מהדורה שניה שנת ה׳תשע״ט עם הגהות ומילואים

צבא השמים

כרך י״ג

פירוש על

קידוש החודש

של הרמב״ם והמפרש בחמישה כרכים

כרך ה׳
חשבון הראייה של הלבנה החדשה, פרקים י״ז – י״ט

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

בס״ד

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 בעניני אסטרונומיה וכוכבי הלכת. ספר זה חובר ע״י איש מלא חכמה ודעת, חכם וסופר, מדען וידען מופלג בענינים 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, ראוים 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 מִירֵיי 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 מִירֵיי 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 שניה: 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.

סדרת ספרי קדוה"ח תמסר לדפוס אי"ה, גם במהלך שנת ה'תשע"ו.

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 שעשאם)**, מובטח לו שהוא בן העולם הבא** (זוהר חדש, בראשית ט"ז ג:).

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 – התשע"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 המתימטיים 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 המתימטיים 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, שה' 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 לה' 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 ה' יתברך, כפי פעלכם, וכן כל הדורות הבאים מבני ישראל, יודו לכם גם הם על זה מאד, על שנחלצתם לעזרת ה' בגיבורים.

יהי רצון שה' יתברך יאיר את עינינו בתורתו, ובפרט, בנושא זה של קידוש החודש, שהוא חלק בלתי נפרד מתורתנו הקדושה, בהיותו <u>מכשיר מצווה</u> 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. אכי"ר.

נ. וידאל
בית וגן, ירושלים
שבט תשע"ד

ניתן לרכוש את הספר ישירות מהמחבר, בדאר אלקטרוני

NVVIDAL613@GMAIL.COM

התודה והברכה

אני מודה, קודם כל, לכל תלמידי שהשתתפו בשיעורים שנתתי במשך שנים רבות, ומכל מלמדי השכלתי. וכן לבני בכורי הדיין הרה״ג חיים ו׳ 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 בעניני קידוש החודש, שצורפו בנספחים לספר, וכן לתלמידי ר׳ אברהם טאומן, ר׳ רפאל לסרי, ר׳ משה חג׳בי, 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 ורעיתו רבקה, וכן ר׳ לורן יונס ורעיתו 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, לכתיבת 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 עניני הבית בחכמה רבה ובתבונה. תהא משכורתה המלאה מאת ה׳ יתברך, לבריאות איתנה, ושתרווה נחת מכל צאצאיה.

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

נ. וידאל
בית וגן, ירושלים
אדר ב׳, ה׳תשע״ו

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

NVVIDAL613@GMAIL.COM

מבנה הספר ומקורותיו

כרך י״ג זה, מכלל סדרת הספרים ״צבא השמים״, הוא גם החלק החמישי, והיקר והאחרון מכולם, בנושא קידוש החודש של הרמב״ם והמפרש, המכיל, בפרט, את פירושנו לפרקים י״ז – י״ט. נושאי הפרקים האלה הם החשבונות של הראיה של הלבנה החדשה. כאן מתגלה גדולתו של הרמב״ם, ושליטתו המלאה והמוחלטת בכל הנושא כולו. עד כדי כך הגיעו הדברים, שהמפרשים קראו לפרקים אלה בשם ״שער השמים״, תרתי משמע.

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 האלמאג׳סט (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 במהדרות 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, מהוים 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 פירושנו, והן צויינו כולן במקומות המתאימים.

תוכן הענינים
לכרך י"ג

פרק שבעה עשר 1
פרפראות לחכמה לפרק שבעה עשר 137

פרק שמונה עשר 139
פרפראות לחכמה לפרק שמונה עשר 153

פרק תשעה עשר 158

דרשת הרה"ג הדיין חיים ו' וידאל לראש השנה ה'תשע"ו 176

שרטוטים לכרך י"ג 179
שרטוטים של פרק שבעה עשר 180
שרטוטים של פרק שמונה עשר 371
שרטוטים של פרק תשעה עשר 394

פרק שבעה עשר

פרק זה הוא הפרק המרכזי בנושא קידוש החודש. הוא מקבץ את כל הידיעות שלמדנו עד כה, וקובע בעזרתם את התנאים המחושבים, על פי תיאוריית הגלגלים, אם אפשר לראות את הלבנה החדשה בתחילת החודש. מפאת היקפו הרב של פרק זה, ומורכבותו הרבה באיכות ובכמות, קרא לו אחד המפרשים (הישועה לישראל) בשם "שער השמים", אולי גם תרתי משמע. לכן, אנו נקפיד מאד להבהיר כל נקודה ונקודה בפירוט רב, למען כלל הקוראים, וימחלו לנו הקוראים המהירים, על האיטיות הרבה בה אנו מתנהלים בנושא הנכבד הזה, ואולי זה יהיה גם להם לתועלת. גם חילקנו את כל הפרק לנושאיו, אשר קראנו לכל אחד מהם בשם "חלק", בכדי להבהיר מה הם השלבים העיקריים של הפרק.

<u>חלק א: קיצי הראייה (הלכות א – ד)</u>

הלכה א

עד עתה למדנו את **כל הדברים שהקדמנו** מפרק י"א עד ט"ז, **בכדי שיהיו עתידים ומוכנים לידיעת הראייה.**

מה היא " ידיעת הראייה"?

"ידיעת הראייה" אינה עצם ראיית הלבנה החדשה, בליל יום השלושים של החודש הקודם, כמו בתמונה 1: כאשר רואים את הלבנה הדקה ביותר, כשהיא קרובה מאד לאופק המערבי, והשמש כבר שקעה מתחת לאופק. אלא, אנו נראה בפרק שלפנינו, כי כוונת הרמב"ם ב"ידיעת הראייה", היא <u>ידיעת</u> התנאים התאורטיים החשבוניים האסטרונומיים, אשר על פיהם תהיה אפשרות תיאורטית לראות בפועל, או לא לראות, את הלבנה החדשה, בליל השלושים של החודש הקודם. זה היה בודאי דומה לחשבון שעשו בית הדין, בזמנם, <u>לפני</u> שחקרו את העדים, וזה הוא שלב "הידיעה". אבל, הידיעה התיאורטית הזו אינה מספיקה בכדי לקדש את החודש, אלא, על פי הרמב"ם, רק לאחר שחקירת העדים תאמה לתנאים האסטרונומיים התיאורטיים האלה שחושבו מראש, בית הדין יכול להכריז, אם יום הראיה מקודש, והחודש הקודם הוא בן עשרים ותשעה יום בלבד, או שבית הדין הכחיש את העדים מכל וכל, על סמך החשבון התיאורטי שבידם, או גם מסיבה אחרת. לכן, החודש הקודם יהיה מעובר, דהיינו, בן שלושים יום, ואין צורך יותר בבית דין, כי חודש מעובר מתקדש בידי שמים.

בסיכום, "ידיעת הראייה", היא <u>ידיעת התוצאות של החשבון התיאורטי, הקובע את התנאים האסטרונומיים התיאורטיים, אשר על פיהם תתכן בכלל ראיית הלבנה, או אי ראייתה לעדים למעשה, בליל השלושים.</u>

בפרק הזה, ובאלה שאחריו, נכיר את החשבון התיאורטי הזה של הראייה, אשר תוצאותיו נחוצות לחקירת העדים.

וכשתרצה לדעת זאת, דהיינו, את התוצאות של החישובים התיאורטיים האלה, **תתחיל ותחשב,** קודם כל, את החשבונות שלמדנו בפרקים הקודמים, **ותוציא,** בעזרת חשבונות אלה, את הנתונים הראשונים הבאים, עבור ליל השלושים של אותו חודש, בו אנו מעוניינים לראות את הלבנה החדשה:

א. את **מקום השמש האמיתי** על גלגל המזלות, כפי שעשינו זאת בפרקים י"ב – י"ג עבור השמש.
ב. את **מקום הירח האמיתי** על גלגל המזלות, כמו בפרקים י"ד – ט"ו.
ג. **ואת מקום הראש** של גלגל אמצע הירח, כמו בפרק ט"ז.

כל שלושת הגדלים האלה, יש לחשב כאמור, עבור רגע הראייה, שהוא כעשרים דקות אחר שקיעת השמש, עם תחילת ליל השלושים של החודש הקודם. **ל**רגע זה קורא הרמב"ם בשם **"שעת הראייה"**.

ואחרי כן, **תגרע מקום השמש האמיתי** שעל גלגל המזלות, **ממקום הירח האמיתי,** שגם הוא נמצא על גלגל המזלות**,** ושני המקומות האלה נמדדים ביחס לתחילת מזל טלה; **והנשאר,** כלומר, תוצאת ההפרש בין מקום השמש על המזלות לבין מקום הירח, **הוא הנקרא** בשם **"אורך ראשון".** כלומר, הקטע של הקשת על גלגל המזלות, המפרידה בין השמש לבין הירח, היא הזווית הנקראת בשם "האורך הראשון", כמו בתמונה 2. שים לב, כפי שהראנו בפרקים הקודמים, כל הגדלים האלה נמצאים על <u>מישור גלגל המזלות</u>, ולא מעליו.

מדוע דרוש לנו "האורך הראשון", ומדוע הוא נקרא "ראשון"? האם יש גם אורך שני, שלישי? ומדוע אנו צריכים אותם?

שים לב, כי האורך הראשון <u>הוא הזווית שבין קצות הקשת המחברת את השמש והירח על המישור של גלגל המזלות,</u> ולכן, אורך זה הוא של <u>הקשת</u> העגולה שבין שתי הנקודות י"ש (ולא קו <u>ישר</u> המחבר את השמש והירח), כאשר השמש היא בקצה האחד ש', של הקשת העגולה הזו, של האורך הראשון, והירח נמצא בקצה השני שלה י', כמו בתמונה 2.

יתר על כן, גלגל המזלות אינו מקביל לאופק, כפי שאולי היה אפשר לחשוב, בטעות, מתמונה 2, אלא, במציאות, גלגל המזלות עובר בקשת גדולה ברקיע מעל לראש הצופה, מן המזרח אל המערב, כמו בתמונה 3. לכן, ברגע הראייה, הירח נמצא בקצה העליון י' של האורך הראשון, ובדיוק מעל לאופק, והשמש נמצאת בקצה השני שלו ש', כשהיא כבר מתחת לאופק, כמו בתמונה 3.

אבל, כפי שנראה לקמן, האורך הראשון אינו קובע לבדו את אפשרות הראייה של הלבנה החדשה או לא, אלא, מה שקובע הוא, דווקא <u>העומק הישיר</u> בו נמצאת השמש מתחת לאופק (תמונה 4), הנמדד <u>בכוון ניצב</u> לאופק כלפי מטה. לעומתו, גלגל המזלות אינו ניצב לאופק, ולכן, האורך הראשון אינו מהווה אמת מידה ישירה לעומק השמש. כאשר השמש אינה נמצאת מספיק עמוק מתחת לאופק, כך שהילת האור שלה עדיין מאירה גם את איזור השמים, הנמצא מעל האופק, לכן, לא נוכל כלל להבחין בלבנה החדשה הדקה, על רקע ההילה החזקה של אור השמש, כמו בתמונה 4. ככל שהשמש נמצאת עמוק יותר מתחת לאופק, כך יש לנו סיכוי לראות את הלבנה החדשה הדקה, דהיינו, רק כאשר השמש נעלמת בעומק גדול יותר מתחת לאופק, כמו בתמונה 5, רק אז, הילת האור של השמש תהיה מספיק חלשה, ולא תבלע כליל בתוכה את אור הלבנה הדקה.

אבל, האורך הראשון לעולם אינו ניצב לאופק, כי הוא נמצא ממש על גלגל המזלות, וזה לעולם לא ניצב לאופק. לכן, האורך הראשון אינו מעיד באופן ישיר על אפשרות ראיית הירח, כי הוא אינו מראה את העומק הישיר בכוון ניצב, בו נמצאת השמש מתחת אופק, בזמן הראייה.

במילים אחרות, לעומת העומק בו נמצאת השמש מתחת לאופק בזמן הראייה, הרי האורך הראשון הוא תמיד נוטה באלכסון כלפי האופק, כמו בתמונה 3, כי הוא נמצא כולו על גלגל המזלות, ולכן, הוא אינו זהה בדיוק לעומק הישיר בו נמצאת השמש כמו בתמונה 4 (ראה תמונה 6), בכל זאת, הוא יכול לשמש כְּמַדַּד ראשוני מסוים לראיית הלבנה החדשה, כי גם הוא מעיד, אמנם רק באופן מקורב מאד, על העומק בו נמצאת השמש, כי, כאמור, האורך הראשון הוא האלכסון י"ש בתמונה 6, ובעצם, הוא אינו מבטא בדיוק את העומק עצמו א"ש, שהוא בכוון ניצב ממש לאופק, בו נמצאת השמש. (כי השמש, כפי שנבאר זאת בהמשך, אינה שוקעת לאורך גלגל המזלות, אלא, היא שוקעת במקביל לסיבובו היומי של קו המשוה). אבל, ברור כי ככל שיגדל האורך הראשון י"ש בתמונה 6, אפילו לאורך הקשת האלכסונית שלו, כך הוא מעיד גם על העומק א"ש אשר בו נמצאת השמש מתחת לאופק, אם כי רק בקירוב, כי במקרה הכללי יותר, הדבר תלוי גם בזווית השיפוע של האלכסון של האורך הראשון ביחס לאופק, כפי שנראה בפירוט בהקדמה י"א לקמן.

הנה לדוגמה, כדברי הרמב"ם בהלכה ג' לקמן, "אם יצא לך (האורך הראשון) תשע מעלות בשווה או פחות, תדע בודאי שאי אפשר לעולם שייראה הירח באותו הלילה בכל ארץ ישראל". כלומר, אם האורך הראשון הוא פחות מתשע מעלות, למשל, 8.5 מעלות בלבד (תמונה 7), זה מעיד על כך שהשמש עדיין לא שקעה מספיק עמוק מתחת לאופק, וקרניה המגיעות מעל האופק, עדיין מאירות אותו, כך שאור הלבנה הדקה נבלע ברקע המואר הזה שמאחוריה.

בהמשך הפרק נראה כי, בכל זאת, נוכל להשתמש באורך הראשון, בכדי לדעת אם יראה או לא יראה הירח, אם נוסיף עליו מספר "דיוקים" נוספים, ואז הוא יוכל להוות מדד נאמן טוב יותר, שיעיד על אפשרות הראייה או לא. אכן, "הדיוק" הראשון שנכיר בהמשך, ישפר במידת מה את המדד הזה, ואז האורך הראשון המתוקן יקרא בשם "האורך השני", כי הוא יהיה מדויק יותר. התיקון שנוסיף לאורך השני, יתן לנו את "האורך השלישי", והתיקון הרביעי והאחרון – את "האורך הרביעי", שהוא המדד הסופי והמדויק, אשר על פיו נוכל לקבוע סופית, אם תהיה אפשרות לראיית הלבנה החדשה או לא, בליל שלושים, על פי שיטתו של הרמב"ם.

נציין, כי לא רק האורך הראשון קובע את הראייה, אלא, כפי שנראה לקמן, יש חשיבות עליונה, גם לקצב בו שוקע המזל, המשמש רקע לשמש והירח בליל הראייה. כי שקיעה מהירה, מקטינה את משך זמן התצפית האפשרי, וכך גם קטן הסיכוי לראות את הירח החדש.

בפרק י"ז שלפנינו, מבאר הרמב"ם את "הדיוקים" הנוספים האלה, צעד אחר צעד.

נעיר כי דברי המפרש להלכה זו, אינם נוגעים להלכה א' בלבד, אלא, לכל ההלכות עד ד' לקמן. לכן, נביא אותם בשלמותם אחרי הלכה ד'.

הלכה ב

ומאחר שתדע מקום הראש ומקום הירח, תדע רוחב הירח כמה הוא, ואם הוא רוחב צפוני או דרומי; והוא הנקרא רוחב ראשון. והיזהר באורך הזה הראשון וברוחב הראשון, ויהיו שניהם מוכנים לפניך. ראה דוגמאות חשבוניות מפורטות, בענין מקום השמש והירח האמיתיים בסוף פרק ט"ו, ורוחב הירח בסוף פרק ט"ז לעיל.

בכדי להבין את ההלכות הבאות, נבהיר מספר דברים:

כבר ראינו לעיל בהסברנו להלכה א', כי "האורך הראשון" יכול להוות מדד מקורב, שיעיד על כך, אם ניתן יהיה לראות את הירח בליל שלושים לחודש, אם לא. שהרי סוף סוף, האורך הראשון מעיד, באיזה מידה הספיק הירח החדש והדק להתרחק מהשמש, על גלגל המזלות, כך שאור השמש לא יבלע את אור הלבנה החדשה בתוכו. בהלכה זו, ובזו הבאה אחריה, מסכם הרמב"ם, מה הם בדיוק הערכים המספריים של האורך הראשון, על מנת שאפשר יהיה על פיו, לאשר או להכחיש את העדים. אבל, בכדי להסביר את דבריו, עלינו להביא מספר הקדמות בנוגע לשקיעת השמש, הירח, הכוכבים והמזלות.

<u>הקדמה א': הצופה וכיפת השמים שמעליו</u>

תמונה 8 מראה צופה הנמצא בנקודה א'. הוא צופה בשמי הלילה שמעליו, ורואה את הכוכבים על כיפת הרקיע מעל לראשו. בבסיסה של כיפת הרקיע, סביב סביב לנקודה א', רואה הצופה סביבו אופק עגול, העובר דרך ארבע הנקודות בגד"ה. מאידך, מתחת לאופק שלו, הוא אינו רואה כוכבים כלל. האופק העגול שסביבו מגדיר משטח מישורי המכיל את ארבע הנקודות בגד"ה, וכן גם הנקודה א' עצמה, אשר הצופה עומד עליה, כולן נמצאות על פני המישטח המישורי הזה. במשך הלילה רואה הצופה את כל הכוכבים נעים סביבו, כאשר הם "צומחים" באופק המזרחי, עולים למעלה בכיפת הרקיע, ואחרי כן, שוקעים מתחת לאופק המערבי, כמו בתמונה 9.

אבל, הצופה בנקודה א' נמצא באיזה שהוא מקום על פני כדור הארץ. תמונה 10 מראה את התמונה 8, אבל, לא מנקודת מבטו של צופה על כדור הארץ, אלא במבט של צופה הנמצא <u>מחוץ</u> לכדור הארץ. כך הוא רואה "מרחוק" את כדור הארץ כולו, ועל פניו, באיזה שהוא מקום, בנקודה א', נמצא הצופה שלנו שבתמונה 8. מבט כזה מחוץ לכדור הארץ, יעזור לנו בהבנת הענין.

כאשר הצופה מסתכל מעל לראשו, כמו בתמונה 10, הוא רואה שוב, כמו בתמונה 8, את הכוכבים ברקיע. אבל, עכשיו, אנו רואים גם, שבעצם, האופק שלו אינו נמצא בכוון אופקי כמו בתמונה 8, אלא, מנקודת מבט הנמצאת מחוץ לכדור הארץ, האופק שלו נוטה בזווית אלכסונית. (גודלה של זווית אלכסונית זו, תלויה במקום המצאו של הצופה על פני הכדור, היינו, ב"רוחב הגיאוגרפי" שלו). גם כאן, הצופה יראה את כל הכוכבים הנמצאים מעל לאופק שלו בלבד. אבל, את הכוכבים הנמצאים מתחת לאופק שלו, כגון שני הכוכבים ו"ח, הוא לא יראה כלל, כי הוא רואה רק את הכוכבים הנמצאים מעל האופק שלו, דהיינו, על כיפת הרקיע בר"ד בלבד. כיפה זו, היא חלק מתוך כל כדור השמים כולו, הסובב את כדור הארץ בכל הכיוונים, העובר בין הנקודות רדחכוב"ר, העוטף אותו מכל הצדדים במרחב, כמו בתמונה 10.

מה שתיארנו לעיל הוא בודאי נכון, אלא, שבמציאות, כדור הארץ הוא כדור הרבה יותר קטן, ביחס לכדור השמים שסביבו, דהיינו, הקוטר שלו הוא מזערי ביותר. בתמונה 11 אנו מראים שני כדורי ארץ: כדור ארץ גדול, אשר עליו עומד הצופה בנקודה א'. בתוכו נמצא ציור קטן יותר של כדור הארץ, שהוא מציאותי יותר, ביחס לכדור השמים, ועליו עומד הצופה בנקודה ב'. לכן, למעשה, האופק של הצופה ב', אינו רק המעגל בגד"ה שעל כדור הארץ הגדול, אלא, בגלל גודלו האמיתי הקטן של כדור הארץ, האופק שלו "צונח" לעבר קו האופק שמתחתיו, העובר דרך ארבע הנקודות וזח"ט. לכן, באופן מעשי, הצופה שבנקודה ב', יראה, לא רק את הכוכבים שמעל האופק בגד"ה, אלא, הוא יראה בפועל ממש את כל הכוכבים הנמצאים מעל האופק שלו וזח"ט. לפיכך, הוא רואה, למעשה, את <u>המחצית</u> של כדור השמים כולו

מסביב ורח"כ, כי כאמור, גודל כדור הארץ הוא כנקודה זעירה ביותר, ביחס לכדור השמים כולו.

לכן, עבור כל צופה שהוא על כדור הארץ, הוא תמיד יראה, <u>בפועל</u>, מחצית מכל כדור השמים כולו.

<u>הקדמה ב': מקום המשווה השמימי ברקיע</u>

תמונה 12 מראה שוב את כדור הארץ, וסביבו כדור השמים, כפי שהם נראים ממבט של צופה אחר, הנמצא מחוצה להם, כביכול. כדור הארץ מסתובב סביב צירו פעם אחת ביום (או, לחילופין, הגלגל התשיעי הוא שמסתובב, וכך הוא מסובב, יחד אתו, גם את כל הכוכבים שבתוכו, והארץ נחה במרכזו). עתה, קו המשווה הארצי, תוך כדי סיבובו פעם אחת ביום, "חוקק" על כדור השמים שמעליו, כביכול, קו מעגלי הרבה יותר גדול, מקביל לו, הידוע בשם קו "המשווה השמימי". אומרים גם כי המשווה השמימי הוא "השלכה מהצד" של המשווה הארצי על כדור השמים.

כאמור, אם נסתכל על כדור הארץ מבחוץ, אנו נראה שהוא סובב סביב צירו (או לחילופין, שהגלגל התשיעי הוא שמסתובב). לעומת הצופה הנמצא מחוץ לכדור הארץ, הרי עבור אדם הנמצא על פני כדור הארץ עצמו, הוא אינו מרגיש שכדור הארץ בכלל סובב את סיבובו היומי סביב צירו א"ד (ראה תמונה 13), כי בפועל, הוא מרגיש כי הארץ שמתחת לרגליו היא "לעולם עומדת". לכן, הוא רואה שהכוכבים הם הם שחולפים מעל לראשו, במעגלים גדולים במשך הסיבוב היומי, וכך הם נראים לו במשך כל הלילה, כמו למשל, שני הכוכבים ב"ג, הנעים בכוון ממזרח למערב. בעצם, כל הכוכבים חגים מעל לראשו במעגלים במשך כל הלילה, וכל המעגלים האלה מקבילים זה לזה, וגם מקבילים לקו המשווה השמימי, כי כולם סובבים סביב הציר האד"ו.

תמונה 14 מראה לצופה מבחוץ, מה רואה צופה הנמצא על כדור הארץ, העומד ממש בקוטב הצפוני הארצי בנקודה א'. כאשר הצופה בנקודה א' מסתכל על כיפת השמים שמעליו, גם הוא יראה, כאמור, כי כל הכוכבים סובבים סביבו את סיבובם היומי, במעגלים מקבילים זה לזה, וסיבובם גם מקביל לקו המשווה השמימי.

תמונה 15 מדגימה את המקרה המציאותי יותר, אשר בו, למעשה, עומד הצופה על כדור ארץ הרבה יותר קטן ביחס לכדור השמים, והוא כאמור, עומד על נקודה א' בקוטב הצפוני. בתמונה זו שרטטנו, כדור ארץ א' דמיוני וגדול, ובתוכו כדור ארץ ב' קטן, בגודל מציאותי יותר ביחס לגודל כדור השמים. רואים כי כאשר כדור הארץ הוא קטן יותר, האופק א' של הצופה "שוקע למטה" לעבר אופק ב', כאמור לעיל, והוא כמעט זהה לקו למשווה השמימי עצמו. לכן, למעשה, הצופה על כדור הארץ הקטן ב', יראה את כל הכוכבים <u>במחצית כולה של כדור השמים</u>, ולא רק את חלקה של מחצית, כפי שהיה רואה אותה הצופה, אם היה בנקודה א' על פני כדור הארץ הגדול, שבתמונה 15.

עתה, נסתכל בצופה הנמצא, לא בקוטב הצפוני של כדור הארץ, כמו בתמונה 15, אלא בנקודה א', שהיא נקודת ביניים, הנמצאת בין הקוטב הצפוני, לבין קו המשווה הארצי, כמו למשל, בתמונה 16, הנמצאת על קו הרוחב של ירושלים, שהוא כ 32 מעלות, צפונה מקו המשווה. כתוצאה מהסיבוב היומי של כדור הארץ סביב צירו, גם הנקודה א' סובבת, גם היא, במעגל הקטן שלה סביב ציר זה, הנקרא בשם "קו הרוחב" של ירושלים, והוא גם מקביל לסיבוב של קו המשווה הארצי, כפי שרואים בתמונה 16.

בתמונה 16א', הוספנו גם את קו האופק סביב הצופה א', הנמצא בירושלים, כאמור. רואים כי קו האופק שלו מונח באלכסון, ביחס לקו המשווה השמימי. כזכור, כוכבים הנמצאים מתחת לאופק, כגון ארבעת הכוכבים בגד"ה בתמונה 10, אינם נראים כלל לצופה במשך הלילה.

יתר על כן, הצופה א' סובב בכל יום, במעגל סביב קו הרוחב שלו, כמו בתמונה 16, כאמור. אבל, הוא אינו מרגיש את התנועה הסיבובית היומית הזו של כדור הארץ שמתחתיו, אלא, הוא רק רואה שכל הכוכבים הם הם שסובבים סביבו סיבוב יומי, ממזרח למערב, כפי שראינו כבר בתמונה 13 לעיל. לא רק זאת, אלא, הוא יראה (תמונה 16ב') רק את אותם הכוכבים הנמצאים מעל האופק שלו. למשל, הוא יראה את הכוכב ב', הנמצא מעל האופק שלו, והסובב סביבו סיבוב יומי במעגל בזרחכט"ב. יתירה מזו, הוא יראה את הכוכב ב', רק כאשר הוא נמצא מעל האופק שלו, דהיינו, על הקשת טבזר"ח. כלומר, לאחר שכוכב ב' יזרח בנקודה ט', באופק המזרחי שלו, הוא יעלה בשמים למעלה בקשת טבזר"ח הנמצאת כולה, מעל לראשו של הצופה הנמצא בנקודה א', ולבסוף, ישקע בנקודה ח' באופק המערבי שלו, ושם הוא יעלם מעיניו (כמובן שהכוכב יראה בכלל לצופה, רק אם השמש עצמה היא מתחת לאופק, דהיינו, רק בלילה). לכן, כאשר הכוכב ב' ינוע בקשת חכ"ט, הנמצאת מתחת לאופק שלו, הוא לא יראה אותו כלל, עד שיגיע לנקודה ט', שם הוא יזרח שוב לצופה.

שים לב, כי בתמונה 16ב', כאשר הכוכב ב' עולה במזרח בנקודה ט', הוא עולה בשמים בקשת טב"ת, ואחרי כן, הוא יורד מערבה בקשת תר"ח, עד לשקיעתו בנקודה ח'. כלומר, כל אורך הקשת טב"ז נמצאת בצד המזרחי שלו, וכל הקשת זר"ח נמצאת בצד המערבי שלו. רואים גם כי כל הקשת כולה שמעל האופק שלו, דהיינו, טבזר"ח, אינה ניצבת ממש לאופק מעל לראשו, אלא, עבורו, היא פונה במקצת לכוון הקוטב הדרומי, ראה תמונה 16ג'.

בתמונה 16ד', שרטטנו את המסלול היומי של כוכב אחר, המסומן באות ג', שבחרנו אותו כך שיהיה בדיוק על קו המשווה השמימי. לכן, המסלול של כוכב זה מייצג, למעשה, את מסלול הסיבוב היומי של קו המשווה השמימי עצמו מיגשז"מ סביב כדור הארץ, כפי שרואה אותו הצופה בנקודה א'. כמו הכוכב ב', גם הכוכב ג' זורח מעל האופק של הצופה, אבל, בנקודה י' במזרח, והוא שוקע במערב בנקודה ז'. גם בתמונה זו, הכוכב ג' זורח מהנקודה י', עולה בשמים לאורך כל הצד המזרחי שלו י"ש, עד שהוא מגיע לשיאו בנקודה ש'. אחר כך, הוא יורד לאורך הצד המערבי, עד שהוא שוקע בנקודה ז'. גם כאן רואים, כי כל המסלול יגש"ז, פונה במקצת גם הוא לעבר הקוטב הדרומי. יתר על כן, הקטע הישר י"ז עצמו נמצא דרומה ממקום הצופה בנקודה א'. לכן, כל המסלול היומי של הכוכב ג', דהיינו, שהוא גם המסלול של קו המשווה השמימי עצמו, נמצא כולו דרומה ממקום הצופה א' (כל זה נאמר עבור צופה בירושלים).

בתמונה 17, אנו מוסיפים כוכב שלישי, המסומן באות ד', הסובב גם הוא את סיבובו היומי סביב הצופה א', וגם הוא זורח במזרח ושוקע במערב של הצופה בכל יום. כאמור, הכוכב ב' נע במעגל בזרחכט"ב, וכן גם הכוכבים ג"ד נעים מתחתיו במעגלים מקבילים לו. כיון ששני המעגלים של הכוכבים ב"ד נעים במקביל לקו המשווה השמימי, האחד מעליו, והשני מתחתיו, לכן, כיון שהאופק של הצופה עומד באלכסון, הרי עבורו הוא יראה שהמסלולים של שלושת הכוכבים בג"ד במשך הלילה, כולם נוטים באלכסון ביחס, לכוון הדרומי, ביחס לראש הצופה, או ביחס לקו האופק שלו, כפי שהסברנו לעיל בתמונה 16ג' עבור כוכב ב' .

תמונה 17 מראה כי האופק של הצופה בנקודה א', מונע ממנו לראות את כל מחצית כדור השמים כולה, אלא, הוא רואה רק חלק מן המחצית בלבד, כפי שראינו לעיל. הסיבה לכך היא, כפי שכבר ראינו, שבפועל, כדור הארץ הוא הרבה יותר קטן מכדור השמים. לכן, אם נשרטט כדור ארץ קטן יותר ביחס לכדור השמים, כמו בתמונה 18, כפי שהדבר הוא מציאותי יותר, אז האופק של הצופה, "יפול" במקביל לעצמו מן הכדור הגדול א', לעבר הכדור הקטן יותר ב', כמו בתמונה 18. כך רואה הצופה, לא רק חלק ממחצית כדור השמים שמעל לראשו, אלא, באופן מעשי, הוא יראה את מחצית השמים כולה בשלמותה ממש, כפי שראינו כבר בתמונה 15 לעיל.

לכן, כיון שכדור הארץ "התכווץ", כמו בתמונה 18, לכן, שלושת המסלולים של הכוכבים בג"ד סביב הצופה בנקודה א', נראים, למעשה, כמו בתמונה 19, כאשר האופק האלכסוני של הצופה בנקודה א', חותך את המשווה השמימי בקו ישר שקצותיו הם שתי הנקודות ה"ו. מתברר שככל שכדור הארץ הוא קטן יותר ביחס לכדור השמים, כך הקו הזה שקצותיו הם הנקודות ה"ו, עובר קרוב יותר ויותר לנקודה א' בה עומד הצופה, כפי שרואים זאת תמונה 19.

יתר על כן, מתברר, כי לא רק שהקו ה"ו הולך ומתקרב אל הנקודה א', היכן שעומד הצופה, אלא, שני הקצוות שלו בשתי הנקודות ה"ו, נמצאים למעשה, בדיוק באמצע האופק המזרחי והמערבי של הצופה, דהיינו, הנקודה ה' נופלת בדיוק באמצע האופק המזרחי, והנקודה ו' נופלת בדיוק באמצע האופק המערבי של הצופה.

[אם הצופה אינו נמצא על האופק נוטה כמו בתמונה 19, אלא, על קו המשווה הארצי עצמו כמו בתמונה 19א', כשראשו נמצא בכוון הנקודה נ', רואים מיד כי קו האופק שלו חוצה לשני חצאים ממש, את כל אחד מאותם שלושת מסלולי הכוכבים בג"ד ; ולא רק זאת, אלא, קו המשווה השמימי עובר ממש דרך הנקודה נ', הנמצאת ממש מעל לראש הצופה (ראה תמונה 22ד')]

נחזור לתמונה 19. תמונה זו היא מנקודת מבט חיצונית לכל המערכת. כיצד היא תיראה מנקודת מבט של צופה הנמצא על האדמה? בפרט, היכן נמצאים המסלולים של שלושת הכוכבים בג"ד שבתמונה 19, ביחס לאופק שלו?

הדרך הפשוטה ביותר לראות זאת, היא "לסובב" את כל התמונה 19, כך שהאופק של הצופה יהיה עתה בכוון מאוזן. במצב זה, המישטח המישורי הנמצא בתוך עיגול האופק סביבו, הוא הקרקע עליה הוא עומד בנקודה א'. מנקודת מבטו בנקודה א', הוא נמצא במרכז העולם כולו.

תמונה 20 מראה את התוצאה של ה"סיבוב" הזה. רואים שוב, כי שלושת המסלולים המעגליים היומיים, של הכוכבים בג"ד, נוטים כלפי דרום (בירושלים). יתר על כן, הצופה א' מסוגל לראות רק מה שמעל האופק שלו, לכן, שרטטנו את המשך המסלולים המעגליים היומיים של הכוכבים, שמתחת לאופק שלו, בקוים מרוסקים. שים לב, כי הקו ה"ו עובר, באופן מעשי, קרוב מאד אל הנקודה א', אשר בה עומד הצופה, והיא גם מרכז האופק של הצופה.

אבל, כיון שהגודל של כדור הארץ הוא באמת אפסי ביחס לכדור השמים, לכן, באופן מעשי, מתברר כי הנקודה ה' נמצאת בדיוק באמצע האופק המזרחי של הצופה, והנקודה ו' נמצאת בדיוק באמצע המערב שלו, כמו בתמונה 21.

מה שתיארנו עד עתה הוא נכון עבור צופה בירושלים, אבל זה גם נכון עבור כל צופה הנמצא בחצי הצפוני של כדור הארץ, ולא דווקא בקו הרוחב הגיאוגרפי של ירושלים, שהוא, כזכור, 32 מעלות. לכן, נוכל להסיק באופן כללי, כי עבור כל צופה שהוא בחצי הצפוני של כדור הארץ, הוא יראה תמיד את קו המשווה השמימי נמתח מנקודת אמצע המזרח שלו, מתרומם מעליו בקשת מעגלית ברקיע, ומשם הוא שוב יורד למטה לעבר האופק המערבי, עד שהוא מגיע בדיוק בקצהו השני לאמצע המערב, כמו בתמונה 21.

נתבונן בתמונה 22. נניח שהנקודה א' מייצגת את ירושלים על כדור הארץ. במדינה צפונית יותר מירושלים, כגון במדינה ב', יראה הצופה שהמסלול היומי של כוכב ג', נוטה בזווית נטיה גדולה יותר כלפי דרום מאשר צופה בירושלים. לכן, הוא יראה גם שהמשווה השמימי נוטה יותר כלפי דרום, כמו בתמונה 22א'. שים לב, כי שני המסלולים של קו המשווה, כפי שהם נראים לשני הצופים בנקודות א"ב, עוברים שניהם דרך הנקודות של אמצע המזרח ואמצע המערב על האופק שלהם. ראה גם הקדמתנו להלכה ה', בפרק י"ט לקמן.

עד עתה עסקנו בצופה הנמצא על רוחב גיאוגרפי הנמצא במקום ביניים, בין הקוטב הצפוני (רוחב גיאוגרפי 90 מעלות), לבין קו המשווה הארצי (רוחב גיאוגרפי 0 מעלות), למשל, בקו הרוחב של ירושלים, שהוא ברוחב ביניים גיאוגרפי של 32 מעלות.

עתה, נבאר את מה שרואה צופה הנמצא ממש על קו המשווה הארצי. נזדקק לענין זה בהמשך הפרק, בהלכה י"ב, בענין "גובה המדינה".

הקדמה ג': האופק הישר (או השווה), והאופק הנוטה

כאשר מסתכלים באופק המערבי, אנו רואים את השמש שוקעת שם, לקראת סוף היום. כיון שאנו מסתכלים לכוון מערב, לכן, צד ימין הוא כוון צפון, צד דרום הוא משמאל, ומאחורינו הוא כוון מזרח. השמש שוקעת במקום מסוים באופק המערבי, ובמשך הלילה שוקעים הכוכבים אחריה, כל אחד בזמן אחר, ובמקום אחר, על האופק המערבי. זהו הסיבוב היומי של כדור הארץ, כפי שרואה אותו הצופה הנמצא על כדור הארץ.

תמונה 22ב' מראה את הסיבוב היומי של כדור הארץ, סביב צירו צ"ד, ששני קצותיו מונחים, מצד חד, על הקוטב הצפוני בנקודה צ', ומאידך על הקוטב הדרומי שלו בנקודה ד'. לכן, קו המשווה הארצי סובב סביב הציר צ"ד, בכוון ניצב לציר, ובעיגול גדול. כלומר, תוך כדי סיבוב זה, "יוצאת הנקודה א' מתוך הדף" בכוון אלינו, כביכול, ו"נכנסת" לתוכו, חזרה בנקודה ב'. ציר הסיבוב צ"ד, לא רק שהוא עומד ניצב למישטח של קו המשווה הארצי, אלא, הוא גם עובר דרך מרכז כדור הארץ כ'.

עתה, נתאר את מה שרואה צופה הנמצא במדינה הנמצאת ממש על קו המשווה הארצי. תמונה 22ג' מראה שוב את כדור הארץ במרכז, והוא סובב את סיבובו היומי סביב צירו צ"ד, כמו בתמונה 22ב'. אבל, בתמונה זו, שרטטנו גם את כיפת השמים סביב כדור הארץ, וכן המשווה השמימי, וכן ציר הסיבוב השמימי צ"ד, אשר שני קצותיו הם הקוטב השמימי הצפוני צ', והקוטב השמימי הדרומי ד'. לכן, אם הצופה נמצא על קו המשווה הארצי, הוא יראה כי קו המשווה השמימי מסתובב סיבוב יומי, ממש מעל לראשו, וכמו בתמונה הקודמת 22ב', גם הציר השמימי צ"ד עומד ניצב ממש למישטח של קו המשווה השמימי, ועובר גם דרך נקודת מרכזו כ' של מעגל הסיבוב הזה.

אבל, לא רק המשווה השמימי סובב בכוון ניצב לציר הסיבוב השמימי צ"ד, אלא, כל הכוכבים שעל כיפת השמים, כמו בתמונה 22ד', כל אחד מהם עושה גם הוא סיבוב יומי סביב הציר השמימי צ"ד, משני צדדיו, ובמקביל לקו המשווה השמימי, אם כי במעגל קטן יותר, וכן גם הציר השמימי צ"ד עומד ניצב גם הוא למישטח הסיבוב היומי הזה של כל אחד מהכוכבים, וגם עובר דרך מרכזו של כל מעגל ומעגל של כל כוכב.

