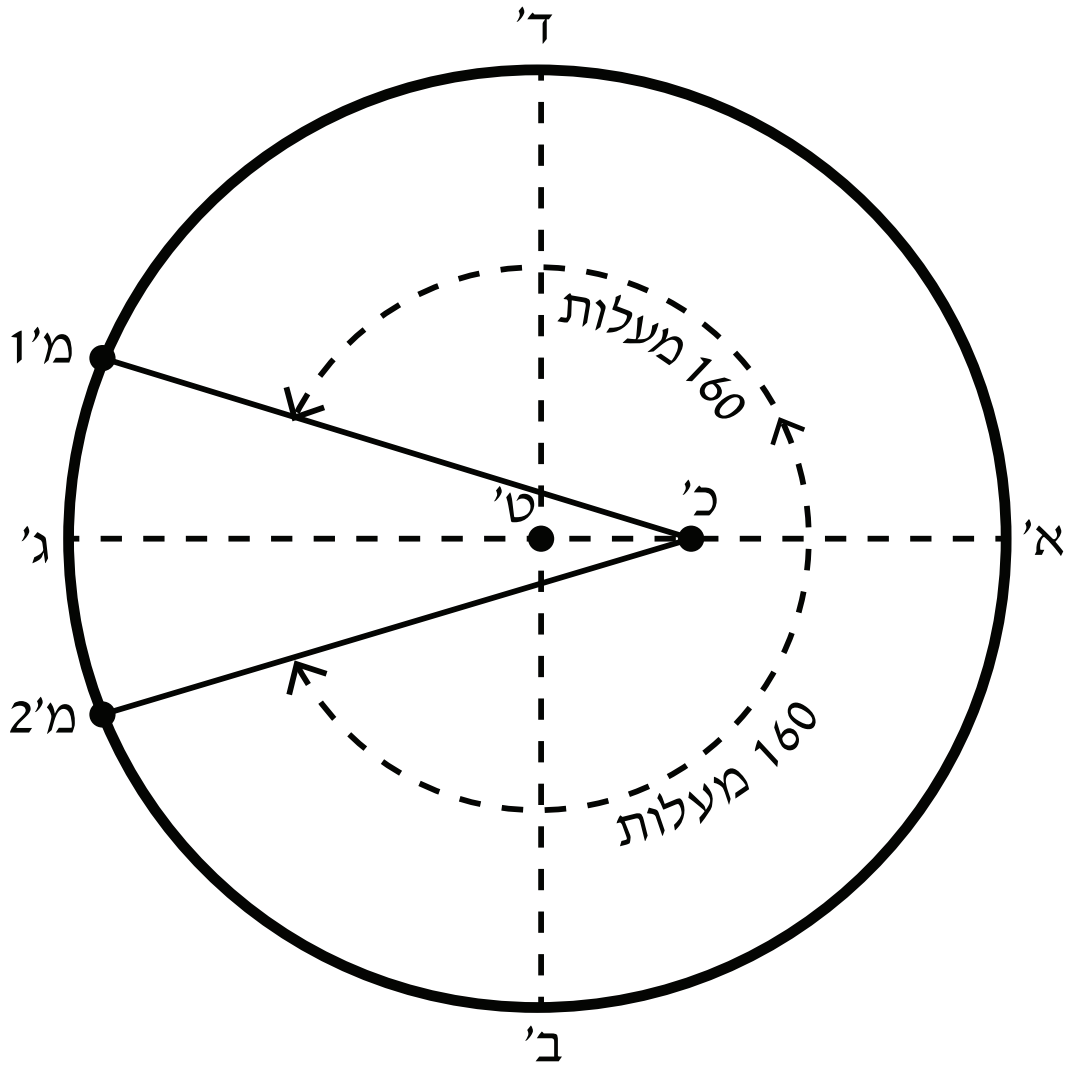


# פרק י"ג

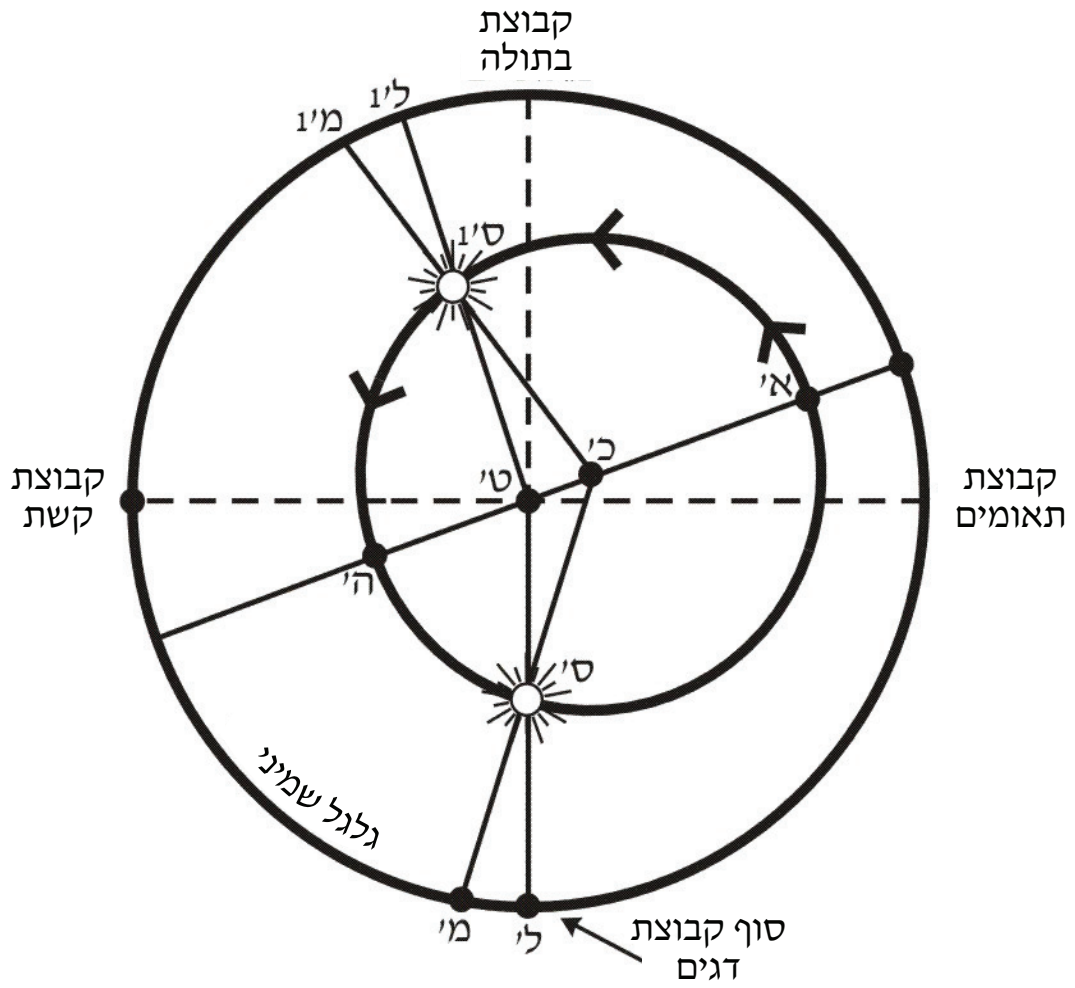
## תמונה 14 ב'



פרק י"ג  
תמונה 14 ג'



# פרק י"ג תמונה 15





# פרק י"ג

## טבלת מנות מסלול השמש

→ לחסר מנות המסלול -

+ לחוסיף מנות המסלול ←

יח' עש' / יח' עש'	10 0	9 1	8 2	7 3	6 4	5 5	4 6	3 7	2 8	1 9	0 10	
0	0.000	0.033	0.067	0.100	0.134	0.167	0.200	0.234	0.267	0.300	0.333	350
10	0.333	0.366	0.399	0.432	0.464	0.497	0.529	0.561	0.594	0.625	0.657	340
20	0.657	0.689	0.720	0.751	0.782	0.813	0.843	0.874	0.904	0.934	0.963	330
30	0.963	0.992	1.021	1.050	1.078	1.107	1.134	1.162	1.189	1.216	1.242	320
40	1.242	1.268	1.294	1.320	1.345	1.369	1.393	1.417	1.441	1.464	1.486	310
50	1.486	1.509	1.531	1.552	1.573	1.593	1.613	1.633	1.652	1.670	1.689	300
60	1.689	1.706	1.723	1.740	1.756	1.772	1.787	1.801	1.815	1.829	1.842	290
70	1.842	1.854	1.866	1.878	1.889	1.899	1.908	1.918	1.926	1.934	1.942	280
80	1.942	1.948	1.955	1.960	1.965	1.970	1.974	1.977	1.980	1.982	1.983	270
90	1.983	1.984	1.985	1.984	1.983	1.982	1.980	1.977	1.974	1.970	1.965	260
100	1.965	1.960	1.954	1.948	1.941	1.933	1.925	1.916	1.907	1.897	1.836	250
110	1.886	1.875	1.863	1.851	1.838	1.824	1.810	1.796	1.780	1.764	1.748	240
120	1.748	1.731	1.714	1.696	1.677	1.658	1.638	1.618	1.597	1.576	1.554	230
130	1.554	1.532	1.509	1.486	1.462	1.438	1.413	1.388	1.362	1.336	1.310	220
140	1.310	1.283	1.256	1.228	1.200	1.171	1.142	1.113	1.083	1.053	1.023	210
150	1.023	0.992	0.961	0.929	0.898	0.866	0.833	0.801	0.768	0.735	0.701	200
160	0.701	0.668	0.634	0.600	0.566	0.531	0.497	0.462	0.427	0.392	0.357	190
170	0.357	0.321	0.286	0.250	0.215	0.179	0.143	0.108	0.072	0.036	0.000	180

## פרק י"ד

### טבלת התיקונים לאמצע הירח

165°-195°	195°-240°	240°-300°	300°-345°	מקום השמש בגלגל המזלות
0	חצי שעה מוקדם	שעה מוקדם	חצי שעה מוקדם	זמן השקיעה
0	-0.25°	-0.5°	-0.25°	תוספת על אמצע הירח

345°-15°	15°-60°	60°-120°	120°-165°	מקום השמש בגלגל המזלות
0	חצי שעה מאוחר	שעה	חצי שעה מאוחר	זמן השקיעה
0	-0.25°	-0.5°	-0.25°	תוספת על אמצע הירח

## פרק י"ד

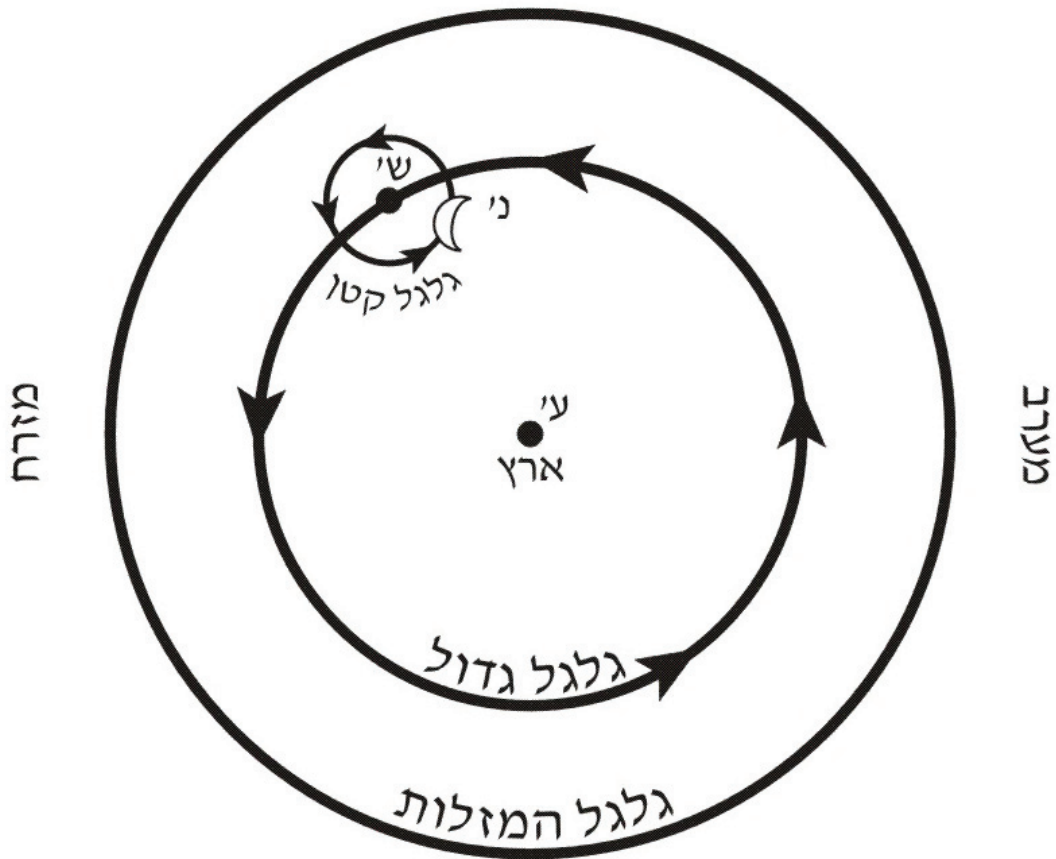
### מהלך הגלגל הגדול (ממערב למזרח)

מהלך אמצע הירח	ימים
13° 10' 35"	1
131° 45' 50"	10
22° 06' 56"	29
237° 38' 23"	100
344° 26' 43"	354
216° 23' 50"	1000
3° 58' 20"	10000

### מהלך אמצע המסלול (המעגל הקטן) (ממזרח למערב)

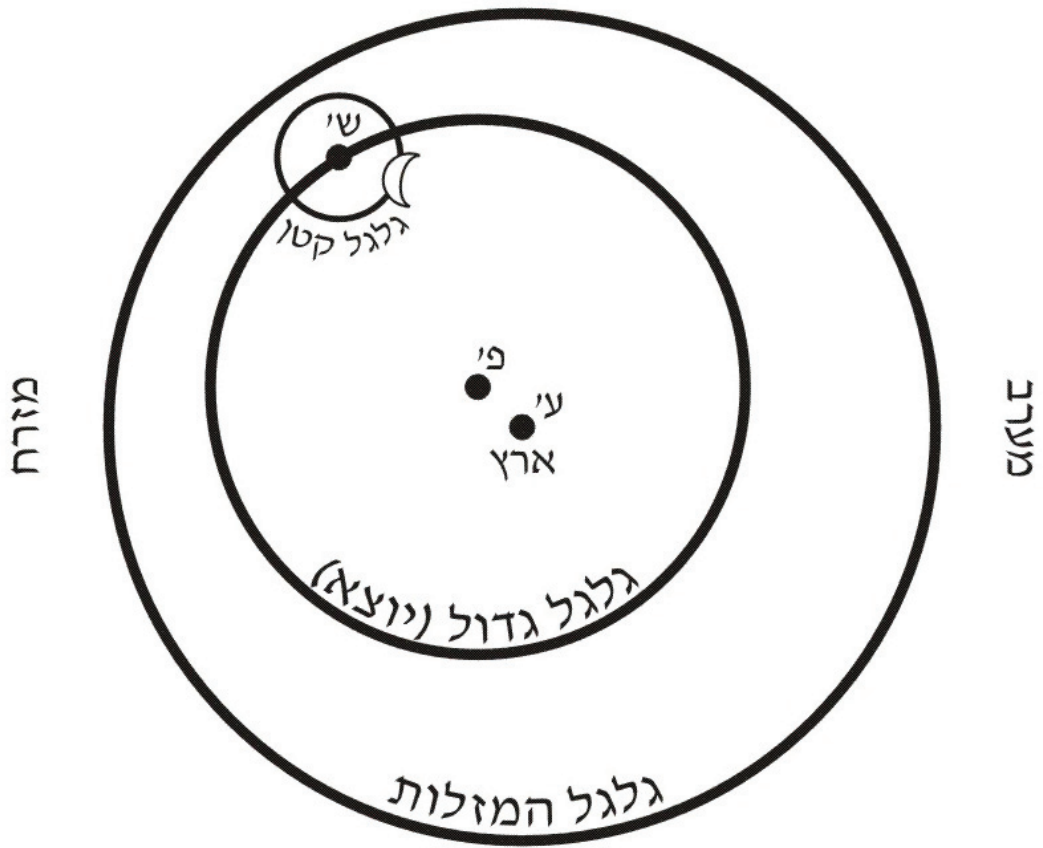
מהלך אמצע המסלול	ימים
13° 03' 54"	1
130° 39' 00"	10
18° 53' 04"	29
226° 29' 53"	100
305° 00' 13"	354
104° 58' 50"	1000
329° 48' 20"	10000

## פרק י"ד תמונה 1

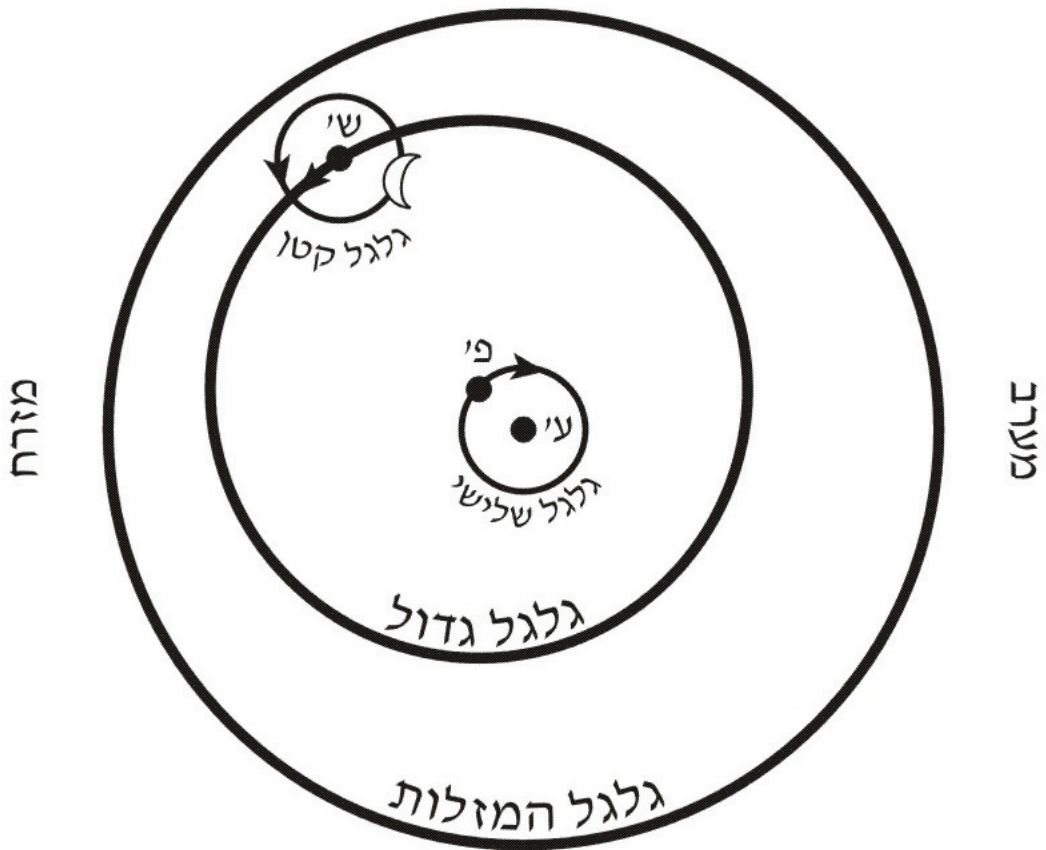


**תמונה 1:** הנקודה ש' נעה על פני חציו העליון של הגלגל הגדול בכוון ממערב למזרח. אבל, בחצי התחתון של הגלגל הגדול, היא תנוע בכוון ממזרח למערב. כך הוא גם עבור הירח בנקודה נ', היינו, בחצי העליון של הגלגל הקטן, הירח נע בכוון ממערב למזרח ובתחתון, ממזרח למערב.

# פרק י"ד תמונה 2

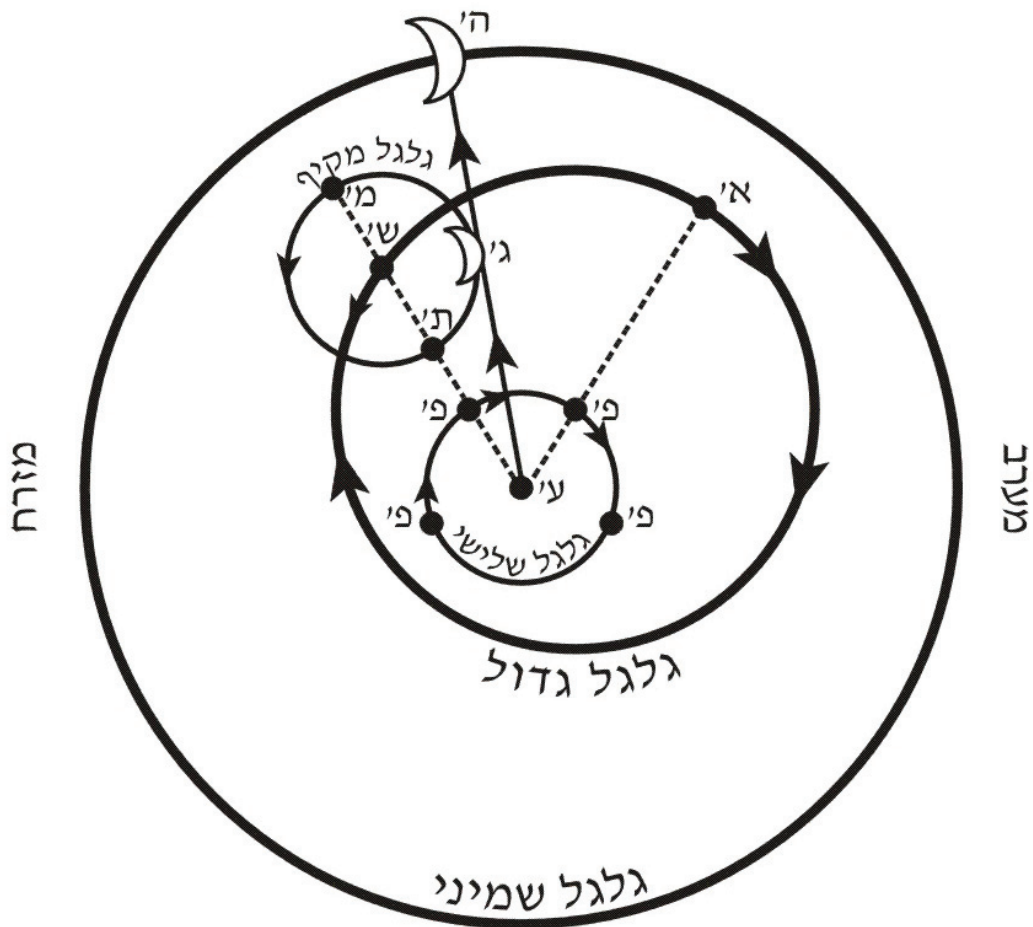


# פרק י"ד תמונה 3



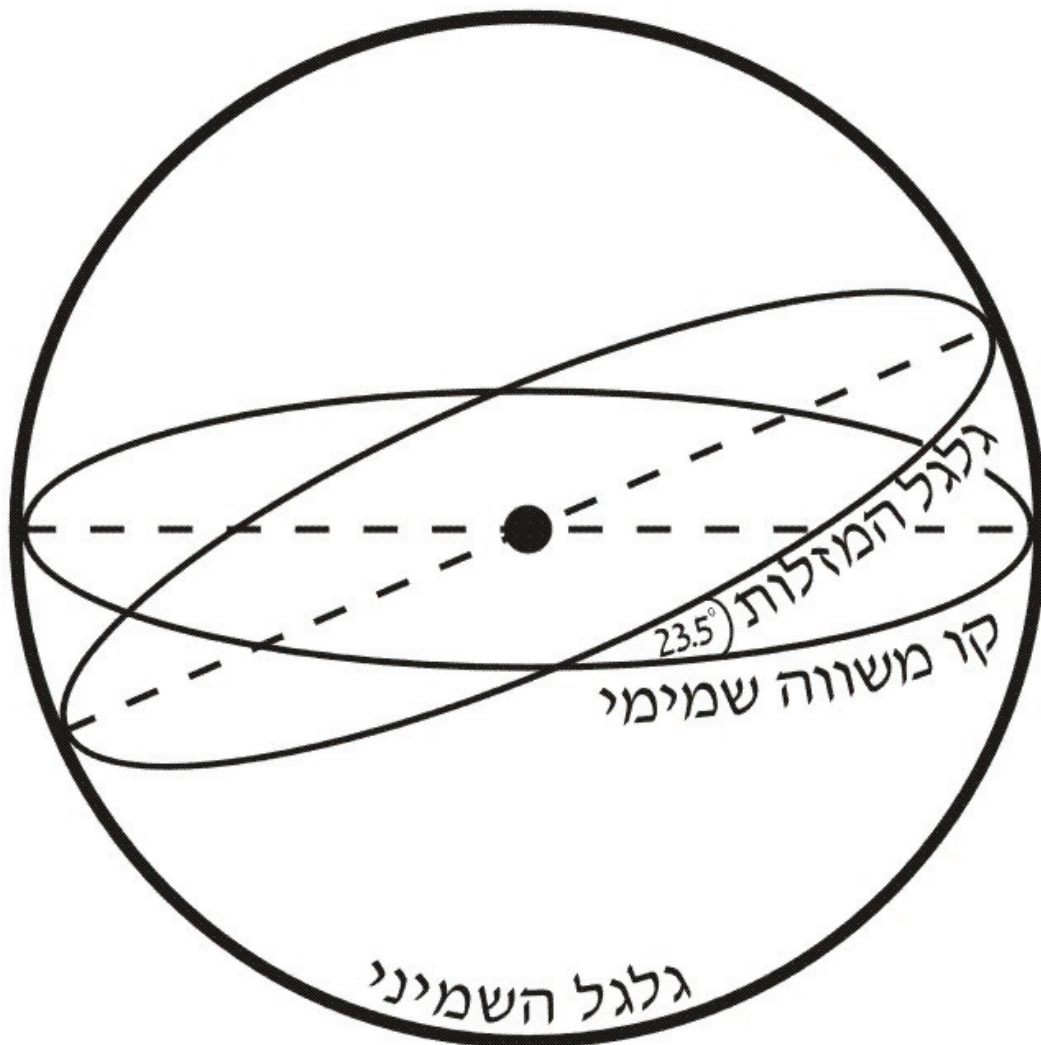
## פרק י"ד

### תמונה 4



**תמונה 4:** הגלגל הגדול הוא יוצא מרכז, דהיינו, מרכזו פ' הוא מחוץ לכדור הארץ ע'. הנקודה פ' עצמה מקיפה את כדור הארץ ע' בגלגל שלישי. לכל אחד משלושת הגלגלים קצב מהלך שונה מחברו.

פרק י"ד  
תמונה 5





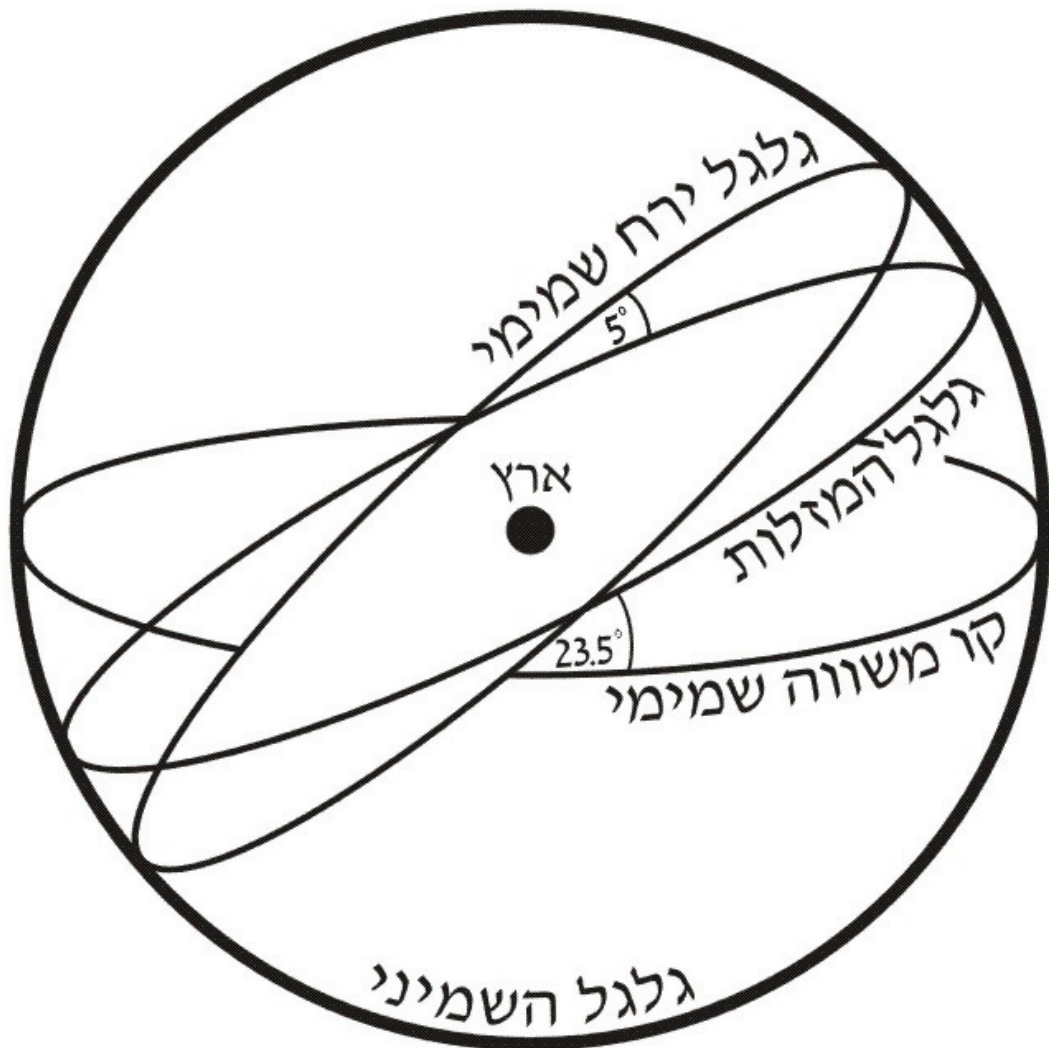
## פרק י"ד תמונה 6



**תמונה 6:** הגלגל הגדול של הירח משרטט את מסלול גלגל הירח השמימי בין הכוכבים שעל הגלגל השמיני.

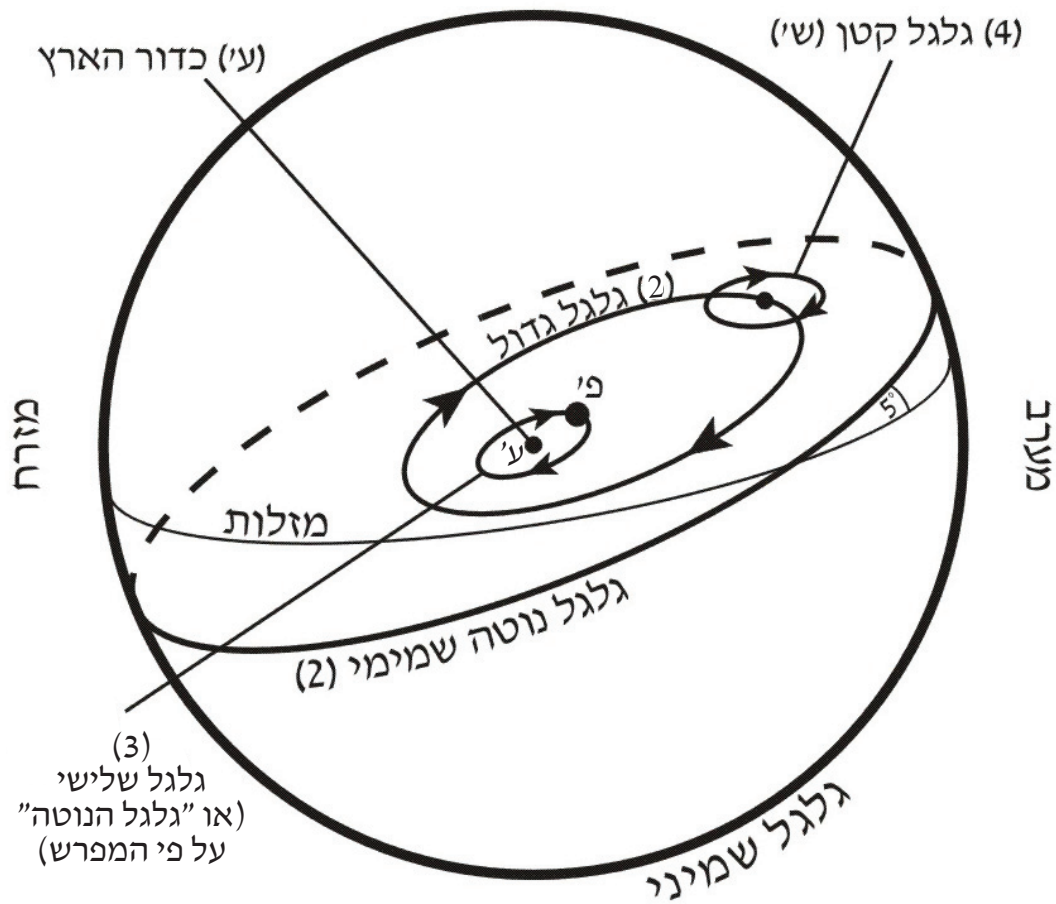
# פרק י"ד

## תמונה 7



## פרק י"ד

### תמונה 8



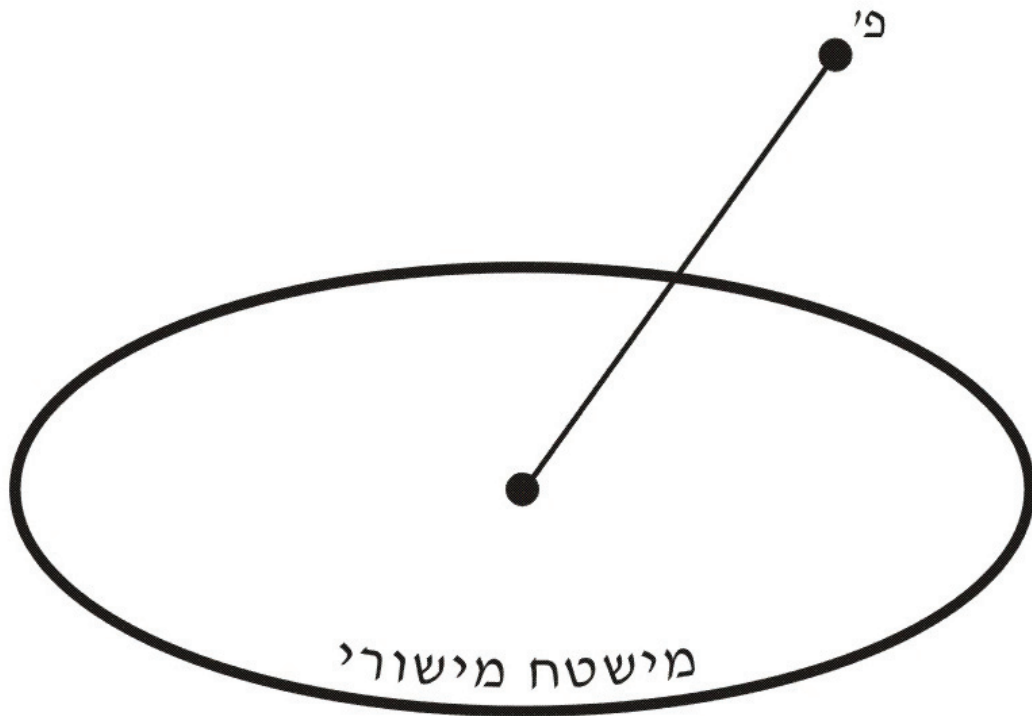
**תמונה 8:** הגלגל השלישי הוא הגלגל שעל גביו נעה נקודת מרכז הגלגל הגדול פ'. מרכזו מסתובב סביב כדור הארץ ע'. הגלגל הנוטה השמימי מכיל במשטח שבתוכו את שלושת הגלגלים: הגדול, הקטן והשלישי. המספרים: (2) (3) (4) הם מספרי הגלגלים ע"פ סדר הגלגלים של המפרש. הגלגל הראשון הוא "גלגל נחש בריח", ראה מקומו בתמונה 23 בהמשך.