תמונה 22ה' מראה תמונה תלת מימדית של מה שרואה צופה בתמונה הקודמת 22ד': האופק שסביב הצופה, הנמצא בנקודה כ', הוא הקו המעגלי המרוסק. הוא רואה שקו המשווה השמימי זורח בנקודה ד', הנמצאת על האופק המזרחי שלו, והוא שוקע בנקודה ג' באופק במערבי. גם הכוכב בנקודה א', גם הוא זורח בנקודה אחרת ט', ושוקע בנקודה י' במערב. אבל, מה שמאפיין את זריחתם ושקיעתם של כל הכוכבים הוא, שכולם זורחים וגם שוקעים כל אחד במעגל העומד "ישר", בניצב למישטח שבתוך האופק של הצופה, היינו, הן המערבי והן המזרחי. כלומר, הסיבוב של כל כוכב הוא <u>מישטח</u> העומד ניצב לציר צ"ד, כאמור לעיל, ולכן, המסלול של הזריחה והשקיעה בנקודות ד"ג וט"י, היינו, כווני החיצים שם, ניצבים לאופק של הצופה. במילים אחרות, הזריחה של כל הכוכבים, גם הירח וגם השמש, כולם זורחים ושוקעים בכוון "ישר", כמו בתמונה 22ה'. זאת לעומת, רוחב גיאוגרפי אחר, כמו זה של ירושלים, שם רואים כי הן קו המשווה השמימי, וכן כל הכוכבים כולם, נעים שם במעגלים <u>משופעים</u> כלפי האופק של הצופה, והנטיה של המסלולים שלהם היא כלפי דרום, כפי שראינו לעיל בתמונה 20. אבל, עבור צופה הנמצא על קו המשווה הארצי, כל מסלולי הכוכבים נראים לו כמסלולים הניצבים ממש לאופק שלו, מה שאין כן למסלולים של הכוכבים הנראים בירושלים, שהם כולם משופעים כלפי האופק שלו.

זו היא הסיבה שקוראים לאופק המיוחד הזה, של צופה הנמצא על קו המשווה הארצי, בשם "האופק הישר", כי כל הזריחות והשקיעות "עומדות ישר", היינו, בניצב לאופק של הצופה שם. המפרש קורא לו גם בשם "האופק השווה".

אבל, ישנה עוד תכונה מיוחדת ל"אופק הישר" של הצופה הנמצא על קו המשווה הארצי: קו המשווה השמימי שרואה הצופה בתמונה 22ג', וכן גם הסיבובים היומיים של הכוכבים בתמונה 22ד', כולם עומדים בצורתם זו <u>לאורך כל השנה כולה</u>, כי הצופה נמצא כל הזמן על קו המשווה הארצי עצמו, והשמים סובבים סביבו בצורה זו, באופן בלתי תלוי בכוון ציר הסיבוב צ"ד בשמים במשך השנה. לכן, כפי שרואים מתמונה 22ד', האופק הישר חוצה בדיוק לשניים את כל אחד ממעגלי הסיבוב היומיים של כל הכוכבים, היינו, היום והלילה הם תמיד שוים זה לזה, במשך כל השנה כולה. זאת, בניגוד לצופה הנמצא, למשל בירושלים, כפי שראינו לעיל.

לכן, יש הקוראים לאופק הישר גם בשם "האופק השווה", כי במשך כל השנה כולה, היום והלילה שוים זה לזה.

עתה, נסתכל באופק של צופה הנמצא, למשל, בירושלים. תמונה 22ו' מראה כי האופק שלו <u>נוטה</u> בזווית רוחב של 32 מעלות, ביחס למישטח קו המשווה הארצי (מישטח העומד ניצב לציר הסיבוב היומי צ"ד). תמונה 22ז' מראה את כדור הארץ במימדיו הקטנים, יחסית לכיפת השמים כולה. האופק הישר נשאר כקודם, אבל, הוספנו כאן גם את האופק הנוטה של צופה הנמצא בירושלים, באותה זווית נטיה שהיתה לו קודם, בתמונה 22ו', ביחס למישטח המשווה הארצי, אלא, שמפאת

קוטנו של כדור הארץ בציור זה, אין רואים את המשווה הארצי עצמו, אלא, רק את העובדה שאופק ירושלים נוטה באותה זווית כמו בתמונה 22ו'. כך נוכל להשוות, בין תכונותיו של "האופק הנוטה" לבין "האופק הישר".

לשם השואה, נסתכל במסלולים היומיים בתמונה 22ז'. רואים בבירור כי קו האופק הישר חוצה באופן שווה את כל המסלולים האלה, כמו בתמונה 22ד' כך שהיום והלילה שוים כולם זה לזה, היינו, 12 שעות כל אחד. למשל, אורך המסלול אה"ב בתמונה 22ז' שווה לאורך המסלול או"ב, וכל אחד מהם הוא בן 12 שעות (ברור כי הסיבובים הקטנים והסיבובים הגדולים, כולם מסיימים את היום והלילה באותו זמן, היינו, המהירויות הזוויתיות שלהם הן שוות). לעומת קו האופק הישר, קו האופק הנוטה חותך את אותם המסלולים האלה במידה לא שווה, היינו, המסלולים הצפוניים יותר הם ארוכים יותר, במשך היום, מאשר במשך הלילה. למשל, המסלול היומי הנמצא מעל האופק גה"ד הוא ארוך יותר מהמסלול גו"ד, היינו, אורך היום גה"ד הוא ארוך יותר, מאורך הלילה גו"ד.

נשווה תכונה נוספת בין "האופק הישר" ו"האופק הנוטה":

תמונה 22ח' מראה שוב את הסיבוב היומי של כיפת השמים סביב הציר צ"ד. כזכור, כל "קו אורך" הוא קו המחבר את הקוטב הצפוני צ' עם הקוטב הדרומי ד', כפי שמתואר על ידי הקוים המרוסקים בתמונה. כאשר כיפת השמים כולה סובבת את הסיבוב היומי שלה סביב הציר צ"ד, אז גם קוי האורך סובבים סביב ציר זה, במעגלים שלהם, כמו בתמונה 22ט'. לכן, כל הכוכבים הנמצאים על <u>אותו</u> קו אורך, מתחילים וגם מסיימים את סיבובם היומי, היינו, את זריחתם ושקיעתם, ביחד באותו זמן. בפרט, הם גם שוקעים ביחד על האופק המערבי של הצופה, כמו בתמונה 22י'. היינו, כל הנקודות זחל"מ הנמצאות על אותו קו אורך, זורחות ושוקעות במערב ביחד בנקודות ז1, ח1, ל1, מ1.

תמונה 22י"א מראה את אותה התמונה כמו 22י', אלא, שהוספנו גם את האופק הנוטה של ירושלים, לצורך השוואה עם האופק הישר. רואים בבירור, כי השקיעה של הכוכבים מ' ול' הן ארוכות יותר בקטע מהנקודה מ1 עד מ2, וכן בקטע שקצותיו הם ל1 ל2, ביחס לשקיעה על האופק הישר. גם רואים כי ככל שהכוכב הוא צפוני יותר, כמו הכוכב מ', כך גם תתאחר יותר שקיעתו בהשוואה לשקיעת הכוכב ל', שהוא דרומי יותר ממנו. גם במסלולים הדרומיים של הנקודות ז' ח' חלו שינויים: השקיעה של הכוכב הדרומי ח' התקצרה יותר בקטע ח1 עד ח2, והכוכב ז' לא יופיע לעולם מעל האופק הנוטה. כל זה הוא לעומת התכונות של האופק הישר, כאמור.

לצורך ענינינו בהלכה י"ב בפרק זה, נצטרך לחשב בכמה זמן תאחר השקיעה של נקודה מסוימת, ביחס לשקיעתה של נקודה אחרת דרומית ממנה, למשל, בכמה זמן תתארך שקיעתה של הנקודה מ', ביחס לשקיעתה של הנקודה ל', הנמצאת דרומית ממנה, כששתיהן נמצאות על אותו אופק נוטה. "תיקון" זה, היינו, כמה זמן יש להוסיף על השקיעה של נקודה מסוימת, או לחסר ממנה (במקרה של הנקודה ח'), בכדי לקבל את אורך השקיעה שלה באופק הנוטה, תלוי בגודל הנטיה של האופק הנוטה, היינו, ברוחב הגיאוגרפי של המדינה. אנו נראה ענין זה שוב בהלכה י"ב, כאשר נכיר את מושג "גובה המדינה".

מה הוא גודל הזווית בה נוטה כלפי דרום המשווה השמימי בירושלים?

נסתכל בתמונה 23א', בה רואים את כדור הארץ, וכן מקומה של ירושלים בנקודה א', על קו הרוחב 32 מעלות, צפונה מקו המשווה הארצי. כידוע, מישטח המשווה

הארצי הוא זהה למישטח המשווה השמימי (שהרי מישטח המשווה הארצי נמשך לכל עבריו עד אינסוף, ואז הוא מישתווה למישטח המשווה השמימי, ראה תמונה 12 לעיל). לכן, זווית קו הרוחב של 32 מעלות היא גם אותה הזווית שבין הכוון של הקו כ"א, של ראש הצופה, לבין הכוון של הקו כ"ת, של המשווה השמימי, כמו בתמונה 23א'.

נשרטט בתמונה זו שני קוים חדשים, כמו בתמונה 23ב', שניהם יוצאים מהנקודה א', בה עומד הצופה: קו אחד ניצב למחוג כ"א, והוא מסמן את הכוון של האופק של הצופה, והקו השני הוא מקביל לכוון המשווה השמימי. רואים מן השרטוט, כי הזווית היוצאת מהנקודה א', והנמצאת בין כוון הראש של הצופה, לבין כוון המשווה השמימי, גם היא 32 מעלות. לכן הזווית המשלימה לה לתשעים מעלות, עד לכוון האופק של הצופה, היא 58 מעלות.

תמונה 23ג' היא הגדלה של צומת הקוים העוברים דרך נקודה א', שבתמונה 23ב'.

אם נסובב את התמונה 23ג', עד שקו האופק של הצופה יהיה מאוזן, נקבל את התמונה 23ד', אשר בה רואים, כי המשווה השמימי, פונה בזווית של 58 מעלות, ביחס לאופק של הצופה בירושלים.

תמונה 23ה' היא שרטוט תלת מימדי של תמונה 23ד', ובו רואים שהכוון של המשווה השמימי, ביחס לאופק של צופה בירושלים, הוא, כאמור, 58 מעלות.

<u>הקדמה ד': קו הראייה של צופה בירושלים לעבר כוכב הצפון</u>

נתבונן שוב בתמונה 17, ונעתיק אותה לתמונה 24א', אבל, ללא כל הקוים הנמצאים שם, אלא, רק את מקום הצופה א' והאופק שלו, וכן הוספנו את קו הראייה (המרוסק), של הצופה, כאשר הוא מסתכל לעבר נקודת הקוטב הצפוני השמימי. מתברר כי הצופה בירושלים רואה, כי הקוטב הצפוני השמימי נמצא גבוה מעל פני האופק שלו ב"זווית גובה" של 32 מעלות, כפי שנראה לקמן.

בתחילה, נסובב את התמונה 24א', עד שהאופק של הצופה ייראה לנו מאוזן, כמו בתמונה 24ב'. אכן, רואים כי כוון הצפון נראה ב"זווית גובה" מעל האופק של הצופה. כמה מעלות יש בזווית זו?

מתברר כי <u>הזווית אשר בה רואה הצופה את כוון הצפון, ביחס לאופק שלו, שווה בדיוק לזווית של קו הרוחב, של מקום הצופה על כדור הארץ</u>. למשל, צופה הנמצא בירושלים, אשר כידוע, היא בקו רוחב של 32 מעלות, יראה את כוכב הצפון, גם כן, בזווית גובה של 32 מעלות, מעל האופק שלו (שם נמצא, בקירוב רב, גם מה שמכנים בשם "כוכב_הצפון"), כמו בתמונה 24ב'.

מדוע? בכדי להוכיח זאת, נשתמש במספר שרטוטים הנדסיים (הקורא יוכל לדלג על ההוכחה ההנדסית, עד לסעיף הקדמה ה'):

תמונה 25 מראה את כדור הארץ, ועליו צופה בנקודה א', הנמצא על קו המשווה. אמנם הוא מחובר ברגליו את כדור הארץ בנקודה א', אבל, האופק שלו הוא מישטח מישורי אינסופי (אופק א' בתמונה), שככל שמתרחקים על פניו יותר ויותר, מהנקודה א' בה עומד הצופה, מישור זה מתרחק יותר ויותר מעל פני כדור הארץ. שים לב, כי הרדיוס כ"א של כדור הארץ, הוא בכוון ניצב לאופק א' של הצופה, כמו בתמונה 26. דבר זה נכון גם באופן כללי, דהיינו, שהרדיוס המחבר את מרכז כדור

הארץ כ', אל מקום הצופה א' במקום אחר כלשהו על כדור הארץ, הוא תמיד ניצב לקו האופק של הצופה באותה נקודה (זוהי תכונה כללית של כל "משיק" למעגל או כדור, כידוע בהנדסה). עתה, נניח שהצופה בנקודה א' מתחיל "לטפס על פני כדור הארץ", החל מהנקודה א', לאורך הקשת של כדור הארץ לכוון צפון, כלומר, שהרדיוס כ"א סובב סביב המרכז כ', כלפי מעלה, עד שהוא מגיע למצב של רדיוס כ"ב, וכך קצהו נמצא בנקודה בה נמצאת ירושלים, הנמצאת כידוע בזווית של 32 מעלות, ביחס למצב א' הקודם. כאילו "נפרדה" הנקודה ב' מהנקודה א' בתחילה, ו"טיפסה" על פני כדור הארץ, כמו בתמונה 27. לצופה בנקודה ב' יש אופק משלו, המכונה בשם אופק ב', ויש לו גם כוון אחר, לכוון אופק א'.

מה הוא גודל הזוית שהתפתחה בין קוי אופק א' לבין אופק ב', כתוצאה מזה שנפרדו שתי הנקודות האלו, ממצבן הראשון שבתמונה 26? לצורך זה, נאריך יותר את הקוים של שני האופקים א' וב', עד שיפגשו, כמו בתמונה 28. תוך כדי הסיבוב בו נפרד כ"א לאט לאט מכ"ב (כמו בתמונה 27), כלומר, מהמצב ההתחלתי, כאשר היו שניהם בנקודה א' בתמונה 26, שלא היתה שום זוית אלכסונית ביניהם, הרי בסוף התזוזה של כ"א, התפתחה ביניהם בדיוק אותה זוית כמו אכ"ב של 32 מעלות, שקוקודה בנקודה כ'. במילים אחרות, אופק ב' נפרד מאופק א', באותה זווית של 32 מעלות, כמו הזוית הרוחב אכ"ב עצמה, שם נמצאת ירושלים. תמונה 29 מראה שוב את תמונה 28, אבל, במבט תלת מימדי. (ההוכחה ההנדסית המדויקת לכך, שהזוית שבין אופק א' ואופק ב' שווה גם היא בדיוק לזוית הרוחב 32 מעלות, נובעת ממשפט בהנדסה, האומר, כי אם שני קוים ישרים נפגשים ביניהם (אופק א' ואופק ב'), והם ניצבים כל אחד מהם לשני קוים אחרים אשר גם הם נפגשים ביניהם (כ"א וכ"ב, הנפגשים בנקודה כ'), אז הזוית בין שני הקוים הראשונים (אופק א' ואופק ב'), תהיה שווה בדיוק לזוית שבין שני הקוים השניים (כ"א כ"ב, היינו 32 מעלות).

בתמונה 30, מאריכים שוב את קו האופק ב', אבל, מצידו השני, עד שיחתוך בנקודה ג', גם את קו הכוון לצפון. כיון שקו האופק א', וקו הכוון לצפון, הם מקבילים זה לזה (ראה תמונה 25), וקו האופק ב' חותך את שני הקוים המקבילים האלה, לכן, גם הזווית בנקודה ג', גם היא בת 32 מעלות, כמו הזווית שבין שני קוי האופק א' ו ב'.

נסובב שוב את התמונה 30, עד שקו האופק ב' יהיה מאוזן, ואז נראה (תמונה 31), כי כוון הצפון הנראה לצופה בירושלים הוא, אכן, בזוית גובה של 32 מעלות.

<u>הקדמה ה': תנועת הזריחה והשקיעה היומית של הכוכבים</u>

תמונה 32 מראה את הסיבוב היומי של כדור השמים סביב צירו. ציר זה עובר בין נקודת הצפון השמימי, לבין נקודת הדרום השמימי. כמו כן, רואים את קו המשווה השמימי, הנוטה מעט כלפי דרום (ביחס לאופק של הצופה), והמסתובב גם הוא במעגל גדול, סביב נקודת מרכז א', אשר בה עומד הצופה. כיון שתנועת המשווה השמימי היא סיבוב של 360 מעלות ביום, דהיינו ב 24 שעות, לכן, מהלך המשווה השמימי הוא 15 מעלות בשעה. זהו הקצב של תנועת השמש בשמים, ביום – כאשר השמש נמצאת מעל לאופק, וגם בלילה, כאשר השמש נמצאת מתחתיו, והכוכבים נראים על כיפת השמים.

כבר ראינו בתמונה 20 לעיל, כי כוכב הנמצא בדיוק על קו המשווה השמימי, זורח בכל יום באמצע המזרח, ושוקע באמצע המערב. יתר על כן, כיון שהוא שוהה 12 שעות מעל האופק ביום, ו 12 שעות מתחת לאופק בלילה, לכן, יש הקוראים לקו המשווה השמימי בשם "משווה היום" (המפרש), היינו, הוא מחלק בין המסלולים הצפוניים בשמים, בעלי אורך יום גדול מאורך הלילה, לבין המסלולים הדרומיים,

בעלי אורך לילה ארוך מהיום, וקו המשווה השמימי מחלק ביניהם, כי הוא המסלול אשר בו היום והלילה שוים ביניהם בדיוק.

אבל, לא רק המשווה השמימי סובב סביב ציר כדור הארץ, אלא, כמו שראינו כבר בתמונה 20, כל שלושת הכוכבים ב׳ ג׳ ד׳, כל אחד מהם סובב, גם הוא, סביב כדור הארץ, במעגל משלו. לכן, כל אחד מהם נראה לנו זורח במזרח ושוקע במערב, וכל אחד מהם זורח במקום אחר משל חבירו בצד המזרחי, ובמקום אחר משל חבירו גם בשקיעתו באופק המערבי. גם ראינו בתמונה 20, כי לכוכב ב׳ יש קשת גדולה יותר מעל האופק במשך היום, לעומת המשווה השמימי ביום (כוכב ג׳), וקשת קטנה יותר ממשווה השמימי במשך הלילה, מתחת לאופק. לכן, הזמן בו שוהה הכוכב ב׳ מעל האופק, הוא ארוך יותר מאשר כוכב ג׳ הנמצא על המשווה השמימי. אבל, הזמן שבו הוא שוהה מתחת לאופק הוא קצר יותר. לא רק הכוכב ב׳, אלא, גם כל הכוכבים הנמצאים צפונה למשווה השמימי, הם כולם שוהים זמן ארוך יותר מעל האופק, ביחס לזמן של כוכב הנמצא על קו המשווה השמימי, וזמן שהייתם מתחת לאופק הוא קצר יותר.

אשר לכוכבים הנמצאים דרומה מהמשווה השמימי, כמו הכוכב ד׳ בתמונה 20, לגביהם המצב הפוך, כפי שמראה התמונה שם: זמן שהייתם מעל האופק הוא קצר יותר מזמן שהייתם של כוכבים הנמצאים על המשווה השמימי, וזמן שהייתם מתחת לאופק הוא ארוך יותר.

שים לב, כי כבר ראינו את תנועת השמש השנתית (תמונה 33א׳), כאשר היא עוברת במשך השנה, מרקע של מזל אחד (למשל מרקע כוכבים של סביבת הכוכב ב׳), לרקע מזל אחר (למשל, רקע כוכבים בסביבת כוכב ג׳), ואז גם אורך הקשת שלה באותו מזל, יהיה כאורך הקשת של אותו מזל עצמו (הנמצא ברקע כוכב ב׳ או ג׳) מעל לאופק.

יתר על כן, כפי שרואים מתמונה 33א׳, השמש אינה מגיעה לעולם ממש לצד הצפוני של האופק, כלומר, היא אינה זורחת ושוקעת לעולם קרוב לרוח צפונית (ראה גם הסוגיא בצבא השמים חלק ה׳, בבבא בתרא כ״ה עמ׳ ב׳, שם מתוארת המחלוקת בין ר׳ אליעזר לבין ר׳ יהושע, בדבר הסיבה לתופעה זו). אבל, ישנם כוכבים סמוכים לכוכב הצפון, כגון הכוכב ע׳ בתמונה 33ב׳, הסמוך לכוכב הצפון צ׳. הכוכב ע׳ לעולם אינו זורח במזרח או שוקע במערב, כי כאשר הוא סובב את סיבובו היומי במעגל עתשרפ״ע סביב כוון כוכב הצפון צ׳, אמנם הוא נע במסלול מעגלי סביבו, אבל, שלא כשאר הכוכבים בג״ד, שהמסלול המעגלי שלהם, סביב כוכב הצפון, הוא גדול מאד, עד שחלק מהמעגל שלהם נמצא מעל האופק, וחלקו השני נמצא מתחת לאופק, אלא, לכוכב ע׳ יש מסלול יומי מעגלי עתשרפ״ע קטן יחסית, הנמצא כולו מעל האופק של הצופה, במשך כל ה 24 שעות שביממה, כמו בתמונה 33ב׳. לכן, במשך היום כולו, מספיק הכוכב ע׳ לסובב את כוכב הצפון, מבלי לשקוע כלל, לא מתחת לאופק המזרחי, וגם לא מתחת לאופק המערבי. כיון שכוכב הצפון צ׳ נמצא בזווית גובה של 32 מעלות בירושלים, לכן, לא רק הכוכב ע׳, אלא, כל הכוכבים הנמצאים במרחק של לא יותר מ 32 מעלות בסמוך לכוכב הצפון צ׳, הם כולם ניראים לצופה במשך כל הלילה מעל האופק בירושלים (ראה צילומים בספר צה״ד בעמ׳ 19, 20). תמונה 33ג׳ מראה את מה שרואה הצופה במשך הלילה, כאשר הוא מביט לעבר כוכב הצפון: כל הכוכבים הקרובים אל כוכב הצפון, סובבים סביבו כל הלילה, ואינם זורחים או שוקעים לעולם באופק ירושלים.

תמונה 33ד׳ מראה כי כל שבעת הכוכבים של העגלה הגדולה, הם כולם סמוכים לכוכב הצפון, ולכן, הם נראים כל הלילה סובבים סביבו.

נחזור לענייננו.

תמונה 34א' מראה את תנועת הכוכבים ב' ו ג', לקראת שקיעתם באופק המערבי השווה (ראה הקדמה ג' לעיל). הכוכב ב' סובב סביב ציר כדור הארץ, כמו בתמונה 20, עד שהוא שוקע בנקודה נ'. כך גם עבור הכוכב ג', שהיה בתחילת הלילה בנקודה ג', עד שהוא שקע בנקודה ס' במערב. כיון שהכוכב ב' היה, בתחילת הלילה, קרוב יותר לאופק המערבי, לכן, הוא יקדים לשקוע לפני הכוכב ג'. בכל אופן, שני מסלולי השקיעה של שני הכוכבים, הם מקבילים לקו המשווה השמימי, כפי שכבר הסברנו בתמונה 19, כיון שגם תנועתו הוא, נגרמת בגלל סיבוב כדור הארץ סביב עצמו.

בכמה זמן יקדים כוכב ב' לשקוע לפני כוכב ג' באופק השווה?

לצורך זה, אנו משתמשים בסיבוב של קו המשווה השמימי עצמו כ"שעון סטנדרטי", אשר ביחס אליו, אנו משווים את הקצב של מהלך הכוכבים זה לזה. כזכור לעיל, קצב המהלך של קו המשווה השמימי עצמו הוא 15 מעלות בשעה.

בתחילה, נמשוך קו אורך שיעבור דרך הנקודה ב' המקביל לאופק המערבי השווה. הוא חותך את קו המשווה השמימי בנקודה פ' (תמונה 34ב). גם מהנקודה ג', נמשוך קו אורך מקביל דומה, שיחתוך את קו המשווה השמימי בנקודה צ'. תמונה 35 היא הגדלה של צורת מקבילית של ארבעת הקשתות שבתמונה 34ב', שפינותיה מסומנות בארבעת הנקודות גהפ"צ.

שני מסלולי השקיעה של הכוכבים ב' ו ג' בתמונה 34ג', דהיינו, הקשת ב"נ והקשת ג"ס, שתיהן מקבילות לקשת מ"צ שעל קו המשווה השמימי, שהרי שתיהן מהוות חלק מהמסלולים המעגליים היומיים של הכוכבים, שתנועתם היא תמיד מקבילה למעגל המשווה השמימי, כפי שראינו כבר בתמונה 20 לעיל.

כלומר, הכוכב ב' ישקע במערב בנקודה נ', באותו זמן שהנקודה פ' תשקע בנקודה מ', כי הקשת ב"פ מקבילה לאופק המערבי. כך גם הכוכב ג' ישקע במערב בנקודה ס', באותו זמן שתשקע הנקודה צ' בנקודה מ' במערב, כי הקשת ג"צ מקבילה לאופק המערבי השווה. כמובן שזמן זה ישתנה במקרה של האופק הנוטה, כפי שהסברנו בהקדמה ג' לעיל.

לכן, אם נניח, למשל, כי אורך הקשת צ"מ היא 30 מעלות, אז היא תשקע כולה באופק המערבי לאחר שעתיים, כי כאמור לעיל, כל קשת בת 15 מעלות, על המשווה השמימי, שוקעת במשך שעה אחת במערב.

נעיר כי שני הכוכבים ב' ג' היו יכולים להיות, לא רק במסלולם המערבי לקראת שקיעתם שם, אלא, גם בכל מקום שהוא בשמים, ובפרט, הם יכלו להיות בצד מזרח. גם שם, נוכל להשוות את מצבם היחסי, וגם אז נשתמש שוב בקו המשווה השמימי בתפקיד של גלגל ייחוס סטנדרטי, בכדי לקבוע את זמני זריחתם של הכוכבים, כפי שעשינו עבור זמן שקיעתם לעיל.

עד עתה, ראינו כיצד ניתן להשוות בין זמני השקיעה של שני כוכבים, או זמני הזריחה שלהם, ולצורך זה השתמשנו בקו המשווה השמימי "כשעון הסטנדרטי", כי ידוע, שכל קשת על קו המשווה השמימי, שאורכה 15 מעלות, שוקעת (או זורחת) במשך שעה אחת.

לפני שנמשיך בענין זה, נסביר כי ישנו גם מרחק אחר, שאינו על גלגל המשווה השמימי שהסברנו לעיל, אלא, הוא המרחק לאורך גלגל המזלות. לצורך זה, נביא בקיצור את ענין גלגל המזלות בכלל. ניתן למצוא ענין זה בהרחבה גדולה בספר צה"ד.

לאחר מכן, נחזור ונשווה את המרחקים בין שני כוכבים, במצבים שונים בשמים.

הקדמה ו': גלגל המזלות

כחצי שעה לפני זריחת השמש, ניתן לראות את הכוכבים בשמים. בפרט, אם נסתכל באופק המזרחי, נוכל לראות את רקע הכוכבים, אשר עליו תזרח השמש (תמונה 35א'). אנו אומרים, כי השמש זורחת על רקע כוכבים אלה. כי כפי שהסברנו במספר מקומות, השמש סובבת את כדור הארץ בגלגל הרביעי, ולעומתה, הכוכבים (כוכבי השבת) נמצאים הרבה יותר רחוק, על הגלגל השמיני. לכן, השמש, בהיותה קרובה אלינו יותר, על הגלגל הרביעי, היא תיראה לנו על רקע הכוכבים הרחוקים יותר שבגלגל השמיני (אם כי אין לנו יכולת להבחין בעינינו, באופן מעשי, שהשמש קרובה אלינו יותר, ואנו רואים רק את ההשלכה של דמות השמש על הרקיע, כפי שהסברנו בפרק ה' לעיל).

לא רק לפני הזריחה, אלא, גם מן הצד הנגדי, היינו, על האופק המערבי, כחצי שעה אחרי שקיעת השמש שם, גם אז ניתן לראות את רקע הכוכבים, אשר שקעה עליו השמש, לפני כחצי שעה. רקע כוכבים זה הוא אותו רקע שנראה במזרח לפני זריחתה. שהרי כ 12 שעות בלבד מפרידות בין הזריחה לבין השקיעה של השמש, ורקע הכוכבים שמאחרי השמש, נעלם בגלל בוהק השמש, שאור הכוכבים "נבלע" בתוכו, ואינו נראה לנו, אבל, הכוכבים נמצאים שם תמיד ברקע. לכן, לאחר שקיעת השמש במערב, נוכל שוב לראות את אותו רקע של כוכבים מעל האופק, כי אור השמש אשר הסתיר את הכוכבים, נעלם אחרי השקיעה. לפיכך, ניתן לומר, שאותו רקע של כוכבים "מלווה" את השמש במשך היום כולו, ממזרח למערב, וכאמור, אין אנו רואים את רקע הכוכבים הזה במשך היום, בגלל אור השמש (תמונה 35ב'). אותו הרקע ממשיך ללוות את השמש, גם כאשר היא נמצאת מתחת לאופק, היינו, גם במשך הלילה.

עתה, אם נסתכל ברקע כוכבים זה בהפרש של כעשרה ימים, ובשני המקרים, היינו, ביום אחד, ויום שני אחריו בעשרה ימים, ובשניהם נסתכל במערב, מיד אחרי שקיעת השמש, אז נראה כי השמש לא שקעה בדיוק על פני אותו רקע של כוכבים. למשל, הציור הראשון, בתמונה 35ג' (למעלה), מראה רקע מסוים של שישה כוכבים שנראו ביום הראשון, והוא מחולק לשתי קבוצות: קבוצה אחת, המונה שני כוכבים בלבד, והיא סמוכה לאופק ממש, והקבוצה השניה, והמונה ארבעה כוכבים, נמצאת גבוה יותר מעל האופק. על רקע ששת הכוכבים האלה, שוקעת השמש ביום הראשון. הציור השני (למטה), לאחר כעשרה ימים, מראה ששני הכוכבים שהיו קרובים לאופק, נעלמו מתחת לאופק (כי רואים מיום ליום כיצד שני כוכבים אלה הולכים ומתקרבים לאופק שמתחתם, עד שהם שוקעים ונעלמים שם מן העין), וארבעת הכוכבים, שהיו גבוהים יותר, התקרבו עתה לאופק המערבי. בדרך כלל מניחים שמערכת הכוכבים בגלגל השמיני אינה זזה, היינו, הרקע של הכוכבים עצמו אינו זז, אלא, דווקא השמש היא שזזה, מיום ליום, מרקע אחד למשנהו, בקצב איטי מאד. לאחר כחודש ימים, תתרחק השמש עוד יותר מרקע הכוכבים שהיו ביום הראשון שבתמונה 35ג'.

יתר על כן, שני הציורים בתמונה 35ג', מראים כי תנועת השמש, ביחס לרקע הכוכבים על הגלגל השמיני, היא מלמטה למעלה, היינו, מן האופק המערבי והלאה, כלפי מעלה. כי ביום הראשון היא היתה קרובה מאד לרקע של שני הכוכבים, ואחרי עשרה ימים היא כבר "טיפסה" ועלתה לקבוצת הכוכבים העליונים שהיו שם ביום הראשון, והם ירדו והגיעו עתה ממש מעל האופק, היכן שהיו קודם שני הכוכבים, מעל השמש השוקעת. אבל, מהלכה של השמש הלאה מן המערב כלפי מעלה, פירושו הוא שהשמש, בעצם, נעה מהמערב לעבר הכוון הנגדי, היינו למזרח. כלומר, השמש נראית נעה <u>מזרחה</u> יותר ויותר ביחס לרקע של הכוכבים שבגלגל השמיני.

תמונה 35ד' מראה כיצד נעה השמש את סיבובה היומי ממזרח למערב, ותוך כדי כך היא נעה גם את תנועתה השנתית האיטית ממערב למזרח, ורקע הכוכבים שאחוריה משתנה. כמובן, אין רואים כוכבים ברקע השמש במשך היום, ובכל זאת, זהו המצב האמיתי שהיינו רואים, אם אור השמש הזוהר לא היה מסתיר את הכוכבים.

מתברר שלאחר שנה שלמה, מה שאנו מכנים בשם "שנת חמה" (כ 365 יום, ורבע יום), חוזרת השמש לאותו רקע בדיוק של כוכבים על הגלגל השמיני. כך היא מסיימת את תנועתה בגלגלה הרביעי מדי שנה בשנה, סביב כדור הארץ שלנו. לכן, קצב תנועתה השנתי על רקע הכוכבים הוא כמעט מעלה אחת ביום, והיא מסיימת את המהלך של 360 מעלות על כל הגלגל הרביעי, ב 365 יום ורבע. שים לב כי הסיבוב <u>השנתי</u> של השמש, ממערב למזרח, הוא הרבה יותר איטי מהסיבוב היומי שלה, בכוון הפוך, ממזרח למערב. כי בסיבוב האחרון, מסיימת השמש את סיבובה היומי ב 24 שעות, היינו, 360 מעלות. כלומר, היא סובבת 15 מעלות בשעה, זאת לעומת סיבובה השנתי של מעלה אחת בלבד, ביום שלם.

תמונה 35ה' מראה את המערכת כולה מנקודת מבט חיצונית, היינו, נקודת מבט מספיק רחוקה גם מהשמש וגם מכדור הארץ, המאפשרת לראות את כל התמונה כולה "מבחוץ": מנקודת מבט כזו, אנו רואים את כדור הארץ במרכז, והשמש נעה במסלול השנתי שלה על הגלגל הרביעי, סביב כדור הארץ. הגלגל השמיני מיוצג כאן רק על ידי חגורה צרה של כוכבים, ברקע של הגלגל הרביעי. צופה הנמצא על כדור הארץ רואה את השמש על רקע חגורת הכוכבים הזאת, כשהיא נמצאת בכל חודש על רקע כוכבים אחר, כנ"ל. החגורה הצרה הזאת, המהווה את הרקע של הכוכבים, שהשמש נראית עליהם, נקראת בשם "חגורת גלגל המזלות", כדלקמן.

מה הם המזלות?

הקדמונים חילקו את החגורה של הכוכבים בתמונה 35ה' לעיל, לשתים עשרה קבוצות של כוכבים. כל קבוצה כזאת תופסת 30 מעלות, והן מתאימות לשנים עשר חודשים של חמה (ולא של לבנה). כיון שהמהלך היומי של השמש ממערב למזרח הוא, כאמור, כמעלה אחת ביום, לכן, השמש תחלוף על פני כל הכוכבים, הנמצאים בכל מזל ומזל, במשך כשלושים יום, עד שתגיע לתחילת המזל שאחריו. למשל, בחודש ניסן של חמה, רואים כי השמש שוקעת בכל ערב על פני רקע של הכוכבים בציור 1 בתמונה 35ו', והיא תחלוף על פני רקע כל הכוכבים, של מזל זה, מתחילתו ועד סופו, במשך כשלושים יום.

הקדמונים גם חיברו בקוים דמיוניים את הכוכבים, השייכים לכל קבוצה, כמו זו בציור האמצעי 2 (בתמונה 35ו'), לצורה של טלה. ציור 3 (שם) מראה תמונה מציאותית יותר, אבל של איל, כי כך נוהגות אומות העולם כיום, לכנות את מזל טלה שלנו, בשם מזל "אַיִל", או בשמו הלטיני aries (באנגלית ram, ובצרפתית belier)

תמונות 35ז' היא תמונה של מזל שור, ותמונה 35ח' היא תמונה של קבוצת "העגלה הגדולה", שאינה אחד משנים עשר המזלות.

כאמור, גלגל שנים עשר המזלות הוא רק חגורה מסוימת של כוכבים שהשמש נראית ברקע שלהם במשך השנה, כמו בתמונה 35ה'. פרט לכוכבים הנמצאים על גלגל המזלות, הגלגל השמיני מכיל עוד הרבה כוכבים, אבל, השמש אינה נראית לעולם על הרקע שלהם, חוץ משנים עשר המזלות האלה.

במציאות, גלגל המזלות, בדומה לגלגל המשווה השמימי, גם הוא קשת גדולה מאד המתרוממת מעל לראש הצופה (כמעט), והחותכת את האופק המערבי, בזווית מסוימת המתאימה לכל חודש וחודש, או בכל מזל ומזל, כפי שנראה לקמן בתמונות 43, 44. זאת בניגוד לגלגל המשווה השמימי, החותך את האופק המערבי או המזרחי בזווית קבועה בת ב 58 מעלות כנ"ל, ותמיד. בנספח ב' להלכה ד' בפרק ב', הבאנו שתים עשרה מפות המראות את המסלול היומי של המזלות בכל חודש וחודש, מזריחתו ועד לשקיעתו במערב.

כמו השמש והכוכבים, כך גם המזלות, המורכבים גם הם מכוכבים, גם הם זורחים ושוקעים על פי שקיעתם או זריחתם של הכוכבים המרכיבים את המזלות. כיון שגלגל המזלות הוא 360 מעלות, לכן, שישה מזלות (180 מעלות מהגלגל) נמצאים מעל האופק, ושישה אחרים נמצאים מתחת לאופק, והם גם סובבים סיבוב שנתי אחד, כך שאלה מעל האופק סובבים בהדרגה, ומחליפים את אלה שמתחת לאופק, בהתאם לעונות השנה.

תמונה 35ט' מראה את מצב גלגל המזלות בתקופת תשרי (ביום שוויון היום והלילה), הוא נוטה כולו דרומה מגלגל המשווה, והוא חותך את האופק המערבי בתחילת מזל מאזניים. תמונה 35י' מראה את גלגל המזלות בתקופת ניסן (גם היא ביום השוויון של היום והלילה). במקרה זה, גלגל המזלות נמצא כולו צפונה מגלגל המשווה, והוא חותך את האופק המערבי בתחילת מזל טלה. תמונה 35 י"א מראה את המצב של גלגל המזלות בחודש טבת: הוא חותך את האופק המערבי בתחילת מזל דלי. בהמשך נראה את תמונות 43, 44 המראות את המזל שבו חותך גלגל המזלות את האופק המערבי, וכן את גודל זווית החיתוך שם. תמונה 35 י"ב מראה את מזל טלה כשהוא זורח במזרח, מראשו ועד זנבו.

<u>הקדמה ז': ראיית הלבנה החדשה על רקע המזל באופק המערבי.</u>

ברגע הראייה, השמש והירח קרובים מאד זה לזה (שהרי רגע הראייה של הירח החדש הוא זמן קצר אחרי השקיעה של השמש, כשהירח עדיין סמוך מאד אל השמש הנמצאת כבר מתחת לאופק). לכן, ברגע הראייה, השמש והירח נמצאים על רקע מזל אחד (או שניים סמוכים) מגלגל המזלות, ואז השמש היא, מצד אחד, מתחת לאופק, והירח, מצד שני, הוא מעליו, וקו האופק המערבי מבדיל ביניהם (ראה תמונות 1,3 לעיל). בכל מקרה, השמש (וההשלכה של) הירח, נמצאים תמיד על גלגל המזלות עצמו, כשאורך הקשת שביניהם הוא, מה שכבר קראנו אותו לעיל, בהלכה א', בשם "האורך הראשון", שעל גלגל המזלות.

אבל, על אף היותם שניהם על גלגל המזלות, וגם סמוכים מאד זה לזה, הם אינם שוקעים במערב (או זורחים במזרח), זה אחר זה, לאורך גלגל המזלות, כי גלגל המזלות עצמו, אין בו זריחה או שקיעה, אלא, כל אחד ואחד מהכוכבים שעליו, לרבות השמש והירח בזמן הראייה, זורח או שוקע בפני עצמו, גם הוא <u>במקביל לקו</u>

המשווה השמימי, כפי שכבר הסברנו זאת, למשל, לעיל בתמונה 35. הסיבה הבסיסית לכך היא, שגלגל המזלות חותך את קו המשווה השמימי בזווית של 23.5 מעלות, כידוע, ולכן, הוא אינו מקביל לו, וכל תנועה של כוכב הנמצא על גלגל המזלות, תהיה כפופה לסיבוב היומי של כדור הארץ, המיוצג על ידי סיבוב קו המשווה השמימי בלבד. תמונה 35, מראה ענין זה באופן ברור: אם נניח ששני הכוכבים ב' וג' מייצגים שני מזלות שונים, רואים מיד, כי בגלל הסיבוב היומי של כדור הארץ, כל אחד מהם הולך ושוקע במערב, במסלול משלו, במקביל לקו המשווה השמימי דווקא, ולא במקביל לגלגל המזלות ב"ג.