פרק י"ד  
תמונה 9



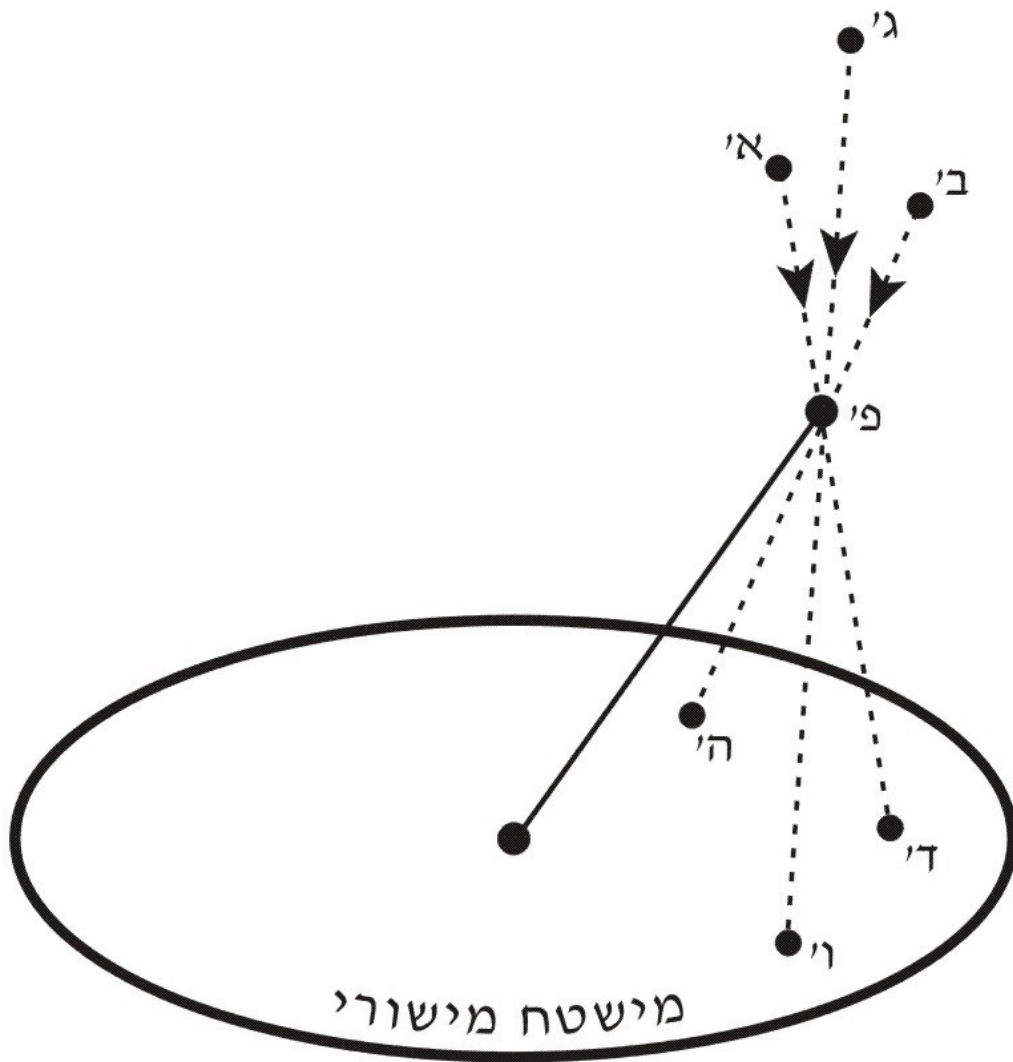
# פרק י"ד

## תמונה 10

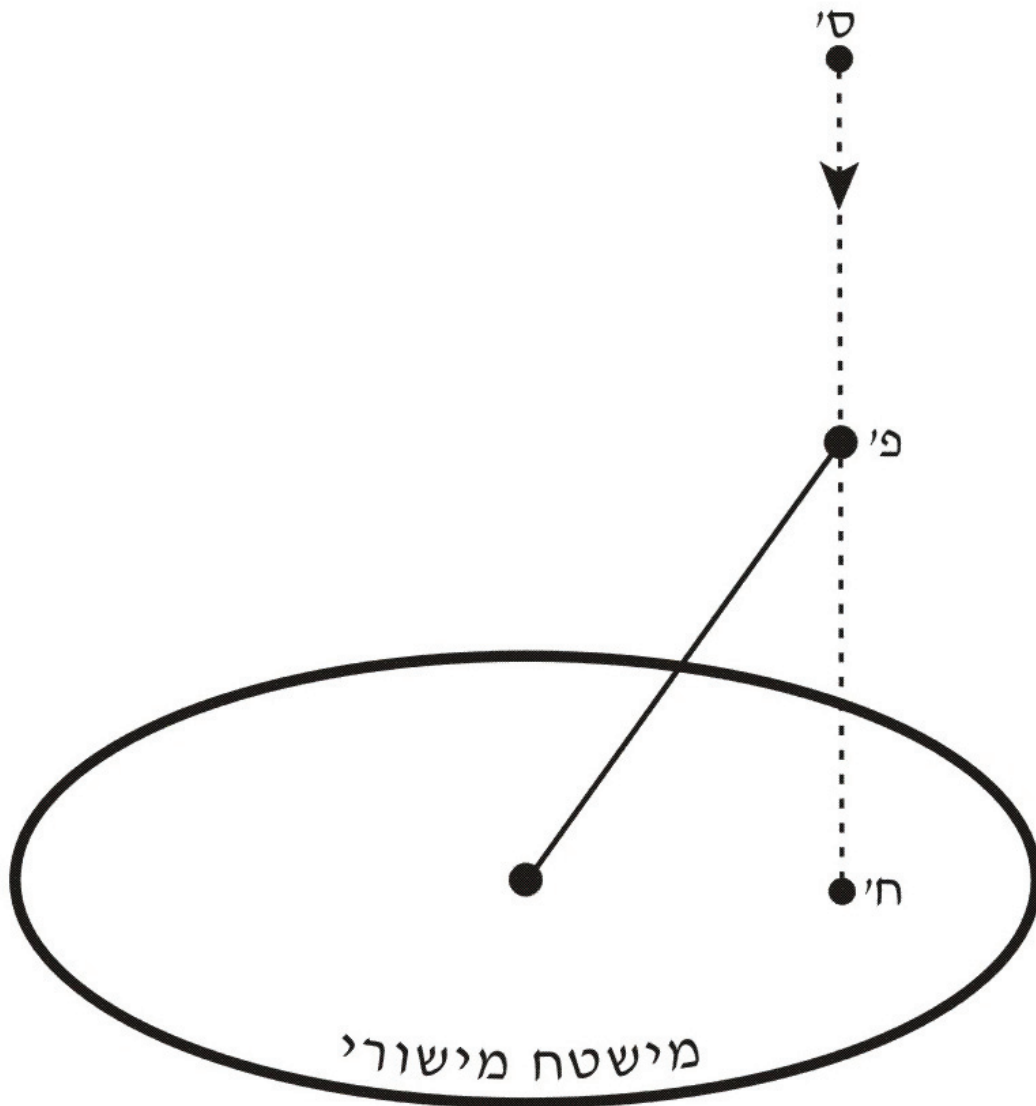


# פרק י"ד

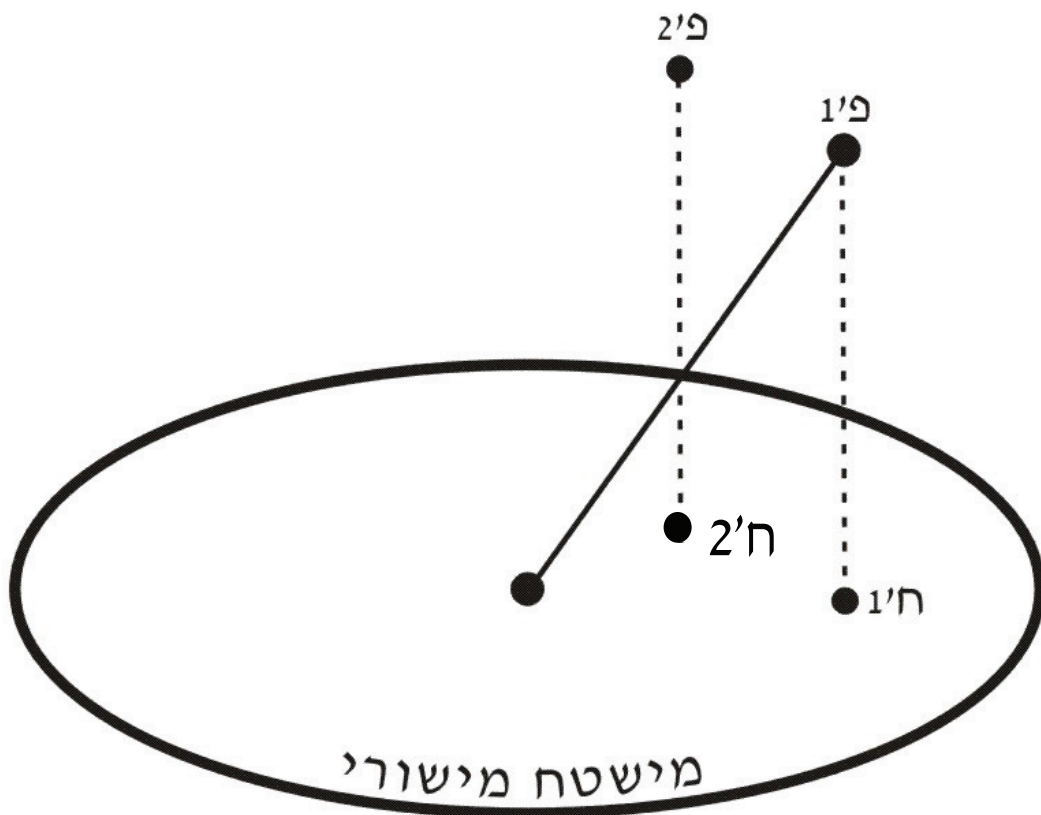
## תמונה 11



פרק י"ד  
תמונה 12



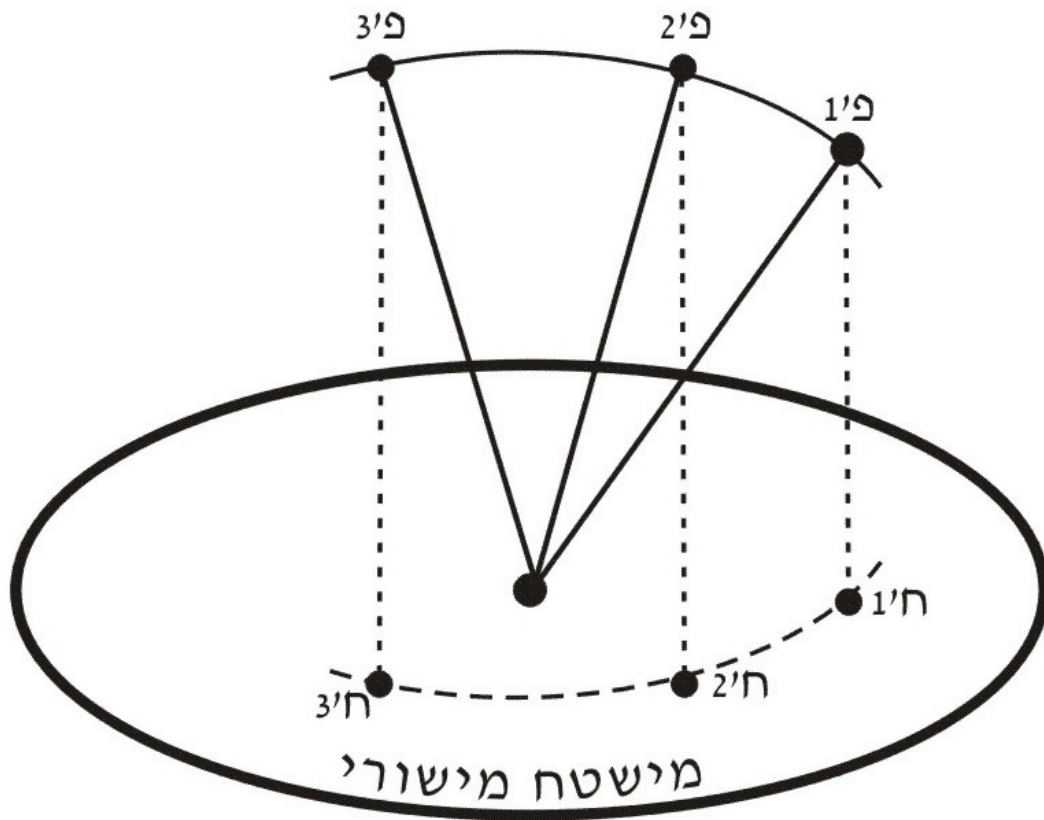
פרק י"ד  
תמונה 13





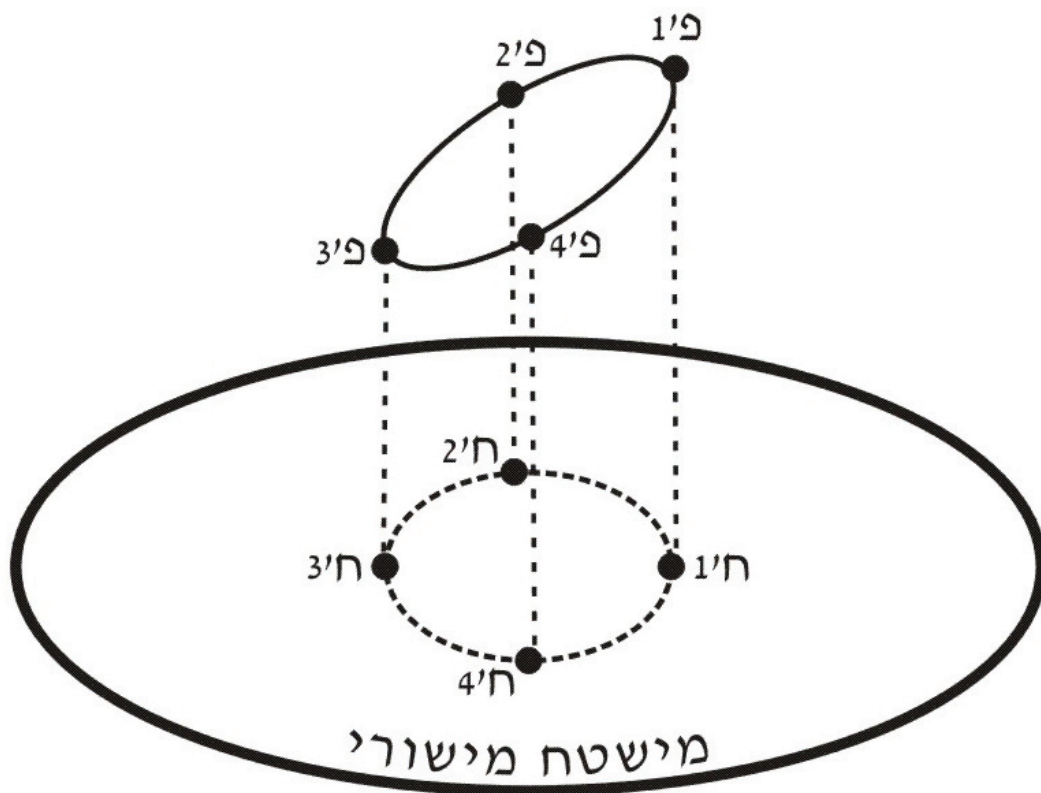
# פרק י"ד

## תמונה 14

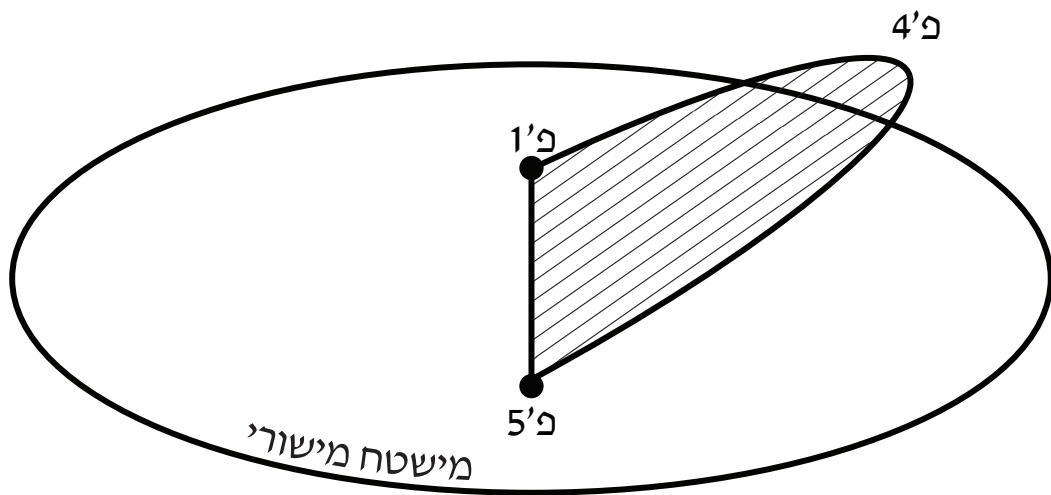


# פרק י"ד

## תמונה 15

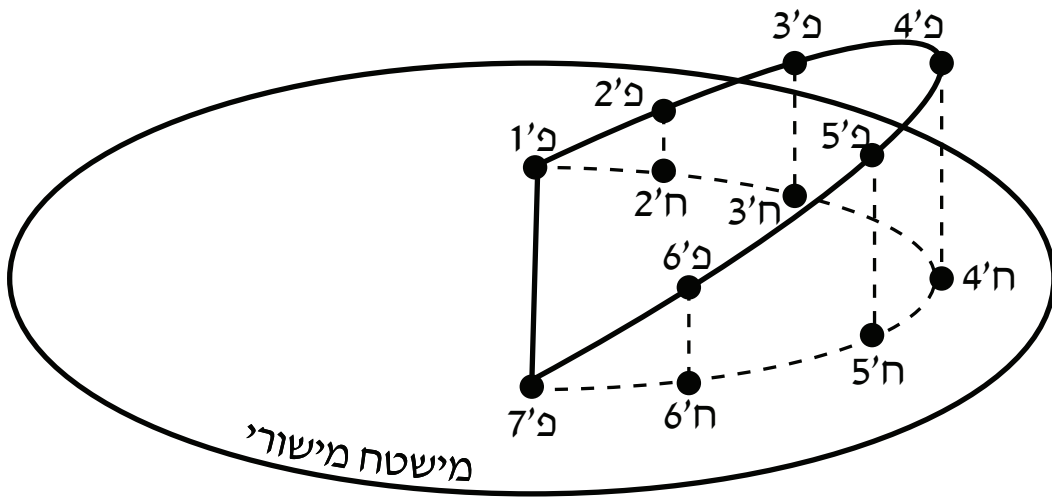


פרק י"ד  
תמונה 16

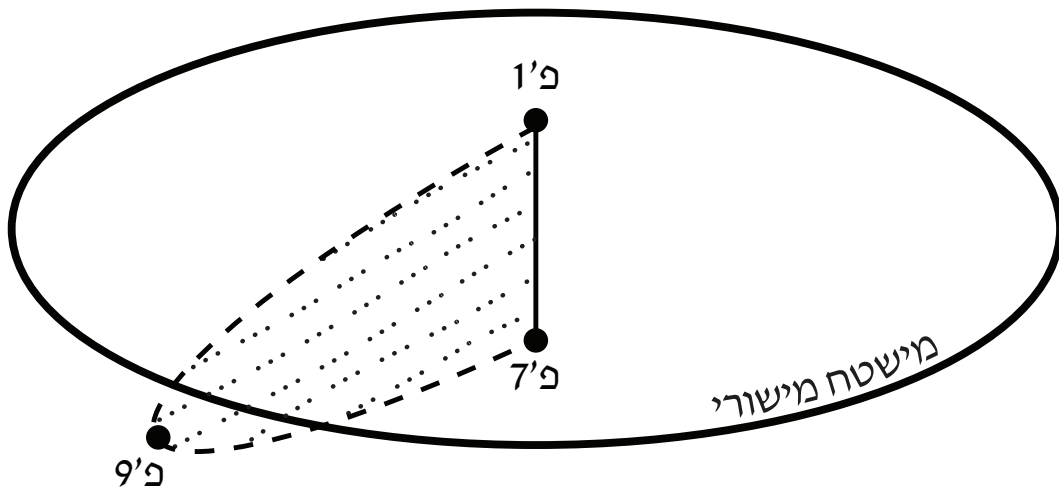


# פרק י"ד

## תמונה 17

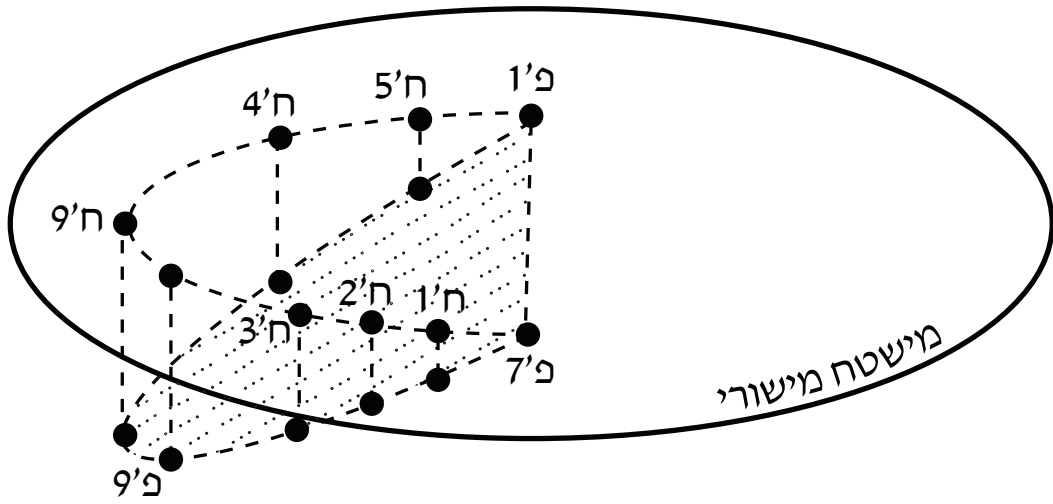


פרק י"ד  
תמונה 18

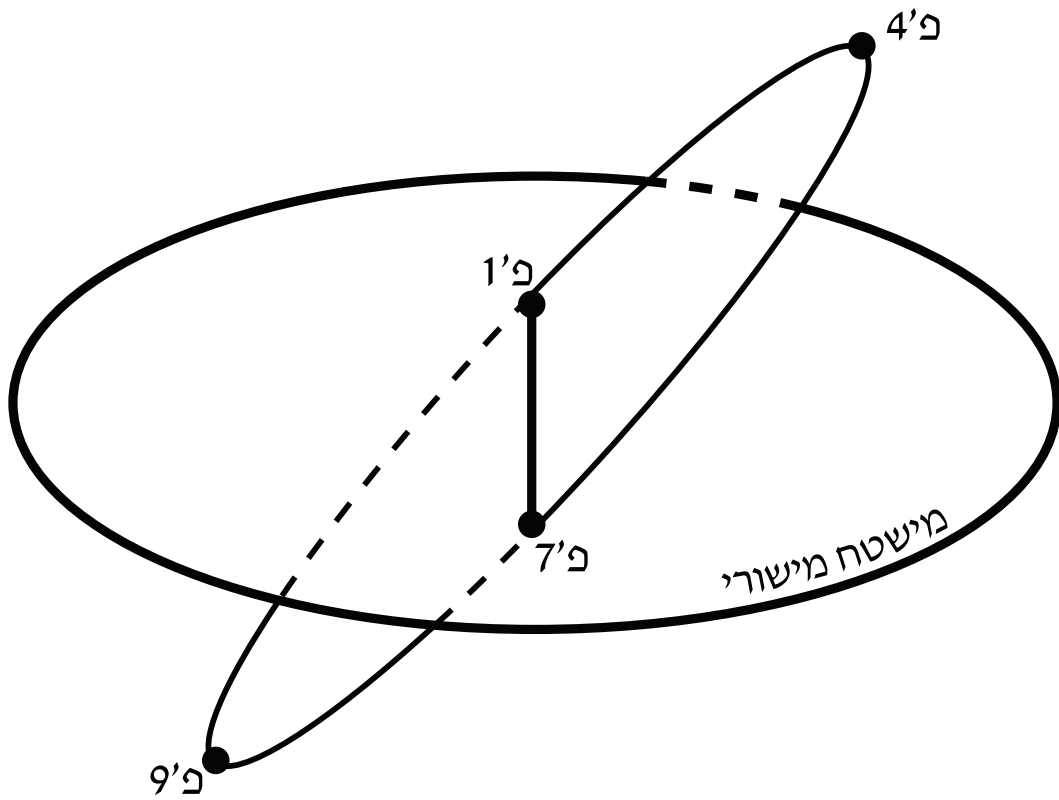


# פרק י"ד

## תמונה 19

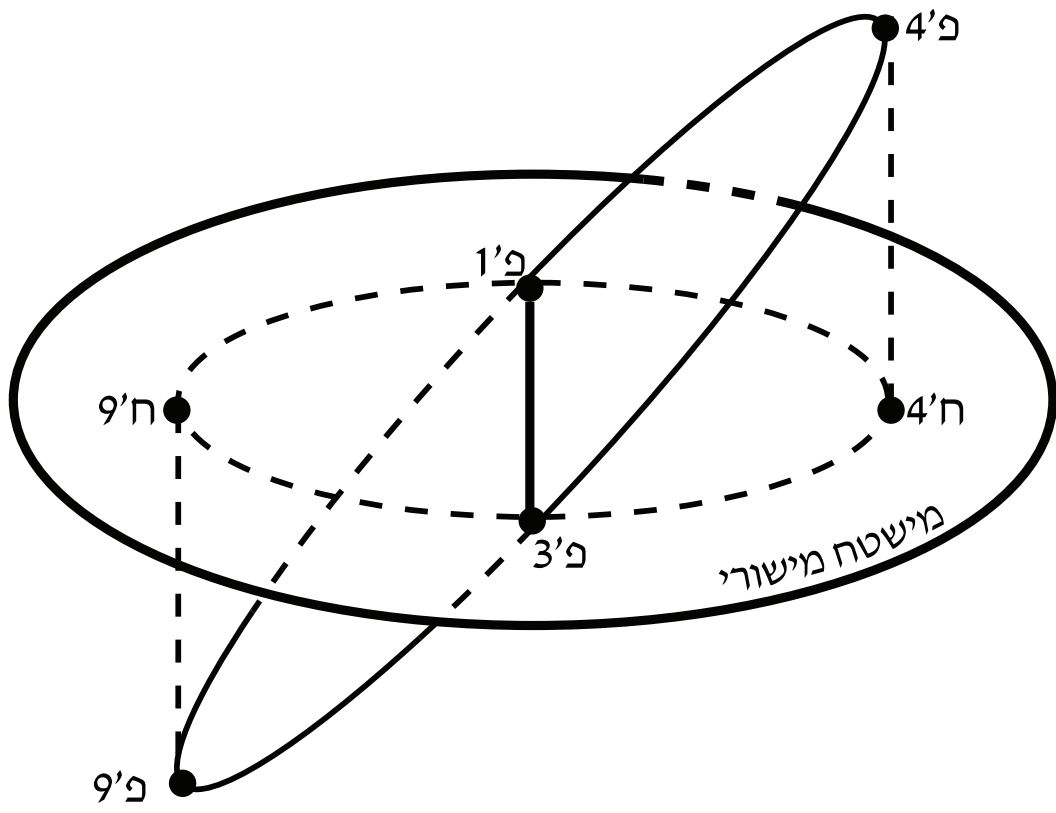


פרק י"ד  
תמונה 20



# פרק י"ד

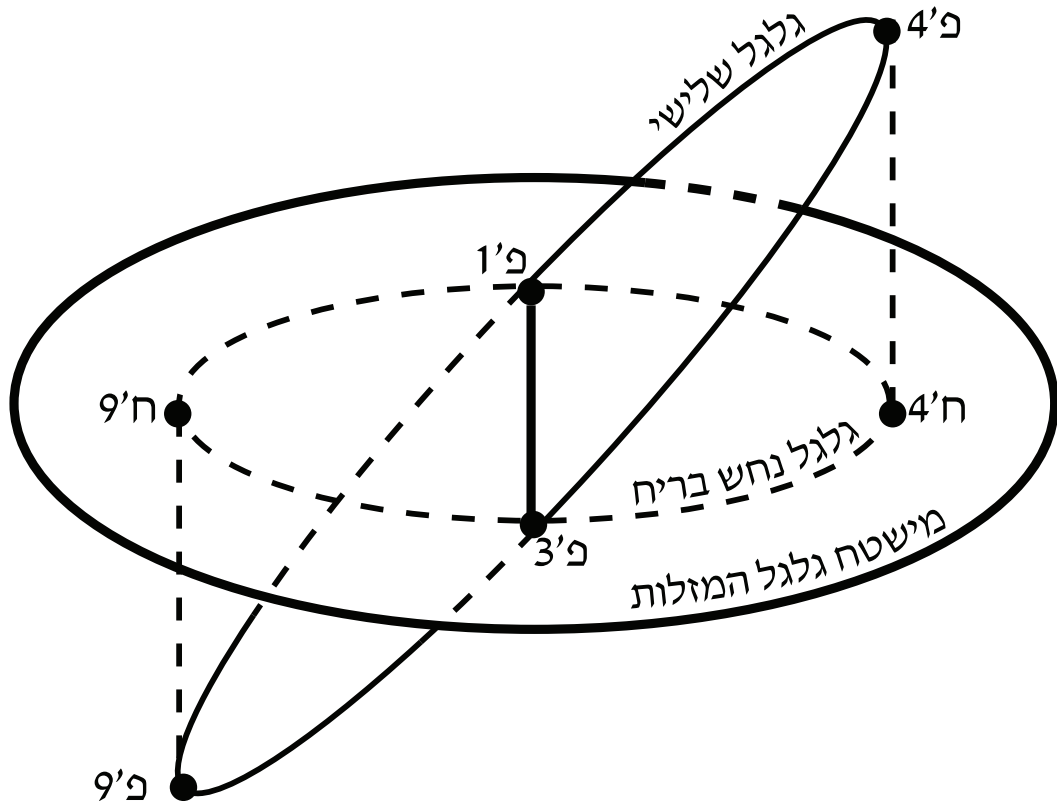
## תמונה 21





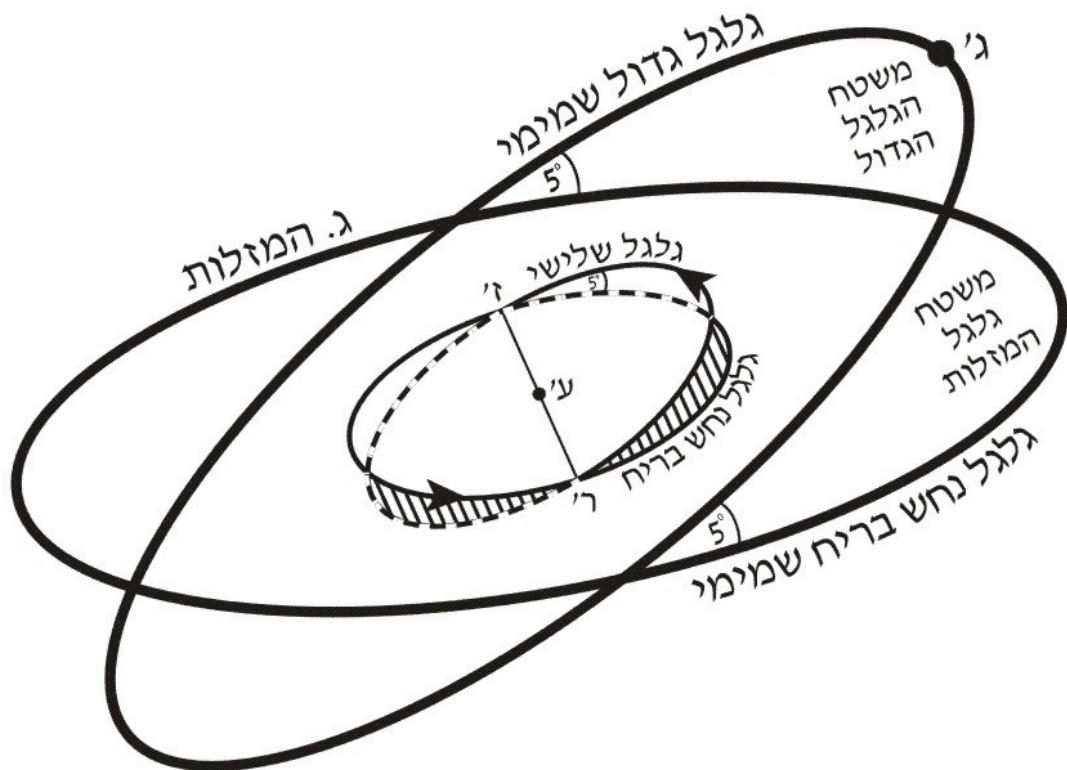
# פרק י"ד

## תמונה 22



## פרק י"ד

### תמונה 23



**תמונה 23:** הגלגל השלישי סובב ממזרח למערב, וכן גלגל נחש בריח.

## פרק י"ד

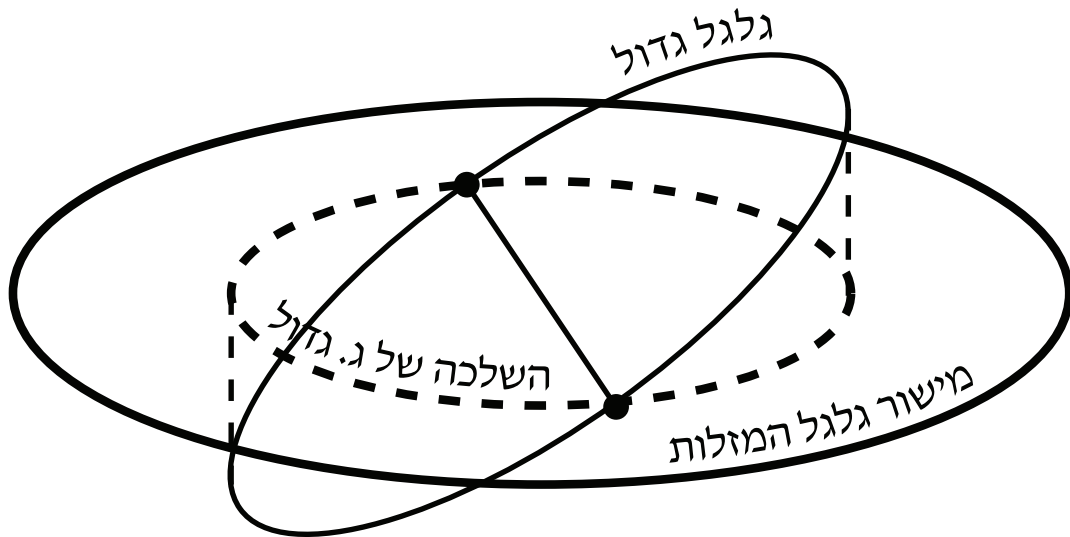
### תמונה 24



**תמונה 24:** הקטע ר"ז נמצא תמיד על מישטח גלגל המזלות והוא סובב סביב הנקודה ע'. לכן, החלק העליון ג' של גלגל השלישי, שמעל לנחש בריח, סובב גם הוא, ונשאר תמיד למעלה, ובזוית של 5 מעלות כלפי גלגל נחש בריח.

## פרק י"ד

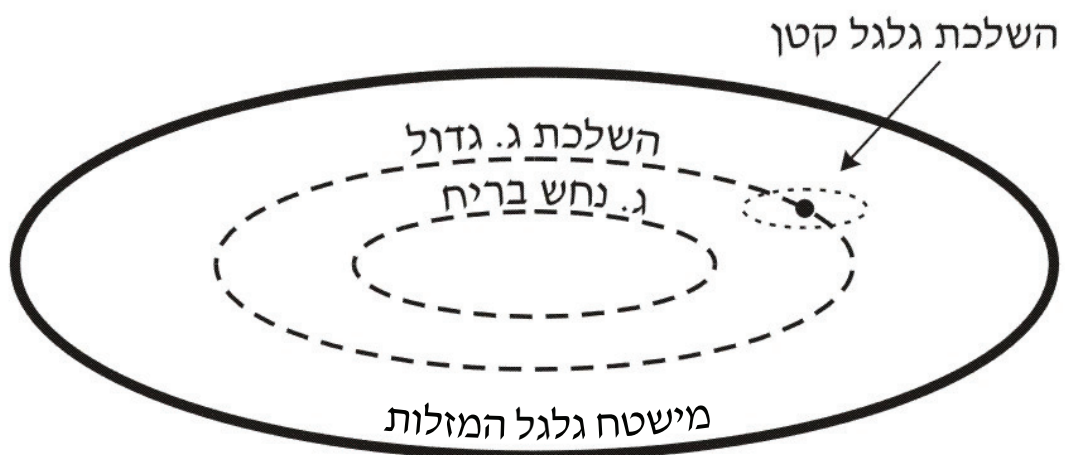
### תמונה 25



**תמונה 25:** הגלגל הגדול נוטה בזווית של כ-5 מעלות כלפי גלגל המזלות, ויש לו גם "גלגל השלכה" על מישור גלגל המזלות (המעגל בקוים מרוסקים)

## פרק י"ד

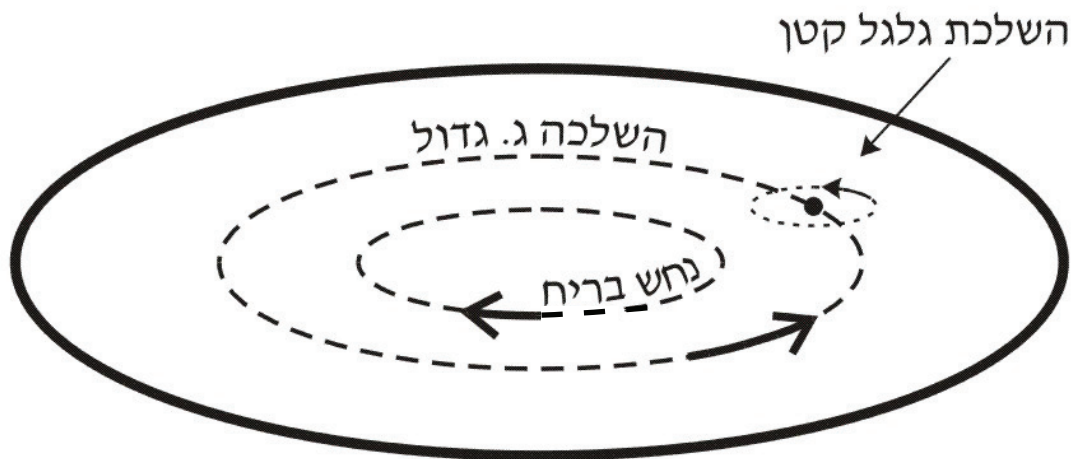
### תמונה 26



**תמונה 26:** כל שלושת גלגלי ההשלכה, היינו, ההשלכה של הגלגל הגדול, של הגלגל הקטן, וגלגל נחש בריח, שלושתם נמצאים ממש על פני מישטח גלגל המזלות.

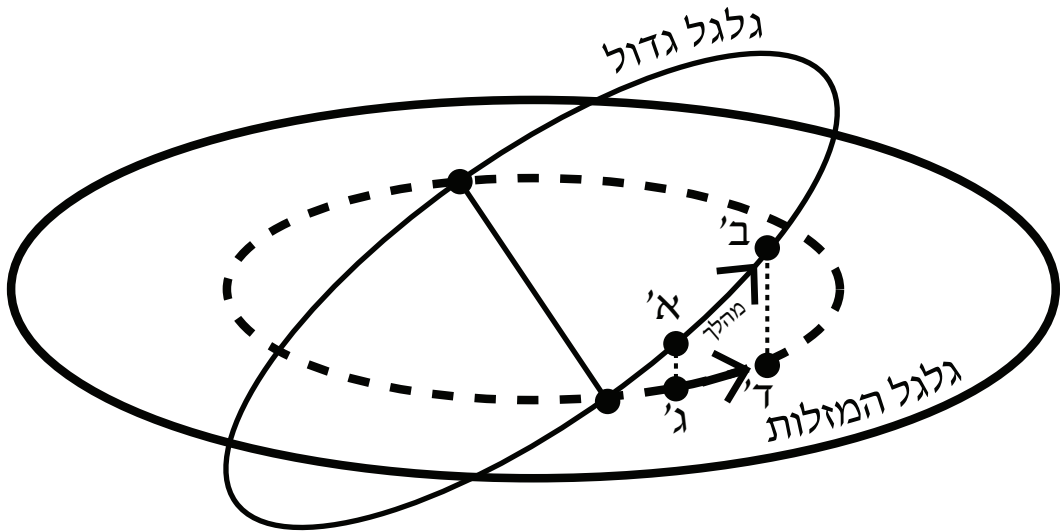
# פרק י"ד

## תמונה 27



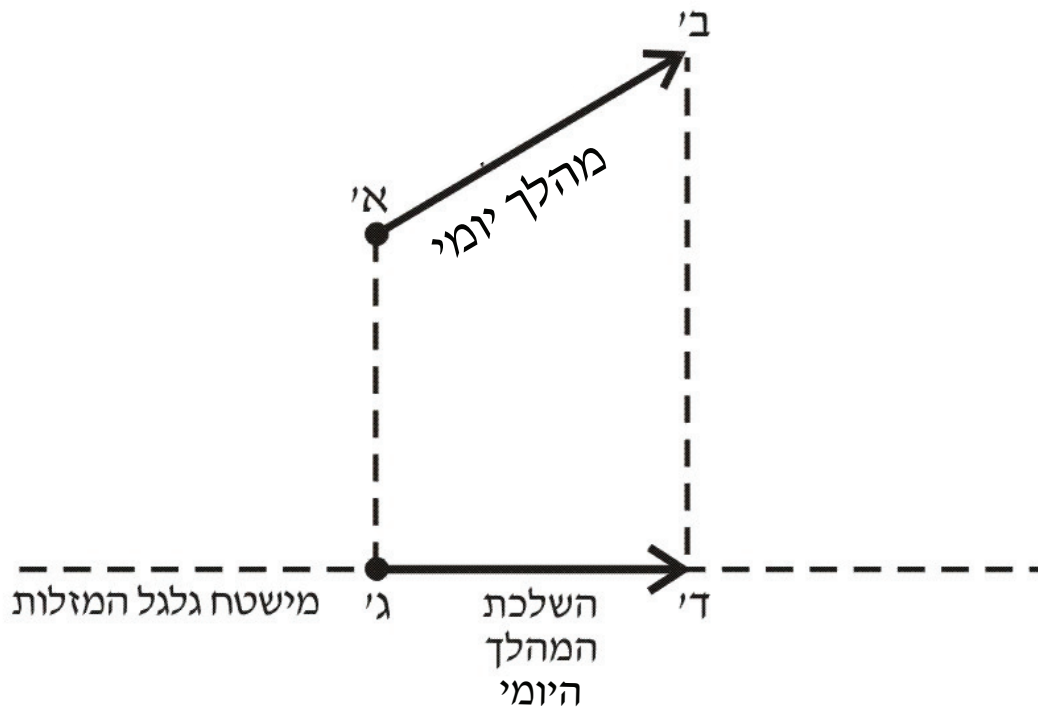
# פרק י"ד

## תמונה 28



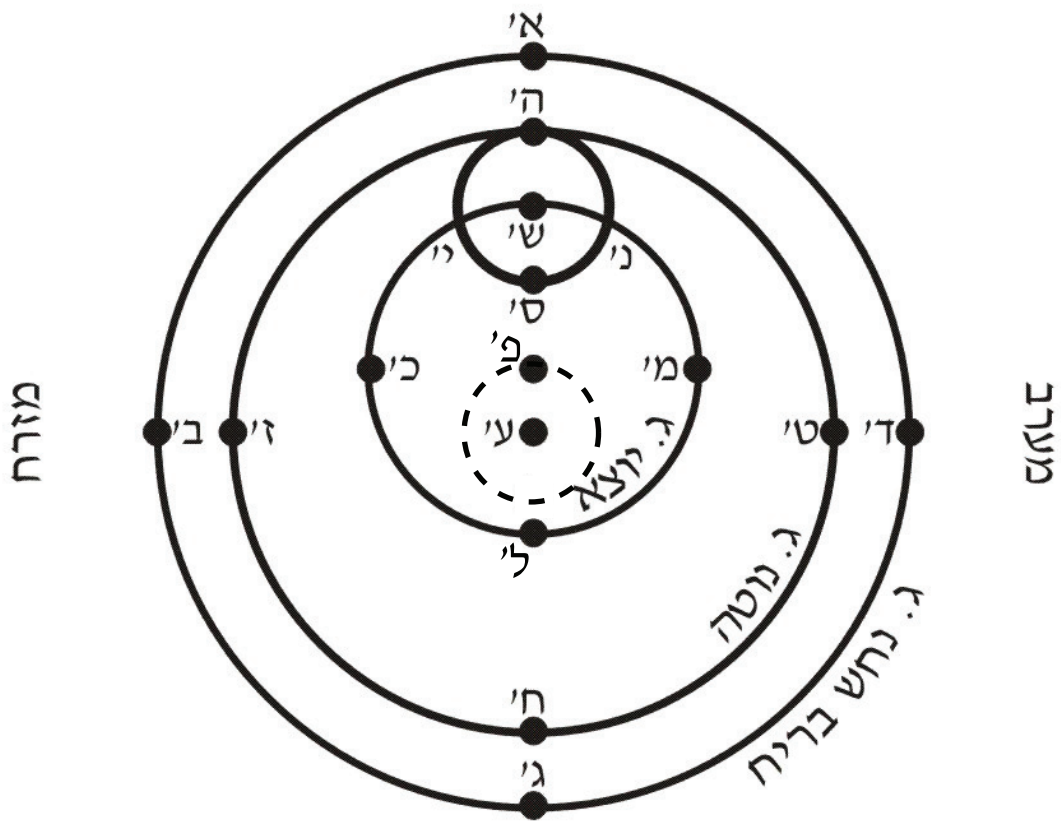
# פרק י"ד

## תמונה 29



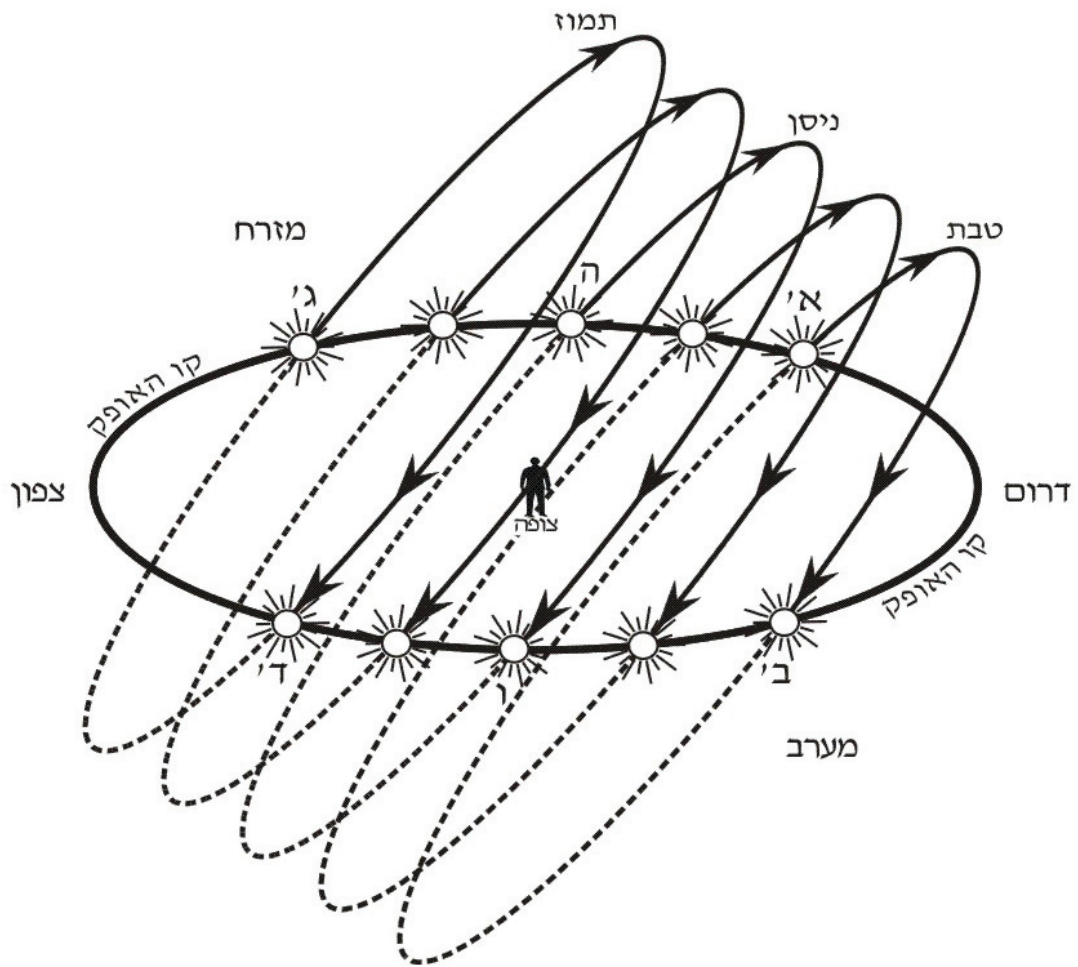


**פרק י"ד**  
**תמונה 30**  
 (והיא ציור ל"ה מתוקן של המפרש)



**תמונה 30:** כל הגלגלים כאן הם השלכות (היטלים) של גלגלי הירח הנמצאים על מישור גלגל המזלות.

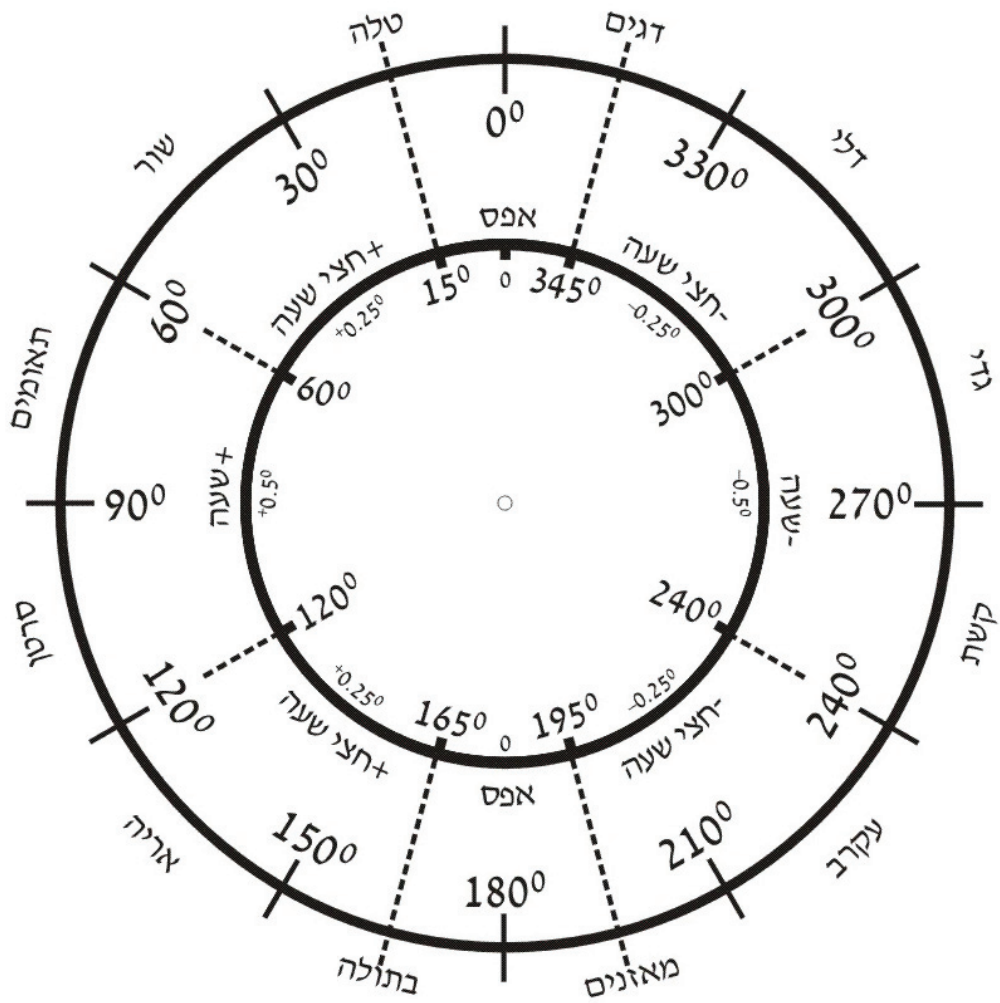
## פרק י"ד תמונה 31



**תמונה 31:** הקשתות התחתונות מתחת לאופק (קו מקווקו) הן סיבוב השמש מתחת לכדור הארץ בלילה, והן משלימות את הקשתות העליונות שמעל לאופק לעיגול שלם בן 360 מעלות.

## פרק י"ד

### תמונה 32



## פרק ט"ו

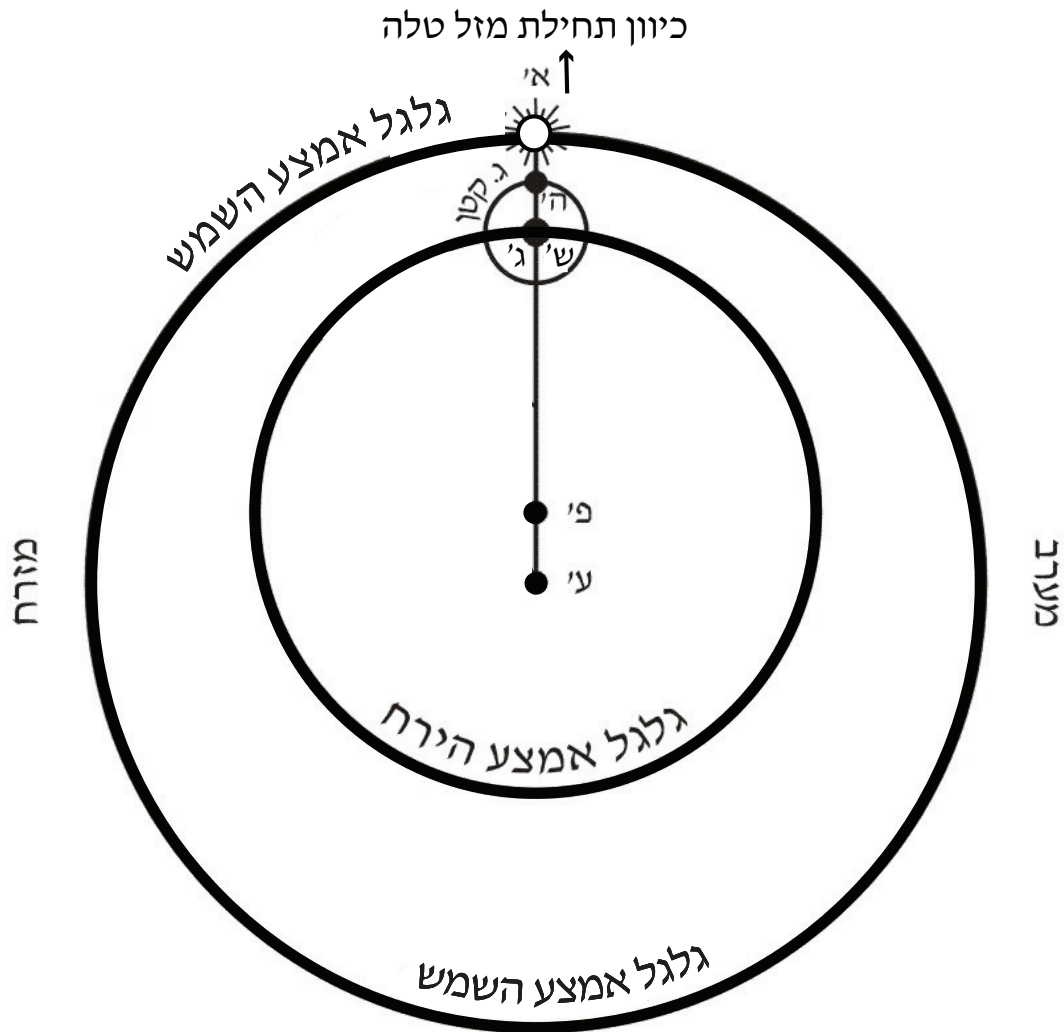
יח' עשׂי	טבלת מנות המסלול הנכון											
	10 0	9 1	8 2	7 3	6 4	5 5	4 6	3 7	2 8	1 9	0 10	
0	0.000	0.082	0.165	0.247	0.330	0.412	0.494	0.576	0.658	0.740	0.822	350
10	0.822	0.903	0.984	1.065	1.146	1.226	1.306	1.386	1.466	1.545	1.624	340
20	1.624	1.702	1.780	1.858	1.935	2.012	2.088	2.164	2.239	2.314	2.388	330
30	2.388	2.461	2.534	2.607	2.678	2.749	2.820	2.889	2.958	3.027	3.094	320
40	3.094	3.161	3.227	3.292	3.357	3.420	3.483	3.545	3.606	3.666	3.725	310
50	3.725	3.783	3.840	3.896	3.951	4.005	4.059	4.111	4.162	4.212	4.261	300
60	4.261	4.308	4.355	4.400	4.445	4.488	4.530	4.570	4.610	4.648	4.685	290
70	4.685	4.721	4.755	4.788	4.820	4.850	4.879	4.907	4.933	4.958	4.982	280
80	4.982	5.004	5.024	5.043	5.061	5.078	5.092	5.106	5.117	5.128	5.137	270
90	5.137	5.144	5.149	5.154	5.156	5.157	5.157	5.155	5.151	5.146	5.139	260
100	5.139	5.130	5.120	5.108	5.095	5.080	5.063	5.045	5.025	5.004	4.981	250
110	4.981	4.956	4.929	4.901	4.872	4.841	4.808	4.773	4.737	4.699	4.660	240
120	4.660	4.619	4.576	4.532	4.487	4.439	4.391	4.340	4.288	4.235	4.180	230
130	4.180	4.123	4.066	4.006	3.945	3.883	3.819	3.754	3.688	3.620	3.551	220
140	3.551	3.480	3.409	3.335	3.261	3.186	3.109	3.031	2.952	2.872	2.790	210
150	2.790	2.708	2.625	2.540	2.455	2.368	2.281	2.193	2.104	2.014	1.923	200
160	1.923	1.832	1.740	1.647	1.554	1.459	1.365	1.270	1.174	1.078	0.981	190
170	0.981	0.884	0.787	0.689	0.591	0.493	0.395	0.296	0.197	0.099	0.000	180

## פרק ט"ו

### טבלת מהירות התרחקות הירח מן השמש ע"פ המסלול הנכון

	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
0°	11.11	11.11	11.11	11.11	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12
10°	11.13	11.13	11.13	11.13	11.14	11.14	11.15	11.15	11.15	11.16
20°	11.16	11.17	11.17	11.18	11.19	11.19	11.20	11.20	11.21	11.22
30°	11.23	11.23	11.24	11.25	11.26	11.27	11.28	11.28	11.29	11.30
40°	11.31	11.32	11.33	11.34	11.35	11.37	11.38	11.39	11.40	11.41
50°	11.43	11.44	11.45	11.46	11.48	11.49	11.50	11.52	11.53	11.54
60°	11.56	11.58	11.59	11.60	11.62	11.64	11.65	11.67	11.68	11.70
70°	11.72	11.73	11.75	11.77	11.78	11.80	11.82	11.84	11.86	11.87
80°	11.89	11.91	11.93	11.95	11.97	11.99	12.01	12.03	12.05	12.07
90°	12.09	12.11	12.13	12.15	12.17	12.19	12.21	12.23	12.25	12.27
100°	12.29	12.31	12.33	12.36	12.38	12.40	12.42	12.44	12.46	12.48
110°	12.50	12.53	12.55	12.57	12.59	12.61	12.63	12.65	12.67	12.69
120°	12.72	12.74	12.76	12.78	12.80	12.82	12.84	12.86	12.88	12.90
130°	12.92	12.94	12.96	12.97	12.99	13.01	13.03	13.05	13.07	13.09
140°	13.10	13.12	13.14	13.15	13.17	13.18	13.20	13.22	13.23	13.25
150°	13.26	13.27	13.29	13.30	13.31	13.32	13.34	13.35	13.36	13.37
160°	13.38	13.39	13.40	13.41	13.42	13.42	13.43	13.44	13.44	13.45
170°	13.45	13.46	13.46	13.47	13.47	13.47	13.48	13.48	13.48	13.48
180°	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48	13.47	13.47	13.47	13.46	13.46
190°	13.45	13.45	13.44	13.44	13.43	13.42	13.42	13.41	13.40	13.39
200°	13.38	13.37	13.36	13.35	13.34	13.32	13.31	13.30	13.29	13.27
210°	13.26	13.25	13.23	13.22	13.20	13.19	13.17	13.15	13.14	13.12
220°	13.10	13.09	13.07	13.05	13.03	13.01	12.99	12.98	12.96	12.94
230°	12.92	12.90	12.88	12.86	12.84	12.82	12.80	12.78	12.76	12.74
240°	12.71	12.69	12.67	12.65	12.63	12.61	12.59	12.57	12.55	12.53
250°	12.50	12.48	12.46	12.44	12.42	12.40	12.38	12.35	12.33	12.31
260°	12.29	12.27	12.25	12.23	12.21	12.19	12.17	12.15	12.13	12.11
270°	12.09	12.07	12.05	12.03	12.01	11.99	11.97	11.95	11.93	11.91
280°	11.89	11.87	11.86	11.84	11.82	11.80	11.79	11.77	11.75	11.73
290°	11.72	11.70	11.68	11.67	11.65	11.64	11.62	11.61	11.59	11.57
300°	11.56	11.55	11.53	11.52	11.50	11.49	11.48	11.46	11.45	11.44
310°	11.42	11.41	11.40	11.39	11.38	11.37	11.36	11.34	11.33	11.32
320°	11.31	11.30	11.29	11.29	11.28	11.27	11.26	11.25	11.24	11.23
330°	11.23	11.22	11.21	11.20	11.20	11.16	11.19	11.18	11.17	11.17
340°	11.16	11.16	11.15	11.15	11.15	11.14	11.14	11.13	11.13	11.13
350°	11.13	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.11	11.11	11.11

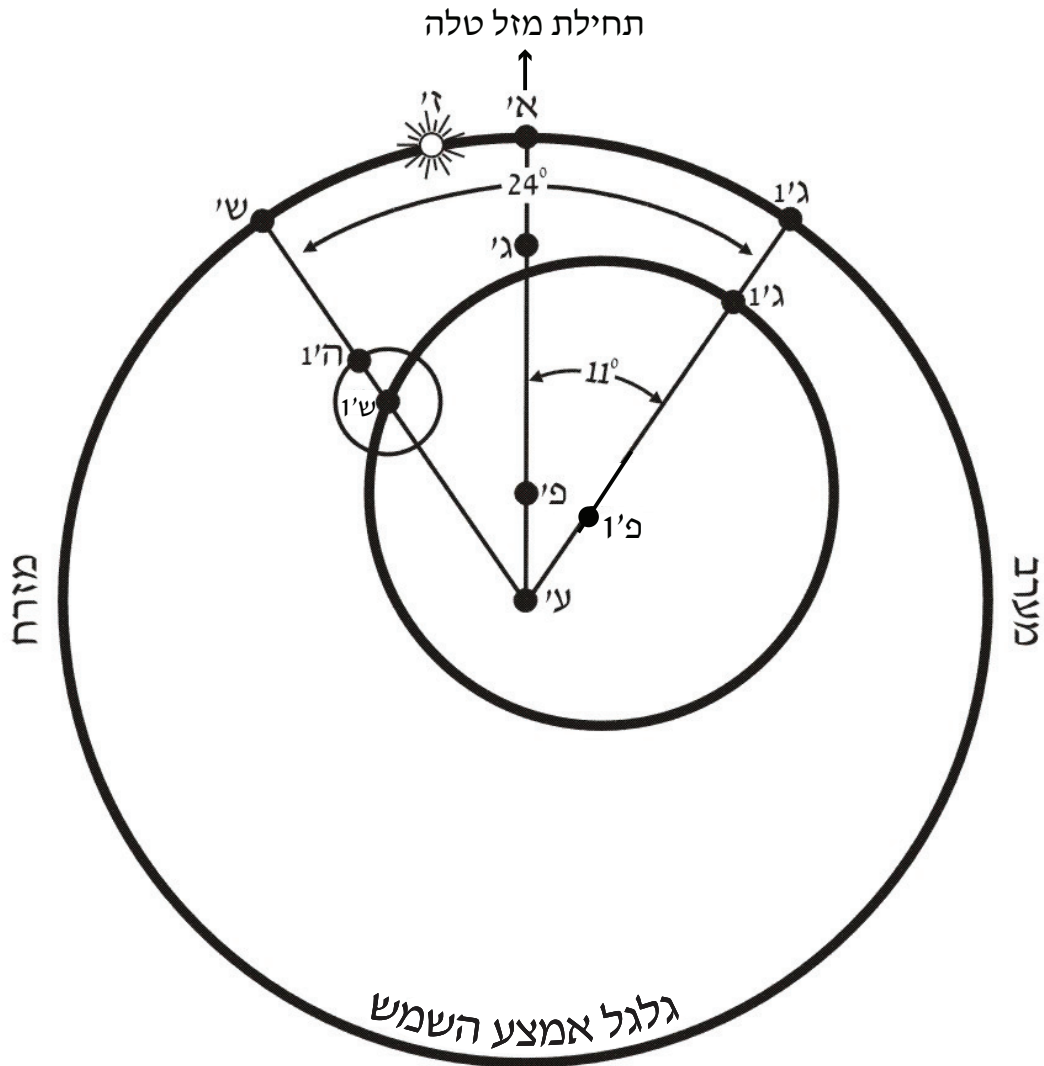
## פרק ט"ו תמונה 1 א'



**תמונה 1 א':** באותו זמן שזזה הנקודה ש' שמאלה בזוית של 24 מעלות, זזה גם נקודת המרכז פ' ימינה בזוית של 11 מעלות.

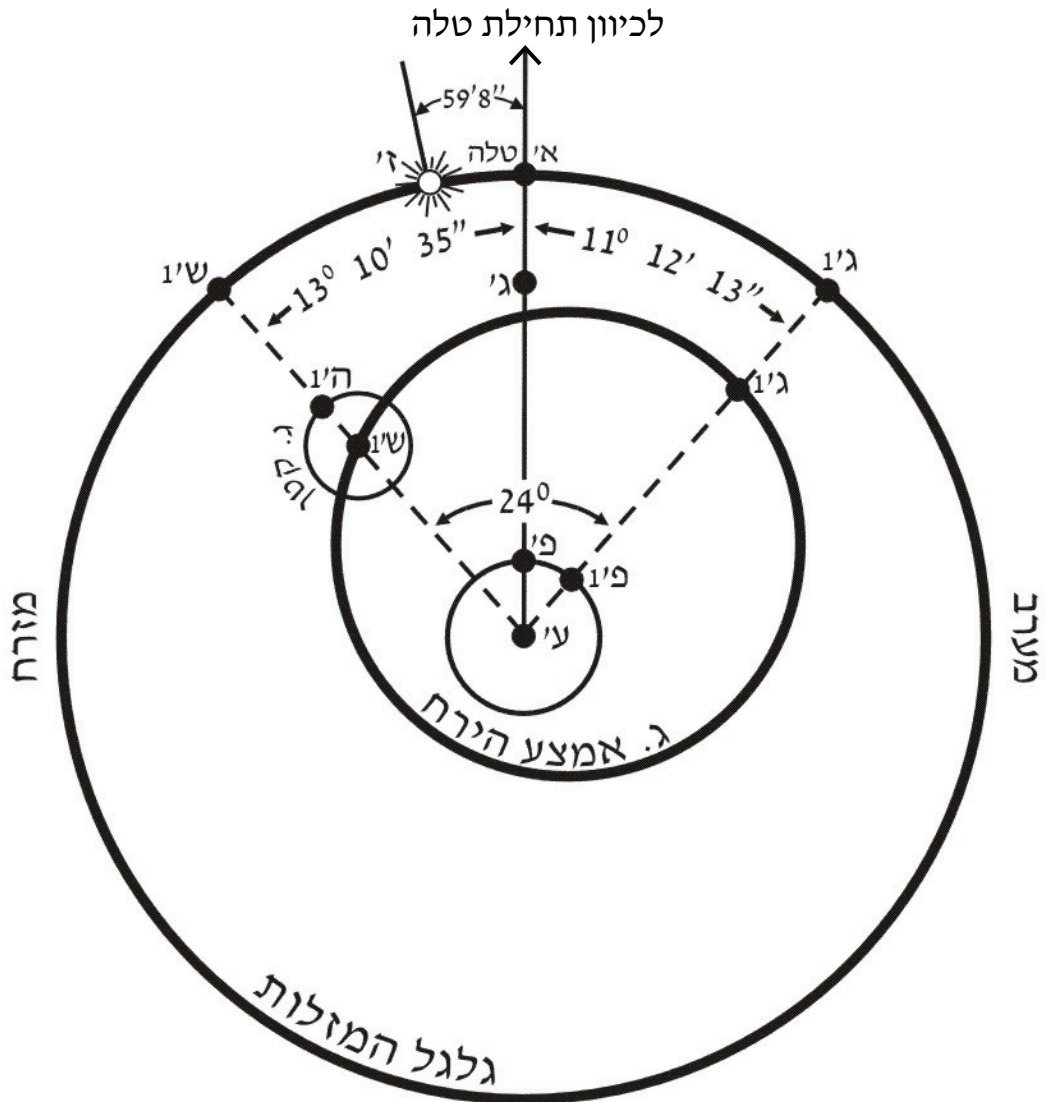
# פרק ט"ו

## תמונה 1 ב'



תמונה 1 ב': המספרים 24 ו-11 מעלות, מייצגים את הזווית המדויקת בטקסט.

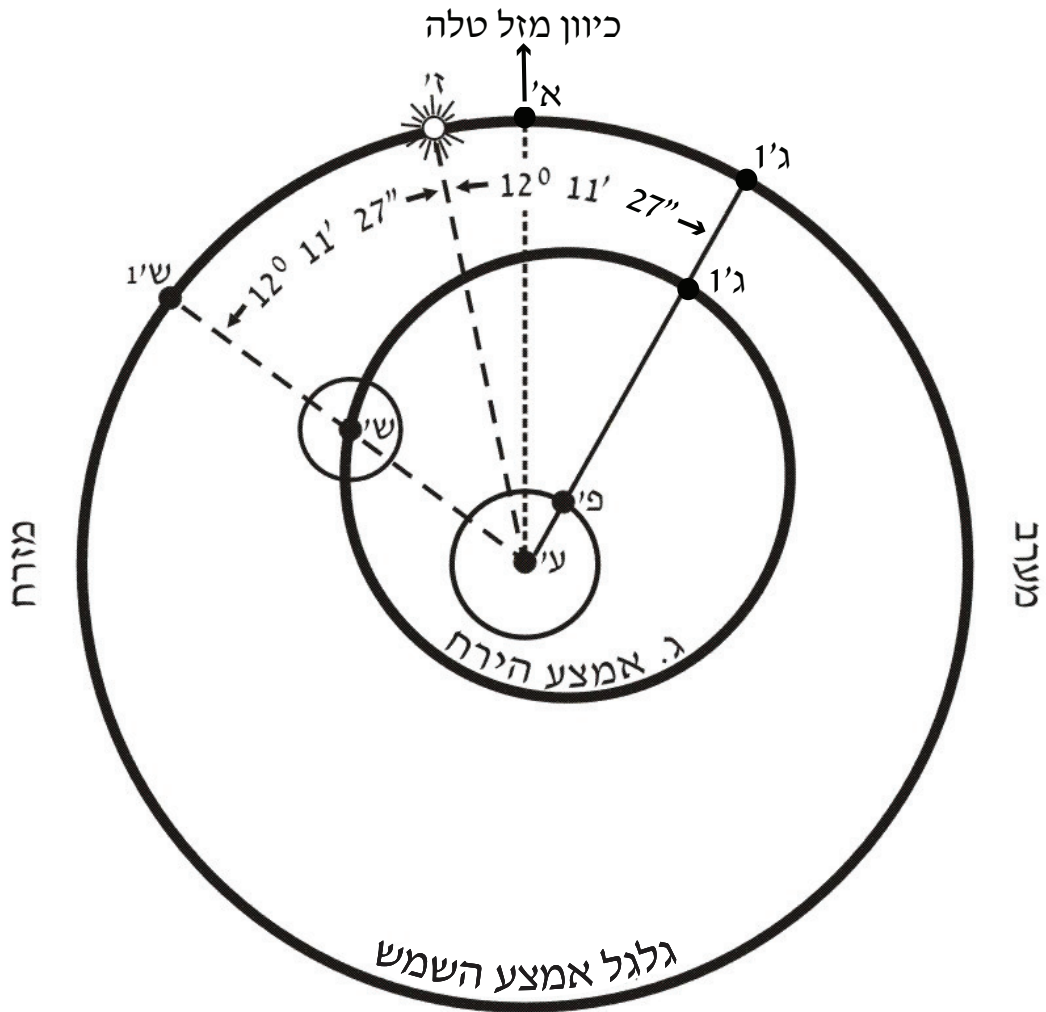
## פרק ט"ו תמונה 2



**תמונה 2:** המרחק בין הנקודות א"ז הוא המרחק שעוברת השמש ביום אחד, היינו, נ"ט חלקים ו-8 שניות.



## פרק ט"ו תמונה 3

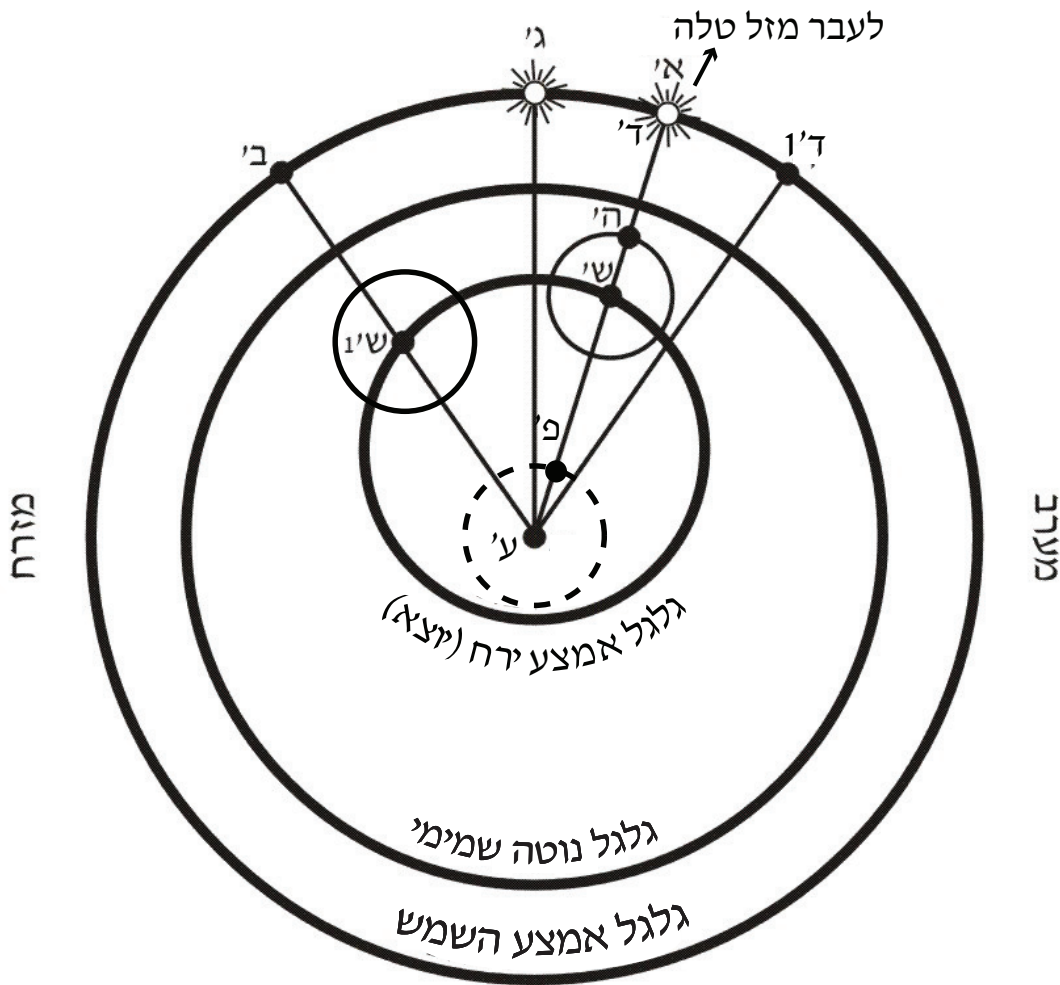


**תמונה 3:** המרחק הכפול הוא פעמיים המרחק שבין אמצע השמש לאמצע הירח, והוא גם המרחק בין אמצע הירח ש' לנקודת הגובה ג' של גלגל אמצע הירח.

# פרק ט"ו

## תמונה 4

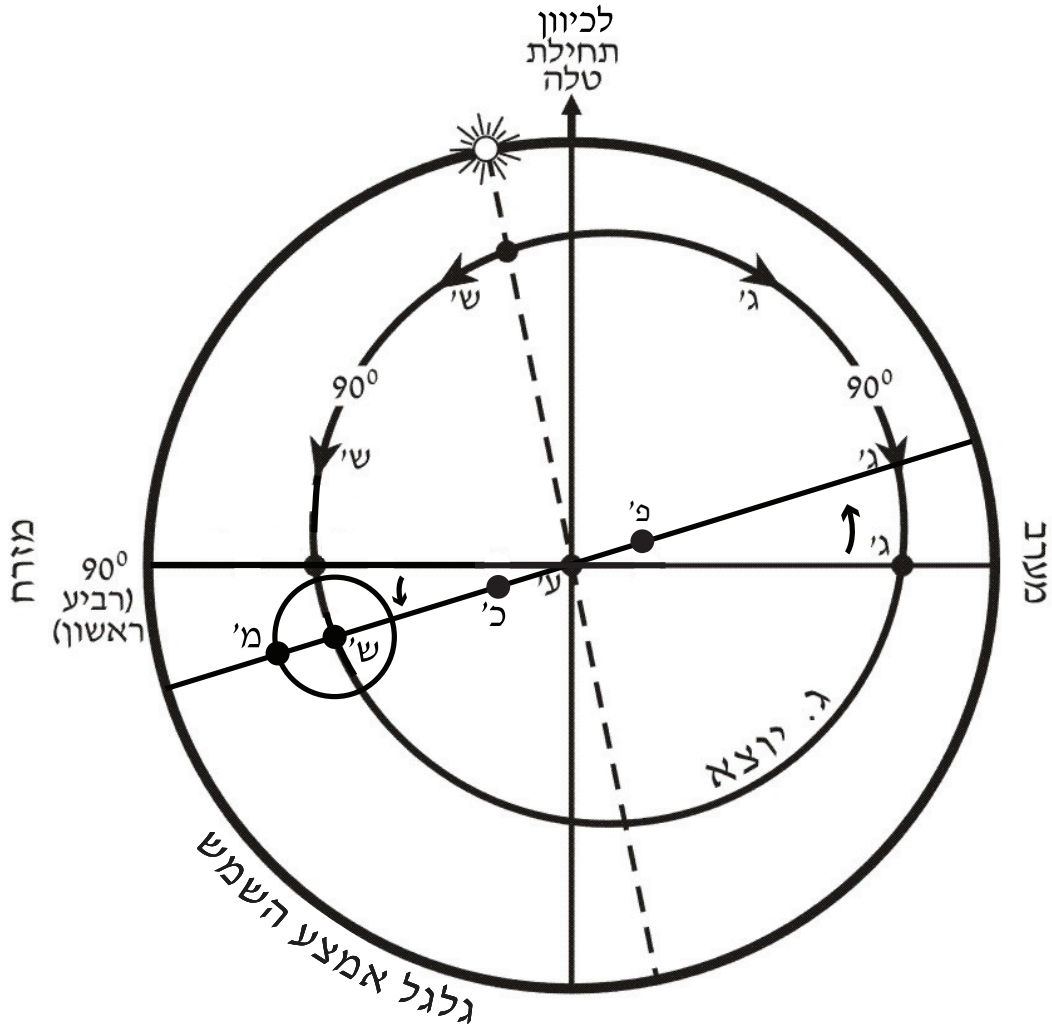
(והיא ציור ל"ו מתוקן של המפרש)



**תמונה 4:** שים לב כי נקודה ש' היא מרכז הגלגל המקיף וכן גם צריכה להיות, על פי תיאור המפרש, גם נקודת הגובה ג' של הגלגל היוצא. יתר על כן, הגלגל החיצוני ביותר צריך להיות גלגל המזלות, והחמה רק משתקפת בו, במזל טלה, בנקודה א'.