נדגים זאת באופן הבא: במקום שני הכוכבים ב' ו ג', יכלנו להתבונן בשמש הנמצאת בנקודה ש', והירח בנקודה י', ברגע הראייה (תמונה 36). מצד אחד, הם נמצאים שניהם על גלגל המזלות, שהקטע י"ש (האורך הראשון), הוא חלק ממנו. אבל, מאידך, הם שוקעים במערב, לא לאורך קו גלגל המזלות י"ש, המחבר ישירות ביניהם, אלא, לכל אחד מסלול שקיעה משלו, המקביל לקו המשווה השמימי: הירח עומד לשקוע בכוון הקו י"נ, בנקודה נ', והשמש כבר שקעה קודם בנקודה ס', בכוון הקו ש"ס (ראה הגדלה של תמונה 37).

עתה, ההתקבצות של השמש והירח, וכן רגע הראייה של הירח החדש, יכולים להתחולל על רקע מזל כלשהו משנים עשר המזלות. שהרי השמש והירח שוקעים בחודש ניסן, במזל טלה, ובחודש אייר, במזל שור, וכך הלאה, עבור כל החודשים והמזלות, במשך כל השנה כולה. לכן, גם האורך הראשון, ברגע הראייה בזמן השקיעה, יכול ליפול, כולו או בחלקו, במזל אחד (או שני מזלות סמוכים זה לזה) במשך השנה.

<u>הקדמה ח': זווית השיפוע בה שוקעים המזלות באופק המערבי.</u>

מה שחשוב לענייננו הוא, כי לא רק שהאורך הראשון יקבע אם תהיה ראייה או לא, אלא, מתברר שיש חשיבות גדולה גם לשיפוע, דהיינו, לזווית, אשר בה קשת האורך הראשון חותכת את קו האופק המערבי. למשל, בתמונה 37, רואים כי האורך הראשון י"ש חותך את קו האופק המערבי בזווית חדה, המגיעה לכדי 43 מעלות; לעומתו, בתמונה 38, רואים כי האורך הראשון הוא כמעט זקוף לקו האופק המערבי (ראה גם תמונה 39 המוגדלת). לשם השוואה, הזווית בה חותך המשווה השמימי את האופק המערבי בירושלים היא 58 מעלות, כפי שהראנו לעיל בהקדמה ג'.

שים לב, כי שתי התמונות 36 ו 38 (או ההגדלות שלהן בתמונות 37 ו 39 מראות שתי שקיעות שונות של השמש במשך השנה: תמונה 37 מראה שקיעה של השמש בימות החורף, שאז היא נמצאת דרומה מקו המשווה השמימי, ותמונה 39 מראה שקיעה של השמש בימות הקיץ, כאשר היא נמצאת צפונה מקו המשווה השמימי.

תמונה 40 מראה את מהלך השמש בשלמותו, מעל האופק של הצופה ומתחתיו, במשך כל השנה. היא זורחת במזרח ושוקעת במערב במסלול לולייני הלוך ושוב, מצפון לדרום. בתמונה זו, כל אחד מן המעגלים הוא מסלול השמש יומי. בפרט, המסלול היומי שלה, בתקופת ניסן, הוא מנקודת אמצע המזרח לנקודת אמצע המערב (תמונה 41), ולכן, ביום זה סובבת השמש לאורך קו המשווה השמימי, הנמתח גם הוא, מאמצע המזרח עד לאמצע המערב, כפי שהסברנו בהקדמה ב' לעיל. שאר המסלולים של השמש במשך השנה מתחלקים לשתי קבוצות: אלה הנמצאים משמאל לקו המשווה השמימי, כלומר, צפונה ממנו, והם המסלולים של החודשים של חודשי האביב והקיץ, והשמש נמצאת אז במזלות מטלה ועד למאזניים; והקבוצה השניה היא מימין לקו המשווה השמימי, שהם כולם דרומיים לו, והם

המסלולים של החודשים של חודשי הסתיו והחורף, והשמש נמצאת בהם במזלות ממאזניים ועד טלה (ראה תמונה 41).

שים לב, כי כל המסלולים היומיים של השמש במשך כל השנה, ללא יוצא מן הכלל, הם כולם פונים דרומה, בזווית של 58 מעלות, ביחס לקו האופק של צופה בירושלים, שהיא הזווית של קו המשווה השמימי. אבל, לעומת כל המסלולים המקבילים האלה, הרי גלגל המזלות אינו מקביל לקו המשווה השמימי, כפי שכבר הסברנו לעיל, אלא, בכל יום ויום של השנה הוא חותך את קו האופק בזווית אחרת, מאשר קו המשווה השמימי, כפי שכבר ראינו בשתי הדוגמאות בתמונות 37 ו 39 לעיל. אף יותר מזה, אנו עוד נראה, בהקדמה י"א לקמן, כי אפילו אותו מזל הזורח במזרח בזווית מסוימת ביחס לאופק המזרחי, הרי שבסוף אותו היום הוא שוקע בזווית אחרת ביחס לאופק המערבי.

לשם השוואה בין שתי התמונות 37 ו 39, איחדנו אותן יחד בתמונה 42. מצד ימין של התמונה, רואים כי האורך הראשון י"ש, נמצא מצד ימין של קו המשווה השמימי. הנטיה שלו כלפי קו האופק מראה, למעשה, את הזווית בה חותך גלגל המזלות את האופק המערבי של הצופה, ובמקרה זה, הוא חותך את קו האופק בזווית של כ 43 מעלות. לעומתו, בצד השמאלי, נמצא האורך הראשון בצד הצפוני של קו המשווה השמימי, והוא נוטה בזווית של כ 68 מעלות כלפי האופק המערבי. (כפי שכבר ראינו לעיל, קו המשוה השמימי עצמו נוטה בזווית של 58 מעלות כלפי האופק המערבי). אמנם איחדנו את שתי התמונות 37, 39 בתמונה 42, אבל, האמת היא, כפי שנראה לקמן, שישנם מזלות דרומיים, שהזוית שלהם היא גדולה מ 58 מעלות, וצפוניים – קטנים ממנה, ותמונה 42 באה רק להדגים את הענין הזה באופן מסוים.

ניתן לחשב את הזווית בה חותך גלגל המזלות, דהיינו, הזווית אשר בה חותך האורך הראשון, את האופק המערבי של צופה בירושלים, לא רק בשתי הדוגמאות דלעיל בתמונה 42, שם היו שתי זויות החיתוך 43 ו 68 מעלות, אלא, ניתן לחשב זווית זו בכל אחד מחודשי השנה, כדלקמן.

<u>הקדמה ט': זווית השקיעה של המזלות במשך כל השנה</u>

תמונה 43 מראה את זווית הנטיה הזו, של האורך הראשון (או גלגל המזלות עצמו, שהרי האורך הראשון הוא חלק ממנו), ביחס לאופק המערבי, מהקצה הדרומי ביותר (בתמונה מצד ימין), כאשר השמש שוקעת, בתחילת החורף, במזל גדי, ועד לקצה הצפוני ביותר (בתמונה מצד שמאל), כאשר השמש שוקעת, בתחילת הקיץ, בסוף מזל תאומים. כלומר, תמונה זו מראה כיצד נעה <u>נקודת השקיעה</u> של השמש על פני האופק המערבי במשך השנה, מהנקודה הדרומית ביותר שלה, והיא עולה עד לנקודה הצפונית ביותר שלה. החיצים של תנועת נקודת השקיעה של השמש מסומנים לאורך האופק מימין לשמאל. הקוים המקבילים המרוסקים מראים את הכוון של שקיעת השמש במשך השנה, בנקודות השונות של האופק המערבי. כאמור לעיל, כוון <u>השקיעה</u> של כל הכוכבים, גם השמש וגם הירח, במקום שקיעתם על האופק במערבי, הם תמיד בכוון המשווה השמימי, דהיינו, 58 מעלות, כמו בתמונה 40. לעומתם, הקוים המלאים (הקצרים יותר) מראים את האורך הראשון של כל מזל ומזל, באותן הנקודות השונות של השקיעה במשך השנה. רואים בבירור, כי הזויות של האורך הראשון ביחס לאופק, בכל נקודה ונקודה, הן שונות מאד מהזווית של <u>השקיעה</u> של השמש, שהיא תמיד, כאמור, בת 58 מעלות. לשם כך, נתבונן שוב בתמונה 43. אם נתחיל מהראייה של השקיעה, בתחילת מזל גדי, בדרום מערב של האופק (מצד ימין), נראה כי הזווית של האורך הראשון שם היא 58 מעלות, כמו זו של שקיעת השמש. אבל, כאשר מתחילה נקודת השקיעה לעלות

צפונה, למשל, בתחילת מזל דלי, הרי האורך הראשון שם נוטה בזווית של 68 מעלות, כעשר מעלות יותר. ואחרי כן, בתחילת מזל דגים, היא גדלה ל 78 מעלות, ובתחילת מזל טלה היא גדלה ל 81 מעלות. כך יוצא, כי במשך חצי השנה, כאשר נקודת השקיעה נעה ממזל גדי בדרום ועד למזל תאומים בצפון, הזווית של האורך הראשון היא תמיד גדולה יותר מכוון השקיעה היומי של השמש, שהוא 58 מעלות, כאמור.

נעיר כי המזלות שבתמונה 43 מכילים שלושה מזלות דרומיים, דלי גדי ודגים, היינו, הנמצאים תמיד בחצי השמים הדרומיים, וגם שלושה מזלות צפוניים, טלה שור ותאומים, הנמצאים תמיד בחצי השמים הצפוניים. אמנם הם שונים במיקומם, היינו, אלה דרומיים ואלה צפוניים, אבל, מה שמאחד אותם בתמונה 43 הוא, זוויות החיתוך של כל ששת המזלות האלה, בין דרומיים, בין צפוניים, הן כולן גדולות מזו של משווה השמים, היינו, 58 מעלות, כפי שמראה תמונה 43.

תמונה 44 מראה את התנועה השנתית ההפוכה לזו שבתמונה 43, אשר בה נעה נקודת שקיעת השמש בחזרה, מן הנקודה הצפונית ביותר, ועד לנקודה הדרומית ביותר על האופק המערבי, דהיינו, ממזל סרטן בצפון, ועד למזל קשת בדרום. זוהי התנועה של נקודת השקיעה לאורך ששת המזלות, מתחילת הקיץ במזל סרטן, ועד לסוף הסתיו במזל קשת בדרום. רואים כי, בניגוד לתמונה 43, כל הזויות של האורך הראשון בתמונה 44, הן דווקא קטנות יותר מ 58 מעלות, דהיינו, אם נתחיל ממזל סרטן, הרי הזווית של האורך הראשון היא רק 55 מעלות, בתחילת מזל אריה, היא אף קטנה יותר – 43 מעלות, בתחילת מזל בתולה – 37 מעלות, בתחילת מזל מאזניים – 34 מעלות, בתחילת מזל עקרב – 37 מעלות, בתחילת מזל קשת – 43 מעלות, כלומר, כל הזויות הן קטנות יותר מ 58 מעלות.

גם כאן נעיר, כי בתמונה 44, הבאנו שישה מזלות, אשר מהם שלושה, עקרב קשת ומאזניים, הם מזלות בשמים הדרומיים, ושלושת האחרים הם בתולה אריה וסרטן. שוב, מה שמאחד אותם בתמונה 44 הוא, שבכל השישה, מהלך השמש היומי בהם יורד מצפון לדרום, וכן שזוויות החיתוך של המזלות הקרובים לאופק המערבי הן כולן קטנות מזו של המשווה השמים, כפי שמראה תמונה 44.

ניתן גם לומר, כי על פי תמונה 43, המזלות בין גדי לתאומים שוקעים במערב בכוון קרוב יותר לקו האנכי ביחס לאופק (קרוב ל 90 מעלות), מאשר המזלות מסרטן לקשת, כמו בתמונה 44, שם הם שוקעים בזווית מלוכסנת יותר. (בעקבות המפרש, אנו נרחיב ענין זה, בהקדמה י"א לקמן, הן לגבי השקיעה, והן לגבי הזריחה, של המזלות).

ההבדל הזה, שבין תמונה 43 לבין תמונה 44, דהיינו, כפי שראינו, שבתמונה 43, ממזל גדי ועד למזל תאומים, האורך הראשון נוטה כלפי האופק בזווית גדולה יותר מ 58 מעלות, בשעה שבתמונה 44, ממזל סרטן ועד למזל קשת, הזווית של האורך הראשון היא קטנה יותר מ 58 מעלות, ההבדל הזה הוא משמעותי מאד, לגבי אורך הזמן המינימלי שצריך לחלוף, מאז רגע המולד האמיתי, ועד רגע הראייה של הלבנה החדשה. מתברר, שזמן זה ארוך יותר, כאשר ראיית הירח היא על רקע מזל דרומי, מאשר על רקע מזל צפוני. הסיבה לכך היא, שזווית החיתוך של המזלות הדרומיים עם האופק (תמונה 43), היא קטנה יותר מ 58 מעלות (שהיא זווית החיתוך של המשווה השמימי), בשעה שזווית החיתוך של המזלות הצפוניים (תמונה 44), היא גדולה יותר.

כיון שענין זה הוא בדיוק הסיבה האסטרונומית לדחיית אד"ו בתחילת חודש תשרי (להבדיל מהסיבה ההלכתית, המשלימה אותה, היינו, ירקיא ומתיא, ר"ה כ'.), לכן נבארו כאן בפרוטרוט.

לפני שנסביר את ענין ראיית הלבנה החדשה, נתאר, קודם כל, את ההילה של האור מסביב לשמש, המסנוורת את המסתכל בה, המלווה את השמש בכל מקום בשמים. בפרט, בזמן שקיעת השמש במערב, חלק מההילה נמצא עדיין מעל האופק המערבי, אם כי בעוצמה חלשה יותר, ואז רואים את הלבנה החדשה, על הרקע של מה שנשאר מההילה הזאת, על האופק המערבי. מצב זה, מהווה גורם מכריע בראייתה או אי ראייתה של הלבנה, כדלקמן.

ההילה של האור מסביב לשמש המסנוורת את עינינו, נוצרת מהאויר הסמוך מאד לשמש. כי אור השמש מאיר בעוצמה רבה את האויר הסמוך לה, והאויר מחזיר את האור הזה אלינו גם כן בעוצמה רבה, עד כדי סנוור העיניים. בחלל החיצון אין רואים את ההילה הזאת, כי אין שם אויר בין השמש לבין הצופה שם. צורת ההילה סביב השמש במרחב היא כדורית, פחות או יותר. אבל, כפי שהשמש (גם היא כדורית) נראית לנו רק בצורה הדו מימדית של "צלחת" מאירה בשמים, כך גם ההילה שסביבה נראית גם היא כמו "צלחת" גדולה עגולה, פחות או יותר, כשהשמש נמצאת במרכזה (ציור 1 בתמונה 45א'). גודלה של ההילה הוא כמה מונים מגודלה של השמש עצמה. עוצמת האור של ההילה אינו אחיד, אלא, הוא הולך ונחלש, החל ממרכזה, שם נמצאת השמש, עד לשוליה. כאשר השמש נמצאת רחוק מעל האופק, ניתן לראות את כל ההילה כולה (ציור 1 בתמונה 45א'). אבל, ברגע השקיעה של השמש, המחצית התחתונה של ההילה כבר שקעה עוד לפני השמש (ציור 2 בתמונה 45א'), ואז נשאר רק החצי העליון של ההילה מעל האופק המערבי. ככל שהשמש שוקעת יותר ויותר מתחת לאופק (ציור 3 בתמונה 45א'), כך נשאר מעל האופק רק האור החלש יותר של שולי ההילה.

כיון שהלבנה החדשה נראית לראשונה כשהיא קרובה מאד לאופק המערבי, לכן, למעשה, היא נראית על רקע ההילה שעדיין לא שקעה שם, כפי שרואים בציור 4 בתמונה 45א'. הסיבה שניתן לראות את הלבנה החדשה בתוך ההילה היא, שהסהר של הלבנה החדשה הוא, אמנם, חלש מאד, אבל, בכל זאת, הוא מספיק בהיר, ביחס לאור הרקע החלש של שולי ההילה, שם היא נמצאת. ברור כי ככל שהלבנה החדשה נמצאת רחוק יותר ויותר מהשמש, כך היא גם תמצא ברקע חלש יותר ויותר של ההילה, ונוכל להבחין בה ביתר קלות.

מה קובע את מרחק הירח מהשמש ברגע הראייה?

כידוע, לירח יש תנועה עצמית, לאורך גלגל המזלות, ממערב למזרח, סביב כדור הארץ. כלומר, פרט לסיבוב היומי, הגורם לשמש לירח ולכל הכוכבים, לסובב אותם סביבנו אחת ליום ממזרח למערב, יש לירח גם סיבוב עצמי שלו על גלגל המזלות, ממערב למזרח, היינו, בכוון הפוך לסיבוב היומי. לכן, אחרי רגע המולד האמיתי, הלבנה החדשה כבר חלפה על פני השמש, והיא נמצאת כבר בדרכה מזרחה ממנה (אפילו שהיא עדיין לא נראית לנו). זו הסיבה שהלבנה החדשה נמצאת מעל האופק המערבי אחרי שקיעת השמש, כי הנקודה בה נמצאת הלבנה החדשה, היא, אכן, מזרחה מהשמש.

כלומר, התנועה של הלבנה החדשה ממערב למזרח היא היא הקובעת (בעיקרה) את מרחק הלבנה החדשה מזרחה מהשמש, וגם עד איזה גובה היא הגיעה ברקע של ההילה, הנמצאת עדיין מעל האופק המערבי. ככל שהלבנה התרחקה יותר ויותר

מהשמש, תוך כדי מהלכה העצמי מזרחה, כך היא תִמַצֵא ברגע הראייה במקום גבוה יותר של ההילה, שם רקע אור ההילה חלש יותר, מהאור של הסהר הדק. לכן, ככל שעבר זמן ארוך יותר מרגע המולד האמיתי, כך תספיק הלבנה להתרחק דיהּ על גלגל המזלות, מזרחה מהשמש, ואז תהיה במקום שבו רקע האור של ההילה חלש יותר, וכך תיראה לעדים. (שים לב, כי ללבנה יש גם סיבוב יומי רגיל ממזרח למערב, לכן, גם הזמן שלוקח ללבנה החדשה לשקוע במערב, לאחר רגע הראיה, קובע גם הוא את אפשרות הראיה, כפי שנבהיר זאת בהמשך)

המרחק הזה, לאורך גלגל המזלות, שהלבנה החדשה הספיקה להתרחק, מזרחה מהשמש, עד לראייתה הראשונה, הוא האורך הראשון, כאמור לעיל. אם גלגל המזלות ביום הראייה היה זקוף ביחס לאופק המערבי, אז גם הלבנה החדשה, המהלכת ממערב למזרח על גלגל המזלות, גם היא תתרחק מהשמש בכוון זקוף מעל האופק, כמו, למשל, בחודש ניסן (תחילת מזל טלה נמצאת אז על האופק המערבי, ראה תמונה 43), שאז זווית החיתוך של גלגל המזלות, היינו של האורך הראשון עם האופק, היא כ 81 מעלות. כך תוכל הלבנה החדשה להמצא, תוך זמן קצר יחסית, מעל הרקע החלש יותר של ההילה. תמונה 45ב׳ מראה את המצב הזה: שולי הילת השמש עדיין נמצאים גבוה מעל האופק המערבי, כי עברה רק כשליש שעה מאז שקיעת השמש שם, וההילה כולה תשקע רק אחרי שעה וחומש, כנ״ל. המשווה השמימי נמצא מימין לתמונה, וגלגל המזלות בתחילת חודש ניסן, חותך את האופק המערבי בזווית של 81 מעלות, ובנקודת החיתוך נמצאת גם נקודת תחילת מזל טלה. הלבנה החדשה נמצאת על גלגל המזלות בנקודה י׳, אבל, כיון שגלגל המזלות הוא כמעט זקוף לאופק, לכן, הלבנה החדשה תמצא גבוה מעל האופק המערבי, בזמן קצר יותר יחסית, וניתן יהיה לראותה, מוקדם יותר, כיון שהיא נמצאת ברקע חלש יחסית של ההילה. כלומר, כיון שהאורך הראשון י״ש הוא כמעט זקוף לאופק, היינו, זמנה של הלבנה להגיע גבוה, יהיה קצר יחסית, זאת כיון שמהלכה מזרחה על גלגל המזלות הוא זקוף, וקצר יותר יחסית.

עתה, לשם השוואה, אם הלבנה החדשה לא התרחקה בכוון זקוף לאופק כמו בתמונה 45ב׳, אלא, היא נעה בכוון אלכסוני ונמוך, קרוב מאד לאופק, כמו בתמונה 45ג׳, כמו, למשל, בחודש תשרי (תחילת מזל מאזניים נמצא אז על האופק המערבי, ראה תמונה 44), אשר זווית החיתוך שלו היא רק 34 מעלות ביחס לאופק המערבי, כלומר, מסלולה של הלבנה החדשה מזרחה, לאורך גלגל המזלות, הוא משופע מאד וקרוב מאד לאופק המערבי, אז, אפילו שהלבנה תהיה באותו מרחק י״ש מהשמש על גלגל המזלות, היינו, שהאורך הראשון י״ש יהיה זהה בדיוק באותו אורך כמו במקרה הזקוף שבתמונה 45ב׳, בכל זאת, כיון שהלבנה החדשה אינה נעה בכוון זקוף כמו בתמונה 45ב׳, אלא, בכוון אלכסוני קרוב לאופק, כמו בתמונה 45ג׳, לכן, בחודש תשרי, יקח לה זמן רב יותר, לצאת מהרקע המואר של ההילה, כי היא נעה מזרחה בתוך אותה הילה בקו אלכסוני, ומסלול זה הוא ארוך יותר מאשר בחודש ניסן, כפי שרואים מההשוואה בין שתי התמונות 45ב׳ ו 45ג׳. כלומר, באותו זמן שהספיקה הלבנה החדשה לצאת מההילה בכוון זקוף בחודש ניסן, הרי בחודש תשרי היא תהיה עדיין על הרקע אור הילה הנמצא קרוב אל השמש, ולכן, לא תיראה לעדים, אלא, לאחר עוד כיום או יומיים נוספים, מאוחר יותר מאשר בחודש ניסן.

בסיכום, למדנו משתי הדוגמאות לעיל, כי כאשר הלבנה החדשה שוקעת על רקע המזלות, שזווית החיתוך שלהם גדולה מזווית החיתוך של המשווה השמימי (58 מעלות, תמונה 45ב׳), אז ניתן לראות את הלבנה החדשה מוקדם יותר, מאשר במקרים של המזלות שזווית החיתוך היא קטנה מ 58 מעלות (תמונה 45ג׳).

לגבי הדוגמאות הספציפיות שהבאנו לעיל, בחודש ניסן, כאשר רואים את הלבנה החדשה על רקע מזל טלה, וגלגל המזלות שם הוא כמעט זקוף, כ 81 מעלות (תמונה 45ב'), זאת לעומת חודש תשרי, כאשר רואים את הלבנה במזל מאזניים, וגלגל המזלות שם הוא אלכסוני נמוך וקרוב לאופק, כ 34 מעלות (תמונה 45ג'), מתברר שאכן, התצפיות מראות כי בחודש ניסן, ניתן לראות את הלבנה החדשה כבר לאחר כ 24 שעות בלבד אחרי המולד האמיתי, בשעה שבחודש תשרי, ניתן לראות אותה רק אחרי יומיים, ואפילו שלושה, וגם ארבעה ימים (הרמב"ם, הלכה ז' בפרק ז' לעיל). זאת כיון שמסלול ההתרחקות ממערב למזרח של הלבנה החדשה, בחודש תשרי, הוא אלכסוני וקרוב יותר לאופק, ויקח הרבה יותר זמן ללבנה החדשה לטפס ולהגיע עד לאיזור גבוה יותר של ההילה, שם הרקע שלה הוא חלש יחסית, ואז הלבנה תיראה. לעומת זאת, בחודש ניסן, הלבנה מתרחקת מהשמש בכוון זקוף, ואז מספיק רק כיום אחד בכדי שהלבנה החדשה תגיע לגובה מספיק מעל האופק, ותהיה אז על רקע חלש יותר של ההילה, ושם היא תיראה. בנספח ב' לפרק ב' להלכה ד' הראנו, לא רק שהתצפיות בחודשים וניסן מאשרים את ההסבר הנ"ל, אלא, גם החישובים התיאורטיים שביצענו, מראים זאת באופן ברור, כטענת הרמב"ם (שם).

ההסבר הנ"ל הוא הבסיס האסטרונומי לדחיית אד"ו בחודש תשרי, למשל, משום ירקייא ומתייא, או חיבוט ערבה בהושענא רבא החל בשבת וכו' (ראה ר"ה כ'. ומפרשים). זאת כיון שעל פי המציאות האסטרונומית שהראנו לעיל, מתברר שבאמת, הלבנה החדשה נראית בחודש תשרי, מאוחר יותר מבשאר החודשים, ביחס לרגע המולד האמיתי בכל חודש. אם לא היה בסיס אסטרונומי כזה, שהלבנה אינה נראית בפועל, אלא רק לאחר מספר ימים בחודש תשרי, קשה היה לקבוע את דחיית אד"ו כגזירה, ובכך להטריח את ה' יתברך, שיעשה זאת, משום סיבות פשוטות כל כך, שיתאימו במיוחד לבני בבבל דווקא, כגון ירקיא ומתיא, בכל אחד ואחד מחודשי תשרי (ראה גם דעת רבינו חננאל ר"ה כ'.). להיפך, העובדה שדחיית אד"ו שקבעו חז"ל, מתאימה להפליא למציאות האסטרונומית, מעידה כאלף עדים, שהלוח שלנו והמציאות האסטרונומית, נקבעו על ידי הכל יכול אחד, וכך הם נמסרו ביחד לעם ישראל.

לפיכך, יחד עם האורך הראשון, שהצגנו בתחילה כאבן בוחן (קריטריון) ראשונה לראיית הלבנה החדשה, אנו צריכים להשלימו באבן בוחן נוספת, המבטא את מה שהסברנו לעיל, היינו, שגם רקע המזל בו נמצאת הלבנה החדשה, גם הוא תנאי חשוב, שיש לתת לו גם הוא, ביטוי מספרי, כמו האורך הראשון, ושניהם יחד יהוו את התנאים התיאורטיים הדרושים, בכדי לקבוע מראש, אם הלבנה החדשה תיראה לעדים, או לא, בליל השלושים.

עד עתה הבאנו את הגורמים המאחרים את רגע הראייה של הלבנה החדשה ביחס לרגע של המולד האמיתי שהיה לפניו. הראינו שרווח הזמן הזה, תלוי, לא רק באורך הראשון עצמו, אלא, גם בשיפוע שלו, שהוא ספיציפי לכל מזל ומזל. כי התרחקותה של הלבנה החדשה מהחמה תלויה בקצב בה היא נעה מזרחה לאורך גלגל המזלות. אבל, פרט לתנועה זו, קיימת גם התנועה היומית של הלבנה, המביאה אותה לשקוע כל יום במערב, ואותו גורם עצמו, היינו, השיפוע של האורך הראשון, הוא גורם מכריע לא פחות, גם בענין אחר לגמרי, והוא, הסיכוי לראות את הלבנה החדשה, עד לזמן שקיעתה. נבאר זאת כדלקמן.

תמונה 45ד' מראה אורך ראשון ושיפועו, בשני חודשים שונים במשך השנה, האחד זקוף במזל טלה (משמאל), והשני משופע יותר במזל מאזניים (מימין). נניח שבשני המקרים ניתן כבר לראות את הלבנה החדשה, בקצה של האורך הראשון של כל אחד מהם, היינו, מצד שמאל נראית הלבנה החדשה בקצה העליון של האורך הראשון,

שהוא כמעט זקוף לאופק (81 מעלות), ומצד ימין הלבנה אמנם כבר נמצאת בקצה האורך הראשון גם שם, אלא, שהאורך הראשון משופע מאד ביחס לאופק (34 מעלות). בשני המקרים, ברגע שנראתה הלבנה החדשה, היא מתחילה לשקוע לכוון האופק המערבי. אבל, כפי שרואים בתמונה זו, כיון שהאורך הראשון הוא משופע מאד, לכן, הלבנה החדשה תשקע, לאורך הקו המרוסק, הרבה יותר מהר מהלבנה בצד ימין של התמונה, גם היא לאורך הקו המרוסק, כי מסלול השקיעה של הלבנה מצד ימין (במקביל לקו המשווה השמימי), הוא קצר יותר ממסלול השקיעה לאורך הקו המרוסק, של הלבנה מצד שמאל. למשל, אם הלבנה החדשה מצד שמאל שוקעת במשך כשלושים דקות, הרי הלבנה מצד ימין תשקע לאחר כעשר דקות בלבד, אחרי ראייתה הראשונה, ואף פחות מזה. עתה, כיון שממילא הלבנה החדשה היא דקה מאד, ובקושי נראית, הסיכוי לראותה דורש מאמץ רב מהעדים. לכן המאמץ למצוא את הלבנה החדשה יכול להמשך מספר דקות בלבד, עד לשקיעתה במערב, כמו במקרה שהלבנה החדשה שוקעת במזל מאזניים, והסיכוי לראותה הוא הרבה יותר קטן מהסיכוי לראותה, כאשר זמן שקיעתה הוא ארוך יותר, כמו במקרה שהאורך הראשון הוא זקוף, למשל, כאשר הלבנה החדשה שוקעת במזל טלה, כמו בתמונה 45ד' מצד שמאל. כלומר, אורך זמן השקיעה קובע את הסיכוי לראות את הלבנה החדשה לפני שקיעתה. המפרש משתמש בענין זה בהמשך.

הקדמה י': קביעת גבולות הראייה.

אכן, במשך זמן רב, חודש אחרי חודש, שנה אחרי שנה, עקבו האסטרונומים אחרי הראייה של הירח החדש, כאשר הירח והשמש שוקעים ברקע של המזלות השונים. ובכל מקרה שראו בפועל את הירח החדש, הם גם חישבו באופן תיאורטי את האורך הראשון שהיה בשעת הראייה, כלומר, הם חישבו את המקום האמיתי התיאורטי של השמש והירח, ברגע שהיתה ראייה, וכן את ההפרש שביניהם, היינו, את האורך הראשון, עבור הרגע שבו נראתה הלבנה החדשה בפועל; והנה, על פי הרמב"ם (ראה דברי המפרש לקמן), בכל מקרה ששקיעת שמש והירח היו ברקע של המזלות שבין גדי לתאומים, כמו בתמונה 43, לעולם לא ראו את הירח החדש, אלא, רק כאשר האורך הראשון המחושב היה לפחות תשע מעלות. אבל, אין זה אומר, שבכל פעם שהיה האורך הראשון גדול מתשע מעלות, אז ראו את הירח החדש. כי כפי שהראינו לעיל, האורך הראשון אינו מספיק בכדי לדעת מראש שהירח ייראה או לא, כי הדבר תלוי גם באיזה זווית שיפוע הוא נמצא ביחס לאופק. גם הראינו שהשיפוע של האורך הראשון, או המזל בו נמצאת הלבנה החדשה, קובע את השיפוע הזה. לפיכך, לא רק האורך הראשון קובע את הראייה, אלא, גם השיפוע שלו ביחס לאופק, או במילים אחרות, במזל בו נמצאת הלבנה החדשה. (בהמשך נראה כי הרמב"ם בחר באבן בוחן אחרת, שוות ערך, לזוית השיפוע של המזלות).

למשל, גם אם חישבו את האורך הראשון ומצאו שהוא, למשל, 9.5 מעלות, עדיין אין זה ודאי שיראו את הירח החדש (אם כי היו מקרים כאלה), ובכדי לדעת זאת באופן ודאי מראש, מתברר שיש להמשיך לחשב הלאה חישוב התיאורטי, באיזה מזל נמצאת הלבנה החדשה כנ"ל.

השיטה החישובית לכך כרוכה במספר שלבים, שמטרתם היא לחשב את מה שהרמב"ם מגדיר "האורך השני", "השלישי", ו"הרביעי". למשל, חישוב האורך הראשון של 9.5 מעלות, אינו מאפשר עדיין לקבוע אם הירח החדש ייראה או לא ייראה. אבל, חישוב ה"אורך הרביעי", מאפשר לדעת בוודאות אם ייראה הירח החדש אם לא.

עוד ראו האסטרונומים, על פי הרמב"ם, כי בכל מקרה שחישוב האורך הראשון נתן תוצאה מעל 15 מעלות (שוב ברקע המזלות מגדי ועד תאומים), מתברר שאין צורך כלל בחישובים נוספים של האורך השני וכו', כי, אורך ראשון כזה הוא מספיק ארוך, כך שהשמש כבר נמצאת מספיק עמוק מתחת לאופק, והירח החדש ייראה בקלות, ואין צורך בחישובים של האורך השני, שלישי, או רביעי.

כך יוצא, שאם השקיעה היא באחד המזלות שבין גדי לתאומים, הרי אם האורך הראשון הוא פחות מתשע מעלות, אין אפשרות כלל לראות את הירח החדש. אבל, אם האורך הראשון הוא בתוך התחום שבין 9 – 15 מעלות, יש לחשב גם את האורך השני, השלישי, וכו', בכדי לדעת אם יראה או לא ייראה; וכאשר האורך הראשון הוא מעל ל 15 מעלות, אפשר לראות בוודאות את הירח החדש. כל התנאים האלה, הם כאמור, כאשר הירח שוקע במזלות שבין גדי לתאומים, כמו בתמונה 43.

לעומת מזלות אלה, מתברר, שוב על פי התצפיות, שאם השקיעה היא ברקע של המזלות שבין סרטן לקשת, כמו בתמונה 44 לעיל, אז אי אפשר לראות כלל את הירח החדש, אלא, אם האורך הראשון הוא לפחות 10 מעלות; ואם הוא בתחום שבין 10 – 24 מעלות, אז שוב יש לחשב את האורך השני השלישי, והרביעי, בכדי לדעת אם ייראה הירח או לא. אם האורך הראשון הוא מעל ל 24 מעלות, אז מובטח שהירח ייראה בכל מקום בארץ ישראל, ללא צורך בחישובים נוספים של האורך השני וכו', כי אז עומק השמש הוא מספיק גדול, כך שהירח החדש ייראה בקלות מעל האופק.

כבר הסברנו לעיל, כי הסיבה להבדלים המספריים בין גבולות הראייה שבין גדי לתאומים, דהיינו, הגבולות 9 ו 15 מעלות, לבין אלה שבין סרטן לקשת, דהיינו, הגבולות 10 ו 24 מעלות, נובע מן העובדה שברקע המזלות שבין גדי לתאומים, כל השקיעות הן בזווית גדולה מ 58 מעלות, כמו בתמונה 43; בשעה שהשקיעה על רקע המזלות שבין סרטן לקשת, זווית השקיעה היא קטנה מ 58 מעלות, כמו בתמונה 44. כל זאת הסברנו בפרוטרוט בתמונות 43, 44 לעיל.

נעיר שוב, כי כל התוצאות לעיל של תחומי הראייה בהתאם למזלות, נעשו כולן על סמך תצפיות שנצפו בפועל בלבנה החדשה, ורק אחרי שנודעה תצפית של ראיית לבנה חדשה בתאריך, בזמן מסוים, ובאיזה מדינה (רוחב גיאוגרפי), אז חישבו עבורה אחורה, מה היה האורך הראשון והרביעי, ברגע הראייה. כך נודעו המספרים האופיניים של האורך הראשון, והאורך הרביעי של התצפיות בפועל של לבנה חדשה בליל שלושים של החודשים, בהם נראתה הלבנה החדשה.

עתה נוכל לחשב את החשבונות התיאורטיים, של מהלכי הלבנה והחמה, כפי שעשינו בפרקים האחרונים, ולקבוע מה הם האורך הראשון והרביעי התיאורטיים של הלבנה בליל השלושים של החודש הבא (כפי שנלמד בהמשך), או בחודש כלשהו בעתיד, ולהשוותם עם האורכים הראשון והרביעי מהתצפיות של הראיה בפועל כדלעיל. אם הערכים התיאורטיים תואמים לגבולות התצפיתיים לעיל, אז נדע מראש שהעדים ייראו את הלבנה החדשה. אם הם אינם תואמים, אז לא תיראה הלבנה החדשה באותו ליל שלושים.

זהו תוכן הענינים בפרק זה, ובשני הפרקים הבאים.

הקדמה י"א: אורך השקיעה או הזריחה של המזלות

כידוע, כל אחד משנים עשר המזלות מכיל כוכבים רבים. לכן, שלא כמו בכוכבים, הזורחים או שוקעים בזמן מסוים, הרי לכל מזל ומזל לוקח זמן רב עד שכל

הכוכבים הנכללים בו זורחים, או עד שכולם שוקעים. למשל, אם במזל מסוים, הכוכב ב' שבתמונה 46, הוא תחילת המזל, וכוכב ג' הוא בסופו של אותו מזל, הרי הזמן עד שכל הכוכבים במזל זה ישקעו במערב זה אחר זה, מכוכב ב' ועד לכוכב ג', יימשך זמן מה. למשל, אם הכוכב ג' שוקע שעה וחצי לאחר ששקע הכוכב ב', הרי שכל הכוכבים באותו מזל ישקעו בזה אחר זה במשך שעה וחצי, עד שישקע אחרון הכוכבים ג' השייך למזל זה.

כיצד נדע כמה זמן יקח לכל אחד מהמזלות, עד שישקע כולו במערב? אמנם האורך של כל מזל ומזל על גלגל המזלות נקבע כ 30 מעלות, אבל, גלגל המזלות אינו מקביל לגלגל המשווה, שהרי הוא נוטה כלפיו בשיפוע של כ 23 מעלות, ולכן, כל מזל ומזל שוקע בזווית אחרת מאשר גלגל המשווה, כפי שראינו כבר בתמונות 43 ו 44, לכן, כל אחד מהם ישקע במשך זמן אחר, כדלקמן.

אנו נשתמש בקו המשווה השמימי, כשעון בסיסי, למדידת הזמן בו שוקע כל אחד מהמזלות באופק המערבי. כידוע לנו, קו המשוה השמימי שוקע בקצב של 15 מעלות בשעה. לכן, נוכל להעריך בעזרתו תוך כמה זמן שוקעת קשת אחרת כל שהיא, הנמצאת על גלגל המזלות, כדלקמן.

השאלה היא עתה כדלקמן: כידוע, אורכו של כל מזל ומזל, על גלגל המזלות, הוא 30 מעלות. כאשר כל אותן 30 מעלות, של מזל מסוים, ישקעו במערב, כמה מעלות על קו המשווה השמימי ישקעו יחד אתו באותו הזמן? אם נדע את מספר המעלות הזה על קו המשווה השמימי, הר שנוכל לחלק אותן ב 15, וכך נקבל כמה זמן אורכת השקיעה של כל אותו מזל, כפי שנדגים זאת, באופן הבא.

למשל, נניח שבתמונה 46 רואים את מזל שור, אשר תחילתו הוא בכוכב ב', וסופו בכוכב ג'. כידוע, אורך הקשת של מזל שור, על גלגל המזלות, בין שני הקצוות ב"ג הוא 30 מעלות. אבל, אורך הקשת שכנגדה על גלגל המשווה פ"צ, השוקעת עם כל מזל שור, היא ארוכה יותר מהקשת ב"ג , כי גלגל המשווה הוא משופע יותר, ומספר המעלות הוא גדול יותר מה 30 מעלות של מזל שור. עתה, נניח שהכוכב ב' שוקע בנקודה נ', והכוכב ג' שוקע בנקודה ס'. כידוע, כוון השקיעה של כל אחד מהם הוא בכוון הסיבוב היומי, דהיינו, במקביל לכוון השקיעה של קו המשווה השמימי מ"צ, כמו בתמונה 46.

כזכור, שרטטנו קו מקביל לאופק המערבי, היוצא מהנקודה ב', עד שהוא חותך את קו המשווה בנקודה פ' (ראה תמונות 34 וההסבר שלנו שם). כיון שהקו פ"ב הוא מקביל לאופק בקו מ"נ, לכן, הדרך שעוברת הנקודה ב' עד לשקיעתה בנקודה נ', שווה באורכה לדרך שעושה הנקודה פ' עד לשקיעתה בנקודה מ'. לכן, הנקודה פ' תגיע לנקודה מ' ותשקע שם, באותו זמן שהנקודה ב' תשקע בנקודה נ'. כך באותה שיטה, גם הנקודה ג' תשקע בנקודה ס', באותו זמן שתשקע הנקודה צ' בנקודה מ'.