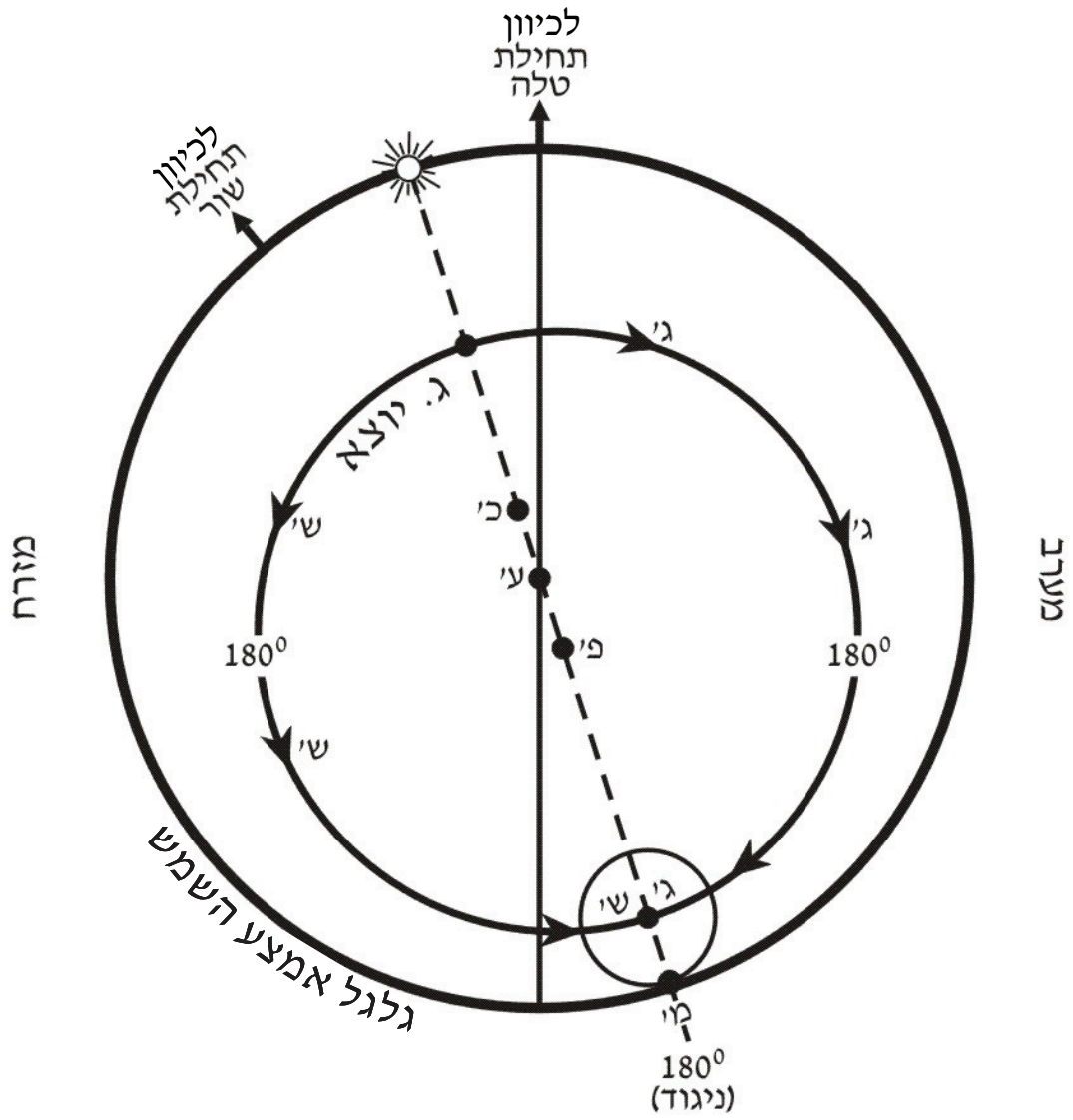
# פרק ט"ו

## תמונה 5



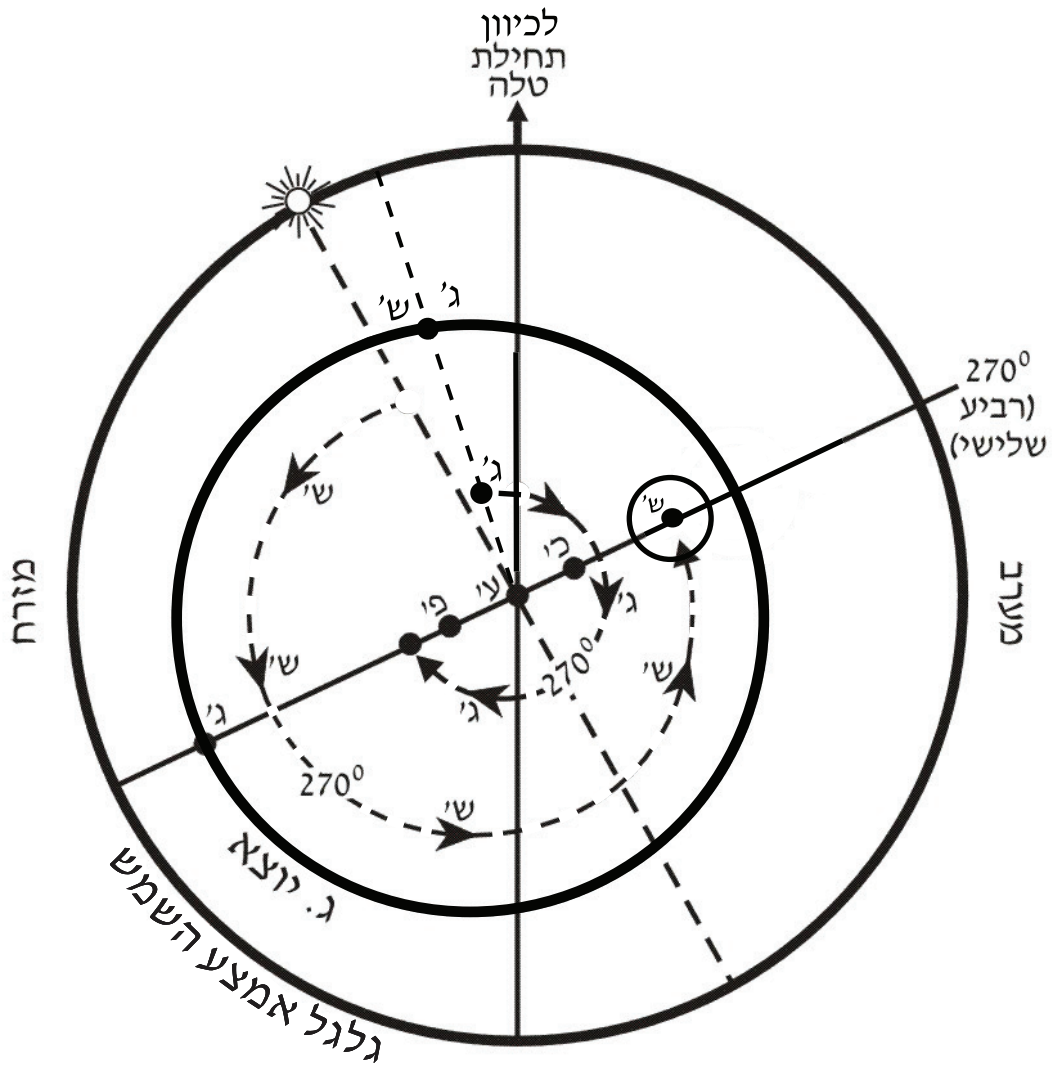
# פרק ט"ו

## תמונה 6



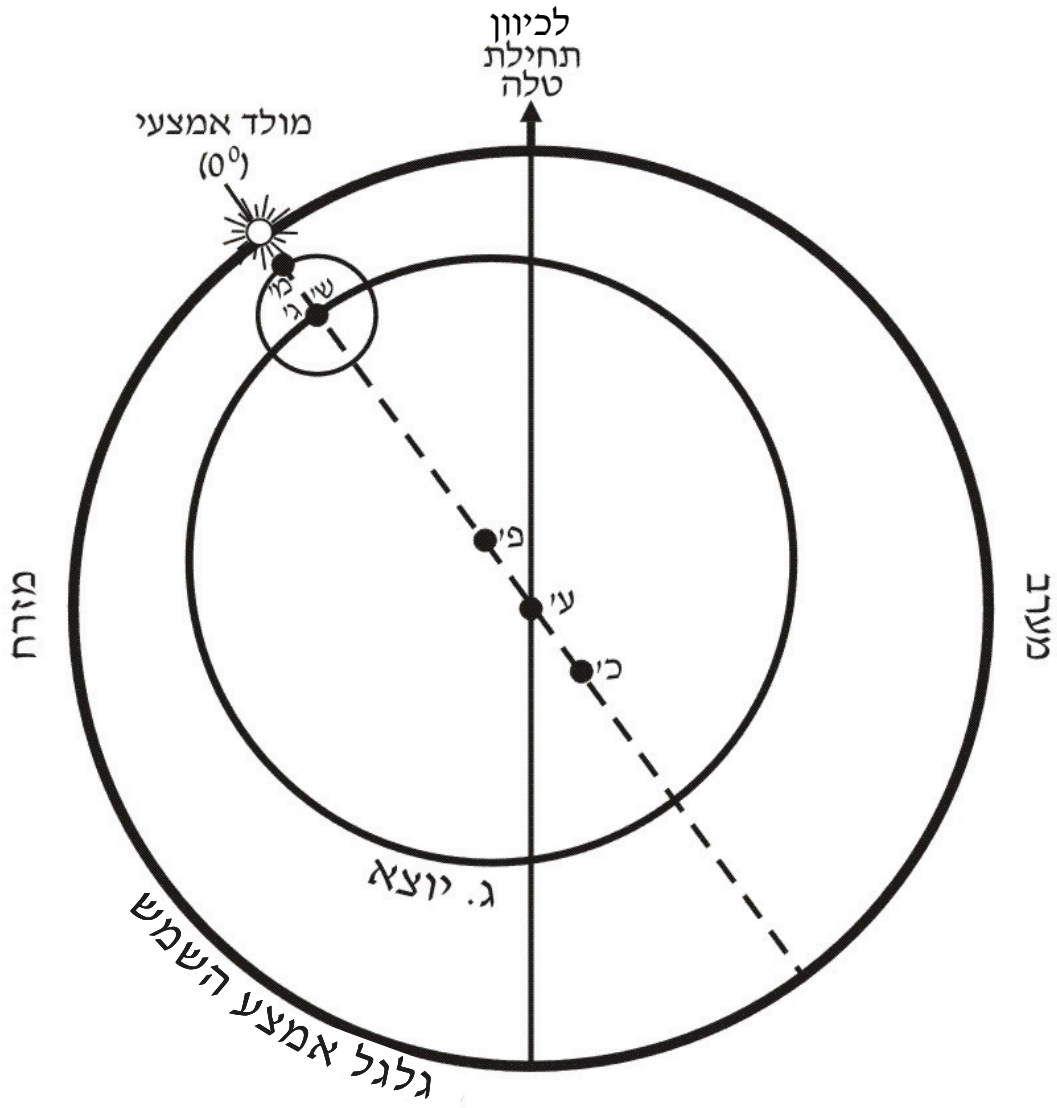
# פרק ט"ו

## תמונה 7



# פרק ט"ו

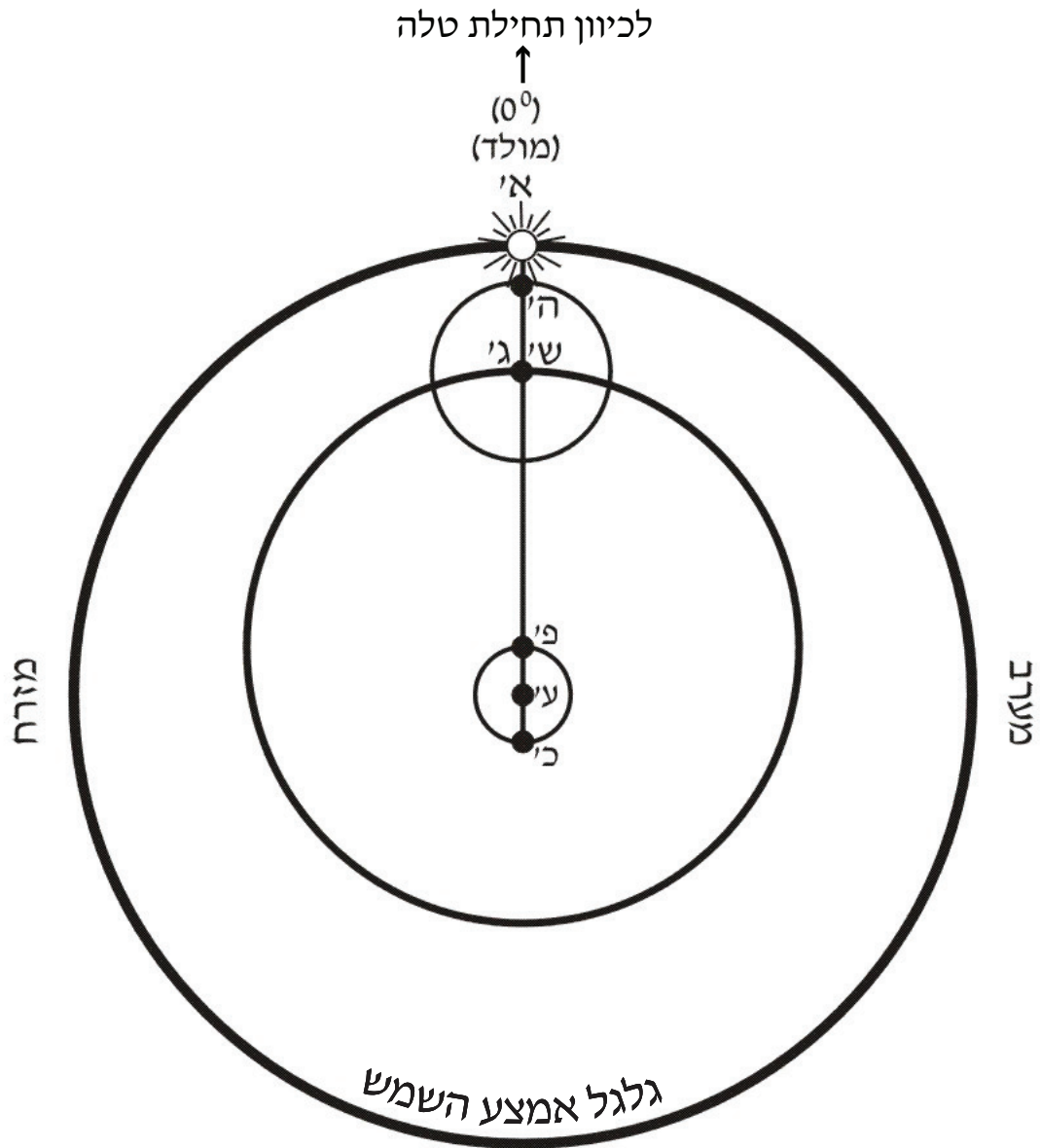
## תמונה 8





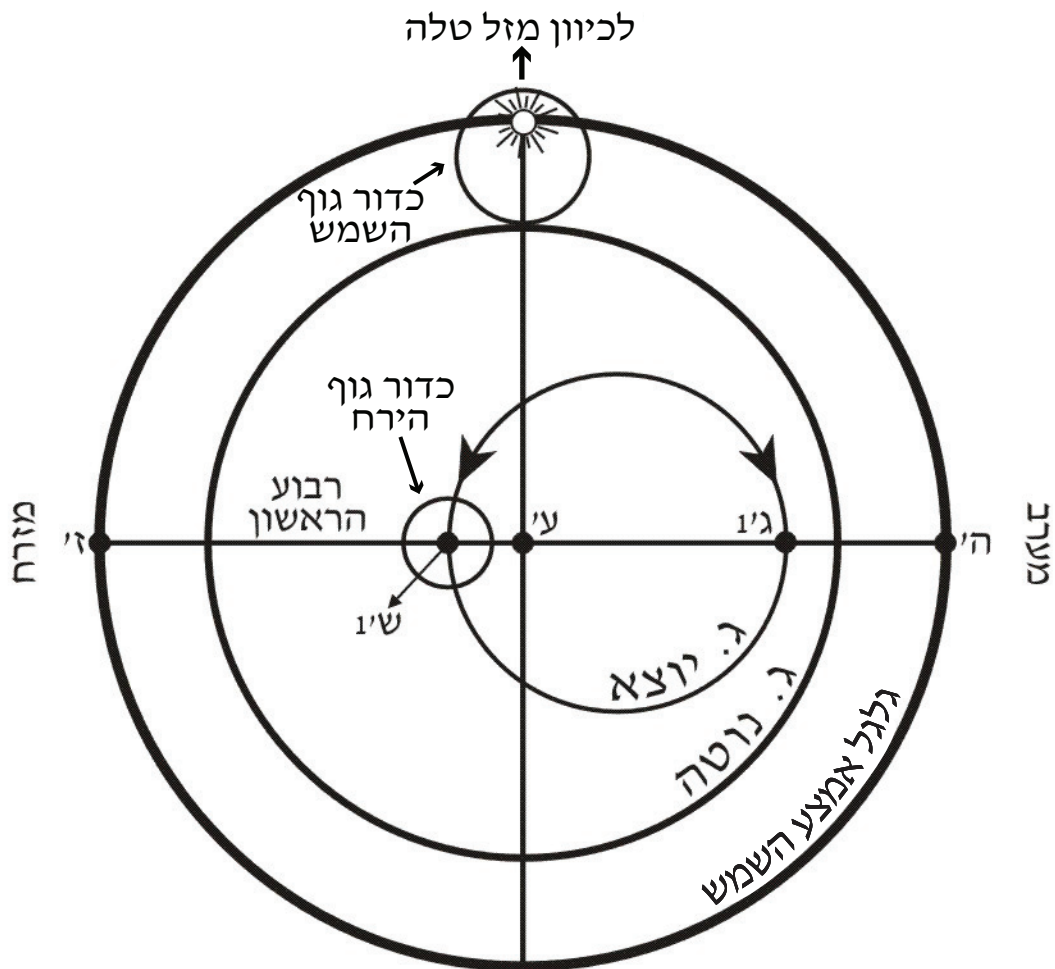
# פרק ט"ו

## תמונה 10





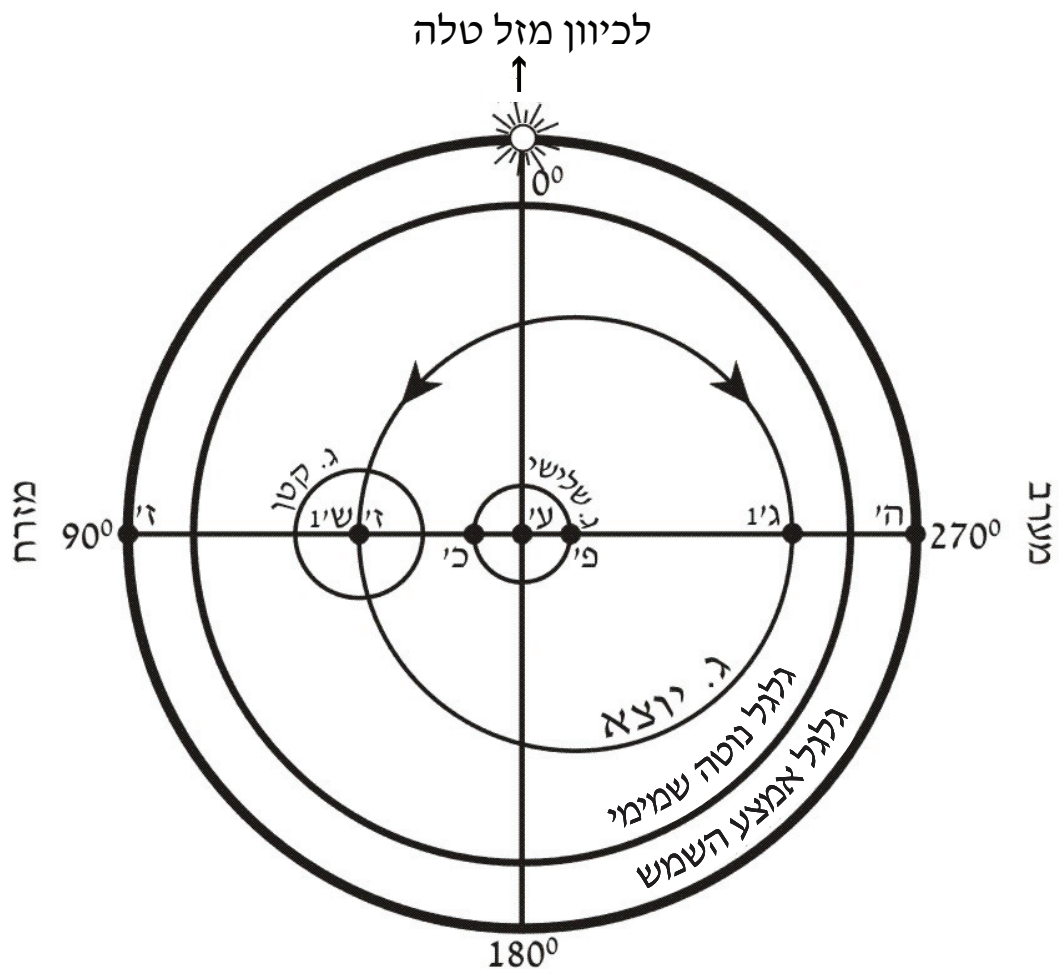
**פרק ט"ו**  
**תמונה 11**  
 (והיא ציור ל"ז מתוקן)  
 אבל צוין כציור ל"ט במפרש)



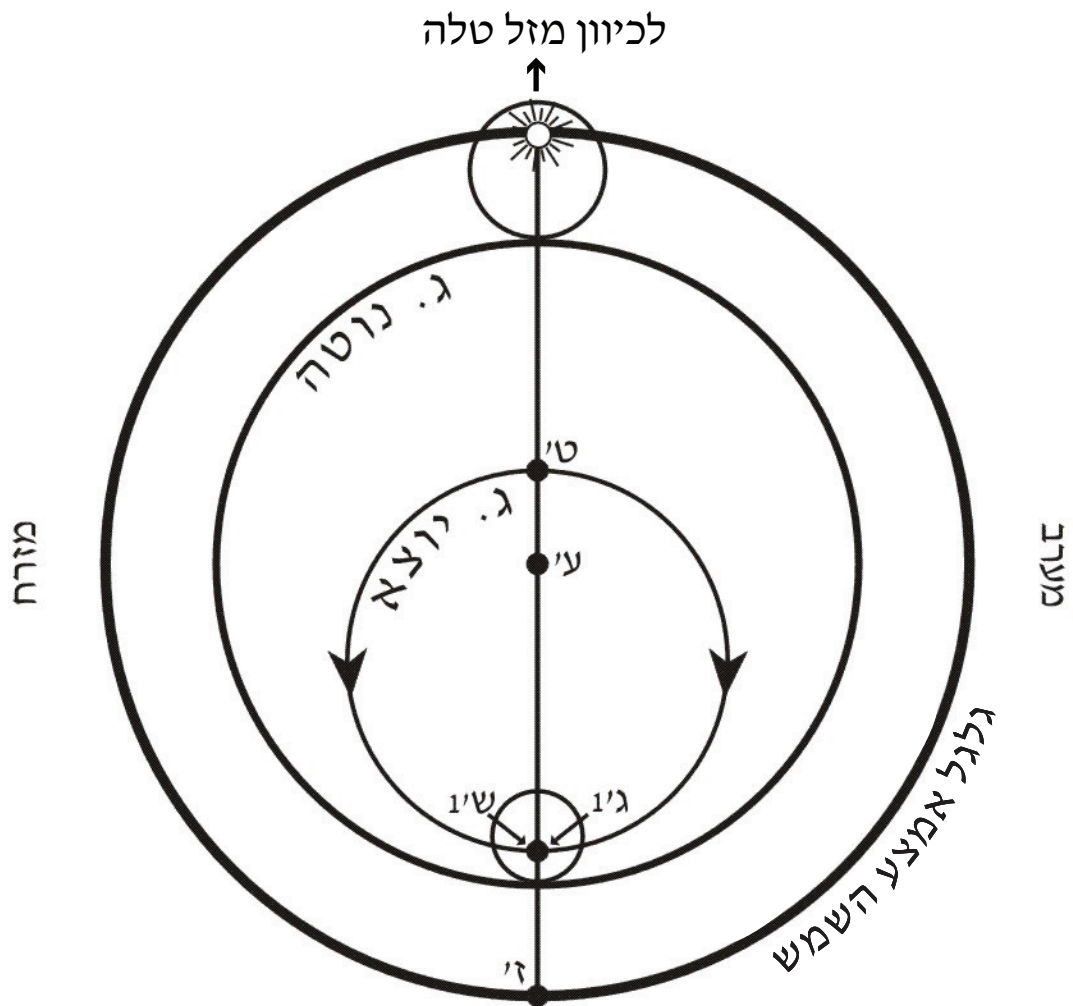
**תמונה 11:** בציור זה, המפרש שירטט את גוף השמש וגוף הירח בצורת עיגולים. אבל, בציור 12 שלנו, סימנו אותם כנקודות בלבד, והעיגולים מייצגים גלגלים, גלגל קטן וגלגל שלישי (ראה שם). הגלגל הנוטה הוא מישטח נוטה שמימי המכיל את שלושת הגלגלים: הגדול, השלישי והקטן.

# פרק ט"ו

## תמונה 12



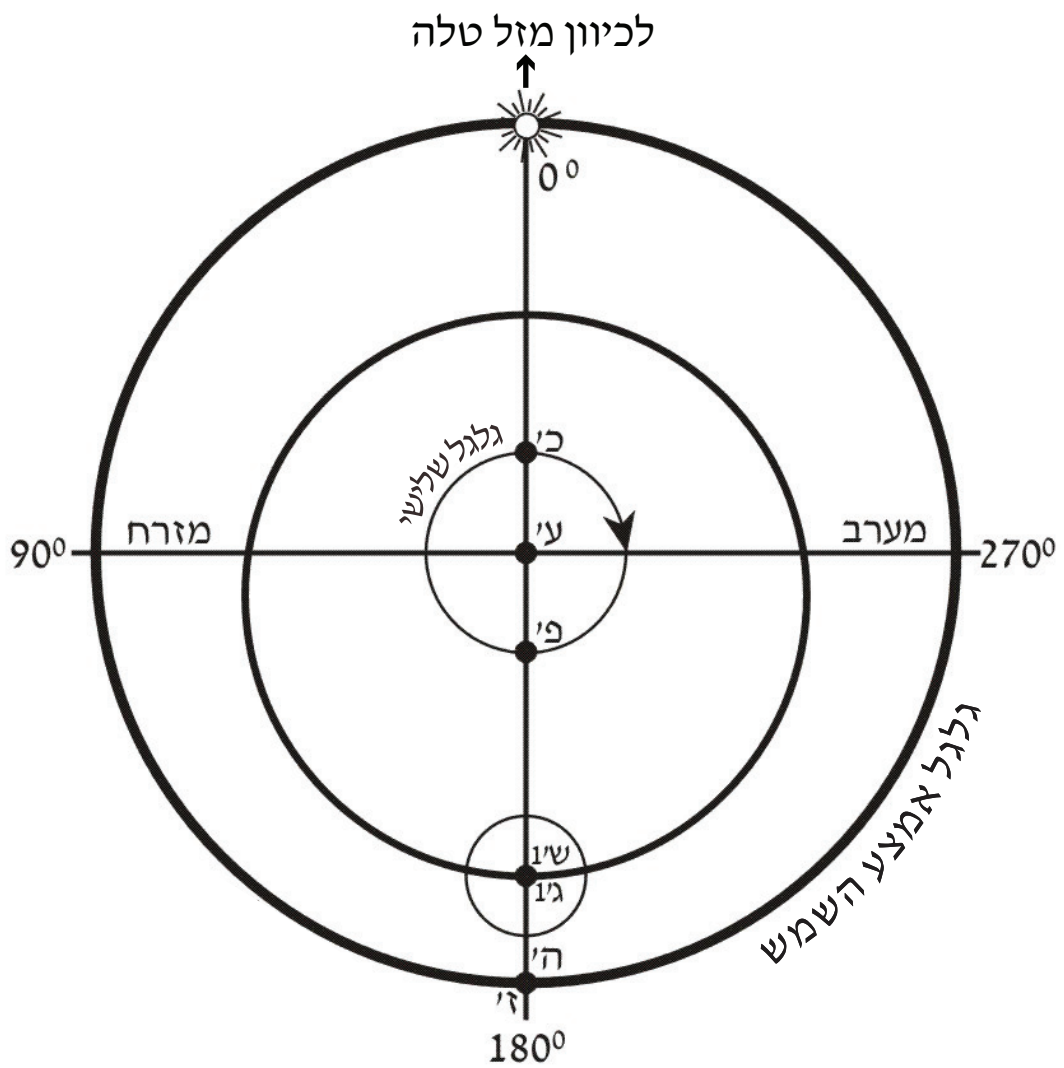
**פרק ט"ו**  
**תמונה 13**  
 (והיא ציור ל"ח במפרש)



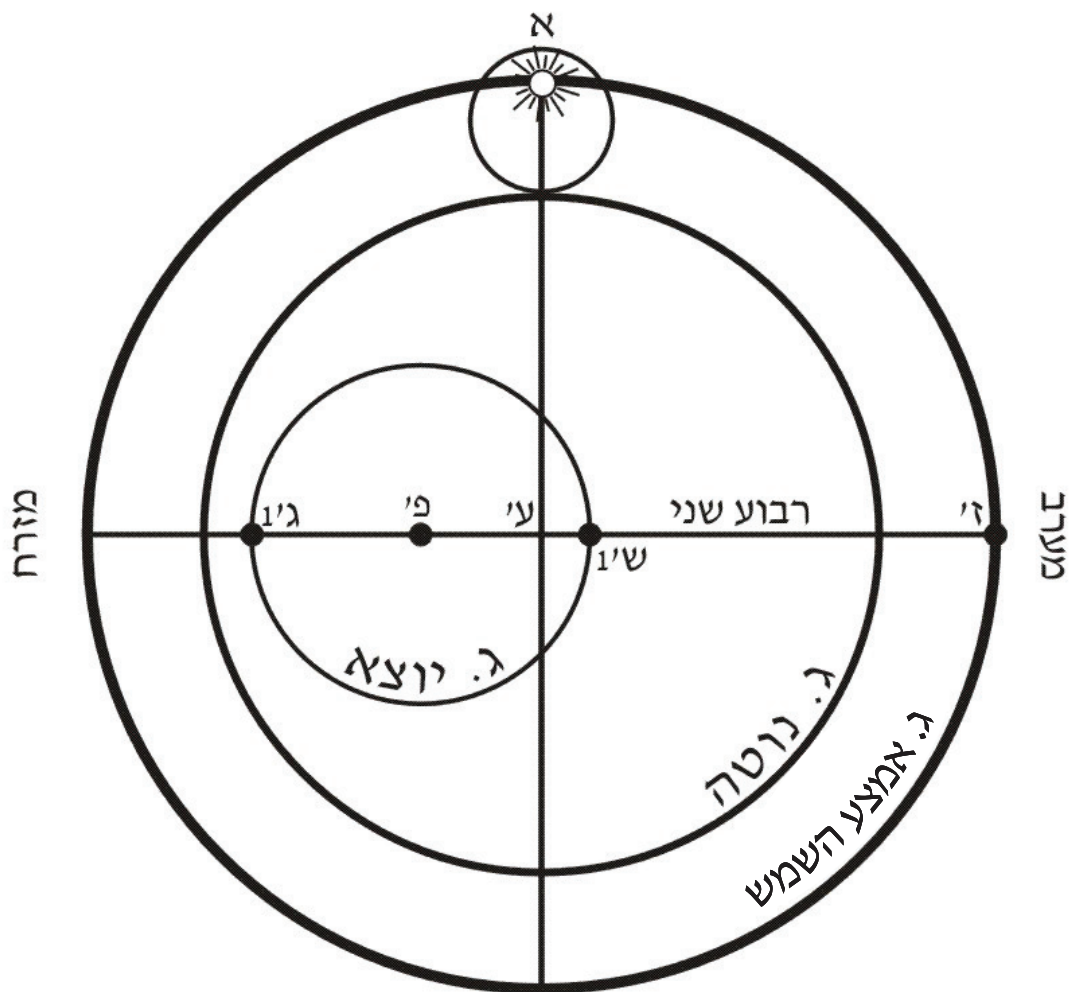
**תמונה 13:** שלוש האותיות ג'1', ש'1', ז', מסמנות שלושתן את מקום אמצע הירח ש'1.

# פרק ט"ו

## תמונה 14



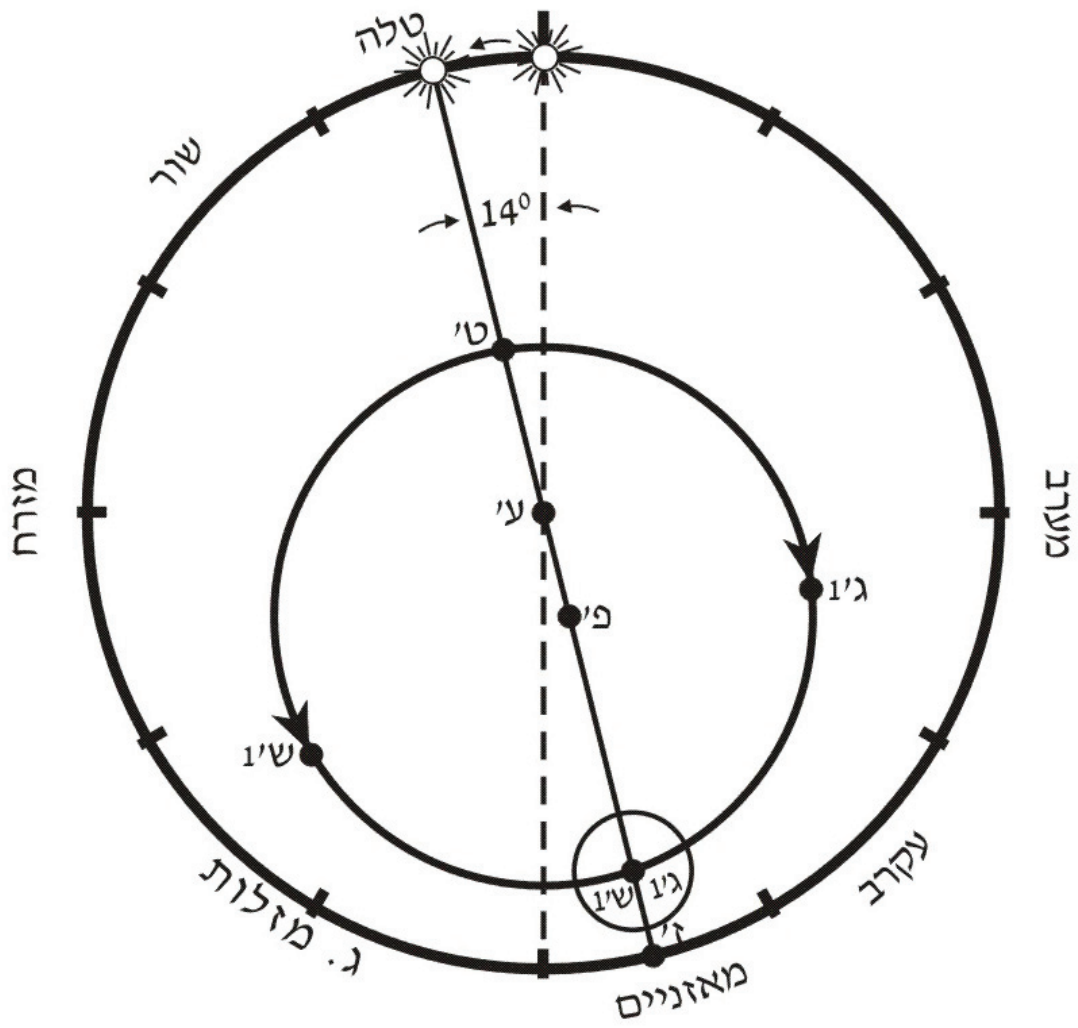
**פרק ט"ו**  
**תמונה 15**  
 (צוינה כתמונה ל"ז במפרש  
 אבל צריכה להיות ל"ט במפרש)



**תמונה 15:** הנקודה ש' 1 סבבה מהנקודה א' בת 270 מעלות בכיוון הפוך לשעון, והגיעה לנקודת השפל ז'. באותו זמן סבבה נקודת הגובה ג' 1 270 מעלות בכיוון הפוך.