עתה, כיון שהקשת ב"ג מייצגת את כל מזל שור, לכן, בהתאם לתמונה 43, מזל זה שוקע במערב בזווית גדולה יותר (78 מעלות), מזו של קו המשווה השמימי (שהיא רק 58 מעלות) ביחס לאופק. אכן, רואים בתמונה 46, כי גלגל המזלות במזל שור (הקו ב"ג) הוא כמעט ניצב (זקוף) לאופק המערבי (78 מעלות), בשעה שקו המשווה השמימי שכנגדו (פ"צ) הוא מלוכסן יותר (רק 58 מעלות). לכן, רואים מהתמונה 46, כי האורך האלכסוני פ"צ על קו המשווה השמימי, הוא ארוך יותר מהקו ב"ג של מזל שור, שעל גלגל המזלות, כי הוא יותר משופע ממנו ביחס לאופק. לכן, כיון שהנחנו שכל ה 30 מעלות של מזל שור נמצאות בין הנקודות ב"ג, הרי רואים שהקשת פ"צ,

שהיא כנגדו על קו המשווה, היא משופעת יותר, ולכן ארוכה יותר מה 30 המעלות שבין ב"ג של מזל שור.

כאשר מחשבים זאת בצורה מדויקת עבור אופק ירושלים, מתברר כי כאשר כל ה 30 מעלות ב"ג, של מזל שור, שוקעות במערב, אז שוקעות יחד אתן 34.95 מעלות שבין הנקודות פ"צ שכנגדן, על קו המשווה, היינו, הקשת פ"צ על גלגל המשווה, היא ארוכה בכמעט חמש מעלות, מה 30 מעלות של ב"ג של מזל שור, על גלגל המזלות . מאידך ידוע, כי כל 15 מעלות של קו המשווה, שוקעות מתחת לאופק במשך שעה אחת, ובשעתיים ישקעו 30 מעלות, לכן, כל ה 34.95 מעלות (פ"צ) של קו המשווה השמימי, ישקעו בכשעתיים ושליש שעה (כי ההפרש של 5 מעלות, שהוא שליש מ 15 מעלות, שוקע בשליש שעה). אי לכך, גם כל ה 30 מעלות (ב"ג) של מזל שור, שהן כנגד ה 34.95 מעלות האלו, כמו בתמונה 46, ישקעו גם הן בכשעתיים ושליש שעה, כי כאמור, הנקודות ב"ג שוקעות בהתאם לסולם הזמנים של הקשת פ"צ שכנגדה, על קו המשווה השמימי.

כיון שמזל שור שוקע כולו במשך כשעתיים ושליש שעה, לכן, אנו אומרים כי מזל שור הוא "מזל ארוך שקיעה", כי שקיעת כל ה 30 מעלות שלו שוקעות בכשליש שעה יותר מ 30 מעלות של גלגל המשווה, האורכות רק שעתיים. כלומר, אנו משתמשים בקו המשווה השמימי כ"שעון", אשר בו כל 15 מעלות שוקעות בשעה אחת, כאמור.

באותה מידה, מתברר כי כל מזל טלה, שהוא 30 מעלות על גלגל המזלות, שוקע כולו, יחד עם הקשת שכנגדו על גלגל המשווה, היא בת 35.6 מעלות. אם נשווה את מזל שור השוקע ב 34.95 מעלות על גלגל המשווה, עם ה 35.6 מעלות של מזל טלה, ברור שמזל טלה ישקע בזמן קצת יותר ארוך מאשר מזל שור, כי ההפרש ביניהם הוא רק 0.65 מעלה בלבד. בכל אופן, רואים כי מזל טלה גם הוא "ארוך שקיעה".

כך גלגל המשווה הוא הגלגל הבסיסי, אשר בעזרתו אנו מודדים, בכמה זמן שוקע כל מזל ומזל. כלומר, בעזרת קו המשווה אנו מודדים את קצב מהלך המזלות בזמן השקיעה (או הזריחה). לכל מזל ומזל יש קצב מהלך שונה, עד שכולו, מתחילתו ועד סופו, שוקע במערב. כאמור, המהלך של מזל שור כולו, מהשקיעה של תחילתו, ועד לשקיעת סופו של מזל זה, הוא כשעתיים ושליש שעה, כי זהו אותו זמן שלוקח לקשת הנגדית לו, על קו המשווה, לשקוע יחד איתו. לא רק למזל שור, אלא, לכל מזל ומזל, יש קשת כנגדו, על גלגל המשווה, השוקעת יחד איתו, ודרכה אפשר לדעת, תוך כמה זמן, כל אחד ואחד מהמזלות, ישקע כולו במערב, כפי שעשינו זאת עבור מזל שור. כך יוצא, שקו המשווה הוא "השעון" המראה לנו את הקצב בו צועד כל אחד מהמזלות בשקיעה זה אחר זה, אם בקצב איטי, כמו מזל שור (שעתיים ושליש, כנ"ל), או בקצב מהיר יותר, כפי שנראה לקמן, עבור מזל מאזניים (שעה <u>אחת</u> ושליש). כלומר, גלגל המשווה הוא מעין סרגל של זמן, המראה לנו את מה שמכנים בשם "מצעד גלגל המזלות", האחד צועד במהירות, והשני באיטיות, היינו, <u>הקצב</u> של מצעד המזלות, בזמן השקיעה.

באותה מידה, גלגל המשווה יכול להראות לנו את "מצעד המזלות" בזמן הזריחה, כפי שנראה בהמשך.

<u>הקדמה י"ב: מצעד גלגל המזלות בשקיעה</u>

ראינו בתמונה 46 כי לנקודה ב' (או ג'), ישנה נקודה נגדית לה פ' (או צ'), על קו המשווה השמימי, השוקעת יחד איתה במערב. אחרי כל סיבוב יומי, כאשר תחזור הנקודה ב' <u>שוב</u> לשקוע במערב, היא תשקע יחד עם אותה נקודה פ', שעל גלגל

המשווה; ולא רק בשקיעה בלבד, אלא, גם בזמן הזריחה הן זורחות ביחד, וכן גם הן חולפות את קו הצהריים (הנמצא מעל לראש הצופה) ביחד. יתר על כן, לא רק הנקודה ב' לבדה, אלא, לכל נקודה ונקודה, הנמצאת על גלגל המזלות, יש לה נקודה נגדית לה, על המשווה השמימי, הזורחת, שוקעת, או נמצאת על קו הצהריים, יחד איתה תמיד.

כידוע, את המקום של הנקודה ב' שעל גלגל המזלות, אנו מסמנים על ידי סרגל של מעלות (ולא סרגל אורכים, אלא מד מעלות) המתחיל את נקודת האפס שלו בתחילת מזל טלה. למשל, אם הנקודה ב' נמצאת באמצע מזל שור, היינו, 15 מעלות, אז, כיון שמזל טלה כולו הוא 30 מעלות, אז מקומה של הנקודה ב', על פני סרגל המעלות השוטפות שעל גלגל המזלות, הוא 45 מעלות מתחילת מזל טלה.

באותה מידה, ניתן לסמן סרגל של מעלות גם על גלגל המשווה עצמו. אבל, היכן תתחיל נקודת האפס של סרגל המעלות על הגלגל המשווה? ובכן, כמו גלגל המזלות, שם אנו מתחילים את סרגל המעלות, ההולך וגדל ממערב למזרח, מתחילת מזל טלה, כך גם סרגל המעלות שעל גלגל המשווה, נקודת האפס שלו, גם היא מתחילה בנקודת תחילת מזל טלה, שהרי נקודה זו היא עצמה נקודת הפגישה של גלגל המשווה עם גלגל המזלות (יש גם נקודת פגישה שנייה, של שני הגלגלים האלה, בתחילת מזל מאזניים).

תמונה 47א' מראה את הציור של שני הסרגלים של המעלות, זה שעל גלגל המזלות (משמאל), וזה שעל גלגל המשווה (מימין). רואים גם כי אורך הקטע ב"ג של כל מזל שור, שהוא, כידוע, רק 30 מעלות על גלגל המזלות, אינו שווה ל 30 מעלות גם לאורך הקטע הנגדי לו על גלגל המשווה, אלא, כפי שהסברנו לעיל, הוא 34.95 מעלות. כלומר, מצד אחד, מספר המעלות המסומנות לאורך הקשת ב"ג שעל גלגל המזלות, הוא רק 30 מעלות, ומאידך, הקשת הנגדית פ"צ, מסומנת בכחמש מעלות יותר, היינו, 34.95, מעלות על גלגל המשווה. לכן, אפשר לומר, כי כל מעלה ומעלה משלושים המעלות של מזל שור, אינה בדיוק מעלה אחת על המשווה השמימי, אלא, היא קצת יותר ממעלה אחת. חישוב פשוט מראה, כי כל מעלה ומעלה על מזל שור, אורך הקשת הנגדית לה, השוקעת איתה על הגלגל השמימי, הוא 1.165 מעלות (תוצאת החילוק של 34.95 ב 30).

תמונה 47ב' מראה, לא רק את מזל שור, אלא, גם את מזל טלה שלפניו, המתחיל בנקודת האפס על סרגל המעלות, המשמשת כנקודת האפס, הן לסרגל המעלות של גלגל המזלות (מצד שמאל של התמונה), והן לסרגל המעלות של גלגל המשווה (מצד ימין של התמונה). כיון שמזל טלה הוא עוד יותר זקוף ממזל שור (81 מעלות של מזל טלה, לעומת 78 בלבד מעלות של מזל שור, ראה תמונה 43), לכן, גלגל המשווה הוא עוד יותר משופע ביחס אליו, והקשת הנגדית למזל טלה על גלגל המשווה היא קצת יותר ארוכה מזו של מזל שור. כזכור לעיל, הקשתות הנגדיות לשני המזלות האלה, טלה ושור, הן 35.6 ו 34.95 מעלות, בהתאמה, על גלגל המשווה. אבל, בתמונה 47ב' לא רשמנו את מספר המעלות של אורכי הקשתות האלה עצמן, אלא, את הזוית של הנקודה הראשונה והאחרונה של מזל טלה, על גלגל המשווה, וכן גם את הזווית של הנקודות הנגדיות של הנקודה הראשונה והנקודה האחרונה של מזל שור. זוויות אלו אינן מתחילות באפס וב 30 מעלות של כל מזל, אלא, אנו סופרים את המעלות שלהן, על פני הסרגל, שתחילתו הוא זווית אפס, ואחרי כן הוא מכיל מספרים שוטפים, מנקודת האפס, ועד ל 360 מעלות, ללא התחשבות במזלות כלל.

למשל, מזל טלה מתחיל באפס מעלות של סרגל גלגל המזלות, ונמשך עד 30 מעלות באותו סרגל. אחריו בא מזל שור המתחיל בסוף המעלה ה 30 (השייכת עדיין כולה

למזל טלה שלפניו), והוא מסתיים בסוף המעלה השישים, כפי שמראה התמונה. לעומת סרגל המזלות, הרי על סרגל המשווה השמימי, הקטע הנגדי למזל טלה, הנמצא על גלגל המשווה, כאמור, מגיע עד 35.6 מעלות על סרגל המעלות שעל גלגל המשווה. באותה מידה, הקטע הנגדי למזל שור על גלגל המשווה, יגיע על סרגל זה ל 70.55 מעלות, כי עד סוף מזל טלה הנמצא ב 35.5 על הסרגל של גלגל המשווה, יש להוסיף עוד 34.95 מעלות, של אורך הקטע הנגדי של מזל שור, ובסך הכל, סוף הקטע הנגדי למזל שור יגיע ל 70.55 מעלות על סרגל המשווה. כך יוצא, כי מקומה של כל נקודה על גלגל המזלות, אם היא בתחילת טלה, או בסוף שור, או מקום הלבנה החדשה על גלגל המזלות, אנו מכנים אותה על פי מקומה בזווית מאפס ועד שלוש מאות ושישים מעלות, באופן שוטף, אף מבלי להזכיר את המזל הספציפי בו היא נמצאת. כך באותה מידה גם לגבי הנקודות הנגדיות על גלגל המשווה, הן כולן יְכוּנוּ על פי הזווית השוטפת במעלות, מאפס עד 360 מעלות

במילים אחרות, נוכל גם לומר, כי תחילת מזל שור, היינו, הנקודה ב׳ בתמונה 47ב׳, שהיא סוף ה 30 מעלות על סרגל המזלות, שוקעת עם הנקודה פ׳ שמקומה על סרגל גלגל המשווה הוא ב 35.6 מעלות. באותה מידה, הנקודה ג׳ על גלגל המזלות, היינו, סוף מזל שור, נמצאת, מצד אחד, בזווית של 60 מעלות על סרגל גלגל המזלות, ומאידך, הנקודה <u>הנגדית</u> לנקודה ג׳, השוקעת יחד איתה, היינו, הנקודה צ׳ על גלגל המשווה, מקומה הוא בזווית של 70.55 מעלות על סרגל זה. כך לכל נקודה ונקודה על גלגל המזלות בכלל, שייכת לה זווית על הסרגל של גלגל המזלות מאפס עד 360 מעלות, ומאידך, יש לה גם נקודה בת זוג נגדית על גלגל המשווה השוקעת יחד איתה, ומקומה נמדד על ידי סרגל מעלות הנמצא על הגלגל המשווה, וגם שם הזוויות תהיינה מאפס ועד 360 מעלות, ללא כל תלות בשמות המזלות.

כיון שהן בגלגל המזלות, והן בגלגל המשווה, יש בדיוק 360 מעלות לכל אחד, לכן, ברור שכנגד 30 המעלות של מזל שור, שיש כנגדן 35 מעלות על גלגל המשווה, הרי יש מזל אחר (בתולה), אשר 30 המעלות שלו שוקעות עם <u>פחות</u> מ 30 מעלות על גלגל המשווה. לכן, בסך הכל, כנגד ה 360 מעלות שעל גלגל המזלות, יש בדיוק 360 מעלות על גלגל המשווה (ראה טבלה בתמונה 48 בהמשך).

כאמור לעיל, לא רק לכל מזל ומזל על גלגל המזלות, אלא, גם לכל מעלה ומעלה על גלגל המזלות, יש מעלה נגדית, על גלגל המשווה, העולה או שוקעת יחד איתה, כפי שראינו לעיל עבור המעלות של מזל שור ומזל טלה. הטבלה בתמונה 48 מראה את המהלך, או ״המצעד״, של כל מעלה ומעלה, היינו, אם היא מתנהלת לאיטה, או במהירות של כל מעלה ומעלה, על פי ״השעון״ של גלגל המשווה, בזמן <u>השקיעה</u>.

טבלה 48 מכילה ארבעה עשר טורים, ובראש של כל טור רשום מספר הטור. בשני הטורים הקיצוניים משמאל ומימין, רשומה בראשם הספרה אפס. בשני הטורים האלה רשומות המעלות של כל מזל ומזל על גלגל המזלות, ממעלה אפס בראש הטור, ועד שלושים מעלות בתחתיתה. שני טורים אלה הם בעלי תפקיד זהה, הם מציגים את 30 המעלות של כל מזל ומזל, היינו, מ 0 עד 30 מעלות. לכן, בראש כל אחד מהם רשום ״מעלות במזל״. המספר הראשון בכל טור מהשניים האלה, הוא 0 מעלות, ואחריו 1 מעלה, אחרי כן 2 מעלות, וכו׳, עד המעלה ה 30 במזל, הנמצא בשורה האחרונה. הסיבה ששני טורים אלה הם זהים, ובשני הצדדים של הטבלה, היא רק מטעמי נוחיות הקריאה בתוך הטבלה, משני צדדיה, כפי שנסביר בהמשך. בין שני הטורים האלה שבקצוות, נמצאים שנים עשר טורים של המזלות, מטלה ועד דגים, והם מסומנים גם בראש כל טור במספרים מ (1) ועד (12). כל אחד מטורים אלה מכיל 30 מספרים המתאימים לשלושים המעלות שיש בכל מזל, והרשומים בשני הטורים בשני צידי הטבלה. מתחת לשמות של המזלות שבראש כל טור, רשום

מספר המעלות השוטף אשר בו מתחיל אותו מזל על גלגל המזלות. למשל, מתחת למזל טלה (טור מספר (1)) רשום המספר 0 מעלות, כי ממזל טלה מתחיל סרגל המעלות השוטף של גלגל המזלות. אחרי כן, בטור מימין לו, היינו, הטור של מזל שור, המסומן במספר (2), רשום מתחת לשם "שור", המספר 30, והוא מספר המעלות השוטף של תחילת מזל שור על גלגל במזלות. כך גם המזל השלישי, מזל תאומים, בטור (3), רשום 60 מעלות, כלומר, מזל תאומים מתחיל בזווית 60 מעלות על גלגל המזלות, מזל סרטן מתחיל ב 90 מעלות, וכן הלאה, עד למזל דגים המתחיל ב 330 מעלות.

נבאר את השימוש בטבלה:

דוגמא ראשונה:

אנו מעונינים למצוא את הנקודה הנגדית על גלגל המשווה השמימי, של נקודה ידועה במזל מסוים, למשל, ב 15 מעלות במזל שור.

תשובה:

בתחילה נמצא את מקום הזווית של 15 מעלות בטור הראשון (0) משמאל, הנקרא בשם "מעלות במזל". זוית זו יכולה להיות בכל מזל שהוא, לאורך כל השורה של ה 15 מעלות. אבל, הזווית שלפנינו היא דווקא במזל שור, לכן נתקדם ימינה לאורך שורה זו של ה 15 מעלות, עד שנגיע לטור של מזל שור, ונקבל 52.7 מעלות. פירוש הדבר הוא, שהנקודה הנגדית לנקודה הנמצאת בזווית 15 מעלות במזל שור, היא הנקודה הנמצאת בזווית של 52.7 מעלות על גלגל המשווה.

דוגמא שניה:

כבר ראינו בתמונה 47ב', כי נקודת ההתחלה של מזל טלה, היינו, נקודת ה"אפס" מעלות במזל טלה, שוקעת עם אותה נקודת "האפס" של המשווה השמימי, כי נקודה זו היא ממש משותפת לגלגל המזלות ולמשווה השמימי. מאידך, הנקודה האחרונה השייכת למזל טלה, היינו, סוף המעלה השלושים של מזל טלה, שוקעת עם הנקודה הנמצאת בסוף ה 35.6 מעלות על סרגל המעלות של גלגל המשווה. אכן, אנו נראה זאת בטבלה 48 באופן הבא: אם נסתכל בשורה הראשונה של טור ה (0) השמאלי (המכונה גם בשם "מעלות במזל"), נראה את המספר 0 מעלות. ימינה ממנו נמצא הטור של המעלות של המשווה השמימי. נרד לאורך הטור הזה למטה, ונראה את המספר 35.6. כלומר, סוף המעלה ה 30 בסוף מזל טלה, שוקעת עם הנקודה שמקומה הוא סוף ה 35.6 מעלות על סרגל גלגל המשווה, כפי שראינו בתמונה 47ב'.

כלומר, כל השלושים מעלות של מזל טלה שוקעות יחד עם ה 35.6 מעלות על גלגל המשווה השמימי. כידוע, הקצב בו שוקע גלגל המשווה השמימי עצמו הוא 15 מעלות בשעה, לכן, כיון שכל מזל שור שוקע יחד עם 35.6 מעלות של גלגל המשווה השמימי, שקצב השקיעה שלו הוא 15 מעלות בשעה, אז כל מזל שור ישקע תוך

$$35.6 : 15 = \text{2.37 שעות}$$

לכן, אנו אומרים ש"מזל טלה הוא "ארוך שקיעה", כי כל ה 30 מעלות שלו שוקעות ב 2.37 שעות, וזמן זה ארוך יותר מזמן השקיעה של 30 המעלות עצמן של גלגל המשווה השמימי, שהוא שעתיים בלבד.

לעומת מזל טלה, שהוא "ארוך שקיעה", נמצא מזל אחר, מזל מאזניים, שהוא דווקא "קצר שקיעה", כי ה 30 מעלות שלו, שוקעות בפחות משעתיים של ה 30 מעלות של גלגל המשווה השמימי, כפי שנראה בהמשך.

דוגמא שלישית:

שוב ראינו בתמונה 47ב', כי הסוף של המעלה ה 30 במזל שור, שוקעת עם הנקודה הנמצאת בסוף ה 70.55 מעלות על סרגל המעלות שעל גלגל המשווה. נראה זאת בטבלה באופן הבא: נסתכל שוב בטור הראשון משמאל, זה המסומן ב (0), או המכונה בשם "מעלות במזל". כיון שמדובר בנקודה האחרונה שבמעלה ה 30 במזל שור, לכן, נרד עד לתחתית הטור הזה "מעלות המזל", שם רשום המספר 30 מעלות. עתה, נתקדם שוב ימינה לאורך השורה ה 30 הזאת, המייצגת את סוף המעלה ה 30 של המזל, עד שנגיע למספר שבטור של מזל שור, היינו, ל 70.55 מעלות. כך קבלנו שנקודת הסוף של המעלה ה 30 של מזל שור, שוקעת עם הנקודה הנגדית לה, הנמצאת בסוף ה 70.55 מעלות שעל גלגל המשווה, כפי שראינו בתמונה 47ב'.

דוגמה רביעית:

הירח נמצא בזווית של 239 מעלות על גלגל המזלות. יש למצוא:

א. באיזה מזל הוא נמצא?
ב. מה מספר המעלות שלו במזל זה?
ג. מה הזווית של הנקודה הנגדית לה על סרגל המעלות של גלגל המשווה השמימי?
ד. תוך כמה זמן ישקע המזל בו נמצאת הנקודה הנ"ל?
ה. האם המזל שקבלת הוא ארוך, או קצר שקיעה?

תשובות:

א. בשורה הראשונה בטבלה 48 רשומים שמות המזלות, ומתחתן רשומה הזווית בה מתחיל המזל שמעליו, על גלגל המזלות עצמו. למשל, מזל שור מתחיל בזוית 30 מעלות על גלגל המזלות. אחריו מימין של אותה שורה, נמצא מזל תאומים, והוא מתחיל בזוית 60 מעלות. לאיזה מזל שייכת הנקודה ב 239 מעלות על גלגל המזלות? לצורך זה, נסתכל בשורה של שמות המזלות. מתחתה נמצאת סידרת המספרים של הזווית, בהן מתחיל כל מזל על גלגל המזלות. למשל, מזל טלה מתחיל ב 0 מעלות, מזל שור אחריו מתחיל ב 30 מעלות, מזל תאומים ב 60 מעלות, מזל סרטן ב 90 מעלות, מזל אריה ב 120 מעלות, וכו'. הזווית של 239 מעלות נמצאת בין שני המספרים של מזל עקרב (שתחילתו ב 210 מעלות), לבין מזל קשת (שתחילתו ב 240 מעלות). לכן, הזווית של 239 מעלות נמצאת בעקרב, ב 29 מעלות שלו.

יכלנו להשתמש גם בטור ה(0) הנמצא מימין לטבלה, ואכן, הוא יותר נוח, כי עקרב נמצא קרוב יותר לצד הימני של הטבלה, מאשר לצד השמאלי שלה.

ב. הנקודה נמצאת ב 29 מעלות במזל עקרב, כפי שמצאנו בסעיף הראשון לעיל.

ג. נמצא את הזוית 29 מעלות בטור הראשון, המסומן, כזכור ב (0) בטור בטבלה, הנמצא בקצה הימני ביותר שלה. נתקדם לאורך שורה זו עד לטור

של מזל עקרב, ונקבל 223.49, כלומר הנקודה הנגדית ל 29 מעלות במזל עקרב היא 223.49 מעלות על סרגל המשווה השמימי.

ד. בכדי למצוא אם מזל עקרב הוא ארוך או קצר שקיעה, עלינו למצוא כמה מעלות של גלגל המשווה השמימי שוקעות יחד עם כל 30 המעלות של מזל עקרב. לצורך זה, נקח את המספר הראשון בטור של מזל עקרב, שהוא 200.42 מעלות, וזו הנקודה הנגדית על סרגל המשווה, המתאימה לנקודת ההתחילה של מזל עקרב. מאידך, הנקודה הנגדית של סוף מזל עקרב נמצאת בסוף הטור שלו, והיא 224.42 מעלות. לכן, האורך הנגדי של כל ה 30 מעלות של מזל גדי הוא ההפרש בין שני הקצוות הנ"ל, היינו,

$$224.42 - 200.42 = 24 \text{ מעלות}$$

כלומר, הקטע הנגדי של כל מזל עקרב על גלגל המשווה הוא קטן יותר ב 6 מעלות מאשר ה 30 מעלות על גלגל המשווה עצמו. אם כן, בכמה זמן שוקע מזל עקרב? הוא שוקע באותו זמן ששוקעים כל ה 24 מעלות הנגדיות לו על גלגל המשווה. אם נחלק את הזוית הזו ב 15 מעלות (שהוא הקצב בו שוקע גלגל המשווה השמימי בכל שעה), נקבל

$$24:15 = 1.6 \text{ שעות}$$

כלומר מזל עקרב ישקע כולו רק ב 1.6 שעות, היינו, שעה אחת ו 36 דקות. זאת לעומת השקיעה של האורך של 30 מעלות על גלגל המשווה, השוקע בשעתיים תמימות. כך קבלנו כי ה 30 מעלות של מזל עקרב על גלגל המזלות, שוקעים לפני ה 30 מעלות שעל גלגל המשווה. לכן, אנו קוראים למזל עקרב בקיצור "קצר שקיעה", והכוונה היא, ביחס לזמן השקיעה של גלגל המשווה, שהוא שעתיים תמימות.

גם מזל בתולה, כמו מזל עקרב, הוא מזל "קצר שקיעה". תמונה 49 מראה את מזל בתולה בין הנקודות ד"ה. קצותיו ד"ה של מזל זה על גלגל המזלות תופסים, כידוע, 30 מעלות. אבל, כיון שהוא חותך את האופק המערבי בזווית משופעת <u>יותר</u> מזו של קו המשווה השמימי (ראה תמונה 44), לכן, אורך הקשת ד"ה של המזל הזה, היא <u>גדולה</u> יותר מאורך הקשת שכנגדה ש"ת על קו המשווה, היינו, 30 מעלות, כנגד 24 מעלות בלבד. לכן, מזל בתולה הוא "קצר שקיעה". תוך כמה זמן הוא שוקע?

נסתכל שוב בטבלה 48, ונראה כי נקודת גלגל המשווה השוקעת עם נקודת תחילת מזל בתולה בטור (6) היא 159.18 מעלות, וסופה של הקשת השוקעת על גלגל המשווה, עם סוף מזל בתולה, היא 180.0 מעלות. לכן, אורך הקשת השוקעת על גלגל המשווה, יחד עם כל מזל בתולה הוא 20.0 מעלות בלבד. כיון שגלגל המזלות שוקע 15 מעלות בשעה, לכן, שקיעת מזל בתולה תארך רק שעה ושליש שעה בלבד. כלומר, מזל בתולה ישקע בפחות משעתיים, לכן, הוא נקרא מזל "קצר שקיעה".

כפי שחישבנו לעיל, נוכל לחשב מהטבלה בתמונה 48, עבור כל שאר המזלות, אם הם ארוכי או קצרי שקיעה, כדלקמן:

נחסר בכל אחד מהטורים של כל מזל ומזל, מהטור (1) עד הטור (12), שבטבלה בתמונה 48, את המספר הראשון שבכל טור, מהמספר האחרון שבסוף אותו הטור. כך נקבל את הטבלה הבאה:

טלה	35.6	מאזניים	20.0
שור	34.95	עקרב	24.0
תאומים	34.77	קשת	29.86
סרטן	29.86	גדי	35.22
אריה	24.0	דלי	35.04
בתולה	20.0	דגים	35.46

אם נסדר את המזלות, על פי גודל קשת המשווה, השוקעת איתם, כפי שעשינו בדוגמאות לעיל נקבל:

ארוכי שקיעה **גדול מ 30 מעלות**		**קצרי שקיעה** **קטן מ 30 מעלות**	
גדי	35.22	סרטן	29.86
דלי	35.04	אריה	24.0
דגים	35.46	בתולה	20.0
טלה	35.60	מאזניים	20.0
שור	34.95	עקרב	24.0
תאומים	34.77	קשת	29.86

רואים כי ישנם 6 מזלות, מגדי ועד תאומים, שהקשת של המשווה השוקעת אתם, היא גדולה מ 30 מעלות. כאמור, שקיעה של 30 מעלות, של גלגל המשווה, אורכת שעתיים, לכן, כל מזל השוקע יחד עם קשת גדולה יותר מ 30 מעלות, כמו כל המזלות מגדי ועד תאומים, תהיה שקיעתם ארוכה משעתיים. לכן, קוראים למזלות אלה, כאמור, "ארוכי שקיעה". לעומתם, שאר ששת המזלות, מסרטן ועד מזל קשת, הם כולם "קצרי שקיעה", כי הם כולם שוקעים יחד עם קשת קטנה יותר מ 30 מעלות של קו המשווה. נעיר כי שני המזלות, מאזניים ובתולה, שוקעים עם קשת המשווה של 20 מעלות בלבד, ולכן, כל אחד מהם שוקע במהירות גדולה, תוך שעה ושליש שעה בלבד.

שים לב, כי זהו בדיוק מה שכבר ראינו לעיל בתמונה 43, דהיינו, כיון שהמזלות גדי עד תאומים, שוקעים באופק המערבי, כמעט בקו ניצב לאופק, דהיינו, בזווית גדולה מזו של קו המשווה השמימי ביחס לאופק (שהיא רק 58 צעלות), לכן, שקיעתם היא ארוכה יותר. לעומתם, בתמונה 44 רואים כי המזלות מסרטן ועד קשת, שוקעים בזווית קטנה יותר, מזו של גלגל המשווה השמימי, ולכן, הם קצרי שקיעה.

ניתן לזכור את הנ"ל באופן הבא:

א. כאשר השמש עולה במשך השנה מדרום לצפון, היינו, ממזל גדי, לעבר מזל תאומים, אז כל ששת המזלות, היינו, שלושה דרומיים, ושלושה צפוניים, הם ארוכי שקיעה.
ב. כאשר השמש יורדת מצפון לדרום, מסרטן לגדי, ששת המזלות הם קצרי שקיעה.

הטבלה לעיל מעידה על הקצב בו שוקעים המזלות באופק המערבי, היינו, אם שקיעתם היא ארוכה או קצרה, לכן, אנו אומרים כי הטבלה הנ"ל מציגה את "מצעד המזלות" בזמן השקיעה. גם הטבלה בתמונה 48 מציגה את "מצעד המזלות" בשקיעה.

הקדמה י"ג: מצעד המזלות בזריחה

כפי שהבאנו, בטבלה לעיל שבתמונה 48, את מצעד המזלות עבור השקיעה, כך גם קיימת טבלה של מצעד המזלות, עבור הזריחה. מהתבוננות בטבלת הזריחה, מתברר, כי, למשל, זריחתו של מזל טלה היא דווקא "קיצרת זריחה", בניגוד לשקיעתו, שהיא "ארוכת שקיעה" במערב, כפי שראינו לעיל. אבל, לא רק מזל טלה, אלא, כל אחד מזל משנת המזלות, מגדי ועד תאומים, שהם "ארוכי שקיעה", מתברר שהם "קצרי זריחה"; וכן כל מזל שהוא "קצר שקיעה", שהם המזלות שבין סרטן לבין קשת, מתברר, שבזריחתם הם "ארוכי זריחה". נוכל לראות זאת בפועל על ידי הסתכלות בטבלה של מצעד המזלות, בזמן השקיעה, באופן הבא.

כזכור, הטבלה שבתמונה 48 היא עבור השקיעה באופק ירושלים. לעומת טבלה זו, משתמש המפרש לקמן בטבלה אחרת (מובאת בספר האלמאג'סט של בטלמיאוס בטבלה 8, בספר השני, בספר האלמאג'סט של בטלמיאוס), המציגה את מצעד המזלות בזמן הזריחה, עבור אופק אלכסנדריה שבמצרים (בין שאר המדינות בטבלה). לקמן, אנו מדגימים את מצעד המזלות בשקיעה באופק ירושלים, ואותם שיקולים עושה המפרש, על פי מצעד המזלות בזריחה, באופק אלכסנדריה. ההדגמה לקמן תעזור להבין את דברי המפרש.

נחשב את טבלת הזריחה על פי טבלת השקיעה באופן הבא:

נניח שאנו רוצים לחשב את הנקודה על גלגל המשווה, הזורחת ביחד עם הנקודה שבתחילת מזל מאזניים. כידוע, ברגע שתחילת מזל טלה שוקעת במערב, באותו הרגע זורחת בדיוק תחילת מזל מאזניים במזרח, כי היא נמצאת בדיוק 180 מעלות ממנה, על גלגל המזלות. וכן, כאשר תשקע כל מעלה ומעלה נוספת של מזל טלה במערב, אז גם תזרח גם מעלה נוספת ממזל מאזניים במזרח. לכן, ברור שרגע הזריחה של מאזניים במזרח חל תמיד ברגע השקיעה של המזל השביעי ממנו, דהיינו, מזל טלה. כמה זמן אורכת שקיעתו של כל מזל טלה?

אם נסתכל בטור הראשון (1) שבטבלה 48, השייך למזל טלה, שורה אחר שורה, נראה כיצד שוקע במערב גלגל המשווה, מעלה אחר מעלה, יחד עם כל מעלה ומעלה של מזל טלה. כנגדן, באופק המזרחי, עולות גם המעלות של מזל מאזניים עצמו, בזו אחר זו, וגם יחד איתן עולות המעלות, בזו אחר זו, של גלגל המשווה העולה עם מזל מאזניים במזרח. למשל, כאשר שוקעת בדיוק תחילת מזל טלה במערב, שהיא גם נקודת האפס של גלגל המזלות, אז מן הצד השני במזרח, מתחילה המעלה ה 181 שעל גלגל המזלות (שהיא תחילת מזל מאזניים) לזרוח במזרח, וכאמור לעיל, יחד איתה, תזרח גם תחילת המעלה ה 181 על גלגל המשווה, שהרי גם נקודת תחילת מאזניים, כמו בתחילת מזל טלה, היא הנקודה השניה המשותפת לגלגל המזלות ולגלגל המשווה, כאמור לעיל, כמו בתחילת מזל טלה, שהיא הנקודה הראשונה; עתה, כאשר שוקעת נקודת סוף המעלה הראשונה של מזל טלה במערב, אז סוף המעלה ה 181 על גלגל המזלות, שהיא סוף המעלה הראשונה של מזל מאזניים, מתחילה לזרוח במזרח. כפי שרואים מהטבלה 48, למעלה הראשונה של מזל טלה, לא שוקעת איתה בדיוק מעלה אחת על גלגל המשווה, אלא, 1.10 מעלה. לכן, גם המעלה הראשונה של מזל מאזניים, שהיא סוף המעלה ה 181 על גלגל המזלות, גם היא תזרח, יחד עם הנקודה הנמצאת בזווית של 181.10 מעלות על גלגל המשווה.

שוב, מהסתכלות באותה טבלה 48, רואים כי סוף המעלה השניה של מזל טלה, שוקעת עם 2.20 מעלות על גלגל המשווה, ולכן, גם סוף המעלה ה 182, שהיא גם סוף המעלה השניה במזל מאזניים, גם היא תזרח עם 182.2 מעלות על גלגל המשווה. כך

הוא הדבר, גם כאשר תשקע סוף המעלה השלושים במזל טלה, תשקע יחד איתה המעלה ה 35.6 שעל גלגל המשווה, ואז כנגדה תזרח סוף המעלה האחרונה של מזל מאזניים, שהיא גם סוף המעלה ה 210 שעל גלגל המזלות, ויחד איתה תעלה הנקודה 215.6 מעלות שעל גלגל המשווה. לכן, מזל מאזניים הוא "ארוך זריחה", בדיוק כפי שמזל טלה הוא "ארוך שקיעה", כי הוא יזרח כולו, עד שתזרח יחד איתו הקשת בת 35.6 מעלות מגלגל המשווה, וגם היא, כמו בשקיעת מזל טלה, תזרח בכשעתיים ושליש שעה, כלומר בשליש שעה יותר מ 30 מעלות על גלגל המשווה.

מה שהסברנו לעיל, דהיינו, שעליית מזל מאזניים במזרח, זהה בדיוק לשקיעת מזל טלה במערב, אינה נכונה רק למזל טלה ומזל מאזניים, אלא, כל מזל ומזל השוקע במערב, הרי המזל השביעי ממנו, זורח במזרח, באותו קצב בדיוק כמוהו. בפרט, אם המזל הוא ארוך או קצר שקיעה, הרי המזל השביעי ממנו גם הוא ארוך או קצר זריחה בהתאמה. זהו כלל חשוב שהמפרש מביא לקמן.

יתר על כן, ראינו כבר לעיל, כי מזל מאזניים הוא קצר שקיעה (20 מעלות בלבד), וכאן מצאנו כי הוא ארוך זריחה (35.6 מעלות). מתברר, באופן כללי, כי כל מזל קצר שקיעה הוא ארוך זריחה, וכל מזל ארוך שקיעה, הוא קצר זריחה. למשל, כיון שראינו כבר שמזל טלה הוא ארוך שקיעה, לכן, על פי כלל זה, הוא קצר זריחה. גם כלל זה יביא המפרש לקמן.

כזכור, ראינו כבר בתמונה 43, כי המזלות שבין גדי לתאומים, הם ארוכי שקיעה, כי הזווית בה חותכים מזלות אלה, את האופק המערבי בירושלים, היא ניצבת (זקופה) יותר, מהזווית בת ה 58 מעלות של גלגל המשווה. לכן, ששת המזלות האלה, היינו, בין גדי לתאומים, שהם ארוכי שקיעה, על פי הכלל האחרון, הם קצרי זריחה. פירוש הדבר הוא, שהזווית בה הם חותכים את האופק המזרחי בירושלים, היא קטנה יותר מהזווית בת ה 58 מעלות, בה חותך גלגל המשווה את האופק המזרחי. לכן, התמונה 43 שהיתה עבור השקיעה, תתחלף עתה לתמונה 44 בזריחה, עבור המזלות שבין גדי לתאומים, כי הם קצרי זריחה. לכן, עבור מזלות אלה, יש לשנות בתמונה 44 את הכוונים של כל החיצים של השקיעה לכוונים של זריחה, וכן לרשום את המזלות שבין גדי לתאומים, במקום המזלות שבין סרטן לקשת. זו תהיה התמונה עבור מזלות אלה, שהיו ארוכי שקיעה, ועתה הם קצרי זריחה, בדומה לתמונה 44.

כך הוא גם עבור המזלות שבין סרטן לקשת, שהם קצרי שקיעה, כמו בתמונה 44, עתה, בזריחה, הם יהיו עתה ארוכי זריחה, כמו בתמונה 43.

כך באותה מידה, מהסתכלות בטור השני (2) של שקיעת מזל שור, המתחיל ב 35.6, ומסתיים ב 70.55 מעלות על גלגל המשווה, נוכל לחשב את קצב הזריחה של המזל השביעי ממנו, דהיינו, מזל עקרב, שמעלותיו על גלגל המזלות הן 210-240. כי תחילת הקשת של גלגל המשווה הזורחת עם תחילת עקרב, נמצאת 180 מעלות אחרי מזל שור, כלומר ב 215.6 = 35.6+180, וסוף הקשת הזורחת איתו היא 250.55 = 70.55 + 180, ולכן, בסך הכל, עם מזל עקרב עולה קשת בת 34.95 מעלות על גלגל המשווה, וגם הוא ארוך זריחה, כמו מאזניים. יתר על כן, כפי שרואים מהטבלה 48, גם הוא קצר שקיעה.

על דרך זו ניתן לבנות טבלה שלמה, מעלה אחר מעלה, כמו בטבלה 48, של מצעד המזלות בזמן הזריחה. למשל, הטור הראשון כולו בטבלת השקיעה המתאים לשקיעה של מזל טלה, הוא בעצם הטור של הזריחה של כל מזל מאזניים, שהוא המזל השביעי ממזל טלה. הטור השני בטבלת השקיעה, שהוא השקיעה של מזל שור, הוא בעצם הטור של מזל עקרב בזריחה, וכך הלאה.

[נעיר, כי בזמן הקדמונים, מצעד המזלות היה מחושב, בדרך כלל, דווקא במזרח, וממנו הם חישבו את מצעד המזלות במערב (להפך ממה שעשינו לעיל)]

על סמך דברים אלה, נוכל עתה להרכיב את רשימת המזלות ארוכי או קצרי הזריחה, ישירות מהטבלה לעיל של המזלות ארוכי או קצרי השקיעה, ולרשום במקום כל אחד ברשימה, את המזל השביע ממנו, באופן הבא:

ארוכי זריחה **גדול מ 30 מעלות**		**קצרי זריחה** **קטן מ 30 מעלות**	
סרטן	35.22	גדי	29.86
אריה	35.04	דלי	24.0
בתולה	35.46	דגים	20.0
מאזניים	35.6	טלה	20.0
עקרב	34.95	שור	24.0
קשת	34.77	תאומים	29.86

האמת היא, כי לצרכינו, עלינו להכיר רק את המזלות ארוכי או קצרי השקיעה בלבד, ואין לנו ענין בדרך זריחתם, כי ראיית הירח היא בזמן השקיעה במערב. נראה לנו, כי המפרש נכנס לכל הפרטים שהבהרנו לעיל, כיון שהטבלה של עליית המזלות במזרח, המכונה בערבית בשם מטאל'ע אל בורוג' ("עליית המזלות"), היתה נפוצה בספרי התכונה, ולמשל, היא הנמצאת, כאמור לעיל, בספרו של בטלמיאוס. כנראה שהמפרש רצה להסיק את התכונות של המזלות בזמן השקיעה, שהבאנו לעיל, מתוך הדיון בטבלת הזריחה, הידועה לכל (אנחנו עשינו כאן להיפך: הסקנו את התכונות של הזריחה מהשקיעה).

בזה הסתיימו ההקדמות הדרושות לפרק יז.

הלכה ג

והתבונן באורך זה הראשון וברוחב הראשון. כזכור האורך הראשון הוא המרחק (הזווית) שבין מקום הירח לבין מקום השמש, על גלגל המזלות, אשר חישבת בתחילת ליל השלושים, מאז שנראתה הלבנה החדשה לאחרונה, בחודש הקודם. על פי המשך דבריו בתחילת הלכה ד', מתברר כי הרמב"ם מורה לנו כאן, להסתכל במצב המתואר בתמונה 43, שם רואים כי השיפוע של האורך הראשון, ביחס לקו האופק המערבי, בזמן השקיעה, בכל המזלות, הוא די מאונך (זקוף) (כלומר, השיפוע של האורך הראשון הוא גדול מ 58 מעלות). רואים כי זה קורה מהימים של תחילת החורף, כאשר השמש שוקעת בתחילת מזל גדי, ועד לסוף האביב, כאשר היא שוקעת בסוף תאומים. בכל הימים האלה, האורך הראשון שוקע בזווית די קרובה למצב זקוף (מאונך) לקו האופק המערבי. (אמנם הרמב"ם מזכיר כאן ברישא גם את הרוחב הראשון, אבל, הוא מטפל בו רק אחר כך). **אם ייצא לך,** בתקופות אלו של השנה, שהאורך הראשון שחישבת, הוא **תשע מעלות בשווה,** היינו, בדיוק, **או פחות** מזה, כמו בתמונה 7 לעיל, **תדע בוודאי שאי אפשר לעולם שייראה הירח באותו הלילה בכל ארץ ישראל.** כלומר, כפי שרואים בתמונה 4 לעיל, העומק אליו שקעה השמש מתחת לאופק, עדיין קטן מדי, וקרניה עדיין מגיעות בעוצמה רבה מעל האופק, והאופק הוא עדיין מואר כולו ברקע, ואינו מאפשר להבחין באור של הלבנה

הדקה הנמצאת שם. **ואין אתה צריך חשבון אחר,** דהיינו, אין צורך לחשב את האורך השני, או השלישי וכו', כפי שנסביר בהמשך, כי בודאי שהירח לא ייראה.

כפי שכבר הסברנו בהקדמה י' לעיל, לקביעתו זו של הרמב"ם אין סיבה עקרונית, אלא, היא מבוססת על נסיונם המעשי של האסטרונומים, שלעולם לא ראו את הלבנה החדשה בתקופות האלה של השנה, אלא אם היה האורך הראשון (שחושב על ידם לאותו רגע ראייה), לא פחות מתשע מעלות. כלומר, בכל פעם שראו את הלבנה החדשה בפועל, התברר שהאורך הראשון (שחושב על ידם באופן תיאורטי לרגע הראייה הזה), היה תמיד מעל תשע מעלות. לכן, מספר זה אומץ על ידם, כאבן בוחן מינימלית לראיית הלבנה בכל הזמנים, בעבר ובעתיד.

מתברר שהנחה זו, הנובעת, כאמור, מניסיונם המעשי של האסטרונומים, פירושה הוא, שאי אפשר לראות את הלבנה החדשה, אלא אחרי שעברו כ 18 שעות מאז המולד האמיתי, כי הלבנה מתרחקת מהחמה בקצב של כ 12 מעלות ביום מזרחה, היינו, כחצי מעלה בשעה אחת. מתברר כי, במקרה זה, החלק המואר של הסהר הנראה גדל עד כאחוז אחד לפחות, מהקוטר הכללי של הירח כולו (ראה תמונה 50). כי מהירות ההתרחקות הממוצעת של הירח מן השמש, היא כחצי מעלה בשעה, לכן, הירח יגיע לאורך ראשון כזה של 9 מעלות מן השמש, רק אחרי כ 18 שעות מרגע המולד האמיתי.

מאידך, **ואם יהיה האורך הראשון** שחושב לרגע הראייה, **יתר על חמש עשרה מעלות,** אז **תדע בוודאי שהירח ייראה** בפועל **בכל ארץ ישראל, ואין אתה צריך לחשבון אחר;** כי אורך ראשון ש 15 מעלות מעיד על כך, שהשמש נמצאת כבר מספיק עמוק מתחת לאופק המערבי, בעונות אלו של השנה כנ"ל, וקרניה כבר חלשות למדי מעל האופק, ואפשר לראות את הירח הנמצא מעליו.

לשני המספרים האלה 9 ו 15 מעלות, קוראים בשם "קיצי הראייה" (מלשון "קץ", היינו, קצה, ומכאן "קצות הראייה", או "קיצי הראיה"), כי הם הגבולות הסופיים או ההתחלתיים הקובעים אם תהיה ראייה ודאית או לא, היינו, מתחת לגבול ה 9 מעלות ודאי לא תהיה ראייה, ומעל הגבול של 15 מעלות, תהיה ראייה ודאית.

ואם יהיה האורך הראשון מתשע מעלות ועד חמש עשרה מעלות, כלומר, אם החישוב של האורך הראשון נמצא בין שני הקיצים (הקצוות) האלה, היינו, בין 9 לבין 15 מעלות, הרי שאורך ראשון כזה אינו מספיק בכדי לדעת בודאות גמורה שהלבנה החדשה תיראה בפועל.

נסביר זאת בעזרת דוגמה:

נסתכל בתמונה 51: השמש נמצאת על גלגל המזלות בנקודה ש', וגוף הירח נמצא על הגלגל הנוטה, וכבר חלף על פניה לאחר המולד האמיתי, והגיע עד לנקודה י' שעל גלגל הנוטה. אבל, "מקומו האמיתי", היינו, ההשלכה של מקום הירח על גלגל המזלות, הוא בנקודה כ', כך שרוחב הירח י"כ הוא 4 מעלות, וכן נניח שהאורך הראשון היה אז 9.5 מעלות (ראה ציור מוגדל בתמונה 51א'), שהוא, מצד אחד גדול מ 9, ומאידך הוא קטן מ 15 מעלות. לכן, על פי אורך ראשון כזה, כאמור, לא נוכל להחליט אם הירח ייראה או לא. מדוע?

לשם כך, שרטטנו את אותה התמונה 51א', אבל, מנקודת מבטו של הצופה, כמו בתמונה 51ב': מנקודת מבטו, כל המערכת עומדת באלכסון מעל האופק, היינו, שגלגל המזלות בכלל, והאורך הראשון ש"כ בפרט, עומדים באלכסון כלפי האופק

המערבי שלו. עתה, אם לירח לא היה שום רוחב, אז הוא היה נמצא בדיוק על גלגל המזלות בנקודה כ', ואז האורך הראשון היה ש"כ, בעצמו, כאמור. אבל, אם הירח נמצא ברוחב של 4 מעלות מעל גלגל המזלות, היינו בנקודה י', אז כיון שהרוחב י"כ פונה בזווית קטנה כלפי מעלה, לכן, הירח בנקודה י' נמצא קצת יותר גבוה מעל האופק, וכך הוא התרחק מעט יותר מהשמש, והאורך הראשון שלו גם כן גדל מעט, והוא יהיה עתה ש"ח. אבל, אם הרוחב י"כ הוא דרומי (תמונה 51ב'), הרוחב י"כ פונה עתה למטה לכוון האופק, והירח נמצא עוד יותר קרוב לשמש, ואז האורך הראשון שלו דווקא יקטן, ויהיה רק ש"ט. לכן, אם האורך הראשון ש"כ היה 15 מעלות בדיוק, ובהתאם להלכה לעיל, לא ברור אם נוכל לראות את הירח כנ"ל, הרי שאם במקרה הוא גם צפוני בנקודה י', אז האורך הראשון יהיה גדול מאותן 15 מעלות, וכך הירח ייראה בודאות. אבל, אם האורך הראשון היה 9.1 מעלות, אז אם הירח הוא דרומי, האורך הראשון ש"ט יהיה קטן יותר מ 9 מעלות, והירח לא ייראה כלל.

לאורך הראשון החדש בשני המקרים האלה, אנו קוראים בשם "אורך שני", והוא כאמור, מתאים יותר למציאות. בדרך זו, נוסיף לדייק יותר ויותר, על ידי חישוב אורך שלישי ורביעי, ואז נוכל לדעת בודאות יתרה, אם הירח ייראה או לא.

כלשון המפרש, אם תוצאת החישוב של האורך הראשון נופלת בתחום 9 – 15 מעלות, אז, כלשונו, **תצטרך לדרוש ולחקור בחשבונות הראייה,** למשל, לבדוק אם רוחב הירח מוסיף או מחסר מהאורך הראשון כנ"ל, דהיינו, להוסיף על האורך הראשון דיוקים נוספים, מציאותיים יותר, **עד שתדע אם ייראה או לא ייראה,** למשל, כמו הדוגמה בתמונה 51ב'.

שני הגבולות שצויינו על ידי הרמב"ם, דהיינו, 9 ו 15 מעלות ומסקנותיהם לענין הראייה, שניהם נקבעו מתוך תצפיות בפועל בירח החדש, למשך מאות ואלפי שנים, כפי שהסברנו בהקדמה י' לעיל.

כאמור, כל מה שנאמר בהלכה זו, נכון רק בעונות השנה, כאשר השמש שוקעת בין המזלות גדי עד סרטן (או סוף תאומים). זה מה שמציין הרמב"ם בתחילת ההלכה הבאה:

הלכה ד

במה דברים אמורים בהלכה הקודמת, **בשהיה מקום הירח האמיתי מתחילת מזל גדי עד סוף מזל תאומים** (או תחילת סרטן).

אבל אם היה מקום הירח מתחילת מזל סרטן עד סוף מזל קשת, כמו בתמונה 44 לעיל, שאז השיפוע של האורך הראשון הוא קטן ביחס לקו האופק המערבי (קטן מ 58 מעלות), אז גבול הראייה המינימלי של 9 מעלות שראינו לעיל, לא יספיק, כי האורך הראשון הוא משופע יותר, ודרושות לפחות 10 מעלות בכדי שהשמש תשקע מספיק עמוק מתחת לאופק המערבי, כך שקרניה לא יגיעו ללבנה החדשה הנמצאת עדיין מעל האופק, כפי שראינו זאת בתמונה 45ג' לעיל. כלשון הרמב"ם, **ויהיה האורך הראשון עשר מעלות בשווה** (בדיוק) **או פחות** מזה, ואז **תדע שאין הירח נראה כלל באותו הלילה בכל ארץ ישראל.**

ומאידך, **אם היה האורך הראשון** שחישבת לרגע הראייה בליל השלושים, **יתר על ארבע ועשרים מעלות,** אז השמש נמצאת כבר מספיק עמוק מתחת לאופק המערבי, כך ש**ודאי ייראה** הירח החדש **בכל גבול ישראל.**

אבל, **אם יהיה האורך הראשון** בתחום **מעשר מעלות עד ארבע ועשרים, תצטרך לדרוש ולחקור בחשבונות הראייה,** דהיינו, לעשות חשבונות נוספים על האורך הראשון, ולחשב הלאה את האורך השני והשלישי וכו', **עד שתדע אם ייראה או לא ייראה** הירח החדש, כפעי שנראה בהמשך.

גם שני גבולות הראייה של הירח, דהיינו, "קיצי הראייה" 10 ו 24 מעלות, נקראים בשם "קיצי הראייה", כאמור, והם נקבעו על פי הנסיון, ולא בהוכחה חישובית כל שהיא, כפי שהסברנו לעיל בהקדמה י"א.

עתה, נביא את דברי המפרש הנוגעים לכל ארבעת ההלכות א' – ד'.

המפרש להלכות א – ד

<u>כל הדברים שהקדמנו כו'.</u>

בתחילה, מחשב המפרש את המקומות האמיתיים של השמש והירח, בתחילת ליל יום העיקר, בכדי לדעת אם אפשר היה לראות את הירח, על סמך ההלכות ב' ג' לעיל. אבל, המפרש לא הבהיר לכתחילה, איזה עיקר הוא בחר בחישוביו אלה: אם נתוני העיקר שלקח הם אלה של הרמב"ם, אשר כידוע, היה בתחילת ליל ג' בניסן ד'תתקל"ח, או בעיקר שלו עצמו, כפי שפירט אותו בסוף דבריו לפרק י"ב, וכן בדברי המפרש להלכה ד' בפרק ט"ו, דהיינו, בתחילת ליל א' בניסן שנת ה'ק"א.

לצורך השוואה עם התוצאות של המפרש לקמן, אנו מסכמים בטבלה הבאה את התוצאות שקבלנו עבור השמש והירח האמיתיים, בשני העיקרים האלה, היינו, לפי הרמב"ם והמפרש, כפי שראינו, בסוף הפרקים ט"ו וט"ז, וכן בהלכה י' של פרק ט"ז, בדוגמה שהביא המפרש.

	עיקר של הרמב"ם	<u>עיקר של המפרש</u>
	ג' ניסן ד' תתקל"ח יום חמישי בשבוע	א' ניסן ה'ק"א יום שלישי בשבוע
מקום השמש האמיתי	"56 '59 8 (במזל טלה)	"40 '33 7 (במזל טלה)
מקום ירח אמיתי	"57 '5 26 (במזל טלה)	"23 '29 26 (במזל טלה)
אורך ראשון	"1 '6 17	"43 '55 18
מקום הראש	"32 '2 29 (במזל בתולה)	"13 '36 26 (במזל קשת)
רוחב הירח	"5 '16 2 דרומי	'20 4 צפוני

על פי דברי המפרש לקמן, נוכל להכריע כי זמן העיקר אשר בו חישב המפרש את הנתונים האמיתיים של השמש והירח, היה ביום א' בניסן שנת ה'ק"א, ולא זה של הרמב"ם.

<u>א. חישוב נתוני השמש והירח של חודש ניסן שנת ה'ק"א.</u>

כבר ידעת, שמקום השמש האמיתי, לשעת העיקר היה, על פי חשבון המפרש, **ב**זווית של **ז' מעלות ל"ג חלקים מ' שניות ממזל טלה, סימנם ז' ל"ג מ'** ("40 '33 7)**.** רואים מיד, כי תוצאה זו זהה בדיוק לתוצאת החישוב שלנו לעיל, עבור מקום השמש האמיתי, על פי העיקר של המפרש, ולא של הרמב"ם, דהיינו, בתחילת ליל א'

בניסן, שנת ה'ק"א. כאמור, המפרש לא ציין כלל, שאכן, הוא חישב את הנתונים ליום העיקר שלו, ביום א' בניסן ה'ק"א.

ומקום הירח האמיתי היה **כ"ו מעלות ותשעה ועשרים חלקים** (29 ′26 מעלות) **ממזל טלה.** שוב רואים כי גם תוצאה זו זהה לשלנו לעיל, על פי העיקר של המפרש, אלא, שהוא עיגל את התוצאה ל 29 ′26 מעלות, במקום "23 ′29 26 מעלות אצלנו לעיל.

ויצא לנו מקום הראש האמיתי (המפרש מכנה אותו בשם "מקום הראש האמיתי"', כיון שהוא נמדד על פי הסדר הרגיל של המזלות (ראה דברי המפרש להלכה ב' בפרק ט"ז), אבל, הרמב"ם מכנה אותו בקיצור בשם "מקום הראש") **במזל קשת, בכ"ו מעלות ל"ו חלקים וי"ג שניים,** על פי חישובנו לעיל, גם תוצאה זו מראה שהחישוב של המפרש הוא על פי העיקר שלו ולא על פי הרמב"ם.

עתה, **גרענו מקום השמש האמיתי, ממקום הירח האמיתי, ויצא לנו "האורך הראשון", והוא י"ח מעלות, נ"ו חלקים, מ' שניים** ("40 ′56 18). בתוצאות החישוב שלנו לעיל, קבלנו שהאורך הראשון הוא "43 ′55 18, שאמנם אפשר לעגלו ל 56 ′18, ללא שניות כלל, ואז, לשארית "43 שניות של המפרש, אין מקום כלל, שהרי היא עוגלה כבר בתוך ה 56′. לכן, נראה לנו שחל כאן שיבוש בדפוס, והתוצאה המעוגלת של המפרש 56 ′18, ללא שניים כלל, היא הנכונה; ואכן, בכתב יד פאריס לא צויינו כלל השניים. תמונה 52 מדגימה את המצב הזה (כל המספרים עוגלו בתמונה זו, לשם פשטות).

וכבר ידעת שרוחב הירח היה צפוני, ובזווית של **ד' מעלות כ' חלקים** ("20 4 מעלות), **וזהו** מה שמכנים בשם **"רוחב הראשון"** של הירח. ראה תמונה 52.

לכן, כיון שכל תוצאות החישוב שמביא המפרש, מתאימות לחישובינו ליום א' בניסן ה'ק"א, ולא לזה של הרמב"ם (בתחילת ליל ג' בניסן ד'תתקל"ח), המסקנה היא שהמפרש, מבלי לכתוב זאת במפורש, אכן, חישב את המקומות האמיתיים של השמש והירח, ושאר הנתונים כנ"ל, עבור העיקר שלו, שהיה בתחילת ליל א' בניסן שנת ה'ק"א. בהמשך נראה, כי המפרש מציין זאת כמעט במפורש.

ולפי שמקום הירח היה במזל טלה, בקשת שהיא מתחילת גדי עד סוף תאומים, שהוא המצב שתיארנו לעיל בהלכה ג', ויתר על כן, **האורך הראשון,** שהמפרש ציין לעיל, דהיינו, י"ח מעלות נ"ו חלקים (מ' שניים), הוא **קרוב** מאד **מי"ט מעלות** (כי מספר החלקים (נ"ו), הוא כמעט משלים את המעלה ה י"ט), לכן, כפי שראינו בסוף הלכה ג' לעיל, כדברי הרמב"ם שם, **"ואם יהיה האורך הראשון יתר על חמש עשרה מעלות, תדע בודאי שהירח יראה בכל ארץ ישראל";** ובהמשך דבריו בתחילת הלכה ד' הוא מוסיף על זה: **במה דברים אמורים? בשהיה מקום הירח האמיתי, מתחילת מזל גדי עד סוף מזל תאומים".** כך יוצא, שמתקיימים שני התנאים לראיית הירח: הירח נמצא בטלה, בין גדי לתאומים, שגבול הראייה התחתון של האורך הראשון במזלות אלה הוא מעל 15 מעלות, ובמקרה שלפנינו הוא כמעט 19 מעלות, על פי החשבון של המפרש. כלומר, בהתאם למה שציינו קודם, כיון שהאורך הראשון התיאורטי שחישב המפרש, נמצא מעל הגבול התצפיתי המינימלי של האורך הראשון שראו בעבר, שהוא 15 מעלות, ופירוש הדבר הוא, שהשמש, מחד גיסא, היתה מספיק עמוקה מתחת לאופק, ומאידך, גם הירח הספיק להתרחק מהשמש, עד כדי גדילתו המספקת, ולכן, **ידענו שהירח נראה** כבר **בכל א"י, ואין אנו צריכין חשבון אחר,** וזאת **ע"פ העיקרים שזכר אותם** הרמב"ם, כאמור, בהלכות ג'-ד' לעיל.

אמנם המפרש אינו מביא כאן את החישוב של רגע המולד האמיתי, וכן את התאריך של ליל הראייה של הירח החדש של חודש ניסן ה'ק"א, כפי שאנו עשינו בדוגמה ג' בסוף פרק ט"ו, אבל, מתוך דבריו בהמשך, הוא מציין תוצאות המבוססות על כך, שהוא גם חישב את המולד האמיתי, וכך ידע מתי תתכן הראייה של הירח החדש בפועל באותו חודש ניסן ה'ק"א, כפי שנראה לקמן.

ב. המולד האמיתי של חודש ניסן ה'ק"א, וליל הראייה של הירח בפועל.

כדברי המפרש בסוף פרק י"ב, העיקר שלו היה ביום א' בניסן, ביום שלישי בשבוע, שנת ה'ק"א (על פי לוח העיבור הרגיל שלנו). ראינו גם בסוף פרק ט"ו, כי המולד האמיתי של אותו חודש ניסן ה'ק"א, נפל ביום ראשון בשבוע, בשעה 4:00 לפנות בוקר. לכן, עד לשקיעת החמה בסוף אותו יום, יעברו רק כ 14 שעות בלבד. לכן, לא עברו מספיק שעות בכדי שאפשר היה לראות את הירח, מיד אחרי השקיעה של אותו יום ראשון בשבוע, דהיינו, בתחילת ליל שני, אלא, הוא ייראה רק בליל שלישי בשבוע, שהוא ליל א' בניסן.

לכן, כותב המפרש, **לפיכך, ידענו,** כפי שהסברנו לעיל, **שהירח של ר"ח ניסן שנת העיקר השני,** דהיינו, ר"ח ניסן בשנת ה'ק"א, בימיו של המפרש (ומכאן אישור נוסף לכך, שהמפרש מתכוון בעיקר "השני", היינו, ליום העיקר שלו, ומן הסתם, העיקר "הראשון" הוא של הרמב"ם, שהיה לפניו), ייראה רק בליל ג' בניסן, כפי שהסברנו לעיל, וכן כדברי המפרש, **נראה בליל ג'** בשבוע, **והוא** אז **תחלת ניסן בחשבון,** דהיינו, יום א' בניסן, על פי חשבון לוח העיבור הרגיל שלנו כיום, **וגם** ש**תחלתו** של ליל שלישי זה, שהוא א' בניסן, היתה גם כן **בראייה** של הירח החדש של אותו חודש ניסן ה'ק"א (כיון שהמולד האמיתי היה יומיים לפני כן, ביום ראשון בשבוע בשעה 4:00 לפנות בוקר). כי על פי בית הדין בזמן הראייה, ראיית הירח החדש על ידי העדים צריכה להיות בלילה שלפני ההתקדשות של היום, ולכן, על פי הראייה, בית הדין היה קובע (למחרת בבוקר) את יום שלישי בשבוע כיום א' בניסן, כי העדים ראו את הירח החדש רק בליל אותו יום שלישי. גם מתברר, שאותו יום שלישי בשבוע היה גם א' בניסן, על פי לוח העיבור שלנו כיום.

עתה חוזר המפרש לענינים אחרים הקשורים בהלכות ג'-ד'.

כזכור לעיל, גבולות הראייה של 9 או 15 מעלות שצוינו לעיל בהלכה ג', או הגבולות של 10 או 24 מעלות שצוינו לעיל בהלכה ד', לארבעת הגבולות האלה של הראייה, קורא המפרש בשם "קיצים", מלשון "קץ", או קצה, או גבול. לכן, "קיצי הראייה" הם "הקצוות של תחומי הראייה".

ג. כיצד נקבעו הקיצים (הקצוות) לראיית הירח?

ואם תשאל: מה היא עילת אלו הקצים הקצובים לראייה, שהן פחות מט"ו מעלות, או יתר על ט"ו, או פחות מי', ויתר על כ"ד מעלות, ולמה נתן הרמב"ם **אלו הקצין הקצובין** בדיוק, **בלא פחות ולא יתר?**

כבר הסברנו זאת לעיל, בהקדמה י', וכלשון המפרש: **והתשובה** היא, **שעילת אלו הקצין הקצובין,** נובעים מ**הנסיון והבחינה בלבד** של האסטרונומים, כלומר, אלו הן תוצאות שהנסיון בלבד **הורה עליהם.** דהיינו, שאין הוכחה חשבונית תיאורטית כל שהיא לקיצים אלה, אלא, שארבעתם מבוססים על הניסיון של האסטרונומים הקדמונים, בתצפיות של הירח החדש, חודש אחרי חודש, שנה אחרי שנה, במשך

מאות, ואולי, אלפי שנים, בכל פעם שהיה ניתן בכלל לראות את הירח בתחילת החודש.

לפי שראו בבחינה שהדבר כן, כלומר, האסטרונומים בדקו באופן מעשי, את הדברים באופן הבא: בכל פעם שראו בפועל את הירח החדש, הם גם חישבו אחר כך את האורך הראשון שהתאים לרגע הראייה שלו. כך התברר עם הזמן, כי לעולם לא ראו את הירח החדש כשהאורך הראשון המחושב היה פחות מ 9 מעלות, וזאת כאשר השקיעה של השמש היתה במזלות שבין גדי לתאומים. כלשון המפרש (אבל, בסדר שונה), **שהרי כשמצאו** בחישוב, ש**האורך הראשון,** בתחילת ליל יום השלושים לחודש, הוא **פחות מט' מעלות,** והוא נמצא **בקשת שבין גדי ותאומים, ועיינו,** דהיינו, בדקו **בירח** החדש, בתצפית למעשה, **אם** הוא **יראה, אם לא יראה, ועשו כן פעמים רבות, ו**התברר תמיד, שכאשר האורך הראשון המחושב היה פחות מ 9 מעלות במזלות אלו, אז **לא ראו אותו** כלל, **ואפילו קטן;** וכל זאת, כאשר האורך הראשון היה, כאמור, פחות מ 9 מעלות, וכן כאשר שקיעת השמש היתה במזל שבין גדי לסוף תאומים.

כך הוא גם, כאשר השמש היתה שוקעת בשאר המזלות, שבין מזל סרטן לסוף קַשָּׁת, **וכן כשיהיה בשאר המזלות, זולתי אלו הנזכרים** לעיל, בין המזלות גדי לסוף תאומים, **שהם מתחלת סרטן עד סוף קשת, והיה הקץ פחות מעשר מעלות, לא יראה** הירח כלל במזלות אלה, מסרטן עד סוף קשת.

וכן הדין הוא, אם האורך הראשון היה **ביתר מט"ו וכ"ד** מעלות (גירסת כתב יד פאריס), דהיינו, **ש**כאשר האורך הראשון הוא יתר על ט"ו, במזלות שבין גדי לסוף תאומים; או כ"ד מעלות, במזלות שבין סרטן עד סוף קשת, הרי **ש**הירח החדש **יראה, על כל פנים,** תמיד, ואין צורך בחישוב נוסף.

וכן, **כשיהיה הקשת מט' מעלות עד סוף ט"ו, או מתחלת י"א עד סוף כ"ד,** בכל המקרים האלה, מתברר כי לפעמים הירח נראה, ולפעמים לא ייראה, לכן, בכדי לדעת מראש על ידי חישוב, אם הירח ייראה או לא, **הוצרכנו באלו השתי צורות,** שאם האורך הראשון הוא בין ט' לבין ט"ו, או שהוא בין תחילת י' עד סוף כ"ד מעלות, **לדרוש ולחקור** יותר, על ידי חישובים נוספים, מעבר לחישוב האורך הראשון בלבד, **עד שידעו** בעזרתן מראש, **אם יראה הירח או לא יראה. לפיכך, אלו הו' חלקים, הולכים** על פי **(אל) הנסיון,** דהיינו, כל ששת הכללים האלה מבוססים על הנסיון המעשי, וסיכומם הוא כדלקמן:

א. אם שקיעת השמש היא במזל שבין גדי לסוף תאומים, אז חלים שלושת כללי הראייה של הלבנה החדשה, כדלקמן:

1. אם האורך הראשון הוא פחות מ 9 מעלות, לעולם לא ייראה הירח החדש. כלומר, במקרה כזה של האורך הראשון של 9 מעלות, אפילו ללא חשבונות נוספים, הרי בודאי שלא ייראה הירח החדש.
2. אם האורך הראשון הוא בין 9 לבין 15 מעלות, הרי פעמים הירח החדש ייראה, ופעמים הוא לא ייראה. לכן, יש לבצע מספר חשבונות נוספים, פרט לאורך הראשון, בכדי לדעת מראש, אם הלבנה החדשה תיראה או לא בליל השלושים.
3. אם האורך הראשון הוא גדול מ 15 מעלות, הרי הירח החדש ייראה בכל ארץ ישראל. גם כאן, פירוש הדבר הוא, שאפילו ללא חשבונות נוספים, הרי האורך הראשון הוא מדד טוב לקביעה שהראייה תהיה ודאית.

ב. מאידך, אם שקיעת השמש היא במזל שבין תחילת סרטן, לבין סוף קשת, אז חלים שלושה כללי ראייה אחרים של הלבנה החדשה, כדלקמן:

1. אם האורך הראשון הוא פחות מ 10 מעלות, לעולם לא ייראה הירח החדש. כלומר, האורך הראשון בלבד, ללא חשבונות נוספים, הוא אמת מידה מספיקה, המעידה על כך, שבודאות לא תיראה הלבנה החדשה.
2. אם האורך הראשון הוא בין 10 לבין 24 מעלות, פעמים תיראה הלבנה החדשה, ופעמים לא. לכן, יש לבצע חשבונות נוספים, מעבר לחישוב האורך הראשון, בכדי לדעת זאת מראש.
3. אם האורך הראשון הוא גדול מ 24 מעלות, הלבנה החדשה תיראה בכל ארץ ישראל.

אלה הם ששת הכללים שציין המפרש, וכולם נקבעו על פי הנסיון בלבד, ולא בהוכחה חשבונית תיאורטית כל שהיא.

התברר גם, כי על פי נסיון זה, עובי הירח הקטן ביותר הנראה, היה כאחוז אחד בלבד מהקוטר של ירח מלא.

ד. הסיבה לשינויי הקיצים בין המזלות

ואם תשאל עוד, למה היה קץ הראייה, דהיינו, שני הקיצים 9 ו 15 מעלות, **במזלות שתחילתן מזל גדי, וסופן מזל תאומים, פחות מן הקץ,** דהיינו, שהם קטנים יותר מן הקץ שבין 10 ו 24 מעלות, **במזלות שתחילתן מזל סרטן, וסופן מזל קשת? ולמה לא היה הדבר בהפך? או,** אולי ש**יהיה הקץ בכל** המזלות זהה, היינו, **שוה?**

נקדים ונאמר, כי בעניני ראיית הירח החדש וחישוביו, כל ענייניו נידונים בזמן שקיעת השמש, הירח, והמזלות, באופק המערבי. אבל, תוך כדי דיון, נזקק המפרש לענין זריחתם במזרח, כי כפי שהבהרנו בסוף הקדמתנו י"ג לעיל, טבלת הזריחה של המזלות היתה ידועה, וגם זמינה יותר בכתביהם, מאשר טבלת השקיעה; לכן, כיון שטבלת הזריחה היא זו שהיתה לפניו, המפרש חקר את התכונות של המזלות בשקיעה, אם הם ארוכי או קצרי שקיעה, על סמך הטבלה של הזריחה, שהיתה זמינה בידו.

והתשובה היא, **שעילת זה השינוי** היא, כפי שהסברנו זאת בהרחבה רבה בהקדמות י"א – י"ג לעיל, **מפני הקֶשֶׁת ממשוה היום,** דהיינו, מגלגל המזלות, **שעולה** במזרח יחד **עם כל מעלה ומעלה ממעלות המזלות, ושִׁנּוּיֶיהָ בכל מזל ומזל,** וכן **בכל מדינה ומדינה, ונקראת "מצעדי המזלות"' ובלשון ערב, מַטָאלֶ"עְ אַל בֶּרוּג'** (שני סוגי "מצעדים", זה של הזריחה וזה של השקיעה). התרגום המילולי של "מַטָאלֶ"ע אַל בֶּרוּג" הוא "העליות של המזלות", היינו, זריחת המזלות במזרח זה אחר זה, במשך כל הלילה, כל אחד בקצב שלו, אם באריכות או בקיצור (הזריחות הן העליות, כי במזרח עולים גרמי השמים לגובה השמים). לכן, זה נקרא "מצעד", ו"בתהלוכה" זו הנמשכת כל הלילה, כל אחד מהם גם "צועד את צעדיו" בקצב שונה. "מצעד המזלות" נמשך גם בשקיעה, כי גם שם צועדים המזלות זה אחר זה לקראת שקיעתם מתחת לאופק. אנו הבאנו לעיל, בטבלה שבתמונה 48, את מצעד המזלות בשקיעתם של המזלות בזה אחר זה במערב, וכן בתיאור הציורי, המקביל לטבלאות אלו, בתמונות 43 ו 44.

עתה, חוזר המפרש להסביר, מדוע יש הבדל בין קיצי הראייה, כאשר הירח שוקע במערב, על רקע המזלות שונים, במשך השנה. לשם כך, הוא מתחיל את הסבריו, דווקא בזריחת המזלות במזרח, ומהם הוא מסיק על שקיעתם במערב.

שהרי, כפי שראינו לעיל, בהקדמה י"ג, את טבלת המזלות ארוכי או קצרי הזריחה, עבור כל אחד מ**המזלות שבין מזל גדי ומזל תאומים, עולה** במזרח, **עם כל אחד מהם ממשוה היום, פחות מהן,** כלומר, כאשר כל אחד מהמזלות עולה במזרח, הרי קשת גלגל המשווה ("משווה היום", בלשון המפרש), העולה עם כל אחד מהם, אינה 30 מעלות, אלא, כפי שראינו לעיל, היא פחות מה 30 מעלות המקוריים שיש לכל מזל ומזל, על גלגל המזלות, וזאת במזלות שבין גדי לתאומים. **ו**לעומתם, המזלות האחרים, דהיינו, **הקֶשֶת שבין** מזל **סרטן וסוף** מזל קַשָׁת**, עולה עמהן ממשוה היום, יותר מהם.** כלומר, שכל אחד מהמזלות שבין סרטן לבין סוף קַשָׁת, עולה איתו, באותו זמן, יותר מ 30 המעלות שיש לכל אחד מהם על גלגל המזלות (ראה תמונה 49)**.** עתה, יבאר המפרש את סיבת ההבדל הזה שבין שתי קבוצות המזלות האלה.

שהרי הקֶשֶת שבין תחילת גדי ועד **סוף תאומים**, כלומר, כאשר עולַה במזרח הקשת הכוללת של ששת המזלות האלה, בזה אחר זה, והם כוללים ביחד 180 מעלות על גלגל המזלות, הרי מתברר, כי **יעלה** יחד **עמה, מ**גלגל **משווה היום,** למשל, **ב**קו הרוחב הגיאוגרפי של אלכסנדריה ש**במצרים,** רק **ק"נ מעלות** בלבד. כלומר, אם כי ששת המזלות האלה, תופסים 180 מעלות על גלגל המזלות, בכל זאת, לא זורחת יחד איתם קשת של 180 מעלות על גלגל המשווה, אלא, רק קשת של 150 מעלות בלבד. רואים מכאן, כי הזריחה של כל אחד מהמזלות שבין גדי לבין תאומים, עולה עם כל אחד מהם קשת מגלגל המשווה, פחות ממנו, דהיינו, פחות מ 30 מעלות שיש לו על גלגל המזלות. כלומר, על סמך העובדה, שאורך הקשת העולה מגלגל המשווה, יחד עם שישה מזלות אלה, היא פחות מ 180 מעלות, דהיינו, רק 150 מעלות, מזה ברור, כי עם כל אחד מהם עולה איתו פחות מ 30 מעלות על גלגל המשווה, ולכן, הם נקראים בשם "קצרי זריחה".

והקשת האחרת, דהיינו, הקשת הנותרת בגלגל המזלות, עד להשלמת שאר ששת המזלות, והיא מתחילת מזל סרטן ועד לסוף מזל קַשָׁת, שגם היא תופסת 180 מעלות, מהצד השני של גלגל המזלות, הרי כשיגיע תורה גם היא לזרוח במזרח, מתברר כי **יעלה עמה ממשוה היום ר"י מעלות.** כלומר, כאשר יגיע תורם של ששת המזלות האלה, שמתחילת סרטן ועד לסוף מזל קשת, לזרוח במזרח, הרי מתברר, שהם דווקא ארוכי זריחה; שהרי הקשת של ששת המזלות האלה, על גלגל המזלות היא, אמנם, 180 מעלות, והנה זריחתם אורכת 210 מעלות, על גלגל המשווה העולה איתם.

לכן, כפי שכבר הזכרנו בהקדמה י"ג לעיל, מסיק המפרש את ענין שקיעת המזלות, הדרוש לנו בזמן הראייה, מתוך תכונותיהם בזריחה, על פי הכללים הבאים, שהסברנו כבר לעיל. בתחילה, מביא המפרש את הכללים עצמם, המקשרים את אורך הזריחה של המזלות עם אורך השקיעה שלהם. אחר כך, הוא מסביר אותם בעזרת דוגמאות מפורטות:

כלל א': **וכל מזל שעולה עמו קשת ממשוה היום פחות ממנו, שוקע עמו קשת יתר ממנו.**

כלל ב': **ושוה לקשת משוה היום, שעלה עם כנגדו, והוא המזל השביעי ממנו.**

כלל ג': **וכל מזל שעולה עמו קשת יתר ממנו, הוא שוקע עמו קשת משוה היום פחות ממנו.**

כלל ד': **והוא שוה לקשת שעולה עם שכנגדו.**

בכדי להבין את הכללים האלה, וכך גם את הדוגמאות של המפרש, נביא קודם את הדוגמאות שהבאנו לעיל בהקדמות י"ב - י"ג:

נסתכל שוב בטבלה של המזלות ארוכי או קצרי הזריחה, שהבאנו בהקדמה י"ג, בקו הרוחב של ירושלים. אנו רואים, למשל, כי מזל טלה הוא קצר זריחה, כי זריחת גלגל המשווה העולה איתו היא רק 20.0 מעלות, אשר פירושה הוא שעה ושליש שעה בלבד (במקום השעתיים הרגילות הנדרשות לעליית 30 מעלות של גלגל המשווה). עתה, אם נסתכל בטבלת שקיעת המזלות שבסעיף י"א הנ"ל, נראה, כי אותו מזל טלה, הרי הוא דווקא "ארוך שקיעה", כי אורך הקשת על גלגל המשווה השוקעת איתו היא 34.6 מעלות. מספרים אלה הם, כאמור, עבור קו רוחב גיאוגראפי של ירושלים (32 מעלות). בסיכום, מזל טלה עולה במזרח, עם קשת קטנה מ 30 מעלות של גלגל המשווה (רק 20 מעלות), ושוקע במערב עם קשת גדולה מ 30 מעלות על גלגל המשווה (34.6 מעלות). כדברי המפרש בכלל א' לעיל: **וכל מזל שעולה עמו קשת ממשווה היום פחות ממנו** (מ 30 מעלות על גלגל המשווה)**, שוקע עמו** (עם אותו מזל) **קשת יותר ממנו** על גלגל המשווה.