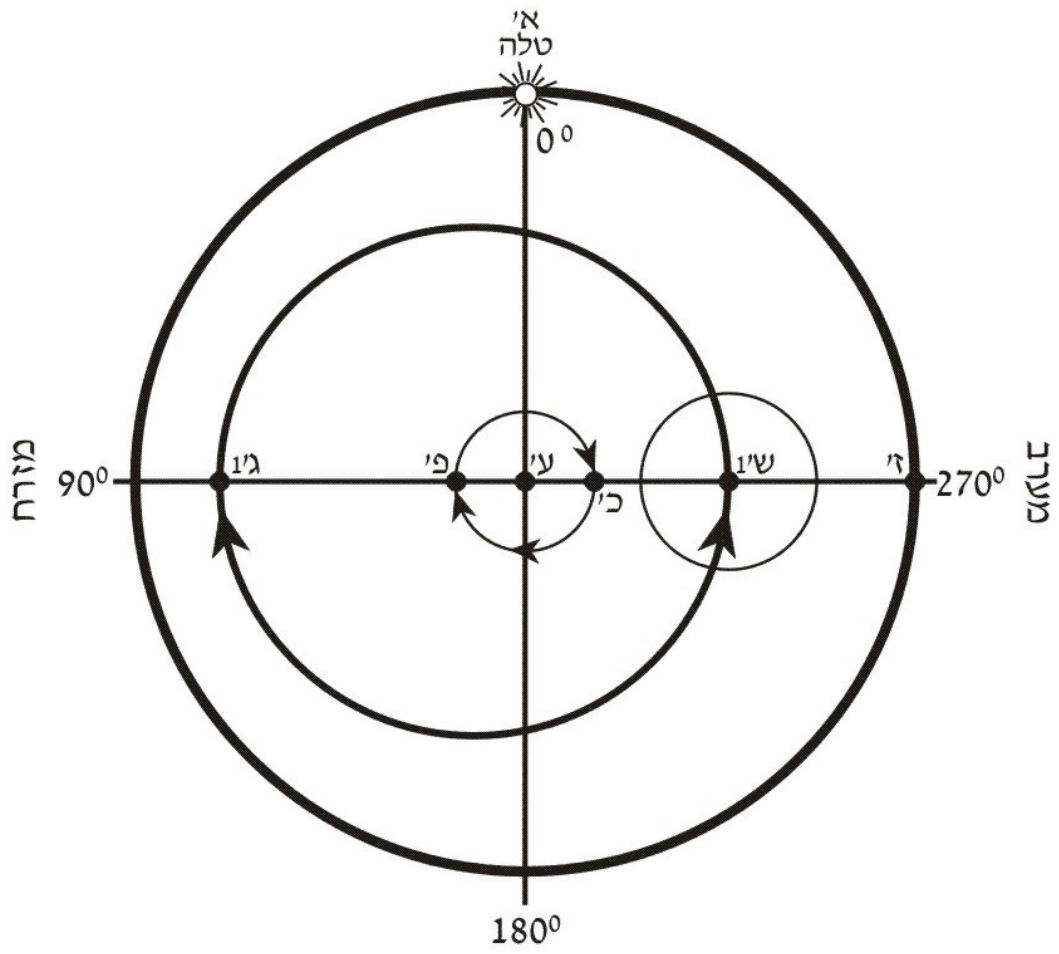
# פרק ט"ו

## תמונה 16

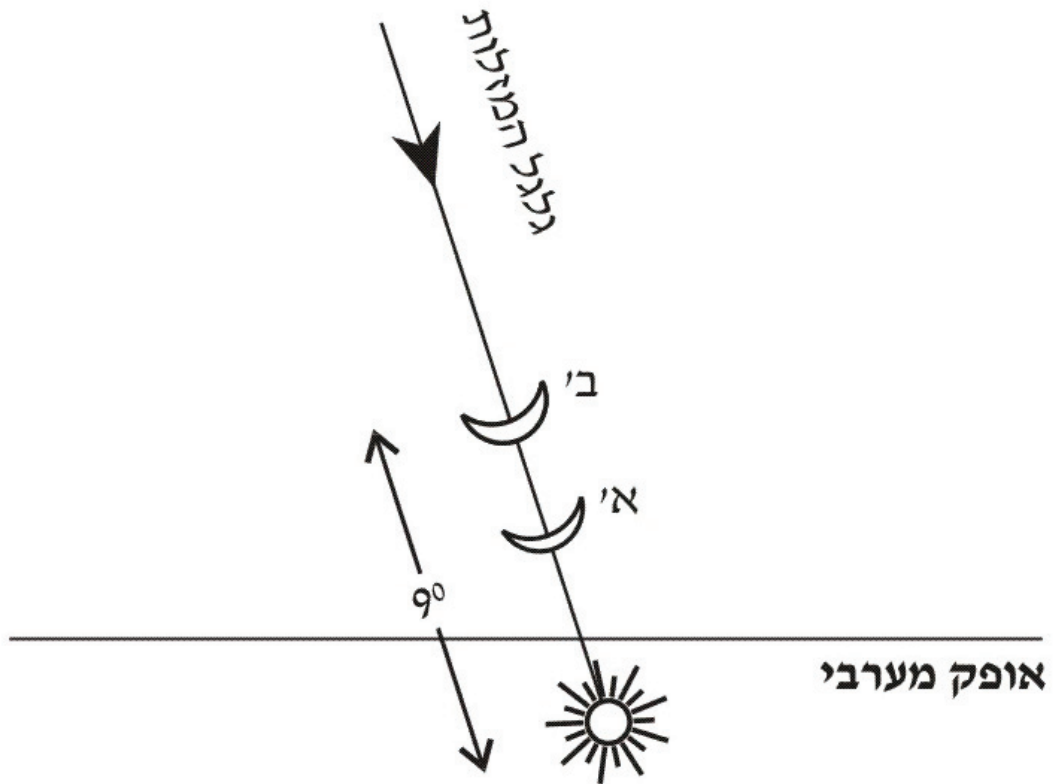


# פרק ט"ו

## תמונה 17



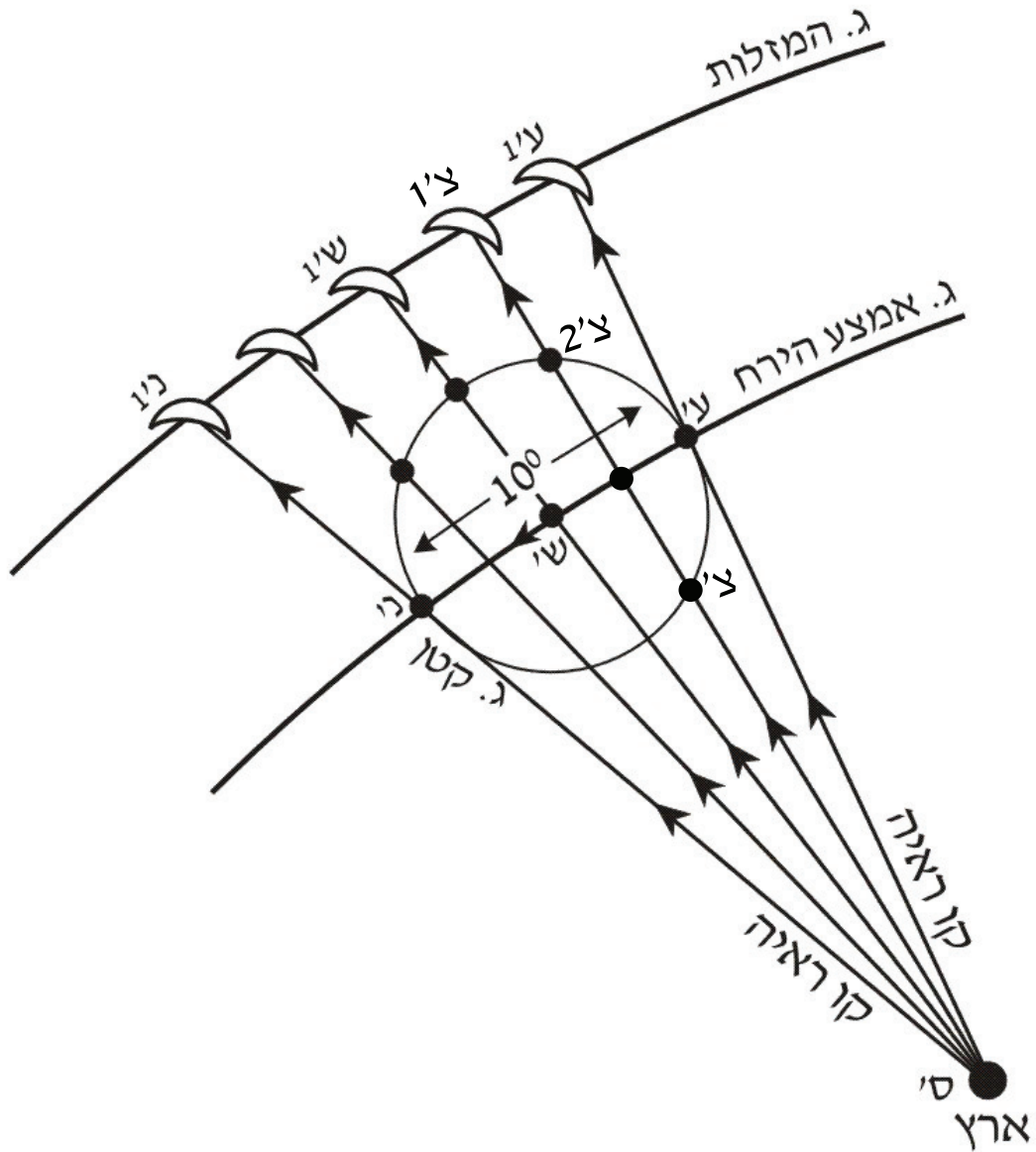
## פרק ט"ו תמונה 18



**תמונה 18:** ראיית הירח החדש לאחר שקיעת השמש. במצב א', אי אפשר לראות את הירח החדש, הן בגלל קוטנו, והן בגלל קרבתו היתירה אל השמש, זמן קצר אחרי שקיעתה. רק במצב ב' ניתן לראות את הירח החדש, בתנאים מסוימים.



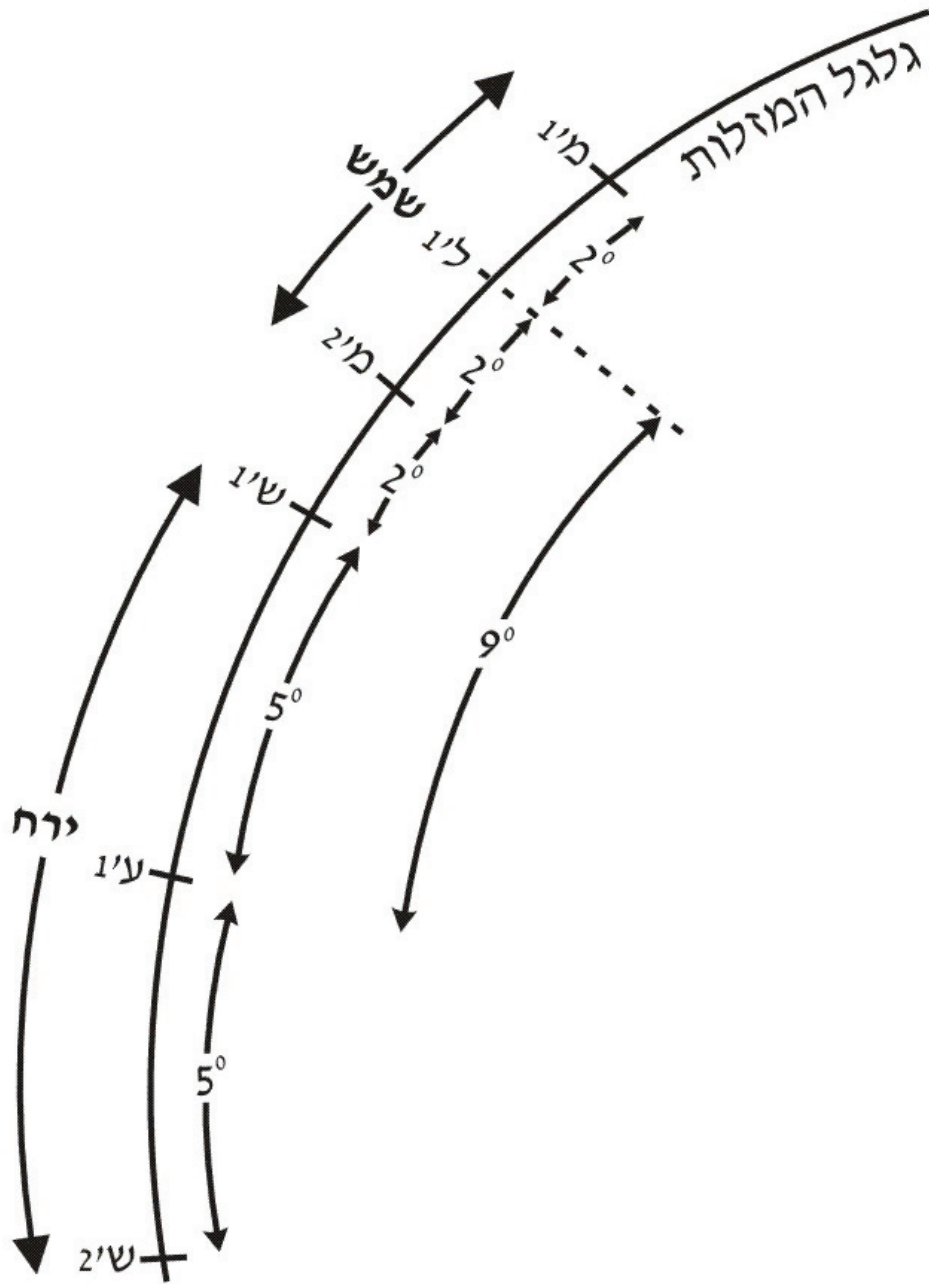
## פרק ט"ו תמונה 19



**תמונה 19:** עבור צופה הנמצא בנקודה ס', הנקודה ע'1 נמצאת כחמש מעלות אחרי המרכז ש', בשעה שהנקודה נ'1 נמצאת כחמש מעלות לפני המרכז ש'.

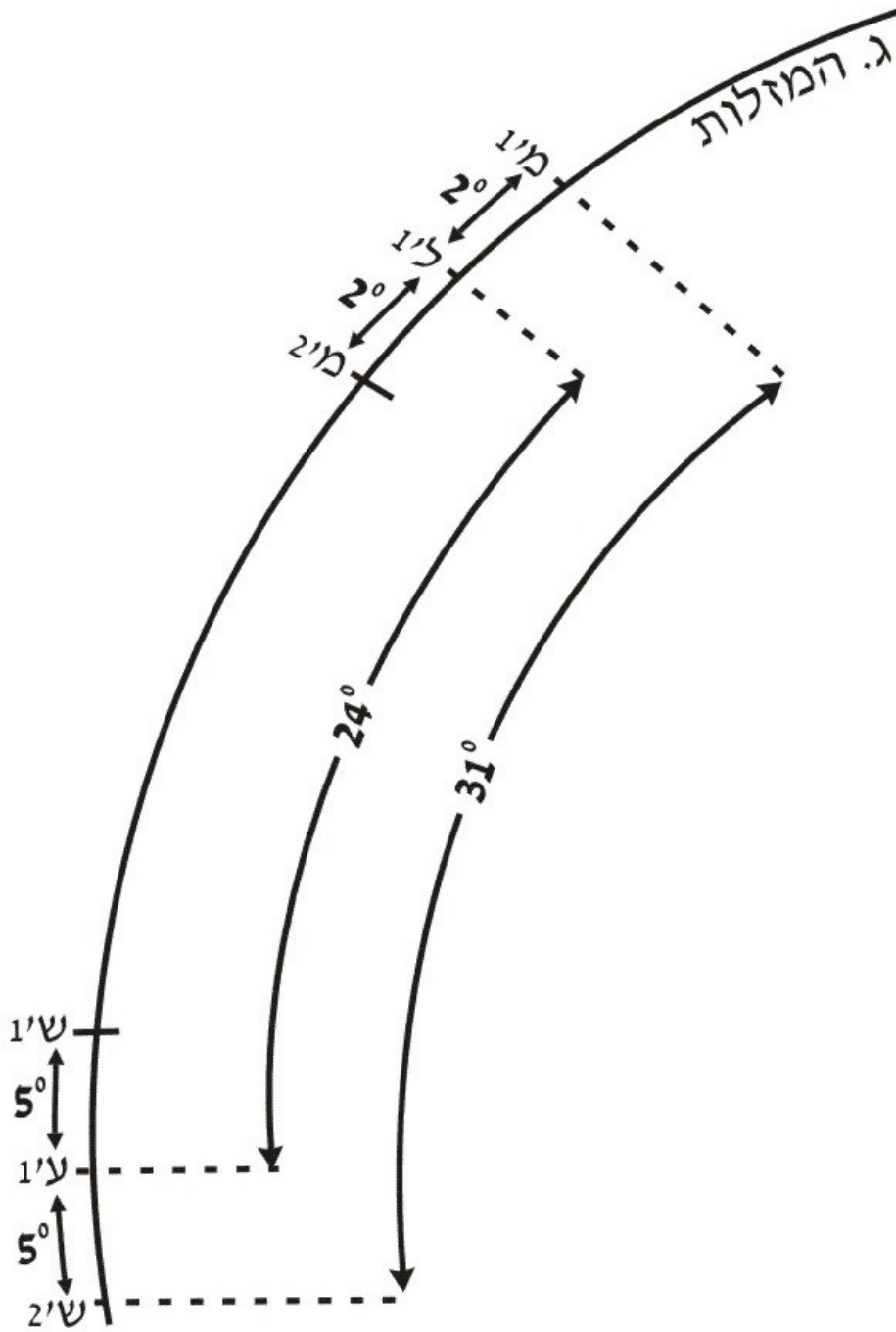
# פרק ט"ו

## תמונה 20



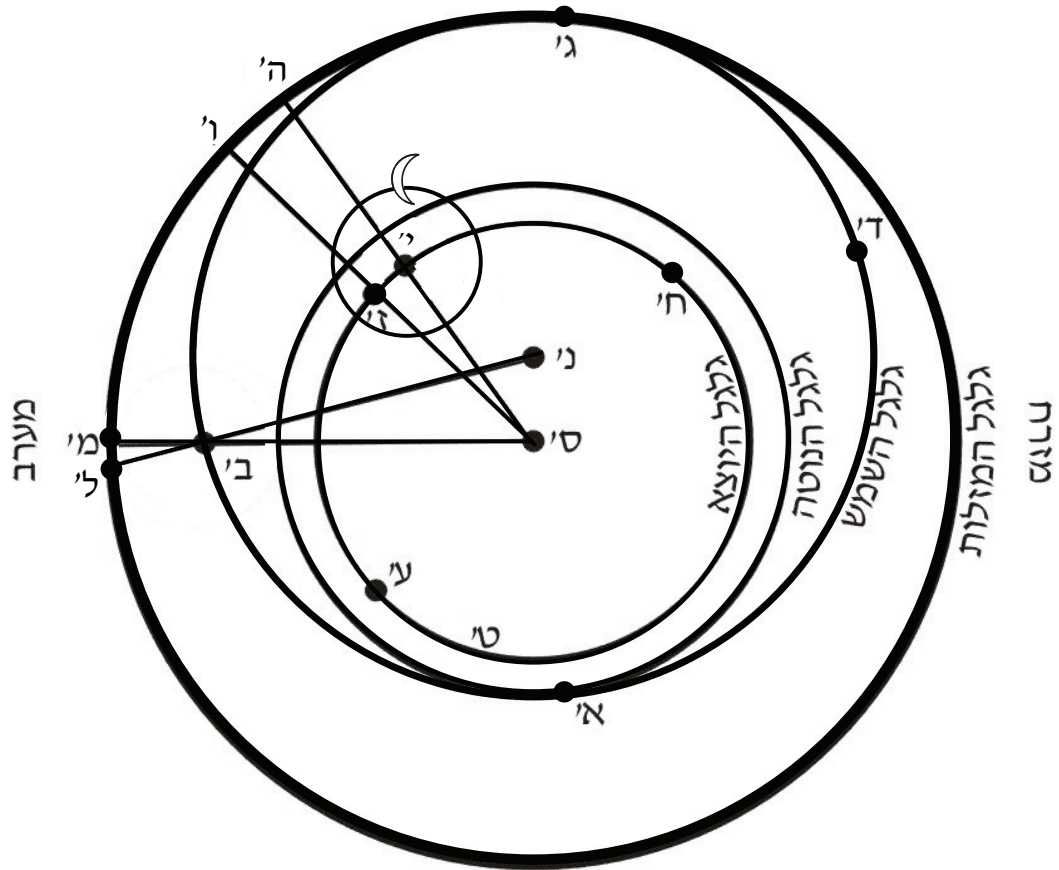
# פרק ט"ו

## תמונה 21



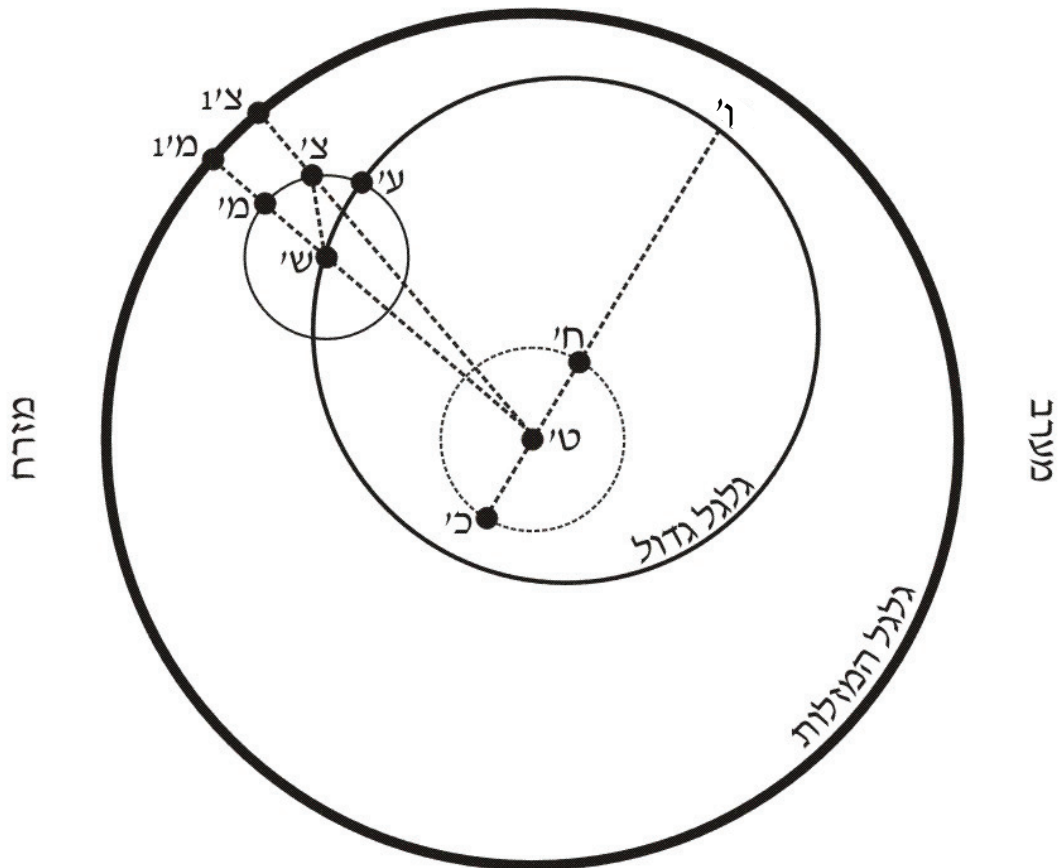


**פרק ט"ו**  
**תמונה 23**  
 (והיא ציור מ"א מתוקן במפרש)



# פרק ט"ו

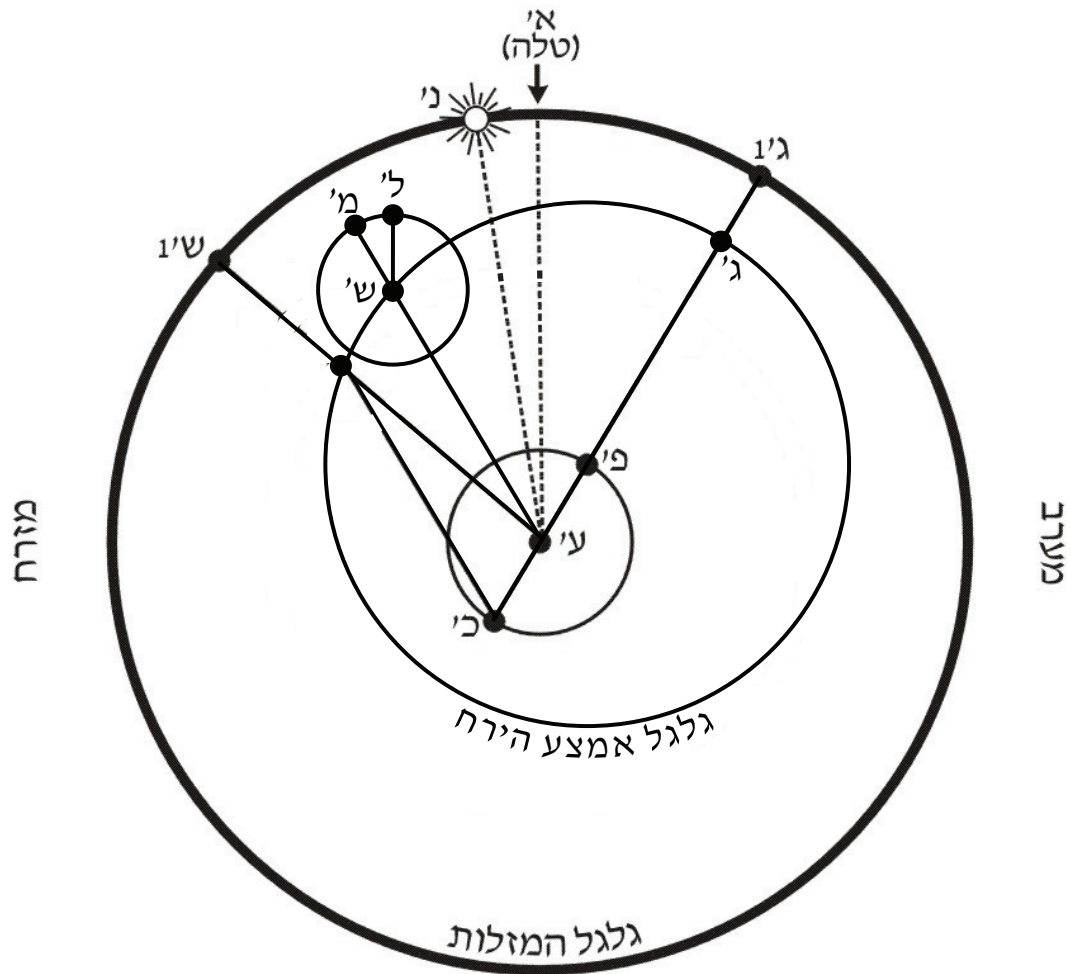
## תמונה 24





# פרק ט"ו

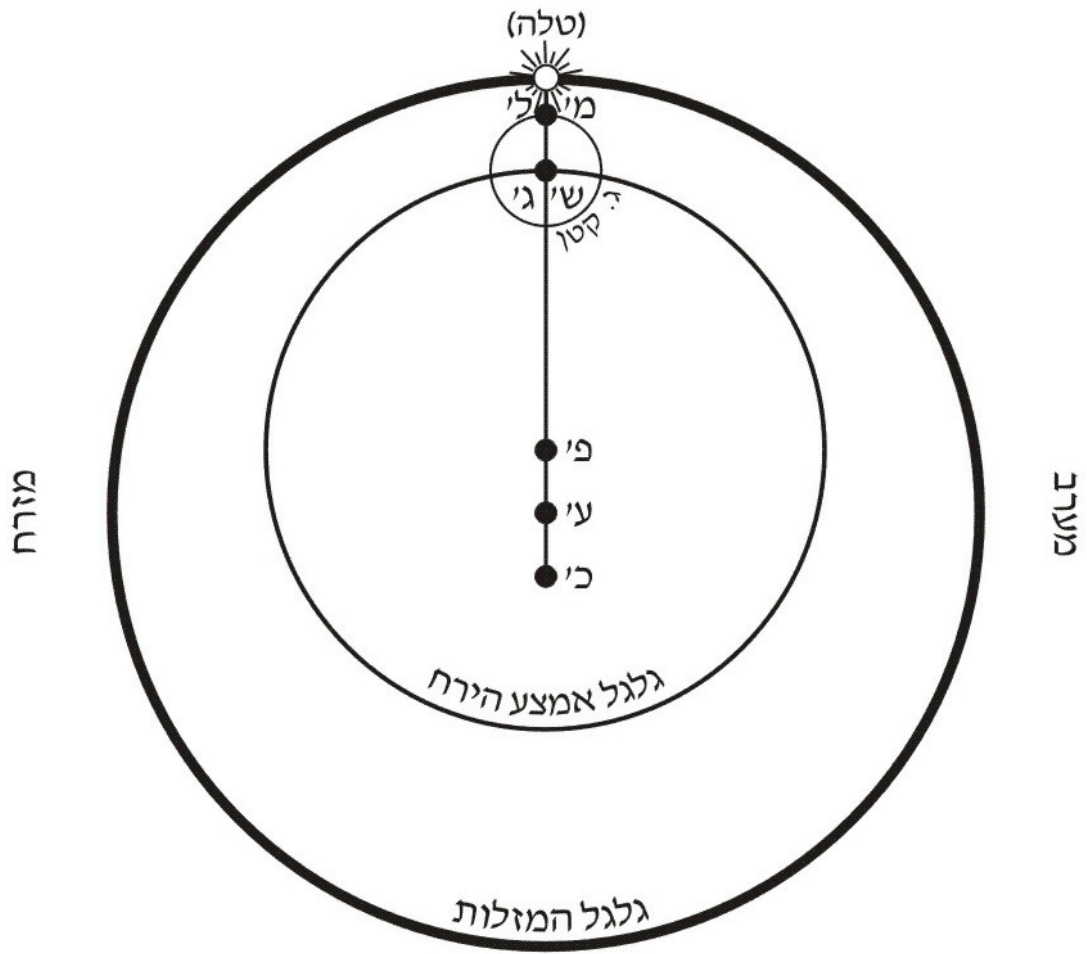
## תמונה 26



**תמונה 26:** המרחק הכפול הוא פעמיים המרחק שבין אמצע השמש לאמצע הירח, והוא גם המרחק בין אמצע הירח ש' לנקודת הגובה של גלגל אמצע הירח.

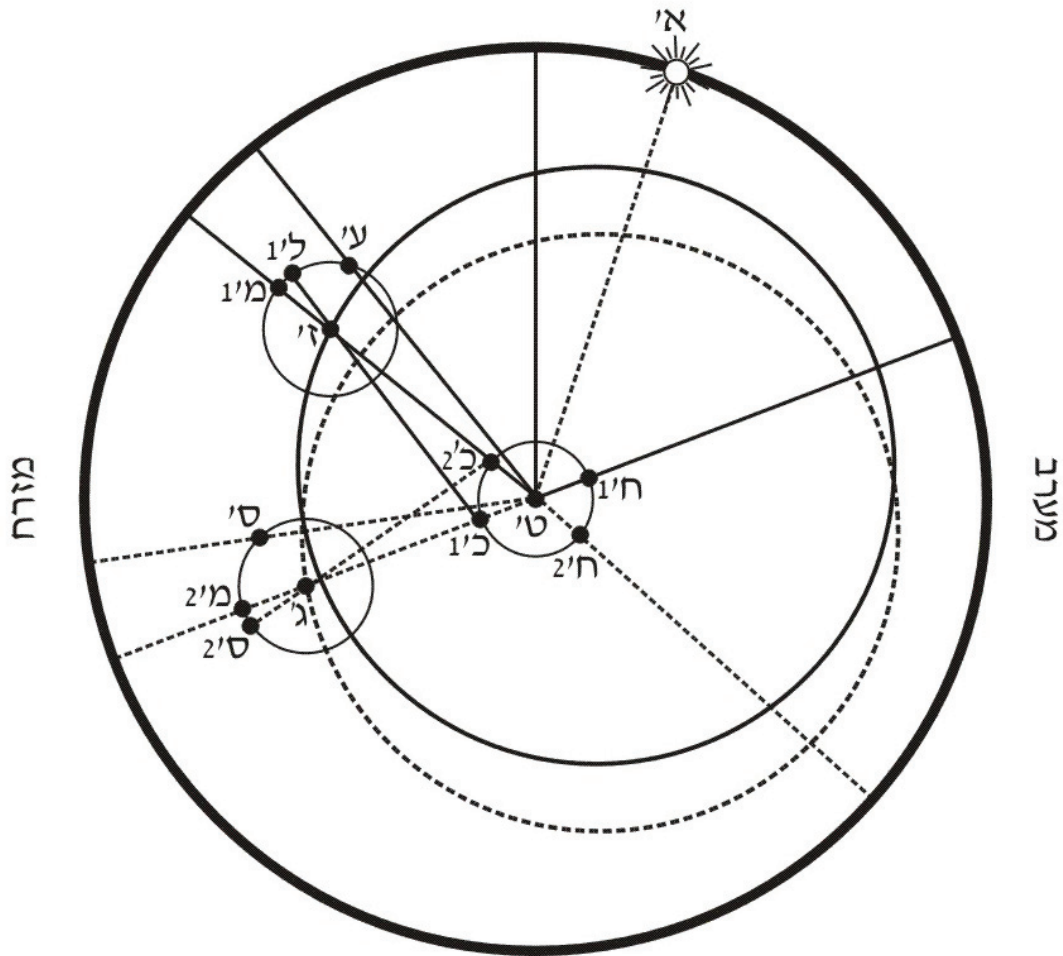


# פרק ט"ו תמונה 27



# פרק ט"ו

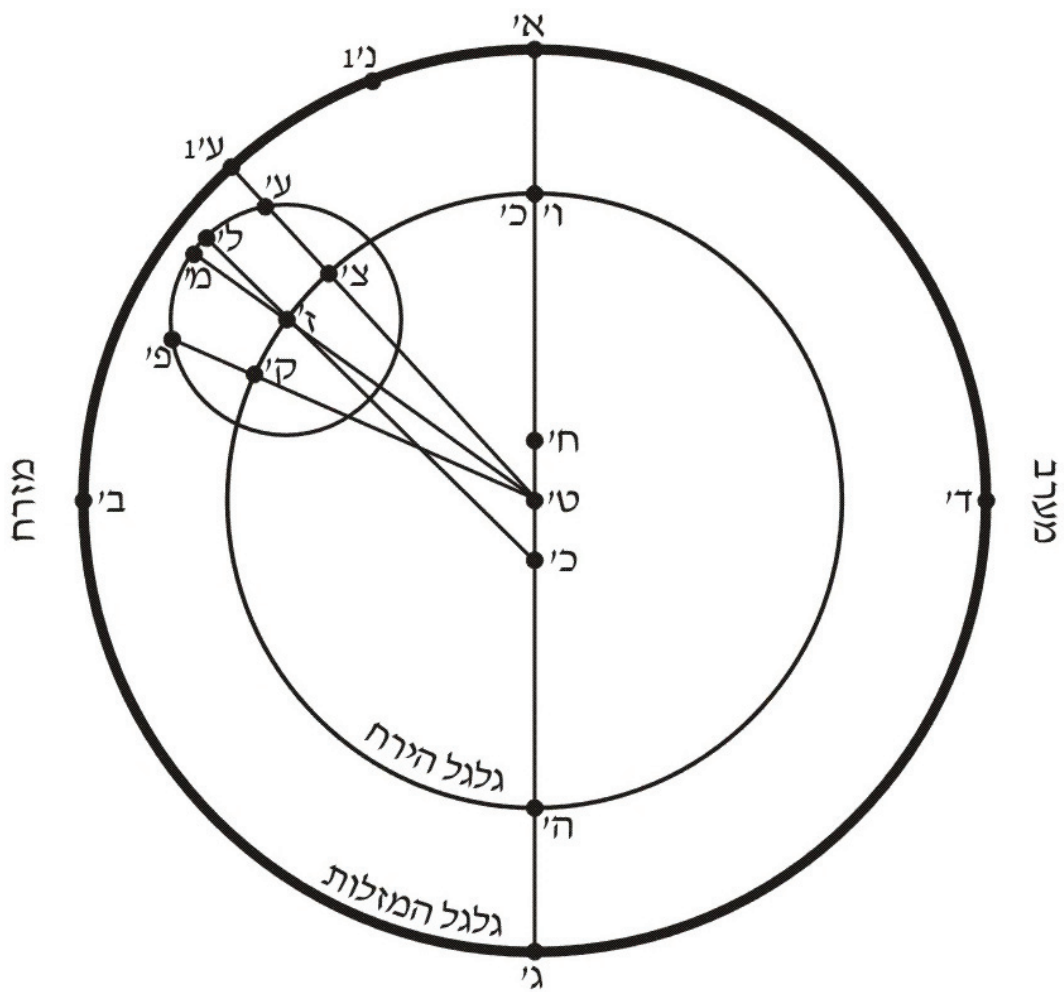
## תמונה 28



# פרק ט"ו

## תמונה 29

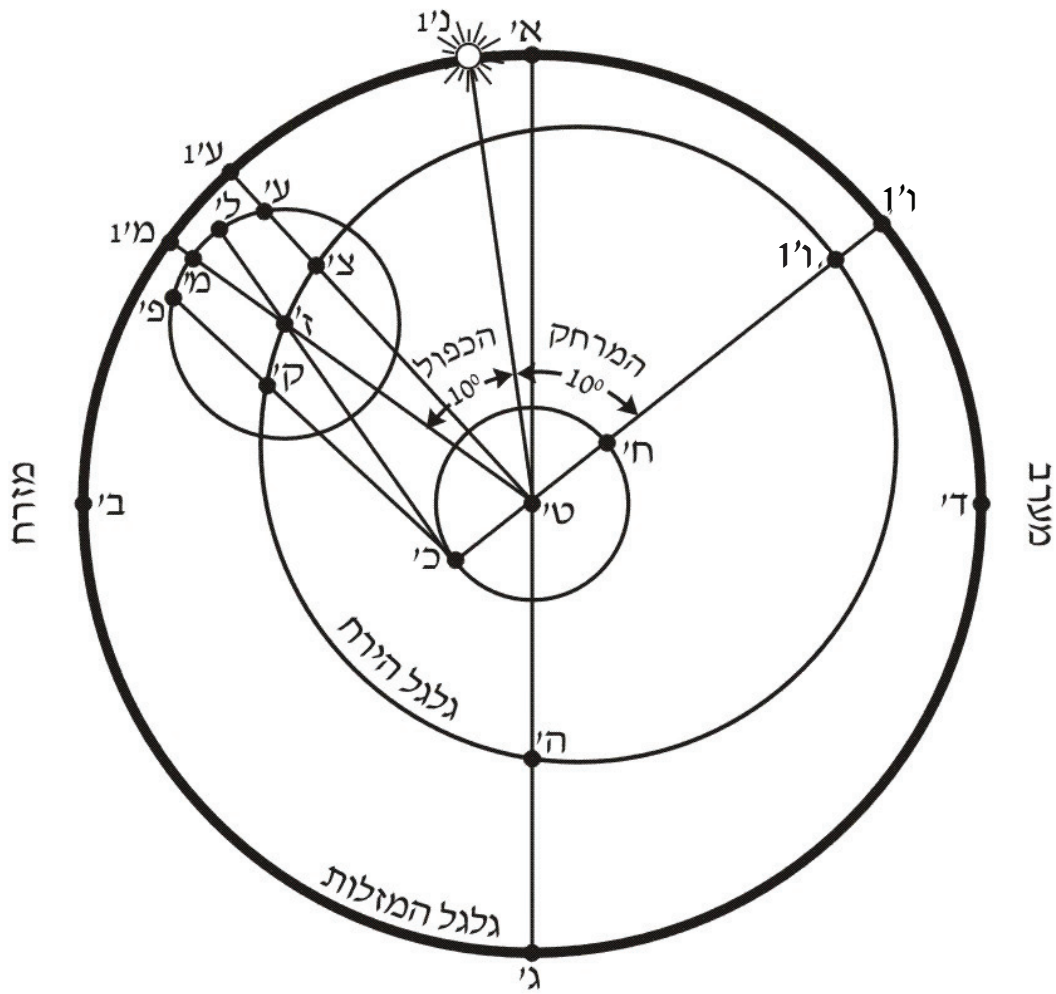
(והיא ציור מ"ב של המפרש מתוקן  
באופן חלקי, אבל, ראה תמונה 30)



# פרק ט"ו

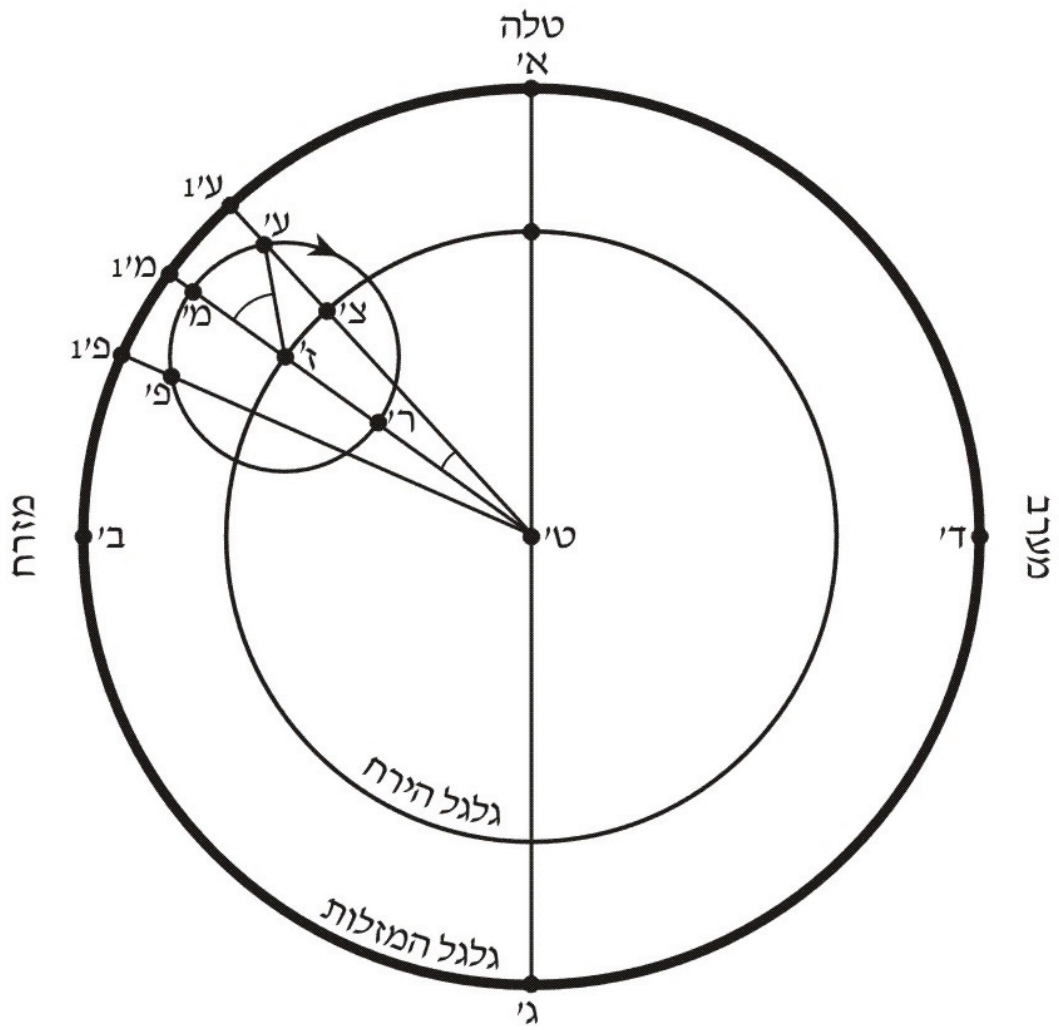
## תמונה 30

(והיא ציור מ"ב של המפרש, ומתוקן באופן מלא)



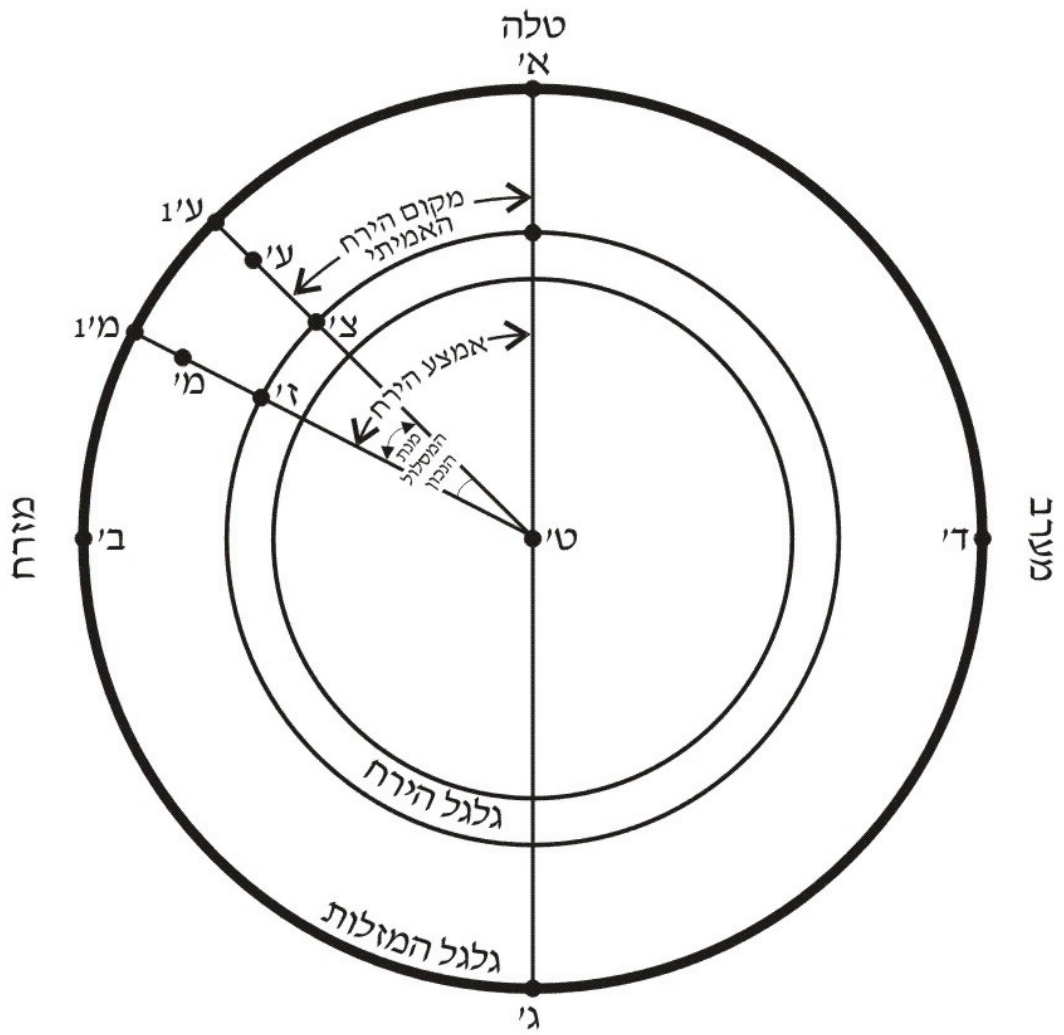
# פרק ט"ו

## תמונה 31



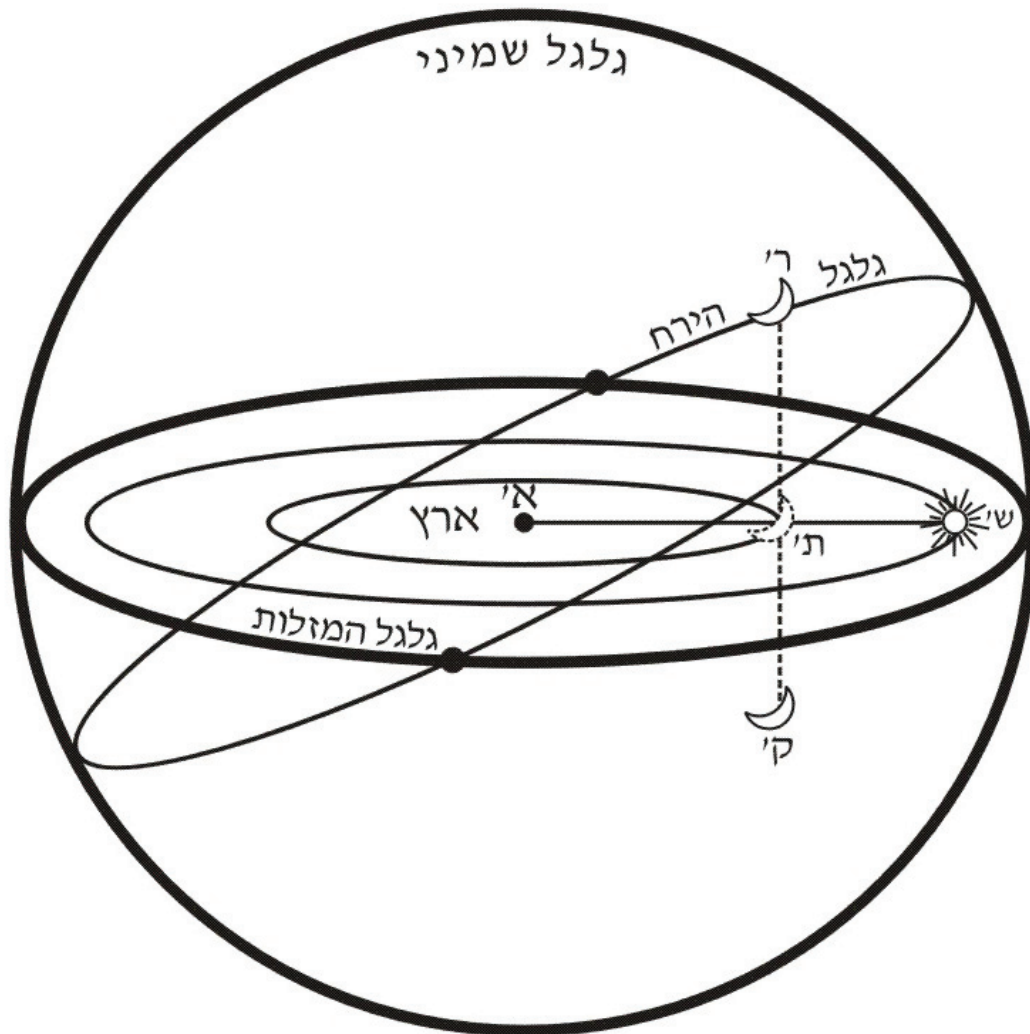
# פרק ט"ו

## תמונה 32



# פרק ט"ו

## תמונה 33



## פרק ט"ז

## טבלת רווחת היג'ח ע"פ מסלול הרווחת

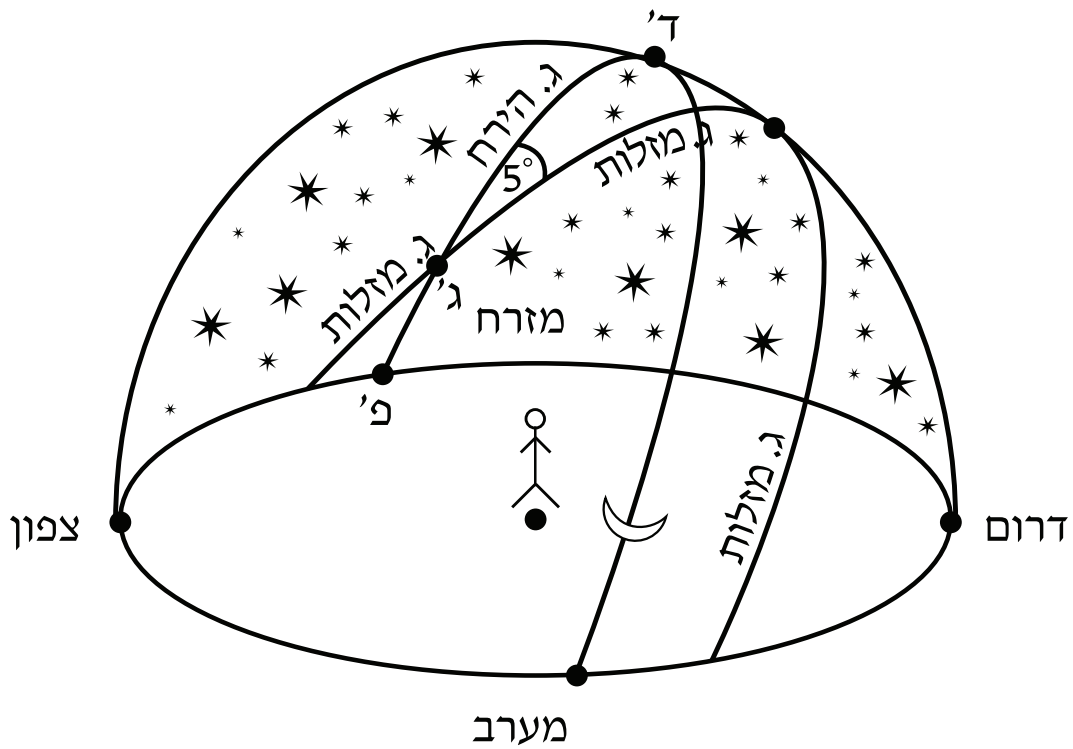
	10 0	9 1	8 2	7 3	6 4	5 5	4 6	3 7	2 8	1 9	0 10	
0	0.000	0.087	0.174	0.261	0.348	0.435	0.522	0.609	0.695	0.781	0.867	350
10	0.867	0.953	1.038	1.123	1.208	1.293	1.377	1.460	1.543	1.626	1.708	340
20	1.708	1.790	1.871	1.952	2.032	2.111	2.190	2.268	2.345	2.422	2.498	330
30	2.498	2.573	2.647	2.721	2.794	2.865	2.936	3.007	3.076	3.144	3.212	320
40	3.212	3.278	3.343	3.408	3.471	3.533	3.594	3.655	3.714	3.771	3.828	310
50	3.828	3.884	3.938	3.991	4.043	4.094	4.144	4.192	4.239	4.284	4.329	300
60	4.329	4.372	4.414	4.454	4.493	4.531	4.567	4.602	4.635	4.667	4.698	290
70	4.698	4.727	4.755	4.781	4.806	4.829	4.851	4.872	4.890	4.908	4.924	280
80	4.924	4.938	4.951	4.963	4.973	4.981	4.988	4.993	4.997	4.999	5.000	270
90	5.000	4.999	4.997	4.993	4.988	4.981	4.973	4.963	4.951	4.938	4.924	260
100	4.924	4.908	4.890	4.872	4.851	4.829	4.806	4.781	4.755	4.727	4.698	250
110	4.698	4.667	4.635	4.602	4.567	4.531	4.493	4.454	4.414	4.372	4.329	240
120	4.329	4.284	4.239	4.192	4.144	4.094	4.043	3.991	3.938	3.884	3.828	230
130	3.828	3.771	3.714	3.655	3.594	3.533	3.471	3.408	3.343	3.278	3.212	220
140	3.212	3.144	3.076	3.007	2.936	2.865	2.794	2.721	2.647	2.573	2.498	210
150	2.498	2.422	2.345	2.268	2.190	2.111	2.032	1.952	1.871	1.790	1.708	200
160	1.708	1.626	1.543	1.460	1.377	1.293	1.208	1.123	1.038	0.953	0.867	190
170	0.867	0.781	0.695	0.609	0.522	0.435	0.348	0.261	0.174	0.087	0.000	180

רווחת צפוני →

← רווחת דרומי

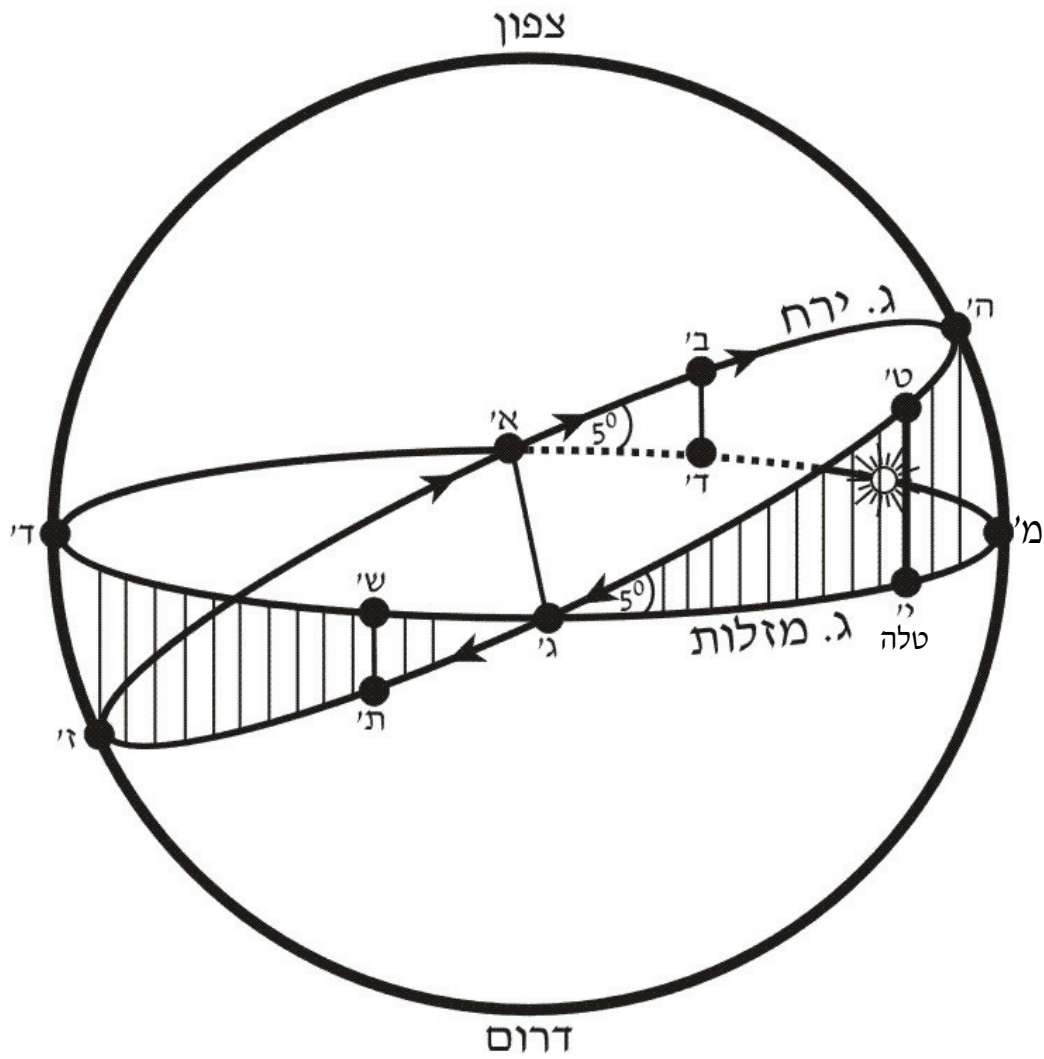


## פרק ט"ז תמונה 1



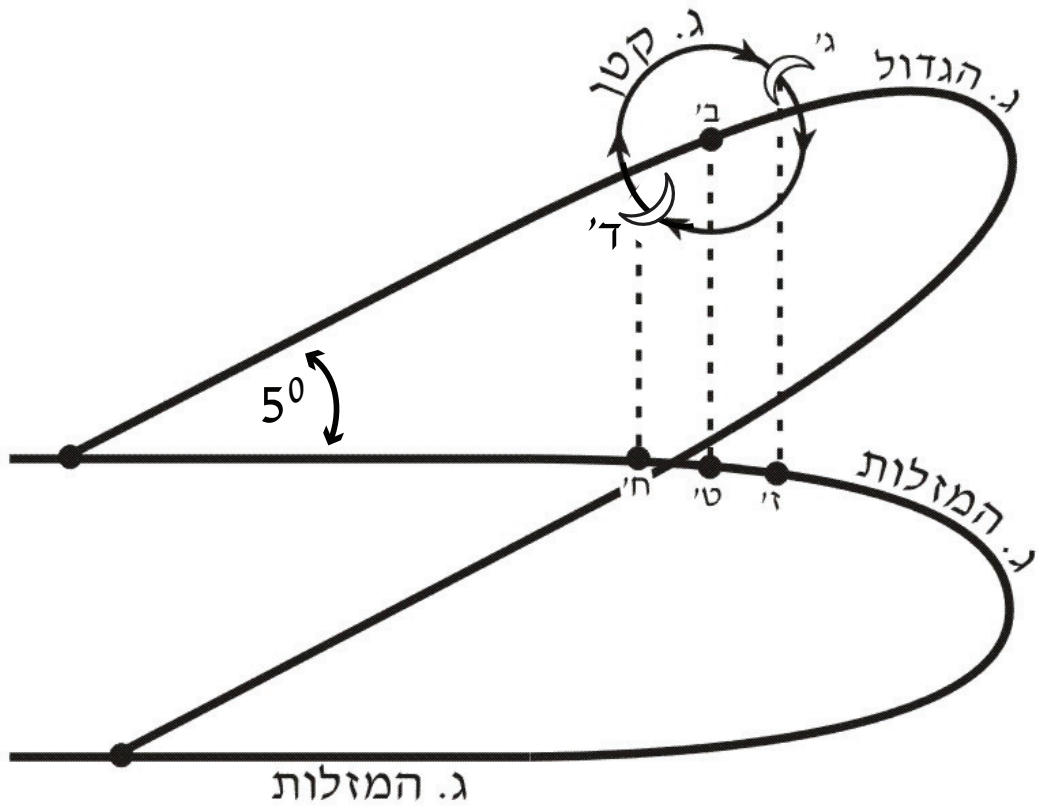
**תמונה 1:** הירח נע על רקע הכוכבים בכיוון ממערב למזרח, מיום ליום, במשך כל החודש [פרט לתנועתו (היומית) ממזרח למערב]. מתברר כי המסלול החודשי הזה, של הירח סביב כדור הארץ, אינו נופל בדיוק על קו גלגל המזלות, אלא, הוא נוטה אליו באלכסון בזווית של 5 מעלות. החצי העליון של גלגל הירח ג"ד פונה צפונה מגלגל המזלות, וחלקו התחתון (פ"ג) פונה דרומה.

# פרק ט"ז תמונה 2 א'



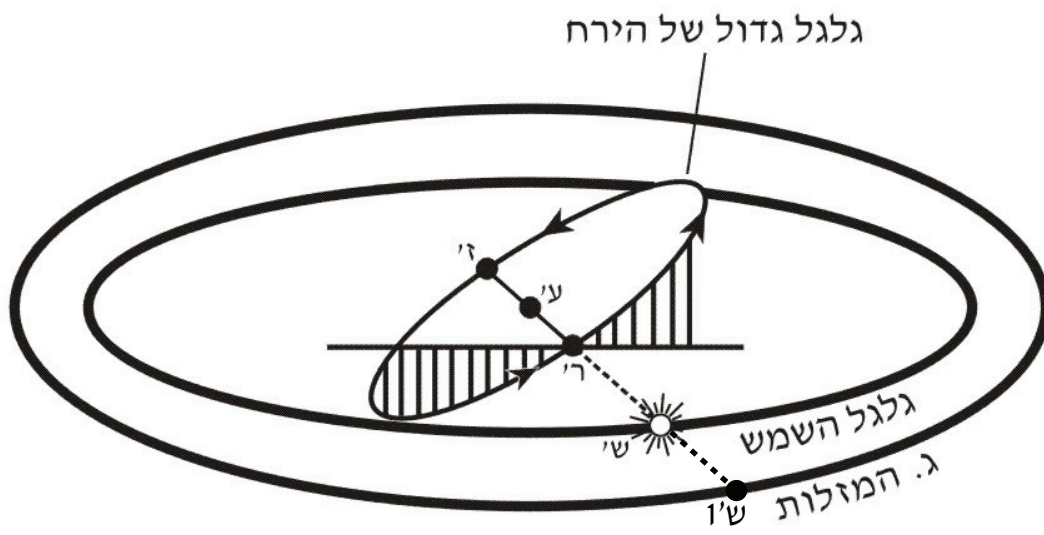
# פרק ט"ז

## תמונה 2 ב'

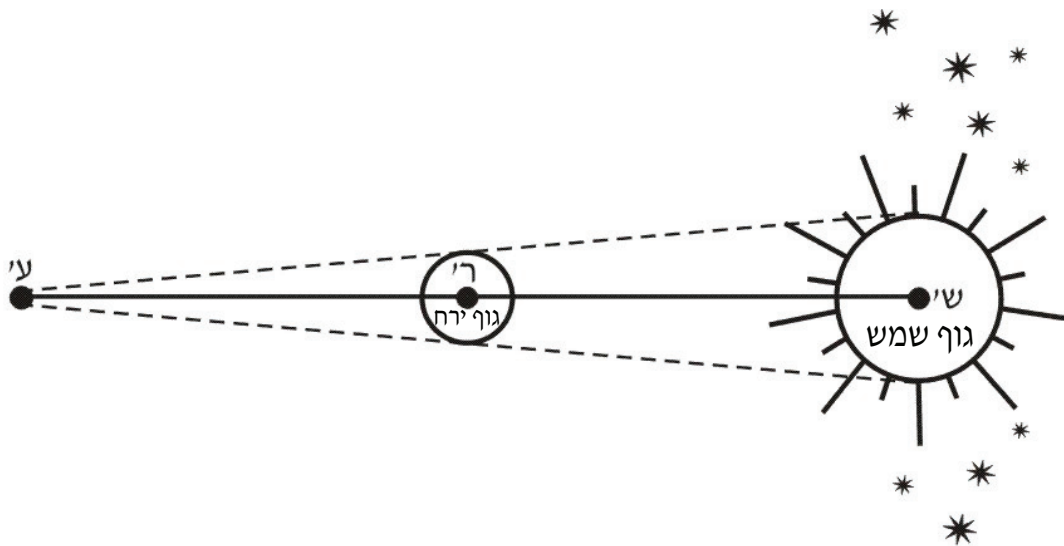


# פרק ט"ז

## תמונה 2 ג'

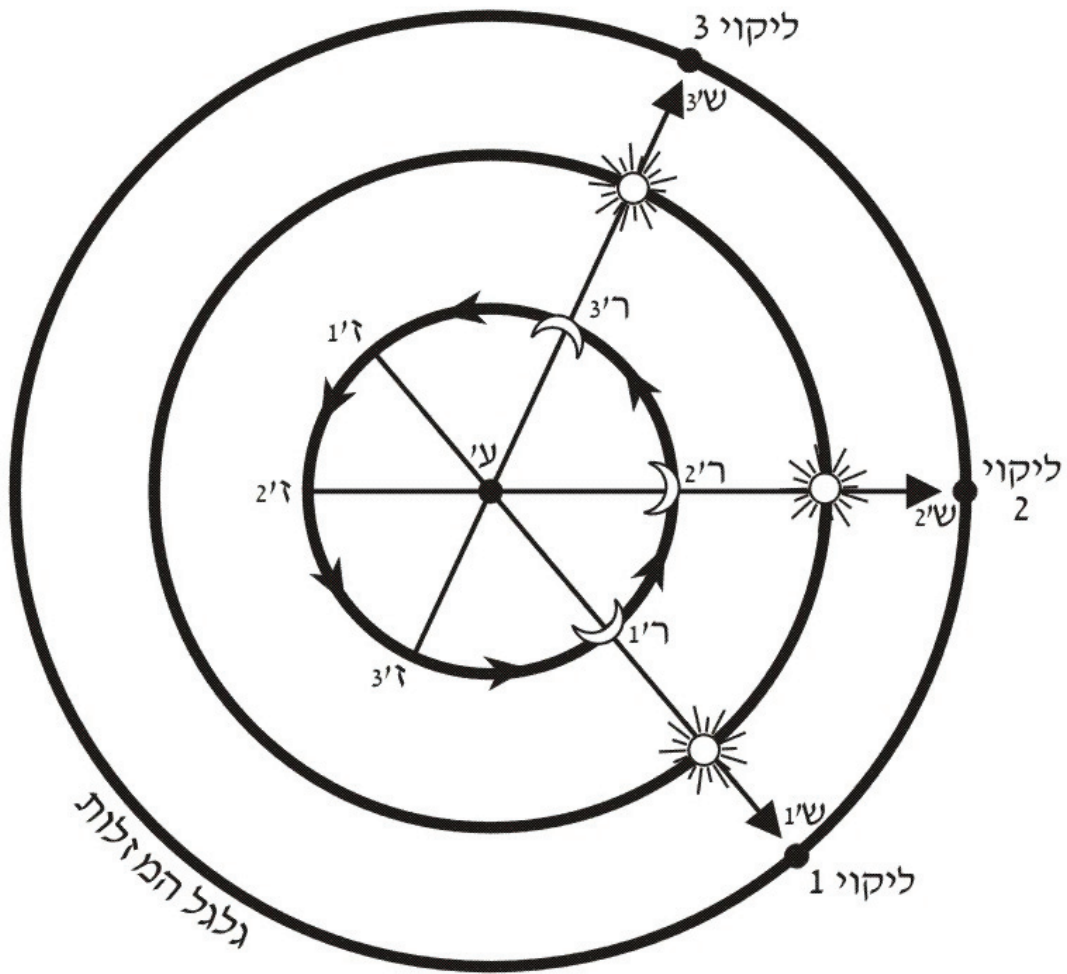


## פרק ט"ז תמונה 2 ד'



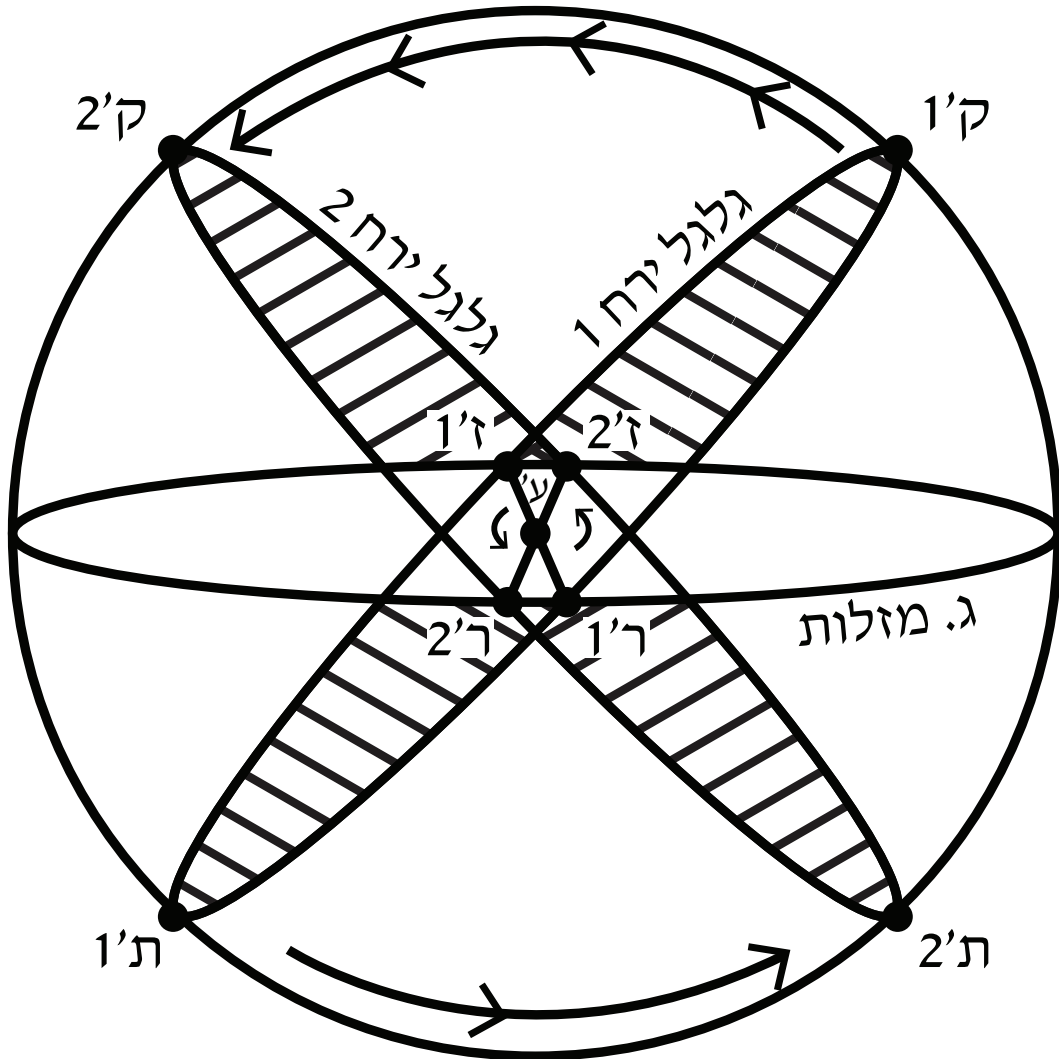
**תמונה 2 ד':** כאשר הצופה בנקודה ע' רואה שהירח נמצא בנקודת התלי ר' (דהיינו, הירח חולף בנקודה ר' על פני גלגל המזלות), והשמש נמצאת על גלגל המזלות, בדיוק על המשך הקו ע"ר, אז הירח מסתיר את השמש מעיני הצופה באופן מלא, היינו ליקוי חמה מלא, ואז השמים נעשים חשוכים לחלוטין, והכוכבים גם נראים ברקע השמים.

## פרק ט"ז תמונה 2 ה'

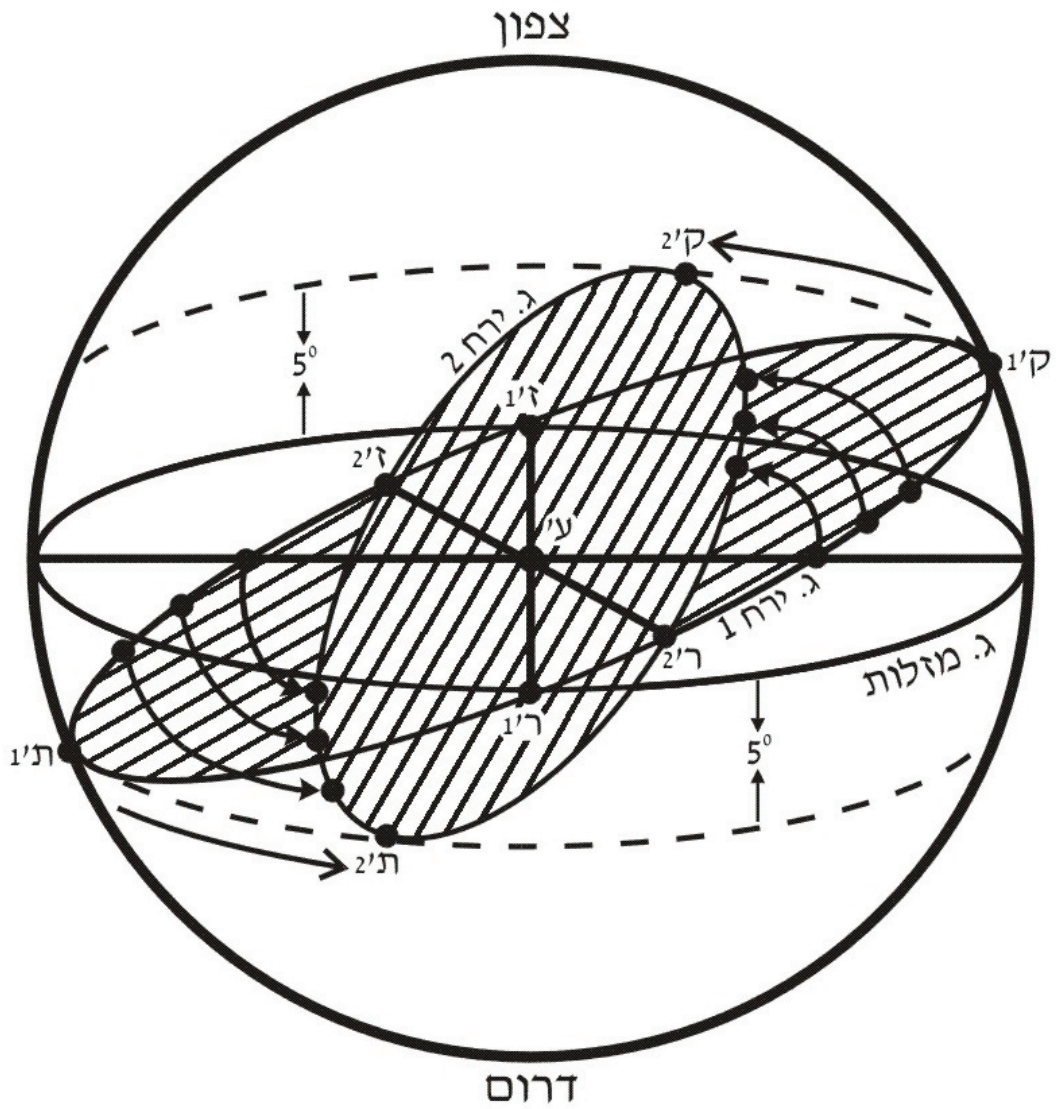


**תמונה 2 ה':** תמונה זו מראה את הירח, כאשר הוא נמצא על גלגל המזלות: כאשר הקו התלי נמצא בכוון ע"ר1, אז חל ליקוי חמה. אבל, ליקוי החמה הבא חל על רקע אחר של גלגל המזלות, בכוון ע"ר2.