כלל ב' לעיל הוא המשך לכלל א':

> אבל, בהקדמתנו י"ג לעיל, ראינו גם, כי אותה הקשת אשר בה שוקע מזל טלה במערב, דהיינו, 34.6 מעלות של גלגל המשווה, היא גם אותה הקשת בת 34.6 מעלות, העולה במזרח, יחד עם זריחת המזל השביעי ממזל טלה, דהיינו, מזל מאזניים. בסיכום, אותו מזל טלה, שהוא קצר זריחה במזרח, הרי הוא ארוך שקיעה במערב, כפי שראינו בכלל א', אבל, יותר מזאת, אורך השקיעה של מזל טלה שווה בדיוק לאורך הזריחה של המזל השביעי ממנו, הרי הוא מזל מאזניים. כלל זה נכון לא רק לגבי טלה ומאזניים, אלא, גם לגבי כל מזל מסוים, והמזל השביעי ממנו. זה מה שכותב המפרש בכלל ב' לעיל: **ו**אורך הקשת של אותו מזל שמדובר עליו בכלל א', הרי שבשקיעתו, הוא **שוה לקשת משוה היום, שעלה עם** המזל שהיה **כנגדו,** כלומר, המזל השוקע נגדו במערב, **והוא המזל השביעי ממנו.**

לקמן, המפרש מבאר את אותה הדוגמה שהבאנו, אבל, המספרים שלו הם של קו הרוחב של אלכסנדריה שבמצרים, שהיה נפוץ בעולם:

שהרי מזל טלה, עולה עמו ברוחב גיאוגראפי של **שלשים** מעלות**, והיא** אלכסנדריה ש**במדינת מצרים,** ומתברר כי ה**קשת מעגולת** גלגל **משוה היום,** העולה יחד איתו במזרח, היא רק **כ"א מעלה ושבעה חלקים** (7′ 21 מעלות). כלומר, כל ה 30 מעלות של מזל טלה עולים (זורחים) יחד איתם רק כ 21 מעלות של גלגל המשווה (באלכסנדריה), ולכן, מזל טלה הוא מהיר בזריחתו, דהיינו, "קצר זריחה". (לשם השוואה, הראנו בטבלה שבהקדמה י"ג לעיל, כי ברוחב הגיאוגרפי של 32 מעלות של ירושלים, קבלנו שיחד עם מזל טלה עולות רק 20 מעלות מגלגל המשווה)**. ומזל מאזנים שכנגדו, והוא קשת שביעי ממנו, עולה עמו** קשת מגלגל המשווה, ברוחב גיאוגראפי של מצרים, בת **ל"ד מעלות ול"ט חלקים** (39′ 34 מעלות)**.** כלומר, כאשר מזל מאזניים זורח במזרח, אז מזל טלה שוקע במערב, ומתברר, כי זמן שקיעתו של טלה במערב, אורכת כמו שמזל מאזניים זורח במזרח, כלומר, גם שקיעתו תהיה גם היא עם 39′ 34 מעלות מגלגל המשווה במערב, בדיוק כמו זריחת מזל מאזניים

שבמזרח, כלשון המפרש: **לפיכך, שוקע קשת** מגלגל המזלות **עם מזל טלה, בזו המדינה, ל"ד מעלות ול"ט חלקים ממשוה היום,** כמו מזל מאזניים, בזמן זריחתו במזרח; כלומר, מזל טלה הוא "קצר זריחה" במזרח (ו' 21 מעלות), אבל, "ארוך שקיעה" במערב (ו' 39 34 מעלות). ובאותה מידה, כאשר מזל טלה עולה במזרח יחד עם כ 21 מעלות של גלגל המשווה, הרי **ומזל מאזנים שוקעת עמו** גם כן **כ"א מעלות וז' חלקים** מגלגל המשווה; כלומר, מזל מאזניים הוא "ארוך זריחה" במזרח (ו' 39 34 מעלות), אבל, "קצר שקיעה" במערב (ו' 21 מעלות); **וכן הדין בכל המזלות,** ולא רק לטלה ומאזניים, אלא, לכל המזלות. **לפי שמזל טלה אינו שוקע כלו, עד שיעלה מזל מאזנים כלו; וכן מזל מאזנים כלו, אינו שוקע עד שיעלה מזל טלה כלו. לפיכך, כל מזל הוא שוקע עם מעלות, ממשוה היום, שוין למעלות שעולין עם מזל שכנגדו, והוא עולה במעלות ששוקע בהן מזל שכנגדו.**

בזה הסתיימו הדוגמאות הקשורות לכללים א' וב' דלעיל. אשר לשאר שני הכללים ג' וד', הרי הם ברורים מעצמם, לאור מה שביארנו בשני הכללים הראשונים, ובשתי ההקדמות י"ב – י"ג לעיל.

ואחר שהקדמנו זו ההקדמה, נתבאר לנו עילת זה השינוי, דהיינו, מדוע יש קיצי ראייה שונים, עבור השקיעה על רקע ששת המזלות שבין גדי לתאומים, לבין השקיעה על רקע ששת המזלות שמסרטן ועד לקשת: **שהרי המזלות, שהן מראש גדי עד סוף תאומים, אין שוקעין במהרה לאורך קשת עַרִיבַתַן,** דהיינו, שקיעתם במערב, שהרי מזלות אלה, כפי שראינו, הם ארוכי שקיעה. **לפיכך, אפילו היה האורך הראשון שלהן קצר,** הרי קצב השקיעה של המזלות האלה הוא איטי, בגלל השיפוע שלו ביחס לאופק, כמו בתמונה 43, ולכן, **הירח נראה גבוה** מעל האופק, למשך זמן ארוך יותר, **ואינו ממהר לשקוע,** וכך הסיכוי לראותו הוא גדול יחסית (ראה תמונה 45ד', וההסבר הנלווה אליה בסוף הקדמה ט' לעיל); **ושאר** ששת **המזלות,** שבין סרטן לבין קשת, **דינן בהיפך זה הדין, לפי ששוקעין במהרה. שהרי הקשת ששוקעת עמהם, ממשוה היום,** היא **קצרה** יותר, **ומפני זה,** אם רוצים להספיק לראות את הירח, הממהר לשקוע במזלות אלה, יש לפצות על כך, בזה **שיהיה האורך הראשון שלהן ארוך** יותר, על מנת שהסיכוי לראותו מעל האופק יהיה גדול יותר; **ואם לאו, תראה הירח** תוך זמן קצר **למטה,** מתחת לאופק, **והסיבה** היא, כאמור, שהירח **ממהר לשקוע,** כאשר הוא על רקע מזלות אלה.

עתה, מתאר המפרש את כל הנ"ל בעזרת שרטוטים:

ונניח עַגוּלַת האופק של צופה היא **אבג"ד ה"ו** {**ציור מ"ד**}(תמונה 53). בתמונה זו, מתבונן הצופה בשמים, כשהוא שוכב אפרקדן על גבו, ועיניו מתבוננות למעלה אל כיפת השמים שמעליו. מאידך, כאשר הוא מפנה את ראשו הצידה, ומביט למטה על האדמה מסביבו, הוא רואה בקצה שדה ראייתו, את עגולת קו האופק אבג"ד ה"ו. והוא עצמו נמצא בנקודת המרכז של עגולת האופק, בתמונה זו. מעגולת האופק הזו, מתרוממת, מכל הכוונים, כיפת השמים, בצורת חצי כדור מעל לראשו. כיון שהצופה נמצא בבסיס המישור, בתוך העגולה הנמצאת בתחתית כיפת השמים, לכן, כל הקשתות המשורטטות על כיפה זו, נראות לו קעורות, והן מתוחות מאופק עד אופק, וגם עוברות כמעט מעל לראשו.

בתמונות שהבאנו בהקדמות לעיל, בתחילת פרק זה, שרטטנו את כיפת השמים, דהיינו, את חצי הכדור השמימי שמעל ראש הצופה, לא במבט מלמטה למעלה, כפי שביאר זאת המפרש בתמונה 53, אלא, שרטטנו שם שרטוטים תלת מימדיים, ובמבט מן הצד. בדרך זו, ניתן לראות גם את עומק הקשתות זו ביחס לזו, על פני

כדור השמים. אכן, תמונה 55 מראה את התמונה 53 לעיל של המפרש, אבל, במבט מן הצד בצורה תלת מימדית, וכל האותיות זהות לאלו של המפרש.

בתמונה 55, **עַגוּלַת משוה היום,** היינו, גלגל המשווה השמימי היא **אח"ה.** עבור הצופה שבמרכז, קשת זו מתחילה מהנקודה ה' באופק המזרחי, והיא עולה למעלה, כמעט עד לגובה כיפת השמים, ואחר כך, היא יורדת לעבר האופק המערבי, עד לנקודה א'. **וכן עַגוּלַת המזלות** שהיא **גטח"ו,** גם היא עולה מנקודה ו' באופק המזרחי, כלפי מעלה, מעל לראש הצופה, ויורדת עד לנקודה ג' באופק המערבי. **וה**קטע ט"ב הוא חלק מ**עַגוּלַת המסיבה היומית,** היינו, הקטע ט"ב הוא חלק ממסלול הסיבוב היומי, ממזרח למערב, של הנקודה ט', והוא ט"ב, כלומר, הנקודה ט' שוקעת במערב בנקודה ב', במסלול מקביל לסיבוב גלגל המשווה אח"ה, מה שהמפרש קורא בשם "המסיבה היומית" **בט"ד,** של הנקודה ט'. אבל, בתמונה 55 לא שרטטנו את כל מסלול המסיבה היומית בט"ד, המופיע בתמונה 53, כי לשם פשטות, השמטנו את הנקודה ד' שבצד המזרחי. הקשת ט"ב היא על מסלול המסיבה היומית, ולכן, היא מקבילה לקשת שכנגדה פ"א שעל משווה היום, וגם שוקעת יחד איתה, כי היא חלק מהמשווה השמימי אפח"ה. **ונקודת ראש מזל מאזנים** היא **ח'** (תמונה 53). אבל, כפי שרואים מתמונה 55, הוספנו שם אות פ' על משווה היום, המראה כי הקשת ט"ב עליה מדבר המפרש, שוקעת יחד עם קשת משווה היום פ"א, והיא שווה לה בגודלה. לכן, בכל מקום שהמפרש מציין את השקיעה של ט"ב, הוא מתכוון גם לקשת פ"א שעל משווה היום, כי היא שוקעת יחד איתה, כלומר, שווה לה באורכה.

ונניח כי ה**קשת ג"ט** היא **עשר מעלות, מתחילת מזל אריה** (תמונה 54)**, ותהיה נקודת ג' ראש מזל אריה,** וכאמור, **הקשת ג"ט** היא **עשר(ה) מעלות, מתחלת מזל אריה. ו**לכן, הקשת ג"ט הנמצאת על מזל אריה, **(הוא) שוקע**ת יחד **עם** ה**קשת ט"ב,** שהיא חלק **ממסיבת היום**, **לפי שהיא,** הקשת **ט"ב,** חלק **מעַגולת המסיבה היומית** בט"ד**,** ו**מסיבה היומית הזו **היא דומה למשוה היום,** דהיינו, היא סובבת במקביל למשווה היום הח"א **לפי שציריהן אחד,** כלומר, גם המסיבה היומית (הנמצאת על קו רוחב מקביל למשווה היום) וגם משווה היום, סובבים שניהם, את הסיבוב היומי, סביב אותו ציר סיבוב של כדור הארץ, והם מקבילים זה לזה.

ושיעור קשת ט"ב, הנמצאת על <u>המסיבה היומית,</u> השוקעת עם י' מעלות ממזל אריה (תמונה 54), הוא כמו אורך הקשת פ"א הנגדית לה, הנמצאת על גלגל המשווה (כמו בתמונה 55), כלומר, עבור הרוחב הגיאוגרפי של אלכסנדריה שבמצרים, ועל פי הטבלה בספרו של בטלמיאוס, הקשת פ"א היא רק **ח'** מעלות **ומ' חלקים.** ושיעורה של הקשת ט"ב הוא כשיעורה של הקשת פ"א, אף על פי שאינה נמצאת על משווה היום, כמו הקשת פ"א, אלא, היא נמצאת רק על המסיבה היומית של הנקודה ט', המקבילה למשווה היום, כלשון המפרש, **וה**הוא **חלק מקשת** (מסיבת) **היום, וגם הוא** ניתן לתרגם למעבר של **הזמן,** דהיינו, שניתן להפוך את הח' מעלות ומ' חלקים אלה של הקשת ט"ב, השוקעת עם ט"ג של מזל אריה, לזמן אשר בו שוקעת הקשת ט"ב עצמה (שהרי כל 15 מעלות של פ"א על גלגל המשווה, שוקעות יחד איתה בשעה אחת), וזהו גם הזמן **ששוקעת בו** ה**קשת ג"ט,** היינו, כל הקשת בת 10 מעלות של מזל אריה, שוקעת עם הקשת ט"ב, וזו שווה לקשת פ"א. **ונקודת ה' בפאת המזרח, ונקודת א' בפאת המערב,** שתיהן נמצאות על שני הקצוות משני צדדיה של מחצית מגלגל המשווה, הנראה לצופה מעל לאופק.

כאמור, הקשת פ"א מגלגל המשווה שהיא בת 8 מעלות ו 40 דקות, שוקעת יחד עם הקשת ט"ג שבמזל אריה. המפרש מכנה את הקשת בת ה 8 מעלות ו 40 דקות, בשם

ה"מנה" של הקשת בת ה 10 מעלות השוקעת איתה. זהו הרעיון שמאחורי דברי המפרש, בקטע הבא, שסגנונו נראה לנו קצת מסורבל.

הנה התבאר לך, שבזה הקטע ט"ג של **המזל הנזכר, והוא מזל אריה, מנתו** של הקשת בת **עשר מעלות,** ו"מנה" זו היא, כאמור, קשת המשווה השוקעת יחד איתה, **מתחילתו** בנקודה פ', **ממשוה היום** בתמונה 53 או 55, **והיא** (המנה של הקשת ט"ג בת 10 המעלות), **קשת שקיעתה,** שהיא הקשת פ"א **מן האופק המערבי,** דהיינו שבצד המערבי של הציור בתמונה 53 או 55, הרי המנה הזו פ"א של הקשת ט"ג בת ה 10 מעלות, שבתחילת מזל אריה, היא רק **שמונה מעלות ומ' חלקים.**

יתכן שהמפרש לקח את המנה הזו של קשת המשווה, השוקעת עם 10 המעלות של מזל אריה, שהיא 8 מעלות ו 40 דקות, מהטבלה של המטאלע, היינו, מהטבלה של עליית המזלות במזרח הנמצאת, למשל, בספרו של בטלמיאוס, המציגה את מצעד המזלות במזרח, שם נתונה העליה במזל דלי, שהוא השביעי ממזל אריה, על פי הכלל דלעיל שהביא המפרש: כל מזל שוקע עם מעלות ממשווה היום, השווים למעלות עם מזל שכנגדו, והוא עולה במעלות, ששוקע בהן מזל שכנגדו. לכן, המפרש לומד מהכלל הזה, שגם הקשת ממשווה היום השוקעת יחד עם 10 המעלות של מזל אריה, זהה לקשת המשווה העולה עם 10 המעלות של מזל דלי, הידועה מהטבלה של עליית המזלות בזריחה (המטאלע) של בטלמיאוס. לכן, גם גודלה של הקשת ממשווה היום, השוקעת עם ה 10 מעלות של מזל אריה, גם היא, שווה ל 8 מעלות ו 40 דקות, כמו הקשת העולה במזל דלי, הידועה מהטבלה של הזריחה. כדברי המפרש:

ולכן, הקשת ט"ג של מזל אריה השוקעת במערב, אשר כאמור, היא בת עשר מעלות על גלגל המזלות, שוקעת איתה הקשת פ"א ממשווה היום, שגודלה הוא 8 מעלות ו 40 דקות שם. מדוע? כי קשת המשווה של מזל אריה בזמן השקיעה, על פי הכלל לעיל, **היא שווה למטאלע,** דהיינו, לקשת המשווה העולה במזרח כנגד **עשר** ה**מעלות** ש**מתחלת מזל דלי,** שהרי מזל אריה, **והוא המזל שכנגדו,** הוא השביעי ממזל דלי. **וזה הקשת** פ"א ממשווה היום, העולה עם 10 המעלות של מזל דלי, היא **קצר**ה, והיא רק 8 מעלות ו 40 דקות, ועל פי הכלל לעיל, שיעור זה, או המנה הזו, זהה גם עבור המזל השביעי ממזל דלי, דהיינו מזל אריה, באותו **(ב)ערך אל זולתו מקשת העריבה, למזל שכנגדו,** דהיינו, אותו אורך הקשת יהיה קצר, גם עבור קשת מזל אריה המעריבה במערב.

למאי נפקא מינה?

תמונה 55א' היא הגדלה של תמונה 55 באיזור השקיעה על האופק המערבי, עם אותם סימוני האותיות. כפי שראינו לעיל, הקשת ג"ט בת 10 מעלות שבתחילת מזל אריה, שוקעת עם קשת פ"א ממשווה היום, שהיא קצרה ממנה, כי היא רק 8 מעלות ו 40 דקות. לכן, קשת זו ג"ט היא "קיצרת שקיעה", כי כל מזל אריה הוא קצר שקיעה, כי זווית נטייתו ביחס לאופק היא קטנה יותר (43 מעלות) מגלגל המשווה (58 מעלות, ראה תמונה 44). במילים אחרות, הקשת ג"ט היא נמוכה וקרובה לאופק, ושקיעתה במערב היא קיצרת זמן. לכן, אם נניח שהאורך הראשון, בין השמש ש', לבין הלבנה החדשה ט', היינו ש"ט, גם הוא קצר (תמונה 55א'), הסיכוי לראיית הלבנה הוא קטן. לעומת זה, כותב המפרש לקמן, הסיכוי הזה יגדל, אם האלכסון ש"ט של אורך הראשון הוא ארוך יותר, למשל, אם הוא היה ארוך יותר עד לנקודה י', שהיא גבוהה יותר מהנקודה ט' מעל האופק. כי כאשר האלכסון ש"ט ארוך יותר, למשל באורך ש"י, אז גם קצהו העליון י', היכן שנמצאת הלבנה החדשה, יהיה גבוה יותר מעל האופק, היינו, בקצה ההילה סביב השמש, ואז הסיכוי לראיית הלבנה החדשה הוא גדול יותר.

לכן, כותב המפרש, במקרה שהלבנה שוקעת על רקע של מזל קצר שקיעה, כמו מזל אריה, אמנם קשה יהיה לראותה, כי הלבנה החדשה שוקעת תוך זמן קצר, כמו מזל אריה הנמצא ברקע שלה. **לפיכך,** בכדי שאפשר לראותה, בכל זאת, **הצריך** הרמב"ם **שיהיה קשת האורך הראשון ארוכה** (הקטע י"ש בתמונה 55א'), **כדי שיהיה הירח גבוה בראיית העין לפי ששקיעתו במהרה, כפי קוצר קשת ט"ב,** ורק אם נניח אורך ראשון ארוך יותר, ייווצר גובה מספיק גדול בנקודה י' מעל להילת השמש, כך שהסיכוי לראיית הלבנה החדשה הוא גדול יותר.

לפיכך, אמר הרמב"ם בהלכה ד' לעיל, **שצריך שיהיה, באלו המזלות,** ממזל סרטן ועד מזל קשת, שהם קצרי שקיעה, לקבוע אורך גדול יותר לאורך הראשון. אכן, במזלות קצרי השקיעה, האורך הראשון צריך להיות גדול יותר, היינו, **מעשר מעלות עד כ"ד מעלות** (לעומת תשע, עד חמש עשרה מעלות בלבד, במזלות ארוכי השקיעה). **ובכל** מקרה, **זה הקשת** של האורך הראשון שבין 9 – 15 מעלות, או בין 10 – 24 מעלות, **הוא שהצריך לו דרישה וחקירה** נוספת, היינו, על ידי חישוב האורך השני והשלישי וכו', **עד שידע, אם יראה הירח או לא יראה.**

עתה, חוזר המפרש לבאר את המקרה השני, של המזלות ארוכי השקיעה, בעזרת שרטוט מ"ה, שבתמונות 56, 57, והוא מדגים זאת, על ידי שקיעתו של מזל דלי, שהוא ארוך שקיעה.

ונניח ג"כ, י' מעלות מן המזל שכנגדו, תהיה י' מעלות ממזל דלי (תמונה 56), שכידוע מההקדמה י"ב, הוא ארוך שקיעה (תמונה 43). שוב נניח כי **תהיה עגולת האופק אבג"ד ה"ו, ועגולת משוה היום אח"ה, ועגולת המזלות ג"ט ח"ד, ועגולת המסיבה** (המסילה) **היומית ב"ט,** והיא מקבילה לקו משווה היום. נניח גם שהנקודה ט' היא סוף י' מעלות ממזל דלי (תמונה 57), **ונקודת ג' היא ראש מזל דלי.** כמו שראינו לעיל, עם שקיעת מזל אריה, כך גם עבור הקשת ט"ג בתחילת מזל דלי, **כשהיא שוקעת, תהיה קשת ג"ט, י' מעלות** ממזל דלי. **ו**לעומתה, ה**קשת ט"ב מן המסבה היומית** (אשר גודלה שווה לקשת פ"א ממשווה היום, ראה תמונה 57א'), **והיא הקשת** ט"ב **ששוקעת עם אלו הי' מעלות ממזל דלי, ושיעורה** של קשת זו, היינו, ט"ב, הוא **י"א מעלות וכ"ב חלקים, והוא** ניתן לתרגמו לאורך **הזמן מקשת היום, ששוקעת בו קשת ט"ב, והוא זמן ארוך, בערך אל זמן המזל שכנגדו,** היינו, הקשת ממולה על מזל דלי, שהיא רק 10 מעלות, כאמור.

לפיכך, במזל ארוך שקיעה, כמו במזל דלי לעיל, **די לנו שתהיה קשת האורך הראשון** רק **ט' מעלות. לפי ש**כאשר **קשת השקיעה** היא **ארוכה** יותר, **תהיה הלבנה גבוהה** יותר **בראיית העינים, ותתאחר** יותר **בשקיעה, כגון זו הצורה** {**ציור מ"ה**} שבתמונות 56, 57, והסיכוי לראותה הוא גדול יותר.

הנה התבאר לך, שכל זמן שהקשת ממשוה היום, השוקעת עם קשת מן המזלות, ארוכה יותר, **אין צריך שיהיה האורך הראשון ארוך, לפי שהירח אינו ממהר לשקוע. שהרי ישאר לשקיעתו, מקשת היום** שעל המשווה, **זמן רב.** ולעומת זאת, **בזמן שקשת השקיעה** היא **קצרה, צריך שיהא האורך הראשון קשת גדולה,** על מנת לראות את הירח החדש, **לפי שהירח ממהר לשקוע, מפני שהנשאר מקשת היום** שעל המשווה, היא **קשת קטנה. לפיכך, במזלות שזמן שקיעתן ארוך, מפני** ש**גודל קשת העריבה אינו צריך שיהיה האורך הראשון שבין** שקיעת **השמש,** ובין שקיעת **הירח,** שיהיה **ארוך, והוא מתחילת מזל גדי עד סוף תאומים. אבל, במזלות שזמן שקיעתן קצר, מפני קוטן קשת העריבה, צריך שיהא אורך הראשון, שבין השמש והירח, ארוך, והוא מתחילת מזל סרטן, עד סוף מזל קשת.**

חלק ב. האורך והרוחב השניים (הלכות ה' – ט')

מבוא להלכות ה' – ט'

1. מקום הירח ביחס למקומו של הצופה

בכל החישובים שעשינו עד כה, בקשר למקום השמש, הירח או כדור הארץ, עשינו זאת תמיד עבור נקודת המרכז שלהם. למשל, כאשר חישבנו את זמן המולד האמיתי, הרי הוא מוגדר כמצב אשר בו שלושת המרכזים של השמש, הירח וכדור הארץ, נמצאים שלושתם על קו ישר אחד, דהיינו, שמרכז השמש ומרכז הירח מקובצים בשמים באותו קו ישר עם מרכז כדור הארץ.

אבל, הצופה אינו נמצא במרכז כדור הארץ י', אלא, הוא נמצא, למשל, בנקודה כ', על פני כדור הארץ (תמונה 58), הנמצאת במרחק של כ 6370 קילומטר ממרכז כדור הארץ בנקודה י'. לכן, צופה הנמצא על פני האדמה בנקודה כ', רואה את הירח במקום אחר, מאשר צופה שני "הנמצא" במרכז כדור הארץ י' (תמונה 59). לכן, כותב הרמב"ם בהלכה ו', **יש שינוי באורך וברוחב, והוא הנקרא בשם "שינוי המראה"**, דהיינו, הן המקום האמיתי של הירח, והן רוחבו מעל גלגל המזלות, שחישבנו בפרק ט"ו, עבור צופה הנמצא במרכז כדור הארץ, אינם בדיוק אלה שרואה הצופה הנמצא על פני האדמה. מטרתן של ההלכות ה' – ט"ו, הוא לחשב את השינוי שיש לעשות, בחישוב של המקום האמיתי של הירח, וכן הרוחב שלו, שחישבנו בפרק ט"ו, בכדי שיתאימו לצופה הנמצא על פני האדמה, שם אנו נמצאים.

2. גובה הירח מעל האופק

בתחילה נסביר מה הוא "גובה הירח", עבור צופה הנמצא על פני האדמה.

תמונה 60א' מראה צופה הנמצא בנקודה כ', המביט בבנין שלפניו. הוא יכול למדוד את הזווית אשר בה הוא רואה את כל הגובה של הבנין כולו, מהנקודה ג' התחתונה אשר בבסיסו, ועד לשיא גובהו, בנקודה י' מעל האדמה, כפי שהוא רואה זאת מהנקודה כ' בה נמצא הצופה. מודדים גובה בזווית הנמדדת במעלות. שים לב, כי זווית זו אינה הגובה במטרים של הבנין, אלא, היא זווית גובה של הבנין דווקא, כפי שהיא נמדדת מנקודה מסוימת כ' בה נמצא הצופה.

כיצד מודדים זווית זו?

לכל זווית יש נקודת "קודקוד", והיא נקודת החוד של הזווית, וגם שתי קרניים, היינו, שני קווים מפוסקים היוצאים מנקודת הקודקוד. ככל שהפיסוק שבין שתי הקרניים הוא גדול יותר, כך אומרים כי הזווית גדולה יותר. כידוע, מודדים את הזווית במעלות, והמכשיר המודד זוויות נקרא בשם "מד מעלות". כאשר סובבים מעגל שלם, אומרים כי סבבנו זווית של 360 מעלות. לכן, רבע מעגל מכיל 90 מעלות, הנקראת גם בשם "זווית ישרה", או "זווית ניצבת" כי שתי הקרניים נראות בדיוק מאונכות זו לזו, או קרן אחת עולה בכוון זקוף וישר, ביחס לקרן השנייה של הזווית. קו יישר מייצג תמיד זווית בת 180 מעלות, כי הוא מייצג שתי זוויות של 90 מעלות מחוברות זו לזו.

תמונה 60ב' מראה צופה בנקודה כ', המתבונן בירח הנמצא בשמים בנקודה י'. "גובה הירח" מעל האופק הוא זווית הגובה י"ג. זווית זן נמדדת, כאמור, במעלות.

אבל, בכדי למדוד אותה, יש לדעת, קודם כל, היכן נמצאת בדיוק הנקודה ג' על קו האופק, שהרי הצופה רואה רק את הירח למעלה בשמים, והוא אינו רואה היכן לכוון בדיוק את מבטו למטה על האופק, בכדי לדעת היכן נמצאת בדיוק הנקודה ג', כמו שהיה בתמונה 60א', שם זו היתה נקודת הבסיס של הבנין. וכאשר מתבוננים בירח, אין לנו את נקודת הבסיס ג', אלא, יש למצוא היכן היא נמצאת על האופק. תמונה 60ג' מדגימה את הבעיה: שהרי מהנקודה י' בה נמצא הירח, אפשר להעביר מספר קטעים כגון, הקטע י"ד או י"ז, ושניהם יכולים להיות קרובים מאד אל הקטע י"ג, אבל לא בדיוק, ואנו מעונינים להעביר את הקו המיוחד י"ג שיהיה בדיוק אנכי (זקוף, או ניצב) לקו האופק, היינו, שייצור בדיוק זווית ישרה בת 90 מעלות, עם קו האופק, ולא קוים אחרים כגון י"ד או י"ז, שלא יהיו בדיוק אנכיים. אכן, ישנה שיטה הנדסית פשוטה ומדויקת ביותר, למדידה בשטח, המאפשרת לשרטט את הקן האנכי המדויק ביותר, וכך לדעת היכן בדיוק נמצאת נקודת התחתית ג' על האופק, ולמדוד בדיוק את זווית הגובה י"ג. זווית זו היא מה שאנו קוראים בשם "גובה הירח" מעל האופק, וכאמור "גובה" זה נמדד במעלות.

למשל, כאשר מתבוננים בלבנה החדשה מעל האופק המערבי, רואים כי היא הולכת ושוקעת, ופירוש הדבר הוא, שזווית הגובה שלה מעל האופק הולכת וקטנה, עד שהירח שוקע ממש מתחת לאופק, ואז זווית הגובה היא אפס מעלות. (ניתן למדוד זוויות גם מתחת לאופק, בעזרת מספרים שליליים, כגון, הירח נמצא במינוס 10 מעלות מתחת לאופק, ואז זווית הגובה היא שלילית, היינו, 10 – מעלות).

האמת היא, שהקטעים י"ד או י"ז וגם י"ג, הם בעצם קשתות על פני כיפת השמים, וכל אחת מהן "מתעגלת" על פני כיפת השמים. לכן, זווית הגובה י"ג נסמכת גם היא על פני קשת, שקצותיה הן שתי הנקודות י"ג כמו בתמונה 60ד'.

רואים גם, כי הקשת של גובה הירח י"ג בתמונה 60ד', היא חלק מרבע מעגל (הקו המרוסק) הנמתח על פני כיפת השמים, והיוצא מנקודת נוכח הראש א' של הצופה, הנמצא בנקודה כ', ויורד עד לנקודה ג' שעל האופק, היינו, זווית גובה הירח י"ג היא חלק מהקשת א"ג. יתר על כן, רבע המעגל א"ג, נפגש עם קו האופק בנקודה ג' בזווית ישרה, כמן בתמונה 60ה'. כך יוצא, כי הקשת י"ג, גם היא ניצבת לקו האופק, בנקודה ג'. לכן, באופן מעשי, אם יחבר הצופה קו רבע מעגל דמיוני על כיפת השמים, המחבר את נקודת נוכח הראש שלו א', עם הנקודה י', שם נמצא הירח באותו רגע, אז מובטח לו, על פי כללי ההנדסה על פני כדור, שהמשך רבע המעגל א"ג, יפגוש את קו האופק בנקודה ג', בזווית ישרה. הקשת י"ג היא הבסיס עליו נסמכת זווית הגובה. כלומר הקשת י"ג היא הבסיס, כמו הבנין בתמונה 60א', אשר עליו נסמכת זווית הגובה י"ג, כפי שהיא נראית מהנקודה כ', ועגולת הגובה י"ג נמצאת עליו.

המפרש קורא לכל הקשת של רבע המעגל א"ג, בשם "עגולת גובה הירח". בתמונה 60ד' רואים גם כי עגולת גובה הירח א"ג היא חצי מקו האורך (המרוסק) אג"ב, כאשר הנקודה ב' היא הנקודה הנגדית לנקודת נוכח הראש א'. כלומר, אם נקודת נוכח הראש א' היא "הצפון" של כיפת השמים שמעל לראש הצופה, אז הנקודה ב' היא "הדרום" שלו, והקו אג"ב הוא "קו אורך" על כיפת השמים.

תמונה 60ו' מראה את הצופה בנקודה כ', המסתכל בירח, הנמצא בשלושה מקומות שונים בג"ד על כיפת השמים. לכל אחד מהמצבים האלה אנו משייכים עגולת גובה אחרת. לכן, שלושת הירחים אינם נמצאים, בהכרח, זה תחת זה על עגולת קשת אחת.

עתה, נסתכל באותו צופה כ' הנמצא על פני כדור הארץ, אבל, במבט מבחוץ, כמו בתמונה 61. באופן סכימאטי, האופק שלו נראה מן הצד כמו קו ישר, הנמתח בין שתי הנקודות ד"כ. במבט כזה מן הצד, הצופה רואה את הירח בשלושת המצבים כמו בתמונה 62, אף על פי שבמציאות שלושת הירחים אינם זה על גבי זה לאורך הקשת א"ד, אלא, הם נמצאים זה מעבר לזה, בעגולות גובה שונות לתוך העומק, כמו שראינו בתמונה 60ו'.

בתמונה 62, רואים כי הירח יכול להמצא בנקודה ל' או בנקודה ת', ושתיהן נמצאות הרבה יותר קרוב מאשר כיפת השמים הרחוקה, לכן, אנו רואים שכאילו הירח נמצא בנקודות שמאחוריהן על כיפת השמים, היינו, בנקודה מ', או בנקודה ס'. לכן,

א. כאשר הירח נמצא בנקודה ל', אז הצופה בנקודה כ' רואה את הירח, ביחס לאופק שלו, <u>בזווית גובה</u> דכ"מ על כיפת השמים.
ב. כאשר הירח נמצא גבוה יותר, בנקודה ת', אז <u>זווית הגובה</u> שלו היא דכ"ס, שהיא גדולה יותר <u>מזווית הגובה</u> הקודמת, דכ"מ.
ג. כאשר הירח נמצא בדיוק בנקודה א' הנמצאת בדיוק מעל לראשו, אז <u>זווית הגובה</u> דכ"א היא 90 מעלות בדיוק. לנקודה א', קוראים בשם "נקודת נוכח הראש" של הצופה.
ד. כאשר הירח נמצא בדיוק על קו האופק בנקודה ד', אז <u>זווית הגובה</u> של הירח היא אפס, כי הנקודה מ' מתלכדת עם הנקודה ד' שעל האופק.

כאמור, הקשת אסמ"ד היא "<u>עגולת הגובה</u>". שים לב, כי הירח אינו נע לאורך "עגולת הגובה", אלא, כידוע, יש לו מסלול שקיעה יומי המקביל לקו המשווה השמימי, ולא לאורך עגולת הגובה, החותכת את קו האופק בכוון זקוף (בניצב). הירחים המשורטטים בתמונה 62, בעצם, נראים כולם במבט מהצד, אבל, במציאות, הם מפוזרים על כיפת השמים במרחב, כמו בתמונה 60ו', ולכל אחד יש <u>עגולת גובה</u> אחרת.

<u>ג. המראה ממרכז כדור הארץ</u>

תמונה 63 מראה מצב <u>אחד</u> בלבד מארבעת המצבים של הירח בתמונה 62 הנ"ל. רואים שוב את קו הראייה (המרוסק), כפי שרואה הצופה את הירח הנמצא בשמים בנקודה ל', כשהוא עומד על <u>פני האדמה</u> בנקודה כ'. הוא אינו רואה כי הירח נמצא בנקודה ל', כאמור לעיל, אלא, עבורו, מראה הירח הוא בנקודה מ' על כיפת השמים. כלומר הירח נראה לו בנקודה מ', על פני כיפת השמים. בתמונה זו, שרטטנו גם את קו הראייה של צופה אחר, הרואה את הירח שבנקודה ל', אבל ,במבט ממרכז כדור הארץ י' (הקו המלא), צופה זה רואה את הירח בנקודה נ', ומקומה על כיפת השמים שונה ממקומה של הנקודה מ'.

זה מה שציינו קודם, שינוי מקום הראייה של הצופה, מהנקודה י' לנקודה כ', גורם לכך שהירח ייראה במקום שונה על כיפת השמים, היינו, במקום לראות את הירח בנקודה נ', הוא רואה אותו בפועל בנקודה מ'. זה מה שהרמב"ם מכנה בשם "שינוי המראה". פירושו המעשי של "שינוי המראה" הוא, שלא רק מקום גוף הירח ייראה בנקודה מ' במקום בנקודה נ', אלא, שגם המקום האמיתי של הירח, וגם הרוחב שלו, מעל גלגל המזלות, עבור צופה בנקודה כ' על פני האדמה, אינם אלה שחישבנו עד עתה בפרק ט"ו, שהיו עבור צופה הנמצא במרכז כדור הארץ. לכן, יש לתקנם עבור צופה הנמצא על פני האדמה בנקודה כ'.

שים לב, כי הנקודה נ' נמצאת על גלגל הירח, כפי שרואה אותה צופה ממרכז כדור הארץ י'. לכן, נוכל לומר, כי הנקודה נ' היא מקום החיתוך שבין גלגל הירח, (או "הגלגל הנוטה") (לא מצוייר כאן בתמונה 63), לבין עגולת הגובה א"ד. אבל, הנקודה מ' אינה נמצאת על גלגל הירח, אלא היא "המראה" של הירח בשמים, כפי שרואה אותה הצופה שעל פני האדמה בנקודה כ'. בכל מקרה, נוכל לחשב את מקומה החדש של הנקודה מ' על גלגל המזלות (בהלכה ה' לקמן), וכן מהו רוחבה מעל גלגל המזלות (הלכה ח' לקמן).

נעיר כי, אמנם הנקודה נ' נמצאת על גלגל הירח, שהרי זהו מסלולו, כפי שרואים אותו ממרכז כדור הארץ. אבל, הנקודה מ' עצמה, לא רק שאינה נמצאת על גלגל הירח כלל, אלא, שכל אוסף הנקודות מ', המתקבלות מכל הנקודות נ' שעל גלגל הירח, הן עצמן אינן נמצאות על גלגל בפני עצמו, כפי שאפשר היה לחשוב, אלא, רק הנקודות נ' בלבד נמצאות על גלגל אחד, והוא גלגל הירח עצמו.

עתה, נשרטט את כיפת השמים, וכן גלגל הירח אשר בתוכו, כמו בתמונה 64. במבט מבחוץ, הצופה נמצא בנקודה כ' על פני כדור הארץ, וסביבו כדור השמים אבג"ד. בתוכו נע הירח על פני גלגל הירח הזח"ט, אשר בלשון המפרש הוא "הגלגל הנוטה", הנמצא בזווית של כ 5 מעלות ביחס לגלגל המזלות (אינו משורטט כאן). גוף הירח עצמו נמצא בנקודה ל', הנעה על הגלגל הקטן שלו, שמרכזו נמצא בנקודה ט'.

הצופה בנקודה כ' רואה את הירח בקו הישר כ"ל ("קו הראייה"), אשר המשכו פוגע בכדור השמים בנקודה מ', דהיינו, "מראה הירח" עבור הצופה בנקודה כ', הוא בנקודה מ'. לעומתו, צופה הנמצא במרכז כדור הארץ י', רואה את הירח בהמשך הקו הישר י"ל, הפוגע בכדור השמים, בנקודה אחרת נ', דהיינו, "מראה הירח" הוא הנמצא בנקודה מ'. הנה, מסביב לנקודה מ' ישנו רקע של כוכבים אחרים, מאשר הרקע של הנקודה נ'. לכן, ברור כי הצופה על פני כדור הארץ בנקודה כ', יראה את הירח הנמצא בנקודה מ', על רקע כוכבים שונה במקצת, מהרקע של הנקודה נ', כי שתי הנקודות מ"נ , סמוכות מאד זו לזו בשמים.

ד'. תופעת שינוי המראה (ה"פַּרַלַקְסָה" parallax)

תופעה זו אשר בה משתנה הרקע שמאחורי עצם מסוים (הירח), כאשר מסתכלים באותו עצם משתי נקודות שונות (מ"נ), ידועה היטב גם במקרים אחרים.

למשל, נסתכל דרך חלון של בית, שיש בו גם סורגים, לעבר הנוף בחוץ. נסגור עין אחת, ונסתכל בעין הגלויה, בסורג אחד מן הסורגים. ברקע שמאחורי הסורג, רואים נוף מסוים. עתה, באותו מצב בו נמצא הראש, נחליף את תפקידי העיניים, נסגור את העין שהייתה גלויה, ונפתח את העין שהייתה סגורה. נתבונן שוב בעין השנייה הפתוחה, באותו סורג. רואים שהנוף שמאחוריו זז מעט ביחס לסורגים. עתה, נתבונן באותו סורג שוב, ונחליף לסירוגין ובמהירות את העין הסגורה והפתוחה. כך נראה, כיצד רקע הנוף שמאחורי הסורג, מחליף את מקומו ביחס למקום הסורגים, לסירוגין, ובמהירות. תופעה זו מדגימה היטב, שרקע מאחרי עצם מסוים, שרואים ממקום אחד, אינו זהה לרקע שרואים מאחרי אותו עצם, ממקום אחר, ואפילו שההסתכלות היא בשתי עיניים הקרובות מאד זו לזו. תופעה זו ידועה בשם תופעת ה"פַּרַלַקְסָה" (parallax).

כך גם השינוי של רקע הכוכבים בין הראייה של הירח ממרכז כדור הארץ י' (הנקודה נ'), לבין הראייה מנקודה כ' על פני כדור הארץ (הנקודה מ'), נובע מתופעת

ה"פרלקסה". כי הירח הוא קרוב מאד אלינו (כמו הסורגים), ביחס לכוכבים הרחוקים (כמו הנוף).

ה. שינוי גובה הירח

נתבונן שוב בתמונה 64. הקו זכ"ד הוא האופק של הצופה הנמצא בנקודה כ'. צופה זה רואה שהירח הנמצא בנקודה ל', הוא בגובה הקשת ד"מ, ביחס לאופק שלו זכ"ד. כיון שהוא יודע שמרכז כדור הארץ נמצא מתחתיו בנקודה י', לכן, הוא גם יודע שקו הראייה מהנקודה י' אל הירח, הנמצא בנקודה ל', דהיינו, הקו י"ל, עולה בשיפוע גדול יותר, ופוגע בכיפת השמים בנקודה נ', שהיא גבוהה יותר מהנקודה מ'. מצב זה, אשר בו הנקודה נ' היא גבוהה מהנקודה מ', קיים תמיד, כל זמן שהירח נמצא ברבע המעגל אכ"ד. כלומר, הצופה בנקודה כ' שעל פני כדור הארץ, יראה את הירח בנקודה מ', שהיא תמיד נמוכה יותר ממקומה של הנקודה נ', ביחס לאופק שלו. לכן, אם חישבנו ומצאנו את מקום הירח, כפי שהוא נראה ממרכז כדור הארץ בנקודה נ', הרי שעבור הצופה על פני כדור הארץ, הנמצא בנקודה כ', עלינו לחסר תמיד מהקשת ד"נ, את הקשת מ"נ, בכדי לקבל את המקום של הנקודה מ'. כי הצופה על פני האדמה רואה תמיד את הירח בזווית גובה קטנה יותר. ההפרש מ"נ נקרא בשם "שינוי הגובה",וכמובן שהוא נמצא תמיד על עגולת הגובה, כמו העגולה אנמ"ד בתמונה 64.

במה תלוי שינוי הגובה?

ו. שיעור "שינוי הגובה"

שני גורמים קובעים את שינוי הגובה:

1. מקום הירח על גלגל הירח:

תמונה 65 מראה שתי נקודות ל1 ו ל2 בהן נמצא הירח (ונניח גם ששתיהן רחוקות במידה שווה ממרכז כדור הארץ י). כאשר הירח נמצא בנקודה ל1, הצופה בנקודה כ' רואה את הירח בזווית גובה ד"מ1, וכאשר הירח נמצא בנקודה ל2, הוא רואה אותו בזווית גובה ד"מ2.

עתה, נוסיף לתמונה 65, את שני קוי הראייה אל הירח, כפי שרואה אותם צופה הנמצא במרכז כדור הארץ י' (תמונה 66א'), דהיינו, שני קוי הראייה י"נ1, וכן י"נ2. כך נוצרו שני שינויי גובה, האחד הוא השינוי שבין הנקודה מ1, לבין הנקודה נ1, היינו, הקטע מ1"נ1, בראייה של הירח כשהוא נמצא בנקודה ל1, והשני הוא שינוי הגובה מ2"נ2, בראיית הירח כשהוא נמצא בנקודה ל2.

מתמונה זו רואים, שכאשר הירח נמצא נמוך וקרוב לאופק של הצופה, בנקודה ל1, הרי שינוי הגובה מ1"נ1 של מראה הירח הוא גדול, היינו הקשת מ1"נ1 היא ארוכה. לעומתו, כאשר הירח נמצא בנקודה גבוהה יותר ל2 מעל האופק, שינוי הגובה מ2"נ2 של מראה הירח הוא קטן יותר, היינו, הקשת מ2"נ2, היא קצרה יותר. כאשר הירח נמצא על נקודת "נוכח הראש" א', אין שינוי בגובה של מראה הירח, כי שני קוי הראייה כ"א וי"א נמצאים זה על גבי זה, והזווית ביניהם היא אפס.

תמונה 66ב' מראה, לא רק את הרבע הימני, כמו בתמונה 65א', אלא, הוספנו בה גם את הרבע השמאלי. כאן רואים באופן מלא, את שינויי הגובה נ"מ של מראה הירח, כאשר הירח בנקודות ל', היינו, הנקודות ל1, ל2, ל3, וכו', נמצאות בגובה שונה מעל

האופק, מהנקודה ד' שבצד הימני של האופק, דרך נקודת נוכח הראש א', ועד לנקודה ה', בצד השמאלי. כפי שראינו לעיל, כאשר הירח נמצא בנקודה ל4, מתחת לנקודת נוכח הראש א', שתי הנקודות נ"מ מתלכדות זו על גבי זו, כלומר, אין שינוי בגובה מראה הירח, והקטע נ4"מ4 הוא אפס. לעומת זה, כאשר הירח נמצא ממש על האופק מצד ימין בנקודה ל1, אז שינוי הגובה נ1"מ1 של מראה הירח, הוא הגדול ביותר. כך הוא הדבר גם עבור ירח הנמצא על האופק בנקודה ל7 משמאל, היינו, גם אז שינוי הגובה של מראה הירח נ7"מ7 הוא הגדול ביותר. בין שתי הנקודות הקיצוניות האלו מהנקודה ל1 ועד ל7, שינוי הגובה הוא הגדול ביותר. לעומתן, כל הנקודות האמצעיות, היינו ל2, ל3, ל5, ל6, שינוי הגובה של מראה הירח הוא קטן יותר. ובפרט, הוא אפס בנקודה ל4, כאמור. אחרי כן בנקודות ל3 ל2, שינוי הגובה של מראה הירח הולך וגדל, עד לגודלו המקסימלי בנקודה ל1. כך הוא גם בנקודות ל5 ל6 מצד שמאל, שגם שם הוא מגיע עד למקסימום בשינוי הגובה של מראה הירח בנקודה ל7, כאמור. בסיכום, השינוי נ"מ של מראה הירח הולך וגדל יותר ויותר, ככל שהירח מתקרב יותר ויותר לאופק, עד לנקודה ד' מימין, והנקודה ה' משמאל, שאז השינוי של מראה הירח נ"מ הוא הגדול ביותר, בשתי נקודות אלו.

תמונה 66ג' מראה דיאגרמה המשווה את השינויים האלה נ"מ, כפי שהסברנו לעיל, עבור כל אחד מהמצבים של הירח בנקודות ל1, ל2, ל3 וכו', מקצה אחד של האופק בנקודה ד' מצד ימין שבתמונה 66ב', ועד לנקודה ה' בקצה הנגדי של האופק, מצד שמאל. בכדי להקל על הבנת הדיאגרמה הזאת, השתמשנו באותן האותיות כמו בתמונה 66ב'; על הקו האופקי העליון, רשמנו את כל הנקודות ל1 עד ל7. כזכור, כל הנקודות האלו, נמצאות על הגלגל הגדול של הירח. למשל, נסתכל בנקודה ל2 המונחת על הקו האופקי. מתחת נמצא את גודל שינוי המראה שלה נ2"מ2, שראינו בתמונה 66ב' לעיל. כך גם מתחת לנקודה ל6, רואים את גודל השינוי נ6"מ6. בנקודה ל4, גודל שינוי הַמַּרְאֶה הוא אפס, כפי שראינו לעיל. רואים גם כי כאשר הירח נמצא בנקודה ל1 מעל האופק הימני, אורך הקשת נ1"מ1 הוא הגדול ביותר, וכך הוא גם לגבי הנקודה ל7. לעומתן, כאשר הירח נמצא ביניהן, בנקודה האמצעית ל4, אז הקטע נ4"מ4 הוא אפס, כאמור. בין שני הקצוות אלה, שינויי הגובה של מראה הירח בשאר הנקודות נמצאים בערכי ביניים.

שים לב, כי בתמונה זו 66ג', הוספנו גם ציונים מתי יתכנו המצבים האלה של הירח, היינו, ל1 ל2 ל3 וכו', במשך החודש. למשל, בתחילת החודש, הלבנה החדשה נמצאת קרוב מאד לאופק (המערבי) בנקודה ל1. לאחר כשבעה ימים, היינו, בסוף רבע החודש, שוב באותו זמן של שקיעת החמה, הלבנה נמצאת בנקודה ל4, קרובה לנקודת נוכח הראש א'. ובאמצע החודש, היא נמצאת בנקודה ל7, קרובה מאד לאופק המזרחי.

בכל אופן, גם בכל לילה בו נראה הירח, הרי הוא הולך ושוקע לאט לאט בכוון מערב, וגם אז, בכל גובה שהוא נמצא מעל האופק, הולך ומשתנה שינוי גובה נקודת המראה מ' שלו, לאורך מסלול שקיעתו במערב, ובמשך היום, הם יהיו כמו בדיאגרמה בתמונה 66ג.

תמונה 66ד' מראה את גלגל הירח על פני כיפת השמים (לא מסלול שקיעתו במערב), כפי שהוא נראה מנקודת מבט הנמצאת במרכז כדור הארץ י'. מתחתיו, נמצא את המסלול של הנקודה מ', היינו, המסלול של מראה הירח כפי שהוא נראה על ידי צופה על פני כדור הארץ. ניתן לומר, כי נקודת המראה מ' של הירח, נעה בתוך חגורה צרה הלוך ושוב לאורך עגולת הגובה, והחגורה הזאת נמצאת כולה מתחת לגלגל הירח, כלשון המפרש בהלכה י' לקמן. שים לב, כי כל זוג נקודות מ"נ נמצאות שתיהן

תמיד על אותה עגולת הגובה. אבל, נקודת מראה הירח מ' נמצאת תמיד מתחת לנקודה נ'.

מתברר כי שינויי הגובה של מראה הירח מ' הם זעירים (ראה טבלה בהמשך), מאפס ועד לכמעלה אחת לכל היותר. לכן, צורת הקשת של המסלול של הנקודה מ' נמצאת בתוך חגורה צרה מאד, כאמור, של כמעלה אחת בלבד, הנמצאת תמיד מתחת לגלגל הירח, כמו בתמונה 66ד'. בהלכה י' בהמשך, נראה לנו שהמפרש בדיעה ש"בטלמיאוס וחבריו", היינו, חכמי התכונה הקדמונים (כ 1200 לפני המפרש), חשבו שהם רואים בשמים את הירח מהלך על גלגל הירח שלו, ולא כן הוא, כפי שראינו לעיל, אלא, שהצופה כ' על פני כדור הארץ, רואה בפועל את המסלול של נקודת מראה הירח מ' בלבד, ולא את הירח כפי שהוא נראה ממרכז כדור הארץ בנקודה נ'. לכן, הצופה יראה שהירח נע בפועל בתוך החגורה הצרה הזו הנמצאת תמיד מתחת לגלגל הירח, כפי שראינו בתמונה 66ד', ובתוכה משתנה הרוחב של נקודת המראה כמו בתמונה 66ג', ואשר רוחבה הצר של חגורה זו, אינו עולה על מעלה אחת, כאמור.

כיום ידוע, שהדיוק במדידות הזויות בשמים, בזמנם של "בטלמיאוס וחבריו" (אלו תלמידיו שהלכו בדרכו המדעית), היו בסדר גודל של כמעלה אחת, ואף גרוע מזה (כלומר, אף דיוק של יותר ממעלה אחת). לכן, בגלל אי הדיוק במדידת מקומו של הירח, הם לא הבחינו שמראה תנועתו החודשית של הירח היא, למעשה, מסלול מסוים בתוך חגורה, כמו בתמונה 66ד'. כנראה, הם חשבו שהפיזור של תוצאות המדידות שלהם, הוא אקראי, כאילו הוא נובע מאי הדיוק במדידות. לדעת המפרש, לא עלה על דעתם, שפיזור זה "מחביא" בתוכו מסלול ברור מסודר של הנקודה מ', כמו בתמונה 66ד'. רק "חכמי התכונה האחרונים", כדברי המפרש בהלכה י', שכנראה היו כבר בתקופתו של הרמב"ם (או קצת לפניו), הם שהבחינו במדידותיהם, שנקודת מראה הירח מ', מהלכת על פני חגורה אחרת, מתחתיו של מסלול גלגל הירח התיאורטי, "הנראה" ממרכז כדור הארץ י'. על פי דברי המפרש, "בטלמיאוס וחבריו", "לא הרגישו ולא הבינו" (ראה לקמן בדברי המפרש בהלכות י' י"א), שיש הבדל בין שני המסלולים, היינו, זה הנראה מנקודת מבטו של צופה ממרכז כדור הארץ י', לבין זה הנראה מנקודת מבטו של צופה על פני כדור הארץ כ'.

אבל, פרט לשינויים האלה, שראינו במיקומה של נקודת המראה מ', כמו בתמונה 66ג', קיימים שינויים נוספים, המתחוללים על גבי השינויים האלה של מיקום הנקודה מ' שבתמונה 66ד'.

כזכור מפרק ט"ז, האורך והרוחב של הירח עצמו על גלגל המזלות, משתנים בהתאם למצב של קו התלי, במחזור הסארוס, והשינויים האלה בגלל תנועת קו התלי, אינם חוזרים על עצמם בכל חודש. נדגים זאת באופן הבא: נסתכל שוב בתמונה 66ג'. אנו רואים כי הרוחב ל"מ של נקודת מראה הירח מ', משתנה במשך מחצית החודש. בפרט, נסתכל ברוחב הספיציפי, שאורכו הוא ל2 מ2. **רוחב זה נמצא במזל** מסוים על גלגל המזלות, וזה לפי תורו, נקבע על ידי מצב מסוים של קו התלי, המסובב את כל גלגל הירח במחזור הסארוס. כלומר, בחודש הירחי הבא, לא יחזור רוחב זה ל2 מ2, לאותו מזל שהיה בחודש הקודם, כי קו התלי שינה את מקומו בינתיים. לא רק רוחב זה, אלא, כל אחד מהרחבים האלה ל"מ שבתמונה 66ג', **אינו חוזר לגודלו הקודם כאשר הנקודה מ' הגיעה חזרה לאותו מזל,** אלא, רק בתום מחזור אחד של סארוס בן כ 18 שנה. כך יוצא, כי לא רק שהרוחב ל"מ משתנה לאורך החודש הירחי, כפי שראינו בתמונה 66ג', אלא, אין הוא חוזר לגודלו, אפילו באותה נקודה, ובאותו **מזל, בחודש שלאחריו, בגלל סיבוב קו התלי.** כך יוצא, כי השינויים ברוחב מראה הירח נגרמים בגלל שתי סיבות שונות: האחת, בגלל השינוי הרוחב בתוך החגורה,

כמו בתמונה 66ג', והסיבה השניה, שכל אחד מהרוחבים האלה, **<u>אפילו שהוא חוזר לאותו מזל, הרי הוא משתנה מחודש לחודש</u>**, בגלל הסיבוב של קו התלי במחזור הסארוס.

על פי מה שציינו לעיל, בענין דעת המפרש על "בטלמיאוס וחבריו", יוצא, שהם לא ידעו שמראה הירח מ' נע על חגורה צרה <u>מתחת</u> לגלגל הירח, כפי שהוא נראה ממרכז כדור הארץ י', כמו בתמונה 66ג', כאמור. אבל, לעומת זאת, הם הכירו בודאי את השינויים של הרוחב לאורך מחזור הסארוס, שהיה ידוע להם היטב ממחזור הליקויים של החמה והלבנה.

הרמב"ם אינו מביא את הערכים המספריים לשנוי מראה הגובה נ"מ, שראינו בדרך ציורית בדיאגרמה בתמונה 66ג'. אלא, כפי שנראה זאת בהלכות הבאות, נוהגים לפרק את שינוי הגובה מ"נ, של מראה הירח, לשני מרכיבים: האחד, לאורך גלגל המזלות, והשני לרוחבו. כך נקבל את המקום החדש האמיתי מ' של <u>מראה</u> הירח על גלגל המזלות, וכן את הרוחב החדש שלו. שני גדלים אלה, יבטאו ביחד, את שינוי הגובה המקורי מ"נ, שתיארנו לעיל, על עגולת הגובה. הפירוק הזה, של שינוי גובה מראה הירח, לשני מרכיביו כנ"ל, נעשה באופן הבא:

בפרק ט"ז לעיל, הסברנו כי לכל נקודה ונקודה, שהירח נמצא בה על הגלגל שלו, יש לו נקודה נגדית המושלכת על גלגל המזלות, אשר כינינו אותה בשם "**<u>המקום האמיתי של הירח</u>**" על גלגל המזלות (הנקרא גם בשם "<u>אורך</u> מקום הירח על גלגל המזלות", ביחס לתחילת מזל טלה, ראה לקמן), וכן תיארנו גודל שני, בשם "הרוחב של הירח", שהוא הגובה של הירח מעל, או מתחת, לגלגל המזלות. עתה, באותו אופן, נוכל גם לחשב את "האורך של <u>מראה</u> הירח" על גלגל המזלות, וכן גם את "הרוחב של <u>מראה</u> הירח". נוכל לעשות זאת באופן הבא:, אם ידועים לנו כבר האורך והרוחב של <u>הירח עצמו</u> על גלגל מזלות, נוכל לחשב, לא את האורך והרוחב החדשים, אלא, את השינוי <u>בלבד</u> שחל באורך של <u>מראה</u> הירח, וכן את <u>השינוי</u> שחל ברוחבו, ונוסיף (או נגרע) את השינויים האלה, מהאורך והרוחב הקודמים של הירח, וכך נקבל את האורך והרוחב החדשים, של <u>מראה</u> הירח, על גלגל המזלות.

אולי כאן המקום להעיר, כי דבריו של המפרש, על ההתפתחות ההיסטורית של גילוי השינויים האלה ברוחב הירח, המכונה גם בשם "נליזה", הם המקור היחיד הידוע לנו בענין זה, בכתבי הראשונים, בזמן הרמב"ם. אולי יש מקום לברר נושא זה בהרחבה, מתוך כתבים אחרים מתקופת הרמב"ם והמפרש.

<u>2. מרחק הירח מכדור הארץ:</u>

כידוע, גוף הירח אינו נמצא במרחק קבוע מכדור הארץ. תמונות 67א' וב' מראות שני מרחקים שונים ל1 ו ל2 בהם נמצא הירח מכדור הארץ. בתמונה 67א' "שינוי הגובה" של מראה הירח הוא מ1"נ1, ובתמונה 67ב' "שינוי הגובה" של מראה הירח הוא מ2"נ2. מהשוואת שתי התמונות, רואים כי שינוי הגובה מ2"נ2, הוא קטן יותר מאשר שינוי הגובה מ1"נ1. כלומר, ככל שהירח רחוק יותר מכדור הארץ, כך גם שינוי הגובה מ"נ הוא קטן יותר. אבל, בנקודת נוכח הראש א', שינוי הגובה הוא תמיד אפס.

<u>**ז. שינוי המקום האמיתי של הירח בגלל שינוי מקום הצופה**</u>

כזכור, חישבנו בפרק ט"ו את המקום האמיתי של הירח על גלגל המזלות, כפי שהוא נראהלצופה מכדור הארץ. אבל, תמיד הנחנו שכדור הארץ כולו מיוצג רק על ידי

נקודה אחת במרכזו, כאילו גם הצופה נמצא במרכז כדור הארץ. אבל, האמת היא שהצופה נמצא תמיד על פני כדור הארץ, ולא במרכזו, כפי שהסברנו לעיל בתמונות 58, 59.

כאמור לעיל, שינוי מקום הצופה הנמצא במרכז הארץ י', לנקודה אחרת כ' על פני האדמה, משנה גם את מקום המראה האמיתי מ' של הירח על גלגל המזלות, וכן רוחבו, שחישבנו בפרק ט"ו.

כזכור, המקום האמיתי של הירח אינו מקום גוף הירח עצמו בשמים (הסובב תמיד על גלגל הירח, הנוטה בכ 5 מעלות ביחס לגלגל המזלות), אלא, זוהי ההשלכה האנכית של גוף הירח על גלגל המזלות, כדלקמן.

תמונה 68 מראה את גלגל המזלות, ומעליו נוטה בכ 5 מעלות, הגלגל הגדול של הירח. מכאן והלאה, מניח הרמב"ם כי גוף הירח עצמו ל', הוא הנמצא על הגלגל הגדול של הירח, ולא על הגלגל הקטן, כלומר, הנקודה נ' בתמונה 68 היא המקום של גוף הירח עצמו בשמים, ולא על הגלגל הקטן, כפי שציינו לעיל (אולי בגלל שהגלגל הקטן אינו קיים במציאות, אלא, הוא רק ביטוי ציורי מתימטי בלבד לתיקון השינויים של המהירות של הירח על הגלגל הגדול, ראה הסברנו בהמשך). ההשלכה הזקופה של מקום גוף הירח נ' על גלגל המזלות, דהיינו הנקודה ר', היא מה שכינינו בפרק ט"ו בשם "המקום האמיתי של הירח", ושם נמצאת רק "דמות" הירח בלבד על גלגל המזלות.

אבל, באופן מעשי, אם אנו יודעים היכן נמצא הירח על הגלגל הגדול שלו, כיצד אנו מוצאים בדיוק את "נקודת ההשלכה" הזאת ר' של הירח על גלגל המזלות?

שים לב כי גלגל המזלות הוא רק רצועה דקה על פני הגלגל השמיני, כמו בתמונה 68. בכדי לקבל את הנקודה ר', "השלכנו" את הנקודה נ' על ידי קשת עקומה (הקו המרוסק נ"ר) על פני הגלגל השמיני, כך שתפגע בכוון ניצב בגלגל המזלות. מקום הפגיעה ר' הוא "המקום האמיתי" של הירח, על גלגל המזלות, כפי שהוא נראה על ידי צופה הנמצא במרכז כדור הארץ ע'.

האמת היא שהקשת נ"ר היא, בעצם, חלק קטן מתוך קו אורך גדול על פני הגלגל השמיני, היוצא מהקוטב הצפוני צ' ומגיע עד לקוטב הדרומי שלו דר', ורצועת המזלות מהווה "קו משווה" עבור גלגל זה (תמונה 69). קו האורך צנ"דר', שעל הגלגל השמיני, חותך את גלגל המזלות בזווית ניצבת, ולכן, קטע הקשת נ"ר חותך את גלגל המזלות בכוון ניצב אליו, והוא מה שקראנו בשם "ההשלכה הניצבת של הנקודה נ' על גלגל המזלות". נציין כי קו האורך הזה נמצא על פני כיפת השמים עצמה, והוא "דבוק" אליה, ומתעקם באותה עקמומיות של כדור השמים עצמו. לא רק הוא, אלא, גם הירח משתקף רק כדמות הנמצאת תמיד על פני כיפת השמים עצמה. לעומתם, המרכז ע' של הכדור השמיני, היינו, של כיפת השמים כולה, נמצא בחלל שבתוך כדור השמים. לכן, רוחב הירח נ"ר, שהוא חלק מקו האורך צנר"דר', הוא קשת עגולה הנמצאת גם היא על פני כיפת השמים עצמה, והיא אינה קטע של קו ישר המחבר את הקצוות נ"ר.

כיון שהקשת צנר"דר' היא קו אורך על פני הגלגל השמיני, בכל זאת, המפרש קורא לקשת זו (בפירושו להלכה ז' לקמן), בשם "עגולת הרוחב", כי כל קשת הניצבת לפס המזלות, נמצאת מעל, או מתחת, לגלגל המזלות, ולכן, היא נקראת בשם "קשת רוחבית", כגון ה"רוחב ראשון" או ה"רוחב השני". לעומתה, כל קשת הנמצאת לאורך גלגל המזלות עצמו, נקראת בשם "קשת אורכית". כלומר, על קו האורך

צנר"דר' זה מודדים את רוחב הירח נ"ר, שהוא ניצב לגלגל המזלות, וקו האורך צנר"דר' בכללותו, נקרא כאן בשם "עגולת הרוחב".

עתה, נתאר את אותה התמונה, אבל, כפי שרואה אותה צופה מנקודת מבטו כ', הנמצאת על פני האדמה.

לשם כך, נשרטט את התמונה 63 לעיל, אבל, כפי שהיא נראית מנקודת מבטו של הצופה, הנמצא בנקודה כ', על פני האדמה. תמונה 70 מראה תמונה תלת מימדית של הצופה בנקודה כ', כשהוא מסתכל באופק המערבי שלו. לכן, מנקודת מבט הנמצאת "מחוץ" לכדור השמים, כביכול, אנו נראה שכדור השמים של הצופה הוא בולט כלפינו, וכך גם כל הנקודות והקשתות הן כולן "דבוקות" על גביו, ואף אחת מהן אינה נמצאת בחלל שבתוך כדור השמים, פרט לנקודה כ' של הצופה בלבד, הנמצאת במרכז כדור השמים (אמנם הצופה אינו נמצא בדיוק במרכז כדור השמים, כי שם נמצא מרכז כדור הארץ עצמו, והצופה נמצא על פני כדור הארץ, ראה תמונה 58 לעיל. אבל, רדיוס כדור הארץ ניתן להזנחה ביחס לכדור השמים כולו, כמו בתמונה 70, כך שניתן לומר, שהצופה נמצא, למעשה, במרכז כדור השמים). עתה, כמו בתמונה 63, הנקודה א' היא נקודת נוכח הראש, והנקודה ד' היא על האופק המערבי של הצופה. את גובה הירח אנו מודדים לאורך "עגולת הגובה" א"ד. הנקודה מ' היא נקודת הגובה בה נמצא מראה הירח ביחס לאופק, כפי שרואה אותו הצופה מהנקודה כ'. מאידך, הנקודה נ' שמעליה, היא נקודת הגובה של הירח, כפי שרואה אותה צופה ממרכז כדור הארץ י' (הנקודה י' עצמה אינה מופיעה בתמונה זו). שים לב כי המעגל החיצון שבתמונה 70 הוא "קו חצי היום" או "קו הצהריים" של הצופה בנקודה כ', כי זהו מעגל על כיפת השמים, העובר דרך נקודת נוכח הראש א' של הצופה, ברגע המדויק של הצהריים, ואז הוא "חותך את אורך היום" לשני חצאים, ולכן, הוא נקרא בשם "קו חצי היום", או "קו הצהריים" .

בכל מקרה, יש תמיד לזכור, כי מרכז הגלגל הקטן בנקודה נ', אינו מקום גוף הירח, אלא, הוא מרכז הגלגל הקטן של הירח, ונקודה זו גם מייצגת את כל הגלגל הקטן. כך גם הנקודה מ' אינה המראה של גוף הירח עצמו, אלא, המראה של נקודת המרכז של הגלגל הקטן.

כבר הסברנו בתמונה 63 לעיל, כי צופה הנמצא במרכז כדור הארץ י', רואה את הירח בנקודה נ', בזווית הגובה ד"נ מעל האופק. מאידך, הצופה על פני הארץ, הנמצא בנקודה כ', רואה את הירח בנקודה מ', שהיא נמוכה יותר מהנקודה נ'. עתה, בכדי למצוא את המקומות האמיתיים של שתי הנקודות מ"נ האלה על גלגל המזלות, עלינו לשרטט שני קוי אורך מסוימים היוצאים מהקוטב הצפוני ק' של גלגל המזלות (שהרי גלגל המזלות משמש כקו המשווה של הגלגל השמיני, והנקודה ק' היא אז הקוטב הצפוני של הגלגל השמיני, ואלו הם שני קוי אורך על פניו) והמגיעים עד לקוטב הדרומי שלו דר', ואנו משרטטים את שני קוי האורך המסוימים האלה, כך שיעברו, האחד דרך הנקודה מ', והשני דרך הנקודה נ', כמו בתמונה 71. כזכור, קוי האורך נמצאים על גבי כדור השמים, והם ממש דבוקים על פניו, ומתעגלים על גביו, כפי שכדור השמים עצמו נראה מתעגל לעיני הצופה הנמצא במרכז הכדור. לכן, גם נקודות הפגישה פ"ר של שני קוי האורך קמ"דר קנ"דר, עם גלגל המזלות ח"ט, גם הן נמצאות ממש על פני כדור השמים, כי כל גלגל המזלות עצמו, וכן קוי האורך, נמצאים כולם על גבי כדור השמים, והם דבוקים בו עצמו, ולא בחלל הנמצא בתוכו. כיון שפס המזלות הוא "קו המשווה" של הכדור השמיני, לכן, שני קוי האורך האלה, חותכים אותו בשתי הנקודות פ"ר בזווית ישרה, ושתי נקודות אלו הן המקומות האמיתיים של שתי הנקודות מ"נ על גלגל המזלות.

בסיכום, מתמונה 71 רואים כי המקום האמיתי של הירח על גלגל המזלות, כפי שהוא נראה ממרכז כדור הארץ י', הוא בנקודה ר'. לעומתו, כאשר הוא נראה מנקודה כ' על פני כדור הארץ, הרי המקום האמיתי של מראה הירח הוא פ'. כיון שזווית הגובה של הנקודה מ' היא קטנה יותר מזווית הגובה של מקום הנקודה נ', לכן, גם הזווית של המקום האמיתי של מראה הירח פ', על גלגל המזלות, היא קטנה יותר מהמקום האמיתי ר' של גלגל המזלות, ביחס למזל טלה (נמצא בתמונה למטה). להפרש הזה של הקשת פ"ר הנמצאת לאורך גלגל המזלות, אנו קוראים בשם "שינוי האורך", וכאמור, הוא נגרם בגלל שינוי המקום של הצופה הנמצא במרכז של כדור הארץ י', לעומת מקומו על פני כדור הארץ בנקודה כ'. שים לב, כי "שינוי האורך" פ"ר הוא קשת על פני כדור השמים, והיא אינה קטע של קו ישר העובר "בתוך" חלל הכדור.

כאמור, ראינו בתמונה 71 כי הנקודה פ' קרובה יותר לתחילת מזל טלה הנמצאת בנקודה ט', לכן, המקום האמיתי שלה, ביחס לתחילת מזל טלה, הוא קרוב יותר לתחילת מזל טלה בנקודה ט', מאשר הנקודה ר'. אם נדע לחשב את השינוי הזה באורך הקשת פ"ר, אז נוכל לחסר אותו מהמקום האמיתי ר', שכבר חישבנו בפרק ט"ו, וכך נקבל את המקום האמיתי החדש פ' של מראה הירח, כפי שהוא נראה על ידי הצופה מהנקודה כ' על פני כדור הארץ.

בתמונה 71, רואים את הירח בנקודה נ', הנמצאת צפונה מגלגל המזלות, ולכן הרוחב שלה נ"ר הוא צפוני. לעומת זאת, בתמונה 72 שרטטנו את גלגל המזלות אשר בו נמצאת הנקודה נ' דרומה מגלגל המזלות, ולכן, יש לה רוחב דרומי נ"ר.

ח. השינוי ברוחב הירח

לרוחב נ"ר של הירח בתמונה 71 קוראים בשם "הרוחב הראשון", כי הוא הרוחב של הירח המקורי, הנראה ממרכז כדור הארץ י'. דרך חישובה של קשת רוחב זו נ"ר, נמצאת בפרק ט"ו. לעומתה, קשת הרוחב מ"פ של מראה הירח, נקראת בשם "רוחב שני", כפי שהוא נראה לצופה על פני כדור הארץ בנקודה כ'. אנו נראה לקמן, כי קשת הרוחב הראשון היא לפעמים גדולה, ולפעמים קטנה, מקשת הרוחב השני. ההפרש בין שני רוחבים אלה, נקרא בשם "שינוי הרוחב" של מראה הירח, ביחס לרוחב הראשון, וגם הוא ניתן לחישוב, כפי שנראה בהמשך. כלומר, על ידי חיבור (או חיסור, ראה לקמן) "שינוי הרוחב" לרוחב הראשון נ"ר, נוכל לקבל את הרוחב החדש (השני) מ"פ, של מראה הירח.

מהתמונה 71 רואים, כי כאשר לירח בנקודה נ' יש רוחב צפוני, כלומר, הוא נמצא מעל לגלגל המזלות, אז הרוחב השני מ"פ הוא קטן יותר מהרוחב הראשון נ"ר. לעומת זאת, כאשר הירח הוא בעל רוחב דרומי, כמו בתמונה 72, אז הרוחב השני גדול יותר מהרוחב הראשון נ"ר. כזכור, את המקום האמיתי ר' של הירח של גלגל המזלות, אנו יודעים לחשב על פי מה שהסברנו בפרק ט"ו.

בהמשך, מביא הרמב"ם טבלה, המראה את גודל השינוי בין הרוחב הראשון, לבין הרוחב השני. לכן, אם ידוע לנו השינוי שבין הרוחב הראשון לבין הרוחב השני, אז אם הירח בנקודה נ' הוא בעל רוחב צפוני, כמו בתמונה 71, הרוחב השני הוא קטן ממנו, ולכן, יש לחסר את גודל השינוי מהמקום האמיתי ר', וכך לקבל את הגודל של הרוחב השני, שהוא קטן מהרוחב הראשון. אבל, אם הירח הוא בעל רוחב דרומי, אז רואים מתמונה 72, כי הרוחב השני הוא דווקא גדול מהרוחב הראשון, ולכן, במקרה זה, יש להוסיף את שינוי הרוחב, לרוחב הראשון, כי הוא גדול ממנו. כלומר, הרוחב

השני הוא עוד יותר דרומי מהראשון. בסיכום, אם הרוחב הראשון הוא צפוני, אז הרוחב השני הוא קטן ממנו ; ואם הוא דרומי – הרוחב השני עוד יותר דרומי ממנו.

תמונות 71 ו 72 מראות רק שני מצבים של אורך ורוחב של הירח בנקודה נ', ושל מראה הירח בנקודה מ'. כיצד משתנה הרוחב הראשון, ובעקבותיו הרוחב השני, כאשר הירח משלים סיבוב חודשי שלם? תמונה 72א' מראה כיצד משתנה רוחב הירח, כאשר הירח נ' נע על פני הגלגל הגדול, ביחס לגלגל המזלות, היינו, כיצד משתנה גודלו של הרוחב הראשון נ"ר של הירח באופן מחזורי, במשך החודש (כפי שנראה מעל לראשו בשמים, לצופה הנמצא בנקודה כ'): תמונה 72א' מראה את האופק המערבי ה"ו של הצופה, ומעל לראשו הוא רואה בשמים את גלגל המזלות העובר דרך הנקודות זחדרתבל"ז, והגלגל הגדול של הירח העובר דרך הנקודות זטגנתאי"ז. בתחילה, כאשר הירח נמצא בדיוק בנקודת הראש ת', הרוחב של הירח הוא אפס, כי הוא נמצא בדיוק על נקודת הפגישה ת', של גלגל המזלות, עם הגלגל הגדול של הירח. אחרי כן, כאשר הירח מטפס ועולה על הגלגל שלו, לעבר הנקודה ג', הרוחב שלו נ"ר הולך וגדל צפונה מגלגל המזלות (בצד שמאל של תמונה 72א'), עד שבסוף הרבע הראשון ת"ג של גלגל הירח, מגיע הרוחב של הירח עד למקסימום האפשרי של 5 מעלות, צפונה מגלגל המזלות, ואז הרוחב הראשון הוא הקשת ג"ד. אחרי כן, הרוחב הולך וקטן, לרוחב ח"ט, עד שהוא מגיע לנקודת הזנב ז', בסוף הרבע השני של הגלגל הגדול, שם הרוחב הוא שוב אפס, כמו על נקודת הראש ת'. אחרי כן, הרוחב הראשון יורד דרומה, מתחת לגלגל המזלות (כי הכוון דרומה הוא מצד ימין של תמונה 72א'), עד רוחב י"ל, והוא ממשיך הלאה, עד לרוחב מקסימלי של חמש מעלות, כמו בקשת א"ב, דרומה לגלגל המזלות, וזהו סוף הרבע השלישי של הגלגל הגדול. לבסוף, הירח שוב עולה ברבע הרביעי, עד שהוא מגיע שוב לנקודת הראש ת', היינו, עד לרוחב אפס.

שים לב, כי מחצית מגלגל הירח הנמצא בין הנקודות תנגט"ז, נמצאת כולה מצפון (שמאלה בתמונה 72א') לגלגל המזלות, והמחצית השניה שלו, שבין הנקודות זיא"ת, נמצאת כולה דרומה (ימינה) לגלגל המזלות. לכן, שני הרוחבים נ"ר ו ח"ט הם צפוניים, והרוחב י"ל הוא דרומי, ביחס לגלגל המזלות.

כך בכל חודש וחודש, חוזר הירח על כל המהלך הנ"ל שוב ושוב. בתחילה הוא מתרחק בהדרגה מגלגל המזלות, מהנקודה ת' עד לנקודה ג', אחר כך הוא חוזר ומתקרב אליו עד לנקודה ז', אחר כך הוא הולך ויורד מתחת לגלגל המזלות, החל מהנקודה ז', עד למקסימום הירידה שלו בנקודה א', אחר כך, הוא שוב עולה עד לנקודה ת'. כך בכל חודש וחודש הירח מתקרב ומתרחק באופן מחזורי, משני צדדיו של גלגל המזלות. לפיכך, בכל יום בחודש של הלבנה, היה נראה, כביכול, שגם כל הגדלים של הרחבים של הירח ביחס לגלגל המזלות, יחזרו על עצמם מדי חודש בחודשו. אבל, מתברר שאין הדבר כך. כלומר, אמנם הרוחב של הירח משתנה <u>במשך החודש</u>, אבל שינויים אלה אינם חוזרים על עצמם מדי חודש בחודשו, ביחס לגלגל המזלות. מדוע?

הסיבה לכך היא (ראה פרק ט"ז), שגלגל הירח <u>עצמו</u> משנה את מצבו במרחב בכל חודש, ביחס לגלגל המזלות, וזאת בעקבות הסיבוב של קו התלי, במחזור הסארוס של כ 18 שנה (ראה נספח ב' בפרק ב', וכן פרק ט"ז לעיל). כלומר, אם תבחר ביום מסוים של חודש הלבנה, הרוחב של הירח יהיה שונה מחודש לחודש, באותו תאריך עצמו. כי גלגל הירח נוטה בצורה שונה ביחס לגלגל המזלות, ואף באותו היום בחודש. אמנם הירח נמצא באותו מקום על הגלגל שלו, אבל, המזל שמתחתיו, בו נמצא הירח, משתנה. לכן, הגודל של הרוחב הראשון אינו חוזר שוב על עצמו, לאותו מזל מדי חודש, אלא הוא נמצא במזל אחר מאשר בחודש הקודם, היינו, הוא

משתנה כנ"ל, והוא חוזר על עצמו רק לאחר כ 18 שנה. נוכל לנסח זאת גם בלשון אחרת, היינו, שבאותו מזל, היינו, באותו מקום על גלגל המזלות, הרוחב של הירח משתנה מחודש לחודש. בהתאם להרמב"ם, שינויים אלה של רוחב הירח מחודש לחודש, באותו מזל, (ולא לשינויים במשך החודש עצמו), נקראים גם הם בשם "נליזת הירח" באותו מזל.

כך הוא הדבר בדיוק גם עבור הרוחב השני, שהרי נקודת המראה של הירח נמצאת מתחת לנקודה נ' שעל גלגל הירח, כמו בתמונה 66ג'. כלומר, כאשר יחזור הירח בכל חודש לאותו מקום על הגלגל שלו, הרי בגלל שגלגל זה עצמו אינו חוזר לאותו מקום במרחב, אלא, הוא סובב בסיבוב במחסור הסארוס, ביחס לגלגל המזלות, לכן, גם הרוחב השני של הירח, בעקבות הרוחב הראשון, גם הוא לא יחזור לאותו גודל, באותו מזל, בכל חודש, כי הוא נמצא בכל רגע במזל שונה מאשר בחודש הקודם, ורק לאחר מחזור שלם של הסארוס, יחזור גם הרוחב השני של מראה הירח, לערכו בתחילת המחזור. לכן, אם נסתכל במקום מסוים על גלגל המזלות, נראה כי גודל הרוחב השני, גם הוא "נילוז", מחודש לחודש, באותו מזל.

כזכור, כפי שעל כל נקודה נ' על גלגל הירח שרטטנו גלגל קטן, שמרכזו בנקודה נ', כך גם סביב נקודת המראה מ' של הירח, קיים גם כן המושג המכונה בשם "<u>המראה</u> של הגלגל הקטן". כלומר, לגלגל הקטן שסביב לנקודה נ' על גלגל הירח, יש גם גלגל קטן דומה לו, שמרכזו בנקודת המראה מ'. כזכור, הגלגל הקטן נקרא גם בשם "גלגל המעגל", לכן, ניתן לומר, שגם נקודת המראה מ' המשמשת כמרכז לגלגל המעגל, קיים סביבה גם כן המושג "<u>המראה</u> של גלגל המעגל".