פרק ט"ז  
תמונה 2 ו'



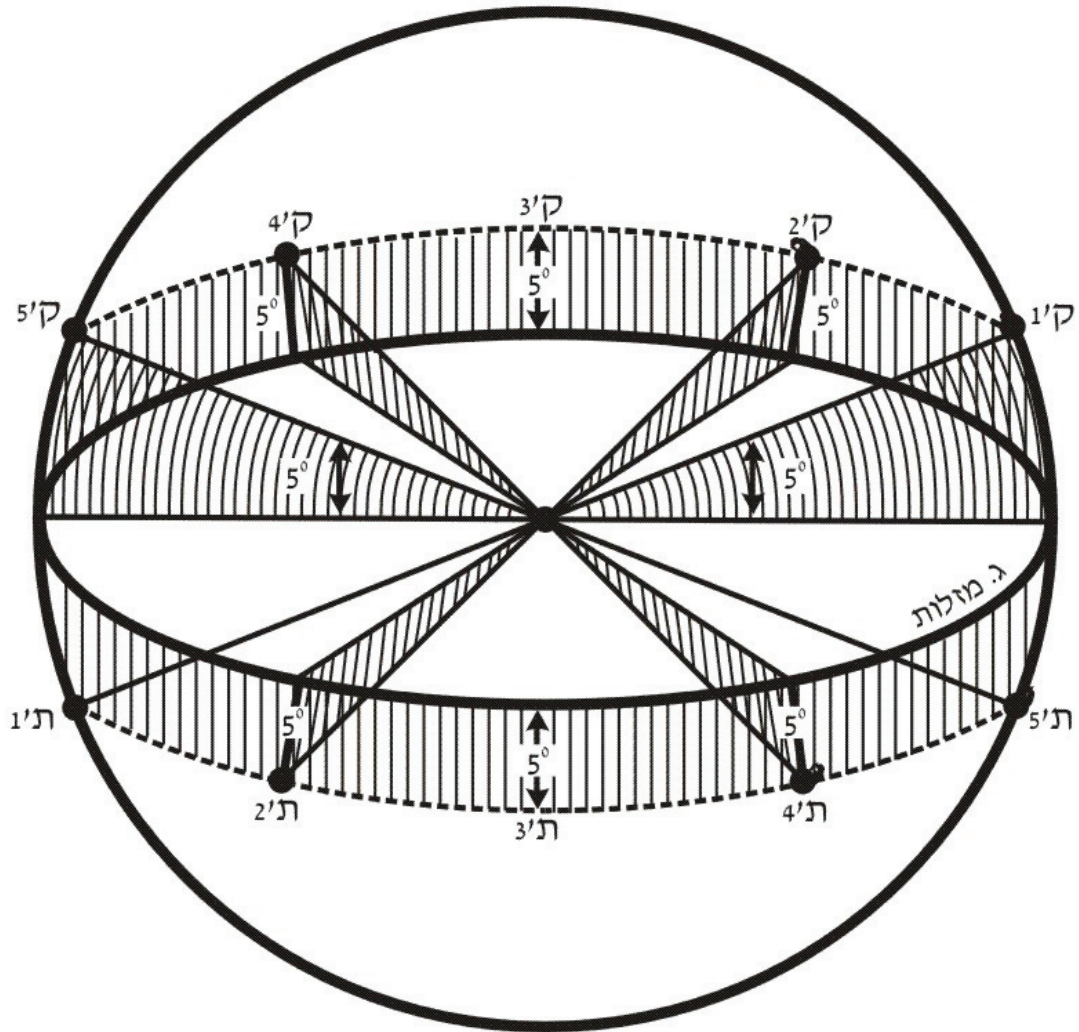
# פרק ט"ז תמונה 2 ז'



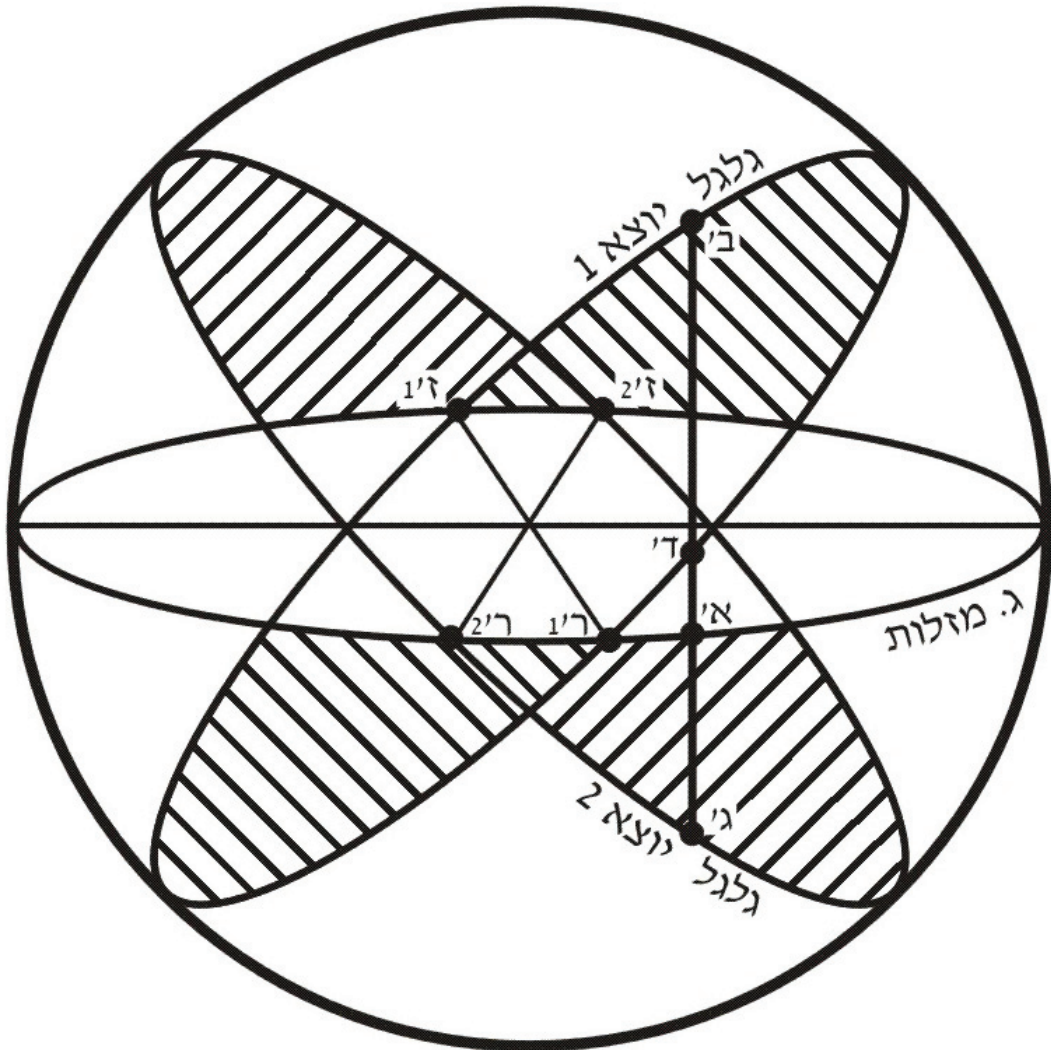


# פרק ט"ז

## תמונה 2 ח'



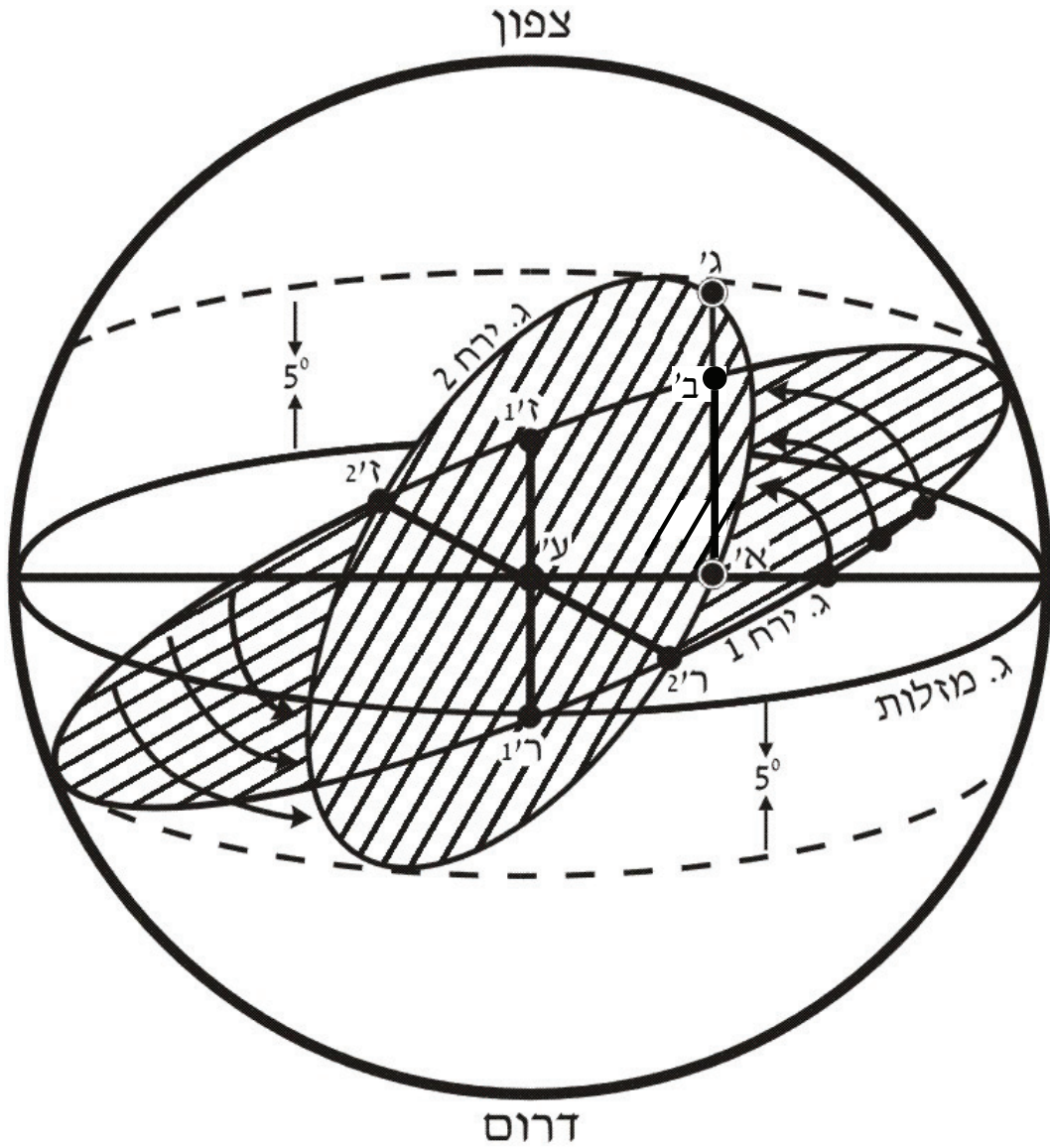
## פרק ט"ז תמונה 2 ט'



**תמונה 2 ט':** גלגל יוצא 1 שייך לקו התלי ר"ז. לאחר סיבוב קו התלי ר"ז בחצי זמן מחזור, דהיינו 9 שנים (או 180 מעלות) אז מגיע הגלגל היוצא למצב 2. נקודה א' היא תחילת מזל טלה על גלגל המזלות.

# פרק ט"ז

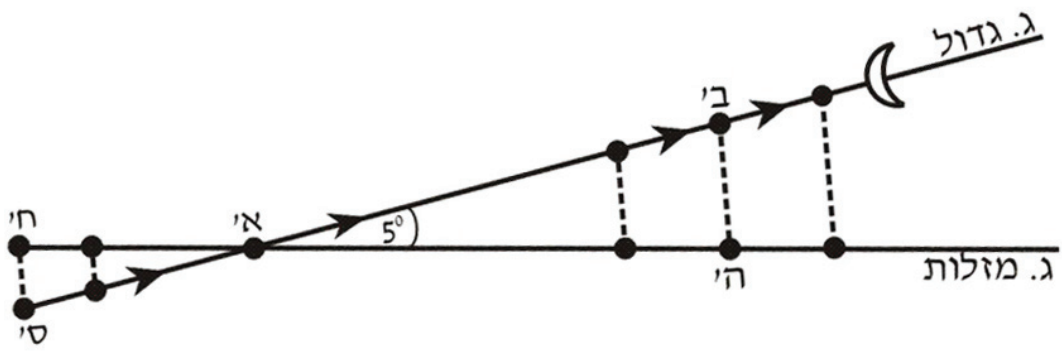
## תמונה 2 י'



# פרק ט"ז

## תמונה 3

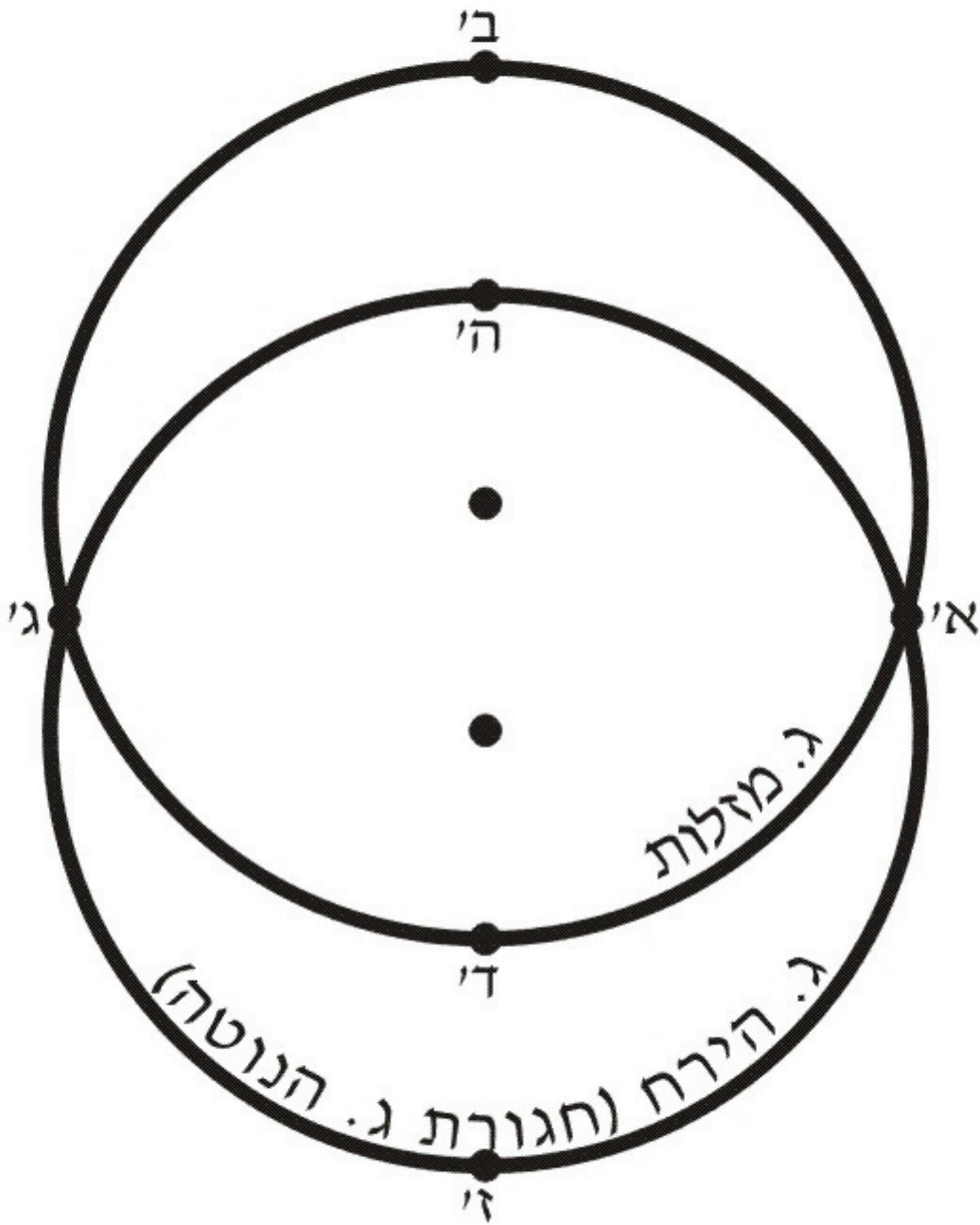
צפון



דרום

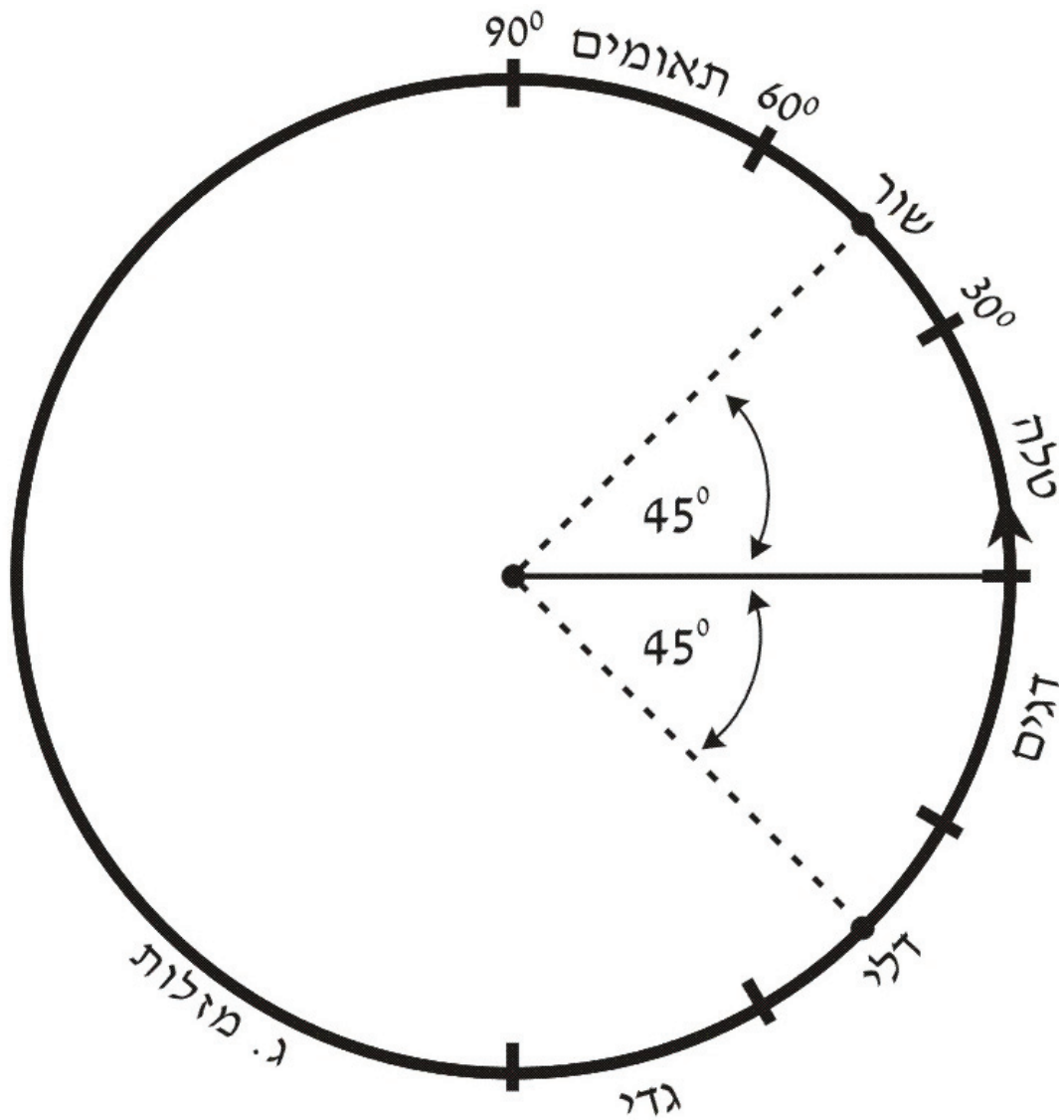
פרק ט"ז  
תמונה 4  
(ציור מ"ג במפרש)

צפון



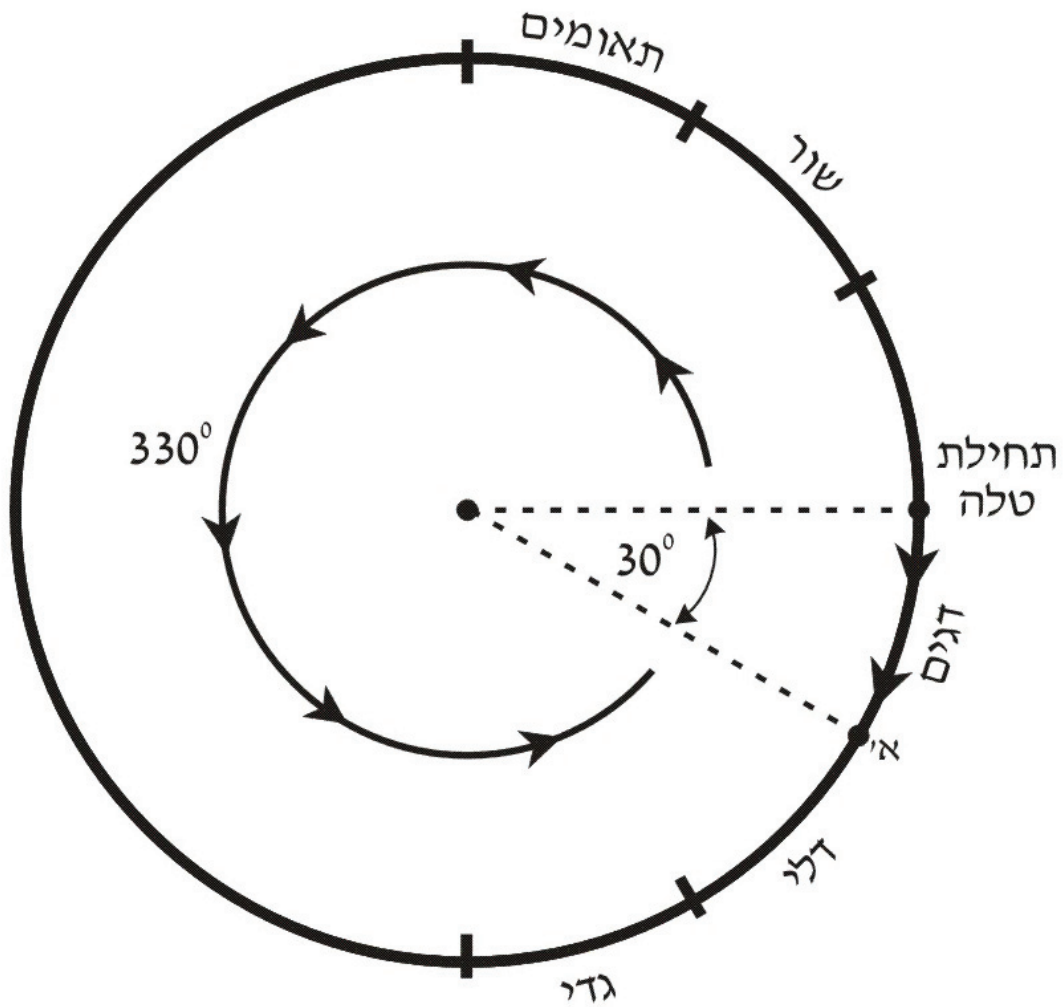
דרום

## פרק ט"ז תמונה 5 א'



**תמונה 8 א':** הזוית 45 מעלות על גלגל המזלות יכולה להתפרש בשני אופנים: א. בכוון סדר המזלות טלה-שור. ב. בכוון ההפוך טלה-דגים.

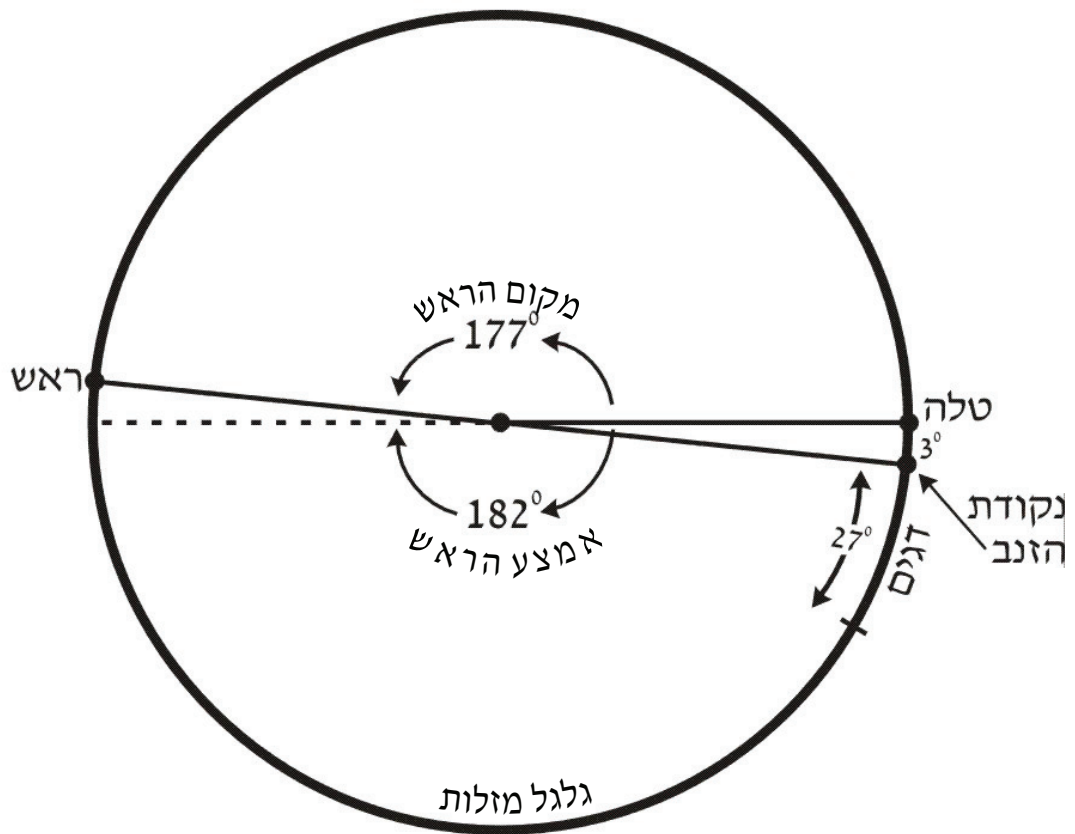
## פרק ט"ז תמונה 5 ב'



**תמונה 5 ב':** אפשר להציג את הזווית בה נמצאת אותה הנקודה א' בשני אופנים: א. בכיוון הסדר ההפוך של סדר המזלות, ואז הזווית היא 30 מעלות. ב. בכיוון הסדר של המזלות, ואז היא 330 מעלות.

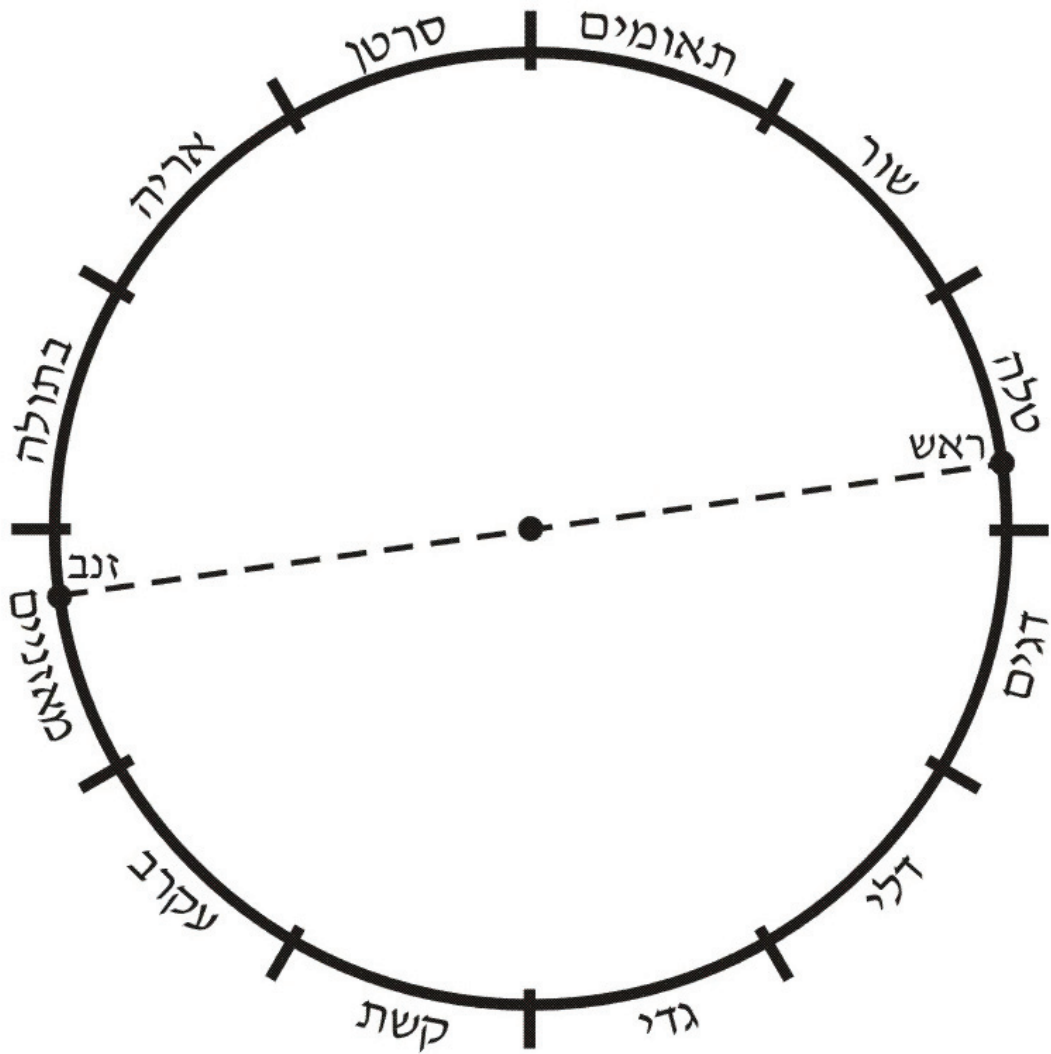
# פרק ט"ז

## תמונה 6



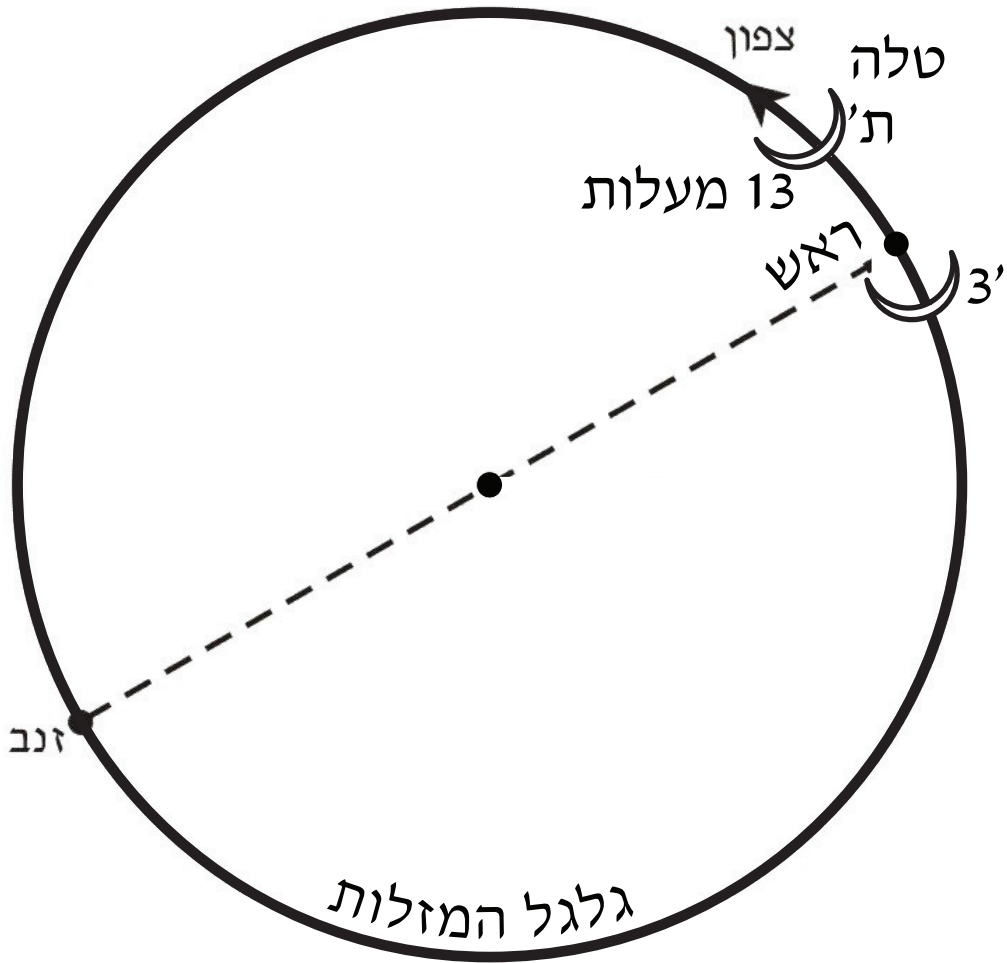


## פרק ט"ז תמונה 7

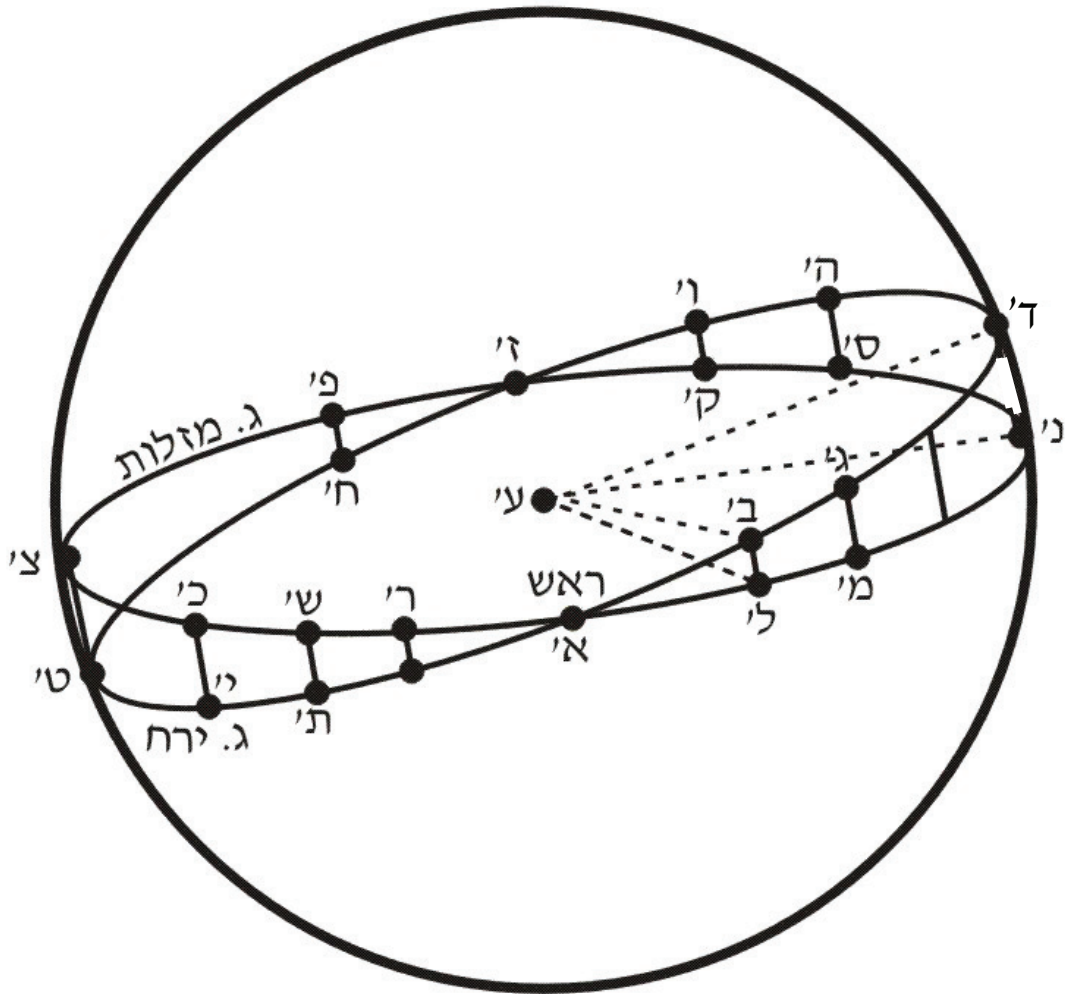


**תמונה 7:** אם נקודת הראש היא 10 מעלות במזל טלה, אז נקודת הזנב היא 10 מעלות במזל מאזניים (מזל שביעי ממזל טלה).

# פרק ט"ז תמונה 8

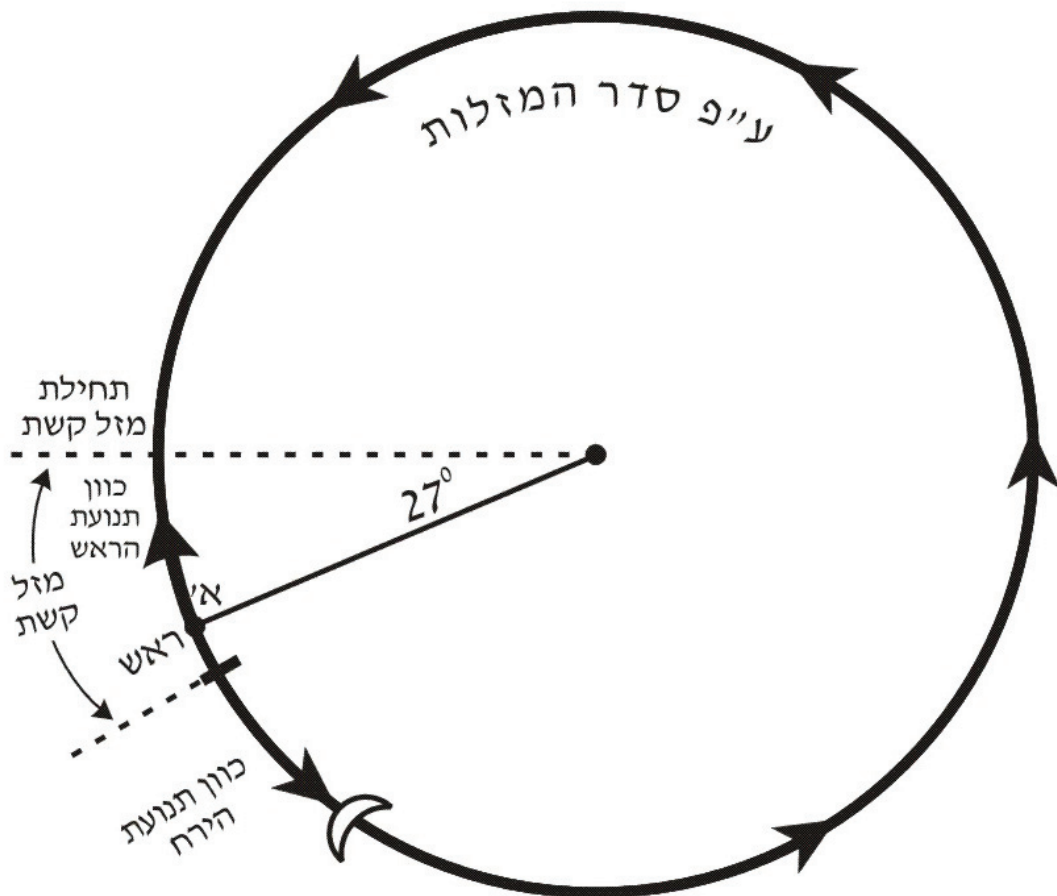


## פרק ט"ז תמונה 9



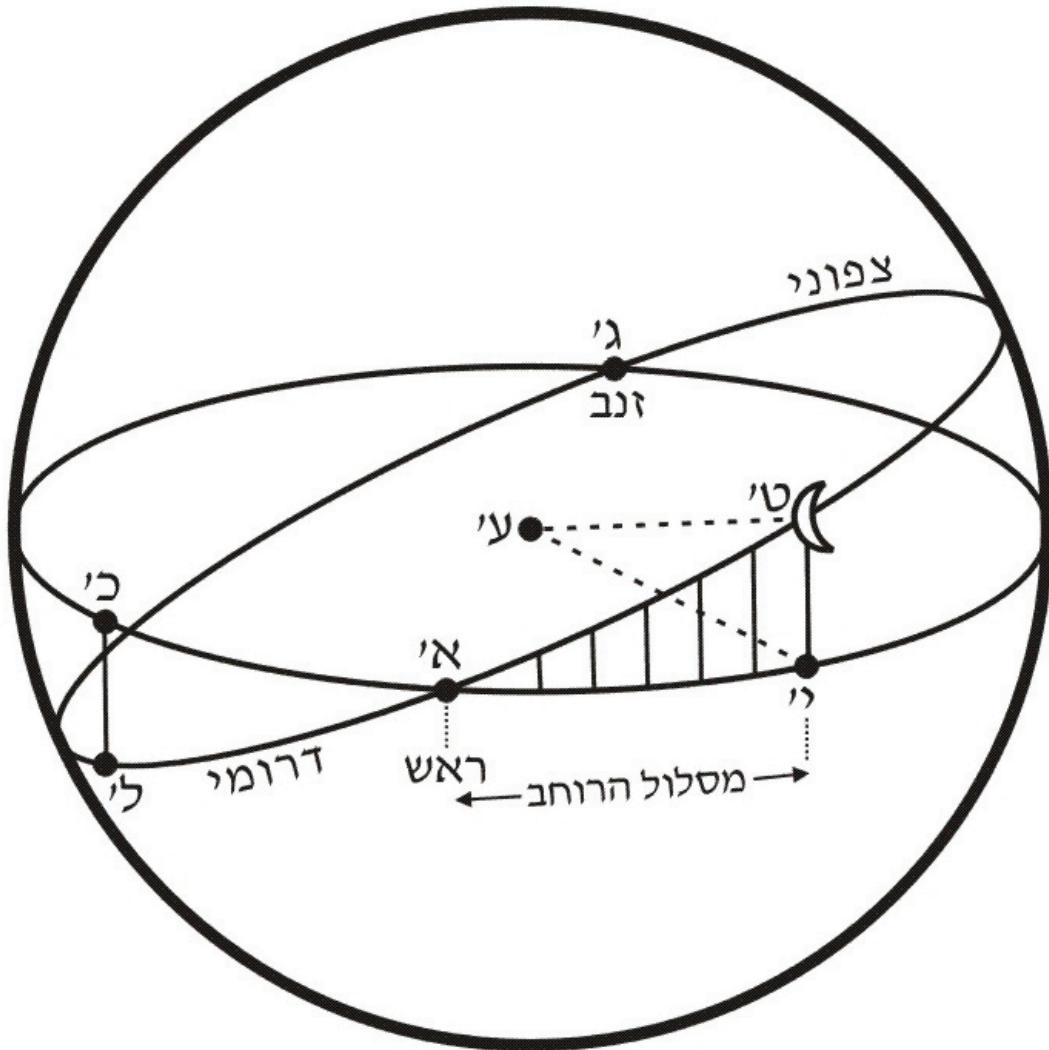
**תמונה 9:** רוחב הירח הוא גובהו מעל לגלגל המזלות (כגון ב"ל) בכל נקודה ונקודה (כגון ב'), במהלכו סביב כדור הארץ. בנקודה כ' הוא רוחבו הגדול ביותר ד"נ ומגיע ל-5 מעלות. כל הזוויות של רוחב הירח נמדדות מהמרכז ע', שם נמצא הצופה. שים לב, כי רוחב (או גובה) הוא קשת, ונמדד במעלות של זווית.