כיון שנקודת מראה הירח היא מרכזו של הגלגל הקטן, המכונה גם בשם "מראה גלגל המעגל", לכן, גם מעגל זה, כמו מרכזו מ', גם הוא נילוז צפונה ודרומה מגלגל המזלות, מדי חודש בחודשו. לתנועה זו קוראים בשם "הנליזה של גלגל המעגל" או גם בשם "נליזת מעגל הירח", כלשון הרמב"ם. כלומר, הגלגל הקטן נמצא מעל ומתחת לגלגל המזלות, היינו, יש לו <u>רוחב</u> משתנה צפונה או דרומה מגלגל המזלות מדי חודש בחודשו, ונליזה זו של הרוחב, משתנה באותו מקום ובאותו מזל, היינו, בהתאם לנליזה של מרכזו מ', הנגרמת בגלל מחזור הסארוס, כפי שהסברנו זאת לעיל, עבור הרוחב הראשון עצמו של הנקודה נ'. במילים אחרות, " מראה גלגל המעגל" נילוז גם הוא, ביחס לגלגל המזלות, כמו שרוחב הירח נ' נילוז, ובעקבותיו נילוז גם מראה הירח מ', שהוא מרכזו של גלגל המעגל (הקטן).

נשוב לדברי הרמב"ם.

הלכה ה

ואלו הן חשבונות הראייה. כאן מתחיל הרמב"ם את החישובים המעשיים, של הגדלים שקראנו בשם "האורך השני" "השלישי" ו"הרביעי", עד לסוף פרק זה, שהם חשבונות תיאורטיים, אשר בעזרתם אפשר להעריך מראש, אם הלבנה החדשה תיראה לעדים או לא, על ידי השוואת התוצאות התיאורטיות האלו, עם אותם הגדלים המקבילים להם, שחושבו מתוך תצפיות בפועל של הלבנה החדשה.

בהלכה זו מביא הרמב"ם טבלה, אשר בעזרתה ניתן לחשב את האורך השני. בהלכה ו' שאחריה, הוא יסביר את הטבלה הזו.

בתחילה, **התבונן וראה** המקום האמיתי של **הירח** (הנקודה ר' בתמונה 71) שכבר חישבת בפרק ט"ו, **באיזה מזל הוא** נמצא:

אם חישבת ומצאת כי המקום האמיתי ר' של הירח **יהיה במזל טלה,** אז **תגרע מן האורך הראשון תשעה וחמישים חלקים** (0 מעלות 59 חלקים)**.** כלומר, אם ידוע באיזה מזל נמצא המקום האמיתי ר', של הלבנה החדשה על גלגל המזלות, אז המספר הזה (0 מעלות, 59 חלקים), מה שקראנו בשם "שינוי האורך", הוא מה שיש לגרוע מהאורך הראשון ט"ר (תמונה 71), על מנת לקבל את "האורך השני" ט"פ. הרמב"ם מזניח את המקום האמיתי המדויק של הירח, והוא מביא ערך אחיד עבור כל המקומות האמיתיים של הירח הנופלים במזל טלה. גודלו הממוצע של "שינוי האורך" במזל זה הוא, כאמור, '59. כך הוא, לגבי כל מזל, יש "שינוי אורך" ממוצע אחיד, לאורך כל אותו מזל. כפי שהסביר הרמב"ם קודם לכן, אי הדיוק הנובע מערך אחיד כזה לכל מזל, אינו פוגע באופן משמעותי במסקנה הסופית, אם הירח החדש ייראה או לא.

כאמור, תוצאת החיסור של "שינוי האורך" מהאורך הראשון, היא הנקראת בשם "האורך השני".

עתה מביא הרמב"ם גם את המשך טבלת "השינוי באורך" לגבי שאר המזלות.

אם יהיה האורך הראשון **במזל טלה, תגרע תשעה וחמישים חלקים.**

ואם יהיה במזל שור, תגרע מן האורך מעלה אחת;

ואם יהיה במזל תאומים, תגרע מן האורך שמונה וחמישים חלקים;

ואם יהיה במזל סרטן, תגרע מן האורך שניים וחמישים חלקים;

ואם יהיה במזל אריה, תגרע מן האורך שלושה וארבעים חלקים;

ואם יהיה במזל בתולה, תגרע מן האורך שבעה ושלושים חלקים;

ואם יהיה במזל מאזניים, תגרע מן האורך ארבעה ושלושים חלקים;

ואם יהיה במזל עקרב, תגרע מן האורך ארבעה ושלושים חלקים;

ואם יהיה במזל קשת, תגרע מן האורך שישה ושלושים חלקים;

ואם יהיה במזל גדי, תגרע מן האורך ארבעה וארבעים חלקים;

ואם יהיה במזל דלי, תגרע מן האורך שלושה וחמישים חלקים;

ואם יהיה במזל דגים, תגרע מן האורך שמונה וחמישים חלקים.

והנשאר מן האורך, אחר שתגרע ממנו אלו החלקים, הוא הנקרא אורך שני.

כאמור, לגודל שאנו מחסרים מהאורך הראשון, קורא הרמב"ם לקמן בשם "השינוי באורך".

הטבלה הבאה מסכמת את השינוי באורך (וכן את "השינוי ברוחב", שנגדיר לקמן).

טבלת שינויי האורך והרוחב

מעלות	**מזל**	**שינוי באורך**	**שינוי ברוחב**
0 – 30	טלה	59′	9′
30 – 60	שור	1 0′	10′
60 – 90	תאומים	58′	16′
90 – 120	סרטן	52′	27′
120 – 150	אריה	43′	38′
150 – 180	בתולה	37′	44′
180 – 210	מאזניים	34′	46′
210 -240	עקרב	34′	45′
240 – 270	קשת	36′	44′
270 – 300	גדי	44′	36′
300 – 330	דלי	53′	27′
330 – 360	דגים	58′	12′

הלכה ו

ולמה גורעין חלקים אלו? לפי שמקום הירח האמיתי על גלגל המזלות, שחישבנו בפרק ט"ו, הוא המקום האמיתי, כפי שרואה הצופה ממרכז כדור הארץ ע', כמו בתמונה 68, והוא **אינו המקום שייראה בו** על פני כדור הארץ, כפי שהסברנו בתמונות 58, 59 לעיל, **אלא, שינוי יש ביניהם באורך וברוחב, והוא הנקרא "שינוי הַמַּרְאֶה"**, כפי שהסברנו זאת בסעיף ג' בהקדמתנו לעיל (ראה גם המפרש לקמן); **ושינוי מראה האורך בשעת הראייה, לעולם גורעין אותו מן האורך** הראשון, **כמו שביארנו** לעיל בהלכה ה', וכפי שהסברנו באופן מפורט, בסעיף ה' בהקדמתנו לעיל.

המפרש להלכה ו

ולמה גורעין כו':

צריך אתה לידע את **ענין "שינוי הַמַּרְאֶה"** (תמונה 63 בהקדמתנו לעיל): כאן מגדיר המפרש את ההגדרה המדויקת של "שינוי המראה של האורך" דהיינו הקטע פ"ר (בתמונה 71 לעיל), **והוא הקשת שבין מקום הירח האמיתי מגלגל המזלות** (והיא הנקודה ר' בתמונה 71), **ובין המקום שיראה ממנו** (הנקודה פ'), **והוא על ג' פנים:**

הא' הוא **שינוי המראה בעגולת הגובה**, כפי שראינו בתמונה 63.

כפי שהסברנו בהקדמתנו לעיל, שינוי המראה בעגולת הגובה, ניתן לחלקו לשני חלקים: שינוי מראה לאורך גלגל המזלות, והשני – לרוחבו. כלומר, שני שינויים אלה ימלאו את מקומו של שינוי המראה על עגולת הגובה, כלשון המפרש.

והב' הוא **שינוי מראה האורך.**

והג' הוא **שינוי מראה הרוחב.**

ושני שינויים אלה אינם שינויים חדשים, אלא, הם באים במקום שינוי המראה הכללי שראינו לעיל על עגולת הגובה, כאמור.

ונניח {**ציור מ"ו**}(ראה תמונה 73), כי **עגולת הגובה** היא **עגולת אבג"ד.** כלומר, הצופה נמצא על פני כדור הארץ בנקודה כ', ומרכז כדור הארץ הוא בנקודה י', ו"עגולת הגובה" היא הקשת א"ד; **ועגולת גלגל הירח הנוטה,** דהיינו, הגלגל הגדול של הירח, אשר כזכור, הוא נוטה בזוית של כ 5 מעלות מעל גלגל המזלות, הוא **עגולת הזח"ט,** אבל, בציור זה, המפרש שרטט את גלגל הירח הנוטה הזח"ט באותו מישור של עגולת הגובה אבג"ד, וכן באותו מישור של גלגל המזלות (בתמונה 73א'), היינו, שלושת הקוים של עגולת הגובה, גלגל הירח, וגלגל המזלות, נמצאים כאילו זה על גבי זה; **ועל** פני **שטח כדור הארץ** נמם צאת ה**נקודת כ', והוא מקום הרְאוּת** (הראייה) של הצופה; **ומוצק העולם** (מרכז כדור הארץ) הוא ב**נקודת י';** וגוף **הירח** נמצא **בגלגל המעגל** (שמרכזו בנקודה ט'), דהיינו, על המעגל הקטן (או הגלגל הקטן, או הגלגל המקיף), ב**נקודת ל'.**

וסוף הקו הישר, היינו, קו הראייה **היוצא ממוצק הארץ** י', **עד** לגוף **הירח ל', ומגיע עד עגולת הגובה, ופוגע בה בנקודת נ', הוא** ה**קו יל"נ.**

והקו היוצא מפני **שטח הארץ,** היינו, קו הראייה היוצא **מנקודת כ', אל** גוף ה**ירח** ל', **ומגיע אל עגולת הגובה,** הוא ה**קו כל"מ.** לכן, **יהיה בין סוף שני הקוים,** היינו, הקצוות נ' ומ', של הקו יל"נ והקו כל"מ, יציירו ביניהם **קשת מ"נ מעגולת הגובה, ונקראה "קשת שינוי המראה** (ל)**גובה";** וזה **הקשת** מ"נ, **כל זמן שהוא קרוב לנקודת ד', והוא מקום השקיעה,** היא **מתגדלת,** כלומר, ככל שהקשת מ"נ מתקרבת לאופק בנקודה ד', היא הולכת וגדלה, כפי שכבר הסברנו לעיל (תמונות 66א', 66ב') בסעיף ו'1 בהקדמתנו לעיל. אבל, **(ו)כל זמן שהוא** הולך ו**מתקרב אל נקודת א', והוא נוכח הראש,** ואז **הוא** הולך ו**מתמעט.** מדוע? **לפי שאם יהיה** הירח, או **הכוכב** לכת כל שהוא, **על נקודת א', והוא גובה הראש,** אז **אין לו שינוי מראה** כלל. **לפי שהקו היוצא ממוצק הארץ** יל"נ, יהיה במקרה זה (שהירח נראה בנקודת נוכח הראש א'), הקו יה"א; **והקו היוצא משטח הארץ** כל"מ, **ובמקרה** זה כה"א. לכן, **הם שתי נקודות כ"י** הנופלות על אותו קו ראייה עד הנקודה א', **ואילו השני קוים** יה"א וכה"א, **נופלים זה על זה, ואין ביניהם שינוי.**

כאמור, המפרש מקרה מיוחד (תמונה 73א'), אשר בו גלגל המזלות ועגולת הגובה קרובים מאד זה לזה, דהיינו, שהצופה רואה את גלגל המזלות קרוב מאד לנקודת נוכח הראש א' (כמו בתמונה 70), ויורד בקשת גדולה דרך שתי הנקודות מ"נ עד שהוא מגיע לאופק המערבי, קרוב מאד לנקודה ד', וגם גלגל המזלות חותך את האופק המערבי בכוון כמעט זקוף, כמו עגולת הגובה אנמ"ד. זה יכול לקרות במדינות הנמצאות בקו רוחב 24 מעלות או פחות מזה, כדלקמן.

ואם תהיה עגולת הגובה, והיא כאמור, **עגולת אבג"ד, היא חגורת המזלת בעצמה, תהיה זו העגולה פוגעת** בהכרח **ב**נקודת **נוכח הראש** א'. אבל, מצב כזה, אשר בו גלגל המזלות נופל בדיוק על קו הגובה שעל ראש הצופה, אינו קורה בכל המדינות, אלא, **והוא** רק **במדינות שרוחבם** הגיאוגרפי **כ"ד מעלות, או פחות,** וכמובן רק בעונות מסוימות של השנה**. לפיכך,** במקרה כזה, **יהיה שינוי המראה באורך בלבד, ויהיה קשת נ"מ** נמצאת על גלגל המזלות עצמו, דהיינו, **מעגולת המזלות** עצמו, **והוא בעצמו,** דהיינו, **שינוי המראה בעגולת הגובה,** יהיה גם השינוי באורך על גלגל המזלות, **לפי שעגולת הגובה בזו הצורה, היא עגולת המזלות בעצמה, ויהיה שינוי המראה באורך, הוא בעצמו שינוי המראה בעגולת הגובה. ובזו הצורה, לא יהיה לו** כלל **שינוי המראה ברוחב.**

המפרש מציין מקרה אחר, אשר בו אין כלל שינוי באורך, אלא, כל השינוי הוא רק ברוחב בלבד:

ואם תהיה עגולת אבג"ד, והיא כזכור, **עגולת הגובה,** אם **היא** עצמה תהיה גם **עגולת רוחב הירח, יהיה שינוי המראה ברוחב בלבד, ויהיה הוא בעצמו,** דהיינו, **שינוי המראה בעגולת הגובה,** הוא יהיה השינוי היחיד, **ולא יהיה לו שינוי מראה באורך** כלל**.**

עתה מביא המפרש דוגמה מספרית, למקרה הראשון, אשר בו גלגל המזלות נופל בדיוק על עגולת הגובה א"ד, וכן בהמשכו מתחת לאופק, כלומר, שגלגל המזלות, במקרה מיוחד זה, הוא הגלגל אבג"ד, כמו בתמונה 73, כדלקמן.

ונניח נקודת ע' (תמונה 73א'), היא **ראש מזל טלה,** נמצאת גם היא על המשך עגולת הגובה א"ד, כאמור, והיא נמצאת **תחת האופק המערבי** הנמצא בנקודה ד', **ו**לא רק שמזל טלה כבר שקע כולו מתחת לאופק, אלא, נניח גם ש**כבר שקעה במערב בנקודת פ'** שהיא **ראש מזל שור, והשמש** נמצאת **בנקודת ד', וכשהיא** (השמש) גם היא כבר **שוקעת** בנקודה ד' ש**באופק** (ראה תמונה 74, שהיא פירוט חשבוני נפרד של חלק מתמונה 73א', הכולל את הנקודות דמ"נ והקרובות להן)**;** וכן, נניח כי נקודת השקיעה של השמש בנקודה ד' היא 5 מעלות במזל שור (ראה תמונה סכימטית בתמונה 74). לכן, על פי זה, **יהיה קשת עפ"ד** בסך הכל, **ל"ה מעלות, מתחילת טלה עד ה' מעלות ממזל שור, וז**את **לפי שמקומה האמיתי** של הנקודה ד', **על פי הנחה** זו ש**כבר אמרנו,** דהיינו, **ש**הנקודה ד' **היא** נמצאת **ה' מעלות מ**תחילת **מזל שור,** ואם תוסיף גם את ההפרש של 30 מעלות בין תחילת טלה לתחילת שור, הרי בסך הכל תקבל 35 מעלות**;** וכן **שקשת ע"נ, נניח שהוא מ"ח מעלות, ונקודת נ' הוא מקום הירח האמיתי,** ולכן, הנקודה נ' **הוא סוף י"ח מעלות מ**תחילת **מזל שור, ו**בהתאם לשרטוט בתמונה 73, **תהיה קשת נ"מ,** כאמור, **שינוי המראה** בגובה**,** ונניח **ש**היא **מעלה אחת,** ולכן, **יהיה** אורך **קשת ע"מ מ"ז מעלות.** וכאמור לעיל, **נקודת מ' היא הנקודה שיראה בה הירח לעין** הצופה שבנקודה כ', כמו בתמונה 73**.**

על פי דברינו אלה, כיון שמקום השמש האמיתי הוא בנקודה ד' (שהרי השמש נמצאת תמיד על גלגל המזלות), ומקום הירח האמיתי הוא בנקודה נ', דהיינו, שהוא המקום שרואים את הירח מנקודה כ' על פני כדור הארץ, לכן, המרחק ד"נ הוא בעצם האורך הראשון, וגודלו הוא ההפרש שבין האורך ע"נ (48 מעלות), לבין האורך ע"ד (35 מעלות), דהיינו 13 מעלות. **לפיכך,** כיון ש**גרענו קשת נ"מ,** שהנחנו שהיא מעלה אחת, וכאמור, **היא קשת שינוי מראה האורך,** וחיסרנו אותה **מן האורך הראשון, והיא קשת ד"נ, ושיעורו י"ג מעלות, ישאר בידנו י"ב מעלה,** שהוא ד"מ, **וזהו הנקרא "אורך השני".**

הנה נתבאר בבירור ובמופת, עילת גרעון שינוי מראה האורך, מן האורך הראשון <u>תמיד</u>, כי, כפי שכבר ראינו לעיל, נקודת המראה מ' בתמונה 63 היא <u>תמיד</u> נמוכה יותר מהנקודה נ', לכן, יש תמיד <u>לחסר</u> את השינוי באורך מהאורך הראשון. **ואי אפשר להוסיף אותו,** היינו, את השינוי באורך, **בשום מקום מן המזלות,** אלא, יש <u>תמיד</u> לחסרו מהאורך הראשון, כלשון המפרש, **לפי ששוף קו** הראייה **כל"מ** (בתמונה 63), **תמיד הוא נוטה אל האופק,** כלומר, כל"מ נוטה יותר באלכסון כלפי האופק מאשר הקו יל"נ, ולכן, הנקודה נ' קודמת לנקודה מ' על עגולת הגובה, שזה בכוון הפוך לסדר המזלות בתמונה 73, מטלה לשור וכו', כלשונו, **שלא על סדר המזלות. לפיכך, צריכין אנו <u>לגרוע</u> קשת שינוי מראה האורך, מן האורך הראשון <u>תמיד</u>.**

כזכור, הנקודה נ' בתמונה 63 נמצאת על הגלגל הגדול של הירח, ועבור כל נקודה ונקודה נ' כזאת, ישנה נקודת מראה מ', הנמצאת תמיד מתחת לנקודה נ'. לכן, אם נחבר את כל נקודות המראה מ' המתקבלות מכל הנקודות נ' במשך כל החודש, הן תהיינה <u>תמיד</u> מתחת לנקודות נ', כפי שכבר הסברנו בתמונה 66ד'. כך נוצר גלגל חדש של כל נקודות המראה מ' (הקשת מ'1 עד מ'7 המסומנת בקו המרוסק בתמונה 66ד'), הנמצא כולו <u>מתחת</u> לגלגל הגדול של הירח. אבל, הגלגל החדש של כל נקודות המראה, מנקודה מ'1 עד נקודה מ'7, אינו מקביל לגלגל הירח המקורי, כי הנקודה מ' לפעמים קרובה אל הנקודה נ' שעל הגלגל הגדול של הירח, ולפעמים היא רחוקה ממנה, וקורה גם שהיא גם מתלכדת איתה כפי שראינו בתמונה 66ד' (כאשר הירח נמצא בנקודה הנוכחת א' מעל לראש הצופה). כך יוצא, שהצופה רואה את נקודת המראה מ' משנה את מקומה במשך חודש הלבנה על כיפת השמים, כשהיא מתרחקת או מתקרבת, היינו, היא יוצרת קו שצורתו קשת, הנמצא בכעין רצועה בשמים שהקשת מתעקמת בתוכה. פרט לשינויים אלה של מראה הירח ביחס לגלגל הירח, יש לזכור גם כי מראה הירח אינו קבוע באותו מקום ובאותו מזל על גלגל המזלות, אלא, הוא נילוז משני עבריו של גלגל המזלות. כך יוצא, כי למראה הירח יש שני סוגי נליזה, האחת ביחס לגלגל הגדול כנ"ל, והשניה ביחס לגלגל המזלות.

נעיר כי הצופה בנקודה כ', על פני כדור הארץ, אינו רואה כלל את גלגל הירח עצמו, כי הוא מוגדר רק כגלגל הנראה לצופה וירטואלי הנמצא במרכז כדור הארץ י'. אבל, ניתן להשוותו עם גלגל נקודת המראה מ' כנ"ל.

עד כמה מרוחקת חגורת מראה הירח מהגלגל הגדול?

הטבלה של שינויי האורך שהביא הרמב"ם לעיל, היינו, השינויים של האורך הראשון, מראים בעליל כי המרחק של נקודות המראה מ' מהנקודות נ', <u>לאורך גלגל המזלות</u>, במשך כל חודש הלבנה (הגלגל הגדול), אינו עולה על כמעלה אחת. לכן, נוכל להעריך שגם הגודל של הקטע מ"נ על עגולות הגובה במשך כל החודש, גם הוא מאותו סדר גודל של כמעלה אחת ולא יותר.

והמופת על השינויים החלקיים של המראה, דהיינו, ההוכחות החשבוניות של הגדלים שיש לחסר מהאורך הראשון, **בכל** מקרה ומקרה, **לכל קשת מהמזלות, מבואר בספרי הגימטריאות** (ראה טבלה של הרמב"ם לעיל). דהיינו, החישוב של שינויי המראה שהובאו בטבלה בהלכה ה' לעיל, הם על פי שרטוטי <u>ההנדסה</u>, המכונה ביוונית בשם "גֵיאוֹמֶטְרִיָה" geometry (שים לב, כי "גִימַטְרִיָא" gymatria היא נושא אחר, היינו, חכמת החשבון שעסקו בה גם חז"ל, המבוססת על חילוף <u>האותיות</u> במספרים). כלומר, המפרש הכיר את כל השרטוטים ההנדסיים שתיארנו לעיל, ואלה שנביא לקמן, אשר בעזרתם ניתן לחשב את הטבלה של שינויי האורך והרוחב לעיל.

הלכה ז

אבל, שינוי מראה הרוחב, והוא ההפרש שבין הרוחב הראשון נ"ר, לבין הרוחב השני מ"פ, **אם היה רוחב הירח צפוני** (תמונה 71)**, אז גורעין חלקים של שינוי מראה הרוחב מן הרוחב הראשון** (ראה הסבר של המפרש לקמן)**; ואם היה רוחב הירח דרומי** (תמונה 72)**, מוסיפין החלקים של שינוי מראה הרוחב, על הרוחב הראשון.**

ומה שיהיה הרוחב הראשון, אחר שמוסיפין עליו, או גורעין ממנו, אותם החלקים, הוא הנקרא "רוחב שני".

המפרש להלכה ז

<u>אבל, שינוי מראה הרוחב כו'.</u>

העילה שבשבילה, אם יהיה רוחב הירח צפוני, כדברי הרמב"ם בהלכה זו, אז **גורעין חלקים של שינוי מראה הרוחב מן הרוחב הראשון,** היא, **לפי שרוחב הירח הצפוני,** כלומר, אם הרוחב של הירח הוא צפוני, כמו בתמונה 71 לעיל, **ו**רואים שם, כי האורך **הראשון הוא יתר על הרוחב השני. לפי ש**כידוע, **רוחב הירח הראשון הוא ה**קשת נ"ר (בתמונה 71)**,** ש**בין גלגל המזלות, ובין מקומו בגלגל הנוטה, בנקודת פגיעתו** נ' **בעגולת הגובה** א"ד.

וכפי שכבר ביארנו לעיל בתמונה 69**, זו הקשת** נ"ר **היא** חלק מקו האורך צנר"דר', העובר מן הקוטב הצפוני צ', עד לקוטב הדרומי דר', של הגלגל השמיני (והמפרש קורא לקו אורך זה בשם "עגולת הרוחב", כי הוא <u>רוחבי</u> ביחס <u>לאורך</u> גלגל המזלות) והיא חלק **מעגולת הרוחב;** וכפי שהסברנו לעיל בתמונה 69, מסביר המפרש שוב כי, **ו**"עגולת הרוחב" **היא עגולה** ה**יוצאה מציר המזלות** צ' **ופוגעת בנקודת הפגיעה** נ', שהיא נקודת החיתוך **בין עגולת הגובה** א"ד ובין **עגולת הנוטה,** כפי שהסברנו בסעיף ג' בהקדמה לעיל; **ו**הנקודה נ' **הוא סוף הקו היוצא ממוצק הארץ** י' (בתמונה 63), וההשלכה של הנקודה נ' **עד שמגעת אל חגורת המזלות,** היא הנקודה ר' בתמונה 69, וגם 71**, וזו העגולה,** דהיינו "עגולת הרוחב" צנ"ר (בתמונה 69), **היא פוגעת בחגורת המזלות** בנקודה ר', **(על) בזוית ניצבת** (זקופה) לגלגל המזלות**, והרוחב השני** מ"פ, בתמונה 71, **הוא קשת גם כן מעגולת הרוחב** (גם כן קו אורך) אחרת קמפ"דר' בתמונה 71, **שעוברת על קצות הקו הישר היוצא משטח הארץ** בנקודה כ' בתמונה 63, **אל עגולת הגובה** א"ד, **וגם זו העגולה** קמ"פ, **היא** גם כן, **כעמוד** ניצב **אל חגורת המזלות,** כמו בתמונה 71**.**

בהמשך, מדגים המפרש מקרים שונים של הרוחב הראשון והשני של הירח, ועל פיהם, באיזה מקרים עלינו להוסיף או לגרוע את השינוי ברוחב (הנמצא בטבלה לעיל) מהרוחב הראשון, בכדי לקבל את הרוחב השני. על מנת להבין את דבריו, נקדים לכך מספר ציורים, כדלקמן:

נתבונן בתמונה 75, המראה את כיפת השמים, וכן את קו האופק המערבי א"ג של צופה, הנמצא על פני האדמה, בנקודה כ'. הנקודה ד', הנמצאת בדיוק מעל לראשו של הצופה, היא נקודת "נוכח הראש" שלו. כיון שכך, העיגול העובר דרך נקודת הראש של הצופה, היינו, העיגול דהאת"ג, הוא "קו חצי היום". כי כאשר השמש חוצה עיגול זה במהלכה היומי ממזרח למערב, זהו זמן "חצות היום" של הצופה. בתמונה זו רואים גם את גלגל המזלות ה"ב וכן הגלגל הנוטה ה"ז (הגלגל הגדול), אשר עליו נע הירח. שני גלגלים אלה יוצאים מהנקודה ה', ונניח גם שהנקודה ב' היא

תחילת מזל טלה. כיון שהקשת ב"ה היא רבע מעגל, היינו, היא תופסת זווית של 90 מעלות, מנקודת מבט של הצופה בנקודה כ', לכן, תחילת מזל סרטן נמצאת בנקודה ה'. שים לב, כי כל הקשתות וכל הנקודות בתמונה זו, נמצאים כולם על כיפת השמים עצמה, ולא בתוך החלל של כדור השמים.

נניח כי הירח נמצא בנקודה ח' על הגלגל הנוטה (תמונה 76), כפי שרואה אותו צופה הנמצא במרכז כדור הארץ י' (נקודה זו אינה נמצאת בציור). בכדי לדעת היכן נמצאת נקודת נ' של "מראה הירח" (כאן האות נ' מסמנת דווקא את נקודת מראה הירח, שסימנו אותה קודם באות מ', זאת כדי להתאים את הדיון לתמונה הבאה של המפרש), כפי שרואה אותו הצופה מהנקודה כ', הנמצא על פני האדמה, עלינו לשרטט את עגולת הגובה ד"ט של הצופה. כאמור, הצופה אינו רואה את הירח בנקודה ח', הנמצאת על גלגל הירח, כפי שרואה אותה צופה וירטואלי הנמצא במרכז כדור הארץ י', אלא, הוא רואה אותו בנקודה נ', בה נמצא "מראה הירח". כזכור, הנקודה ח' נמצאת על גלגל הירח, ונקודת מראה הירח נ' נמצאת תמיד מתחת לנקודה ח' (ימינה מהגלגל הנוטה בציור) על עגולת הגובה עצמה, ושניהם, הנקודות ח' ונ', נמצאות על כיפת השמים, כאמור לעיל.

שני השרטוטים בתמונות 75, 76 הם תלת מימדיים. אבל, המפרש אינו משרטט, אלא, רק חתך מישורי אחד, בכל ציוריו. לכן, בכדי להבין את השרטוטים שלו בתמונות הבאות, נבהיר קודם כל, מאיזה נקודת מבט הוא מציג את ציוריו, בתמונות התלת מימדיות 75, 76 שראינו לעיל.

לשם כך, נתבונן בתמונה התלת מימדית 77, המראה שוב את קו חצי היום אהדגת"א מעל הראש של הצופה הנמצא בנקודה כ', והעובר גם מתחתיו בנקודה ת'. האופק המערבי שלו עובר דרך הנקודות אבז"ג, כמו בשתי התמונות הנ"ל. שים לב, כי כיון שתמונה 77 היא תלת מימדית, לכן, המישטח המישורי של קו חצי היום, בו נמצא הצופה בנקודה כ', עובר דרך הנקודות אסגזב"א, ולעומתו, האופק המערבי שלו העובר דרך הנקודות אבז"ג, והוא ניצב למישור של קו חצי היום (כמו "מרפסת" היוצאת מהקיר הניצב לה אכגדה"א, ראה תמונה 77א'). בתמונה התלת המימדית הזו, האופק המערבי שלו בולט, ויוצא החוצה מהגיליון, בכוון אלינו. כנגדו, צידו השני של מעגל האופק הזה שלו, נמצא הקו המרוסק אס"ג, הנמצא מאחור, בעומק הגיליון. כלומר, שני המישטחים, היינו, המישטח של קו חצי היום אדגת"א, והמישטח של האופק אסגזב"א, ניצבים זה לזה, והם חותכים זה את זה בקו המשותף אכ"ג.

תמונה 77א' את המישור של קו חצי היום עצמו, היינו, את המשטח הניצב למישור של הצופה, אשר תחתיתו נמצאת על הקו אכ"ג. מישור זה מתואר גם על ידי קוים מקבילים זה לזה והיורדים למטה, כמו וילון, בתמונה 78. למשל, הנקודות ה' וד' יורדות לעבר הקו המשותף אכ"ג. בפרט, מהנקודה ד' יורד קו מקביל, המגיע עד מקום הצופה כ'. גם המישור של האופק של הצופה מצוין על ידי קוים מקבילים, הנוטים באלכסון כלפי המישור הניצב, ובכך הם מבליטים את המימד השלישי היוצא מן הגיליון.

תמונה 78 היא תמונה 76, אלא, שהוספנו בה גם את הקוים המקבילים שבתמונה 77, המראים את המישור הניצב של קו חצי היום, וכן מישטח האופק המישורי של הצופה הפונה אלינו.

אבל, בתמונה 78 הוספנו גם את הצל שיוצרים כל אחד משני הגלגלים, הנוטה, וגלגל המזלות, על פני המישור של אופק הצופה. כלומר, אם היינו מאירים בפנס מלמעלה

את המבנה של הציור 78, היינו רואים שהצל של הגלגל הנוטה ה"ז היה נופל על הקשת ז"ה על המישטח בו נמצא הצופה. כלומר, קשת זו היא "ההשלכה" או "ההיטל" של קשת הגלגל הנוטה, על המישטח שהצופה עומד עליו. באותה מידה, הקשת ב"ה היא ההשלכה, או ההיטל, של גלגל המזלות, על אותו המישטח.

יתר על כן, גם הצל של הקשת העליונה אהד"ג של קו חצי היום, נופלת על הקו הישר אהכד"ג. כי הנקודה ה' העליונה נופלת על נקודת ה' התחתונה, על הקו המשותף א"ג לשני המישטחים, וכן גם הנקודה ד' העליונה, נופלת על נקודת ד' התחתונה, כפי שמראה תמונה 78.

כזכור, בתמונה 76 לעיל, הוספנו גם את עגולת הגובה דחנ"ט. באותה מידה, נוכל שוב להשליך גם את עגולת הגובה הזו על המישטח של הצופה, ולקבל את "הצל" שלה על הקשת טח"ד (או טח"כ בתמונה 79).

כיון ששלושת הקשתות זנ"ה, טח"ד, ב"ה, הנמצאות על מישטח הצופה, הן צפופות מדי בתמונה 78, לכן, שרטטנו אותן בנפרד, ובהגדלה נוספת, בתמונה 79א'. כלומר, זוהי התמונה של מישטח הצופה, כשהוא נראה במבט מלמעלה, ואז רואים את הקשתות של כל שלושת ההשלכות, וכן הקו הישר אהד"ג, שהוא ההשלכה של המחצית העליונה של קו חצי היום אהד"ג.

כעקרון, תמונה 79א' מציגה את הציורים הבאים של המפרש, היינו, גם הם מתארים את ההשלכה של תמונות 75 או 76 או דומיהן, על המישטח של הצופה, כלומר, מנקודת מבט מלמעלה למטה, כאמור.

לפני כן, נדון בקו נוסף שיש להוסיף לתמונה 76, אשר גם הוא יופיע כהשלכה רביעית, על המישטח של הצופה.

אכן, בכדי לדעת מה הוא "המקום האמיתי" של הנקודה ח' (תמונה 76), על גלגל המזלות ה"ב, עלינו לשרטט גם את קו האורך, היוצא מהקוטב הצפוני ק' של גלגל המזלות, אל הקוטב הדרומי שלו דר', והעובר דווקא דרך הנקודה מ' (תמונה 79ב'). לכן, הנקודה מ' היא "המקום האמיתי" של הירח ח' על גלגל המזלות, והרוחב של הירח הוא ח"מ, והוא, כאמור, "הרוחב הראשון". אנו אומרים גם, שהרוחב ח"מ נמצא על קו "עגולת הרוחב" (להבדיל מ"עגולת הגובה", הדרושה למציאת נקודת מראה הירח נ'), שהיא קו אורך שהעברנו מהקוטב הצפוני ק' לקוטב הדרומי דר', כלשון המפרש לקמן.

באותה הדרך, נוכל גם למצוא את "המקום האמיתי" על גלגל המזלות, של נקודת מראה הירח נ', על ידי שנעביר קו אורך שני, מהקוטב הצפוני ק', העובר דרך נקודת "מראה הירח" נ' (תמונה 79ב'), אל הקוטב הדרומי דר' (כל סימוני האותיות כאן הם של המפרש לקמן). כך נקבל כי הנקודה ס', והיא המקום האמיתי של הנקודה נ' על גלגל המזלות, והרוחב של הנקודה הוא נ"ס, והוא "הרוחב השני" של הירח. נציין שוב, כי כל הנקודות וכל <u>הקשתות</u> שבשרטוטים האחרונים נמצאות כולן על גבי כיפת השמים עצמה, והן דבוקות אליה, ואינן עוברות בחלל שבתוכה.

נוכל להסתכל באותה תמונה 79ב', אבל, מנקודת מבט מלמעלה למטה, כפי שהסברנו לעיל. זאת עושה המפרש בציור מ"ז, שהיא תמונה 80 (דומה לתמונה 79א' לעיל). שרטוט זה של המפרש, הוא כאמור, במבט מלמעלה, כמו ממעוף ציפור.

אבל, ציור מ"ז של המפרש (בתמונה 80 או 79ב'), מראה מצב מסוים בלבד, בו הגלגל הנוטה של הירח ז"ה, נמצא צפונה מגלגל המזלות, והוא גם חותך אותו במזל סרטן (בנקודה ה'), ולכן, הרוחב הראשון מ"ח והשני נ"ס, הם צפוניים, ביחס לגלגל המזלות.

המפרש מתאר בהמשך שלושה מצבים נוספים של הגלגל הנוטה, ביחס לגלגל המזלות, בציורים מ"ח, מ"ט, נ' (תמונות 81, 82, 83):

ונניח חצי האופק המערבי נראה כמו חצי העיגול **אב"ג** (ציור מ"ז של המפרש, או תמונה 78)**, ונוכח הראש** היא **נקודת ד'**, **וציר** (קוטב) **המזלות** הוא **ק'**, כפי שראינו בתמונה 79ב'**.** מטרת כל הציורים הבאים של המפרש היא להדגים מצבים שונים של הרוחב הראשון והשני של הירח. כדאי גם להיעזר בתמונה התלת מימדית 79ב' בכדי להתרגל לשרטוטים הבאים של המפרש.

כמו כן, בכדי להקל על הקורא, הבאנו את תמונה 79ג', המציגה את גלגל הירח וגלגל המזלות, המחולקים לארבעת הרביעים של חודש הלבנה, וכן קו התלי שבין נקודת הראש ה', לבין נקודת הזנב ש'.

<u>א. מקרה ראשון: הירח ברביע צפוני, ונקודת הראש ה' נמצאת על קו חצי היום (תמונה 80 של המפרש, או בתמונה 79ב' התלת מימדית)</u>

ורביע מכל **עגולת המזלות** כולה, הוא על הקשת **ה"ב, וקשת מגלגל הנוטה** ה**צפוני ה"ז, וקשת הגובה ד"ט. והנקודה שפוגעת בה עגולת הגובה בחגורת הגלגל הנוטה והוא המקום** של <u>גוף</u> **הירח האמיתי,** היא **נקודת ח', והיא צפונית,** כיון שהיא צפונית לגלגל המזלות (שים לב, הצפון הוא משמאל, והדרום מימין, והמערב נקבע כבר בתחילה בתמונה בקשת שלמטה בציור)**. לפיכך, נקודת ה' היא,** נקודת **הראש** של קו התלי, היינו, היא נקודת החיתוך הראשונה של גלגל המזלות עם הגלגל הנוטה, כאשר הירח עולה מן החצי הדרומי של הגלגל הנוטה, לעבר החצי הצפוני שלו**. וניח קשת ה"ב** היא רבע **מחגורת המזלות, שהם טלה שור** ו**תאומים, ותהיה נקודת ב' ראש טלה, והוא פונה לשקוע,** ואז **תהיה נקודת ה' ראש סרטן,** ו**נניח שיהיה בין נוכח הראש** ד' **ובינה** (הנקודה ה') **ברוחב** (מרחק) של **ל"ו מעלות כ"ה חלקים,** שקוקודה של זוית זו נמצא בנקודה כ' בתמונה 79ב'.

ונניח קשת עגולת **הרוחב, היוצא מציר** (מקוטב) **המזלות** בנקודה ק'**, ופוגעת בראש הקו היוצא ממוצק הארץ** י' (אינה מסומנת בתמונה 80)**, המגיע אל עגולת הגובה, והיא נקודת ח'** (זוהי הנקודה נ' אצלנו בתמונה 71)**, ומגיע אל חגורת המזלות בנקודת מ', והיא עגולת** הרוחב **קח"מ.** על פי ציור זה, **תהיה קשת ח"מ היא רוחב הראשון** ראה גם תמונה 79ב')**.**

וגם נוציא מציר המזלות עגולת רוחב נוספת **העוברת על נקודת נ'** (היא הנקודה מ' בתמונה 71) **עד שתגיע אל עגולת המזלות, ופוגעת בה על נקודת ס', והיא עגולת** הרוחב **קנ"ס.**

ותהיה נקודת נ' מעגולת הגובה ד"ט, **היא מקום** גוף **הירח הנראה, והיא סוף הקו** של הראייה של הצופה שעל פני האדמה בנקודה כ', **היוצא מן הראות** של הצופה **אל** כוון **עגולת הגובה** ד"ט. **ויהיה קשת נ"ס, היא הרוחב השני. וכשנוציא קשת בעמוד,** כלומר, שקשת זו תצא **מהנקודה נ', וכוונה** במקביל לקשת מ"ס, לעבר **(על) קשת ח"מ, והיא קשת נ"ע,** אז **תהיה הקשת ס"נ כמו** (שווה ל) **קשת ע"מ, ותהיה קשת ע"ח תוספת הרוחב הראשון על הרוחב השני. לפיכך, כשנגרע קשת ח"ע**

מקשת ח"מ ישאר קשת ע"מ, והוא שוה לקשת נ"ס, והוא הרוחב השני. וזו צורתו {**