## פרק ט"ז תמונה 10



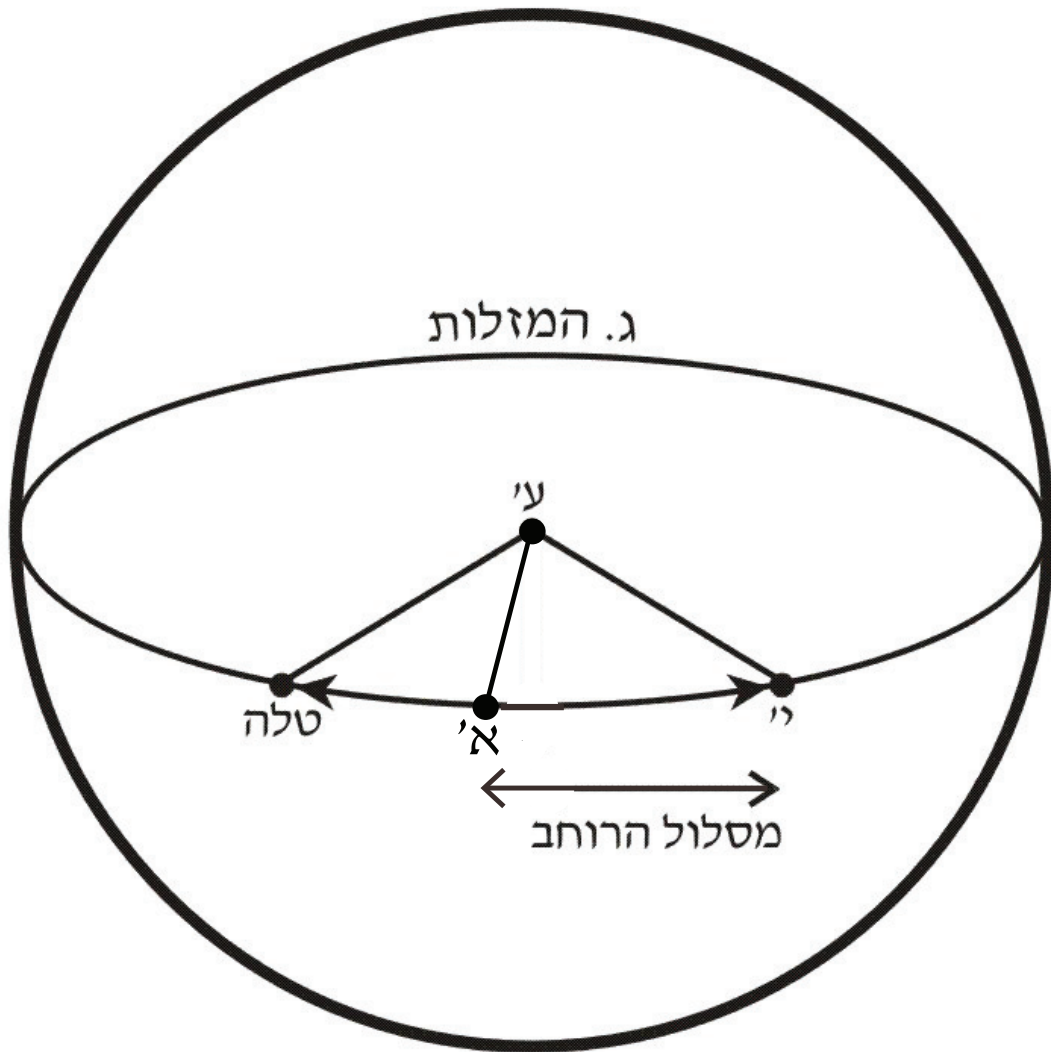
**תמונה 10:** כאשר הירח סובב על פי סדר המזלות, משמאל לימין, והראש נע בכיוון הפוך, הרי יגיע הירח אל הראש מהצד השני, לאחר שסבב כמעט את כל סיבובו, והוא יפגוש את הראש כבר בכ-25 מעלות במזל קשת.

## פרק ט"ז תמונה 11



**תמונה 11:** אמנם הירח נראה בנקודה ט', אבל, מקומו הוא על גלגל המזלות בנקודה י'.  
הן מקום הראש א', והן מקום הירח י', שתיהן זוויות הנמדדות ביחס לתחילת מזל טלה.  
לכן, החיסור של שתי אלו הוא הקטע א"י הנקרא בשם "מסלול הרוחב", והקטע ט"י בשם  
"רוחב הירח", והקטע ט"י הוא הנקרא "מנת מסלול הרוחב".

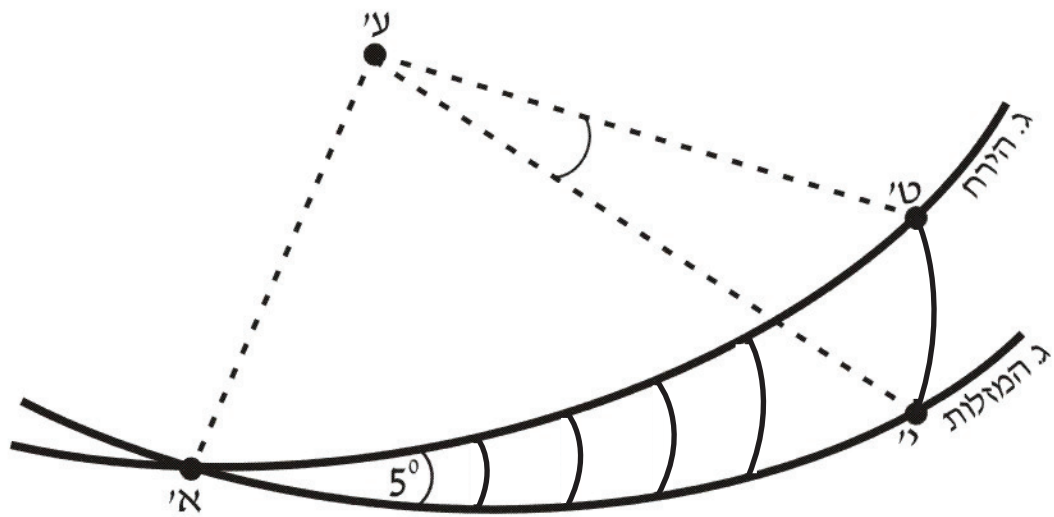
## פרק ט"ז תמונה 12



**תמונה 12:** הזוית בה נמצאת הנקודה א', וכן י', נמדדות ביחס לתחילת מזל טלה. לכן, הזוית י"א (מסלול הרוחב) היא החיסור שבין מקום א' ממקום י'.

## פרק ט"ז

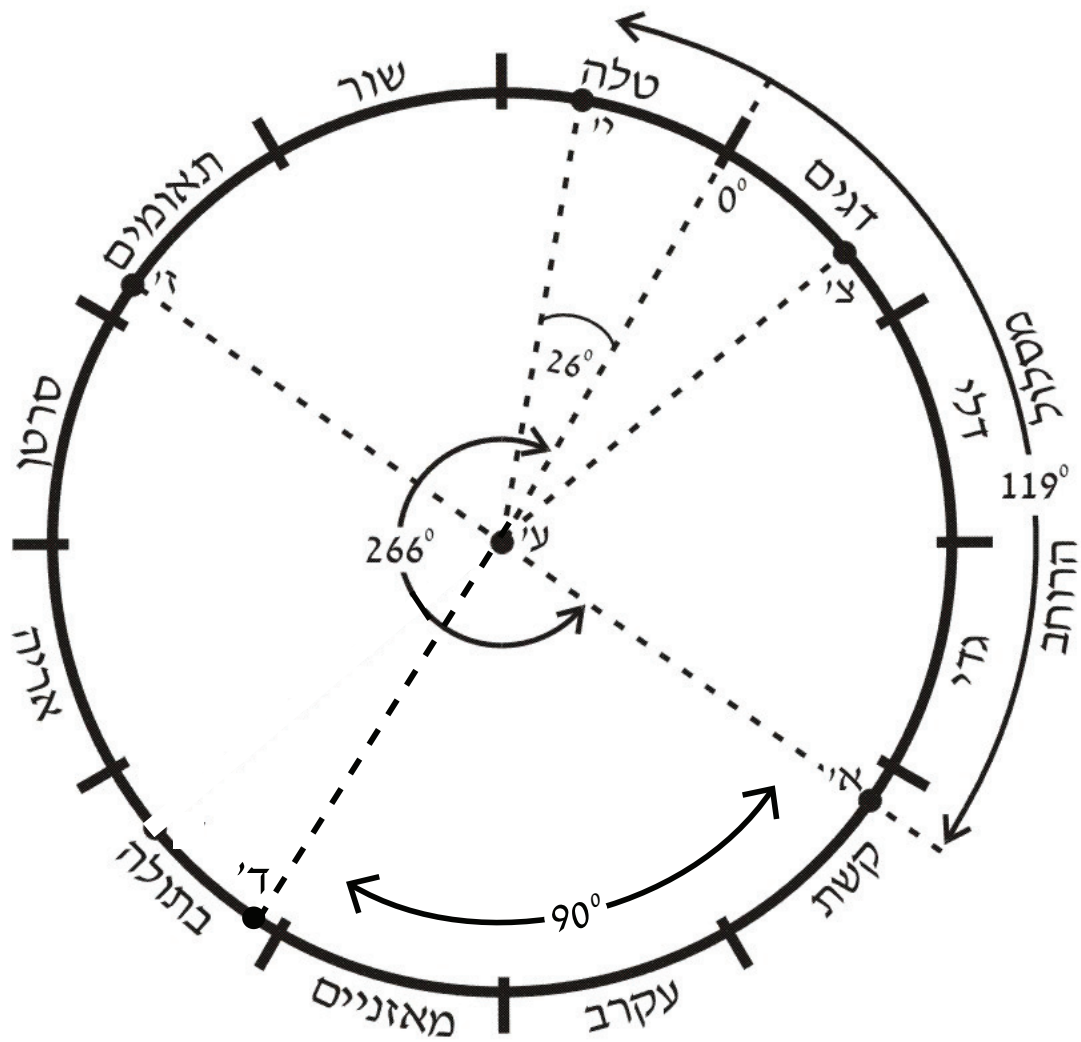
### תמונה 13



**תמונה 13:** זוהי תמונה חלקית מתמונה 11. המשלוש אט"י הוא "משלוש כדורי", וצלעותיו הן, בעצם, זווית אשר קודקודן במרכז הכדור ע'. לכן, רוחב הירח י"ט הוא זווית, המראה בכמה מעלות מתרומם הירח מעל גלגל המזלות, כאשר הוא נמצא בנקודה ט' על גלגלו.

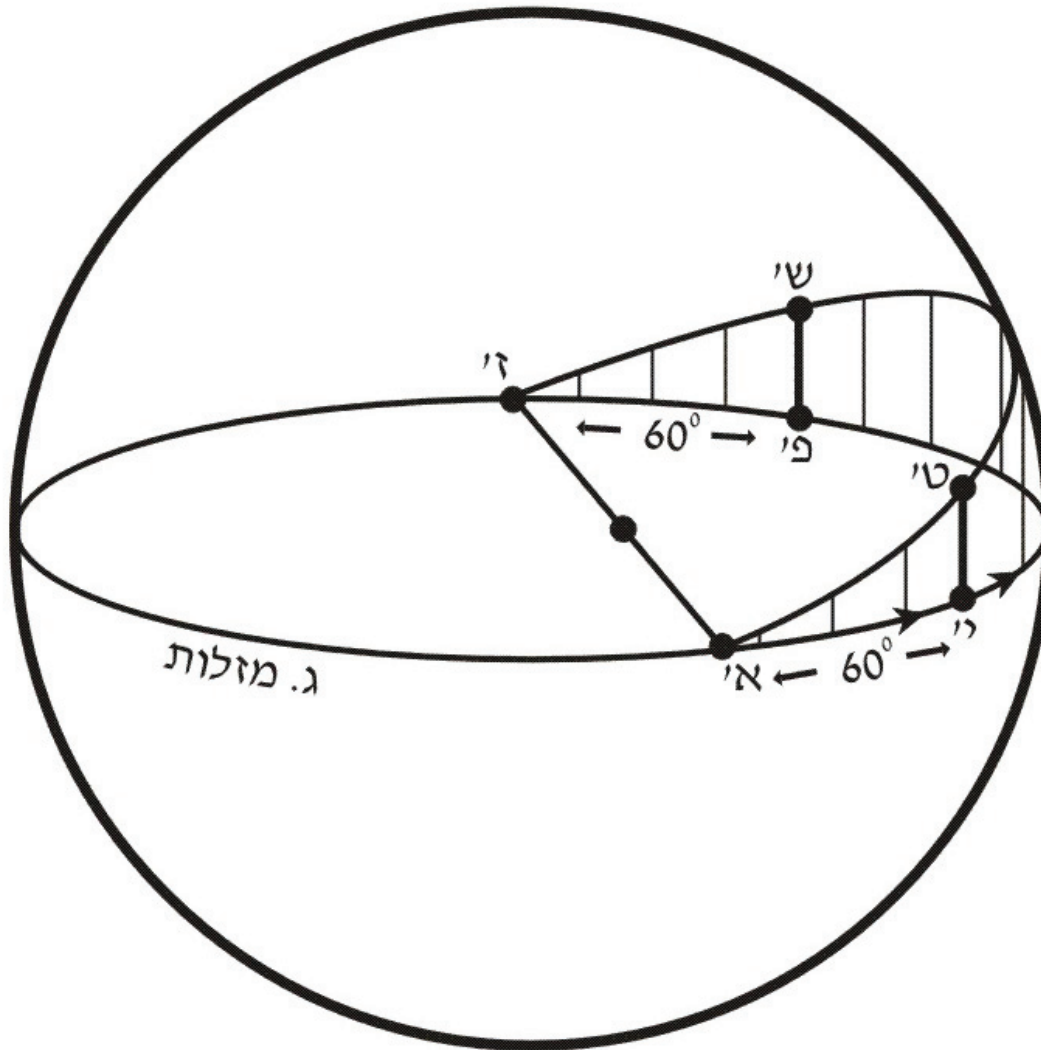
# פרק ט"ז

## תמונה 14





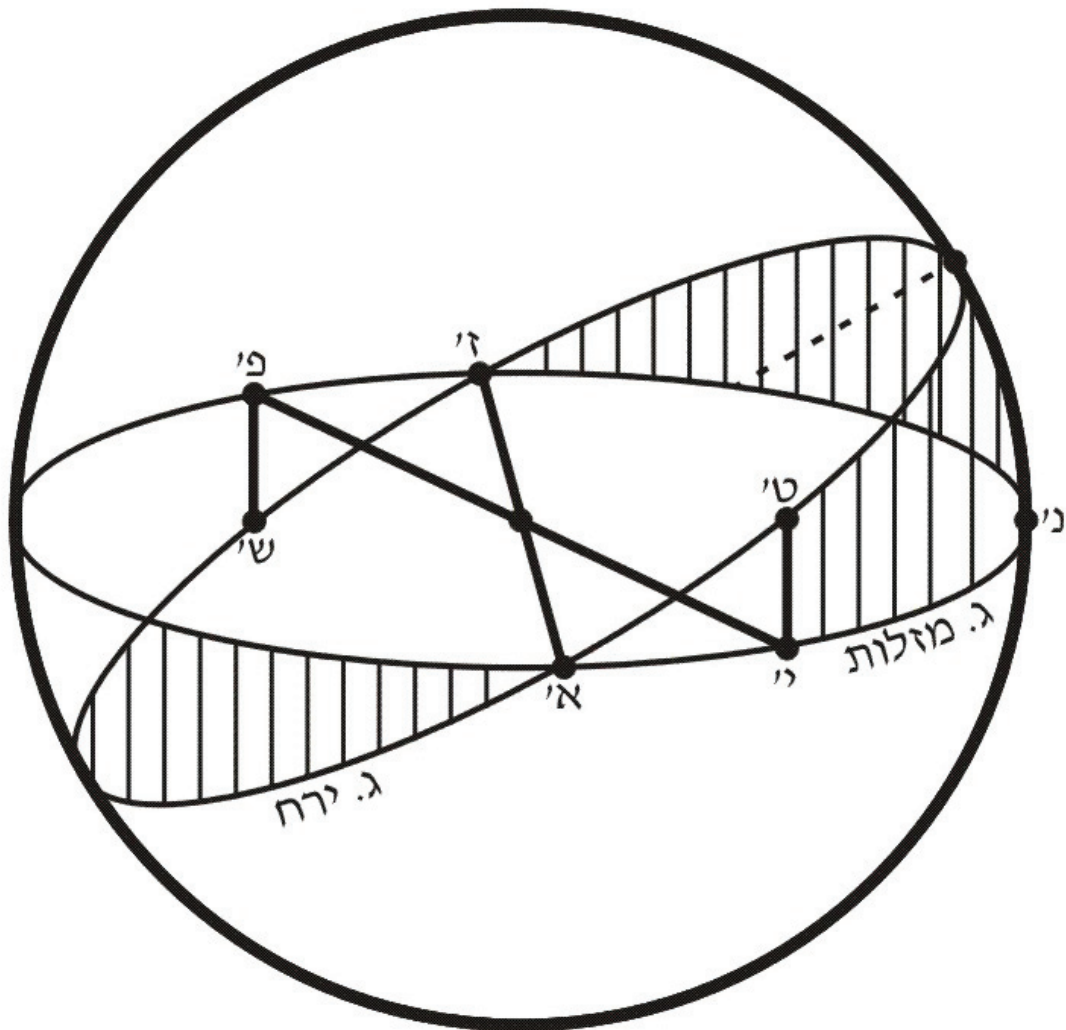
## פרק ט"ז תמונה 15



**תמונה 15:** הרוחב י"ט, במסלול רוחב א"י, של 60 מעלות, הוא שווה לרוחב ש"פ, במסלול רוחב של א"פ, של 120 מעלות.

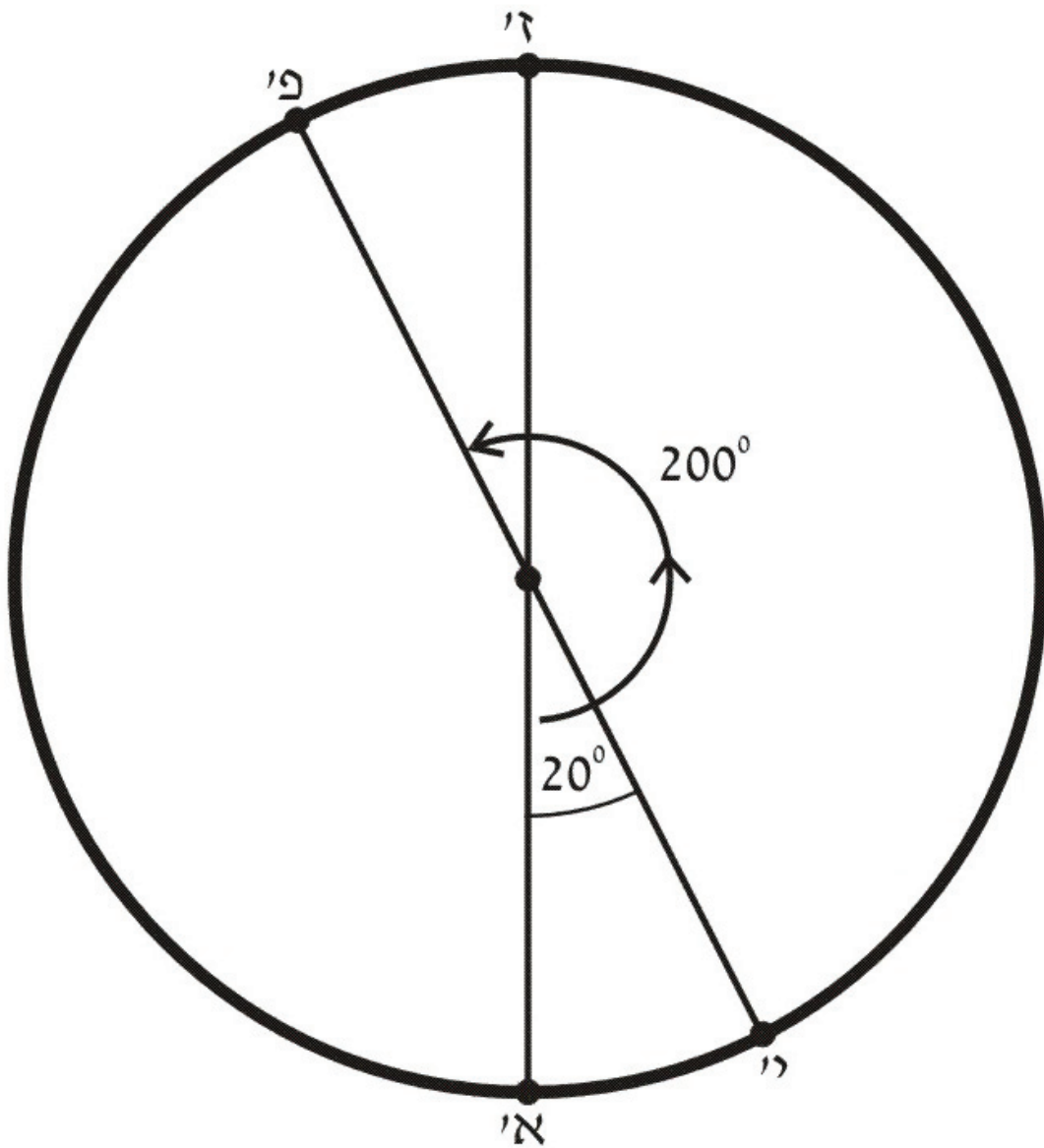
# פרק ט"ז

## תמונה 16



**תמונה 16:** הזוית אנו"פ היא 200 מעלות. כיון שהנקודה י' והנקודה פ' נמצאות במצב סימטרי ביחס לצופה, לכן, הרוחב ש"פ זהה לרוחב י"ט, דהיינו הרוחב של 200 מעלות הוא כמו רוחב 20 מעלות. אבל, פ"ש הוא רוחב דרומי, ורוחב י"ט הוא רוחב צפוני.

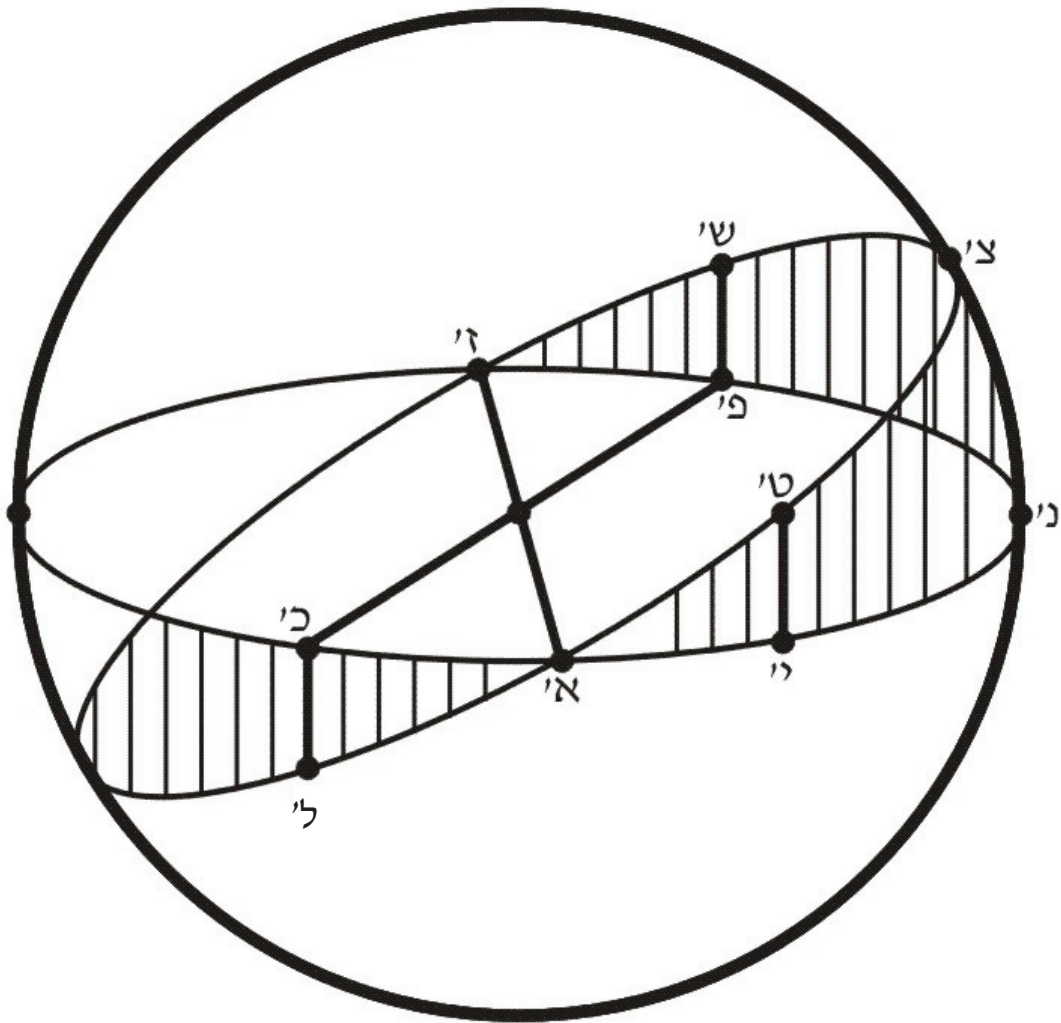
## פרק ט"ז תמונה 17



תמונה 17: מסלולי הרוחב של שתי הנקודות י"פ על גלגל המזלות בתמונה 16.

# פרק ט"ז

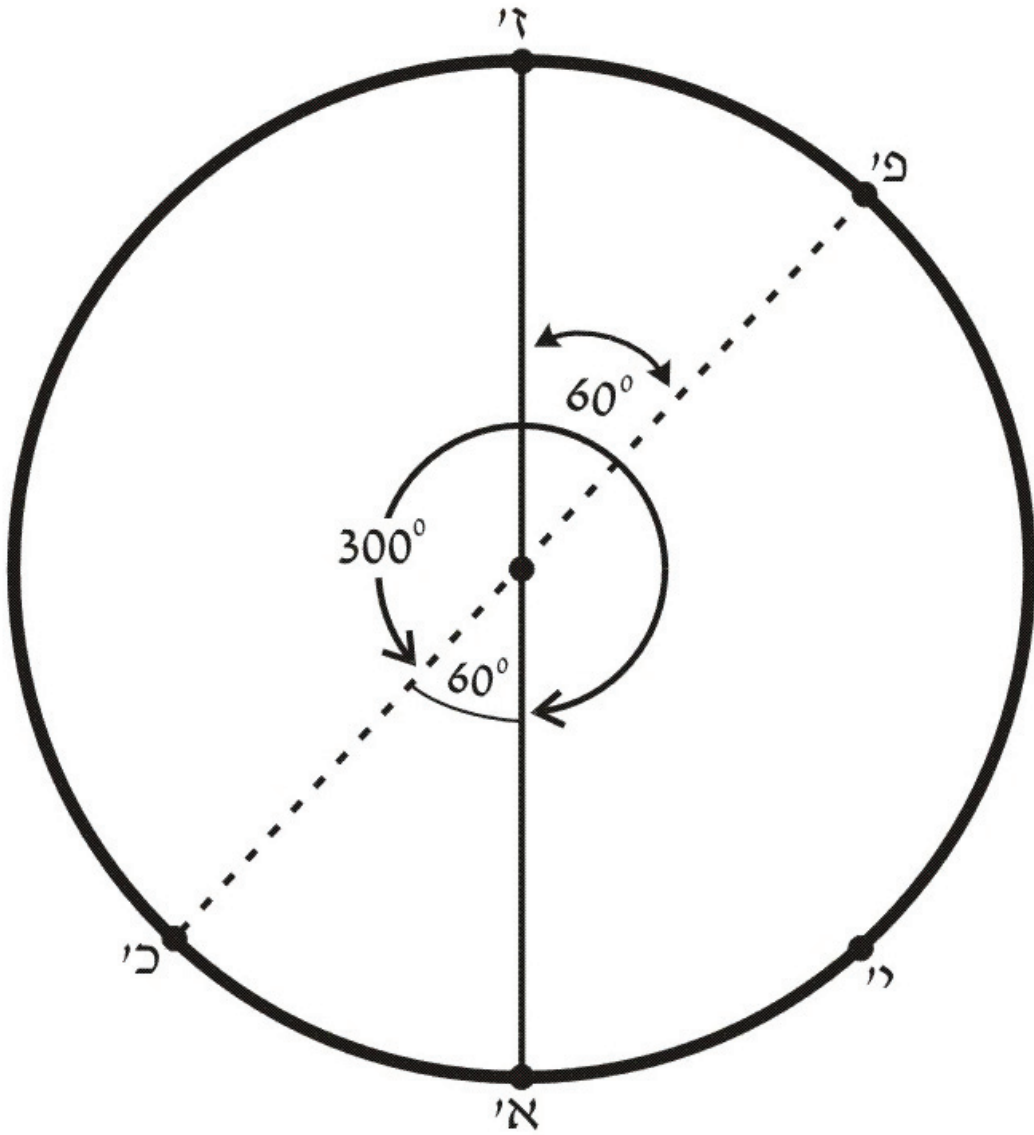
## תמונה 18



**תמונה 18:** הרוחב כ"ל בנקודה כ', בעלת מסלול רוחב 300 מעלות (ראה תמונה 19), הוא כמו הרוחב בנקודה פ', שהיא בעלת מסלול של 150 מעלות, וכן כמו הרוחב בנקודה י', שהיא בעלת מסלול של 60 מעלות.

# פרק ט"ז

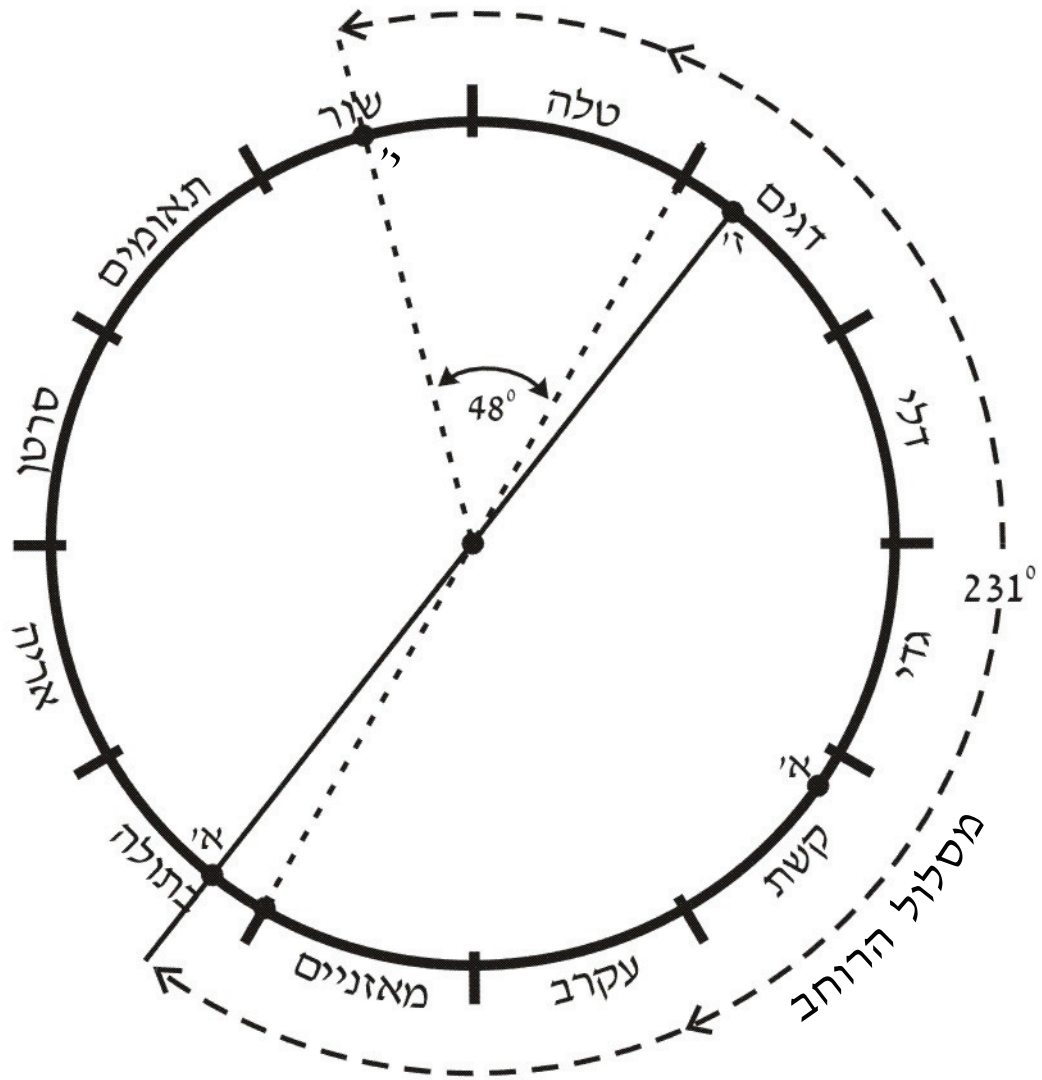
## תמונה 19



**תמונה 19:** מסלולי הרוחב של הנקודות יפ"כ על גלגל המזלות בתמונה 18.

# פרק ט"ז

## תמונה 20



# פרק ט"ז תמונה 21

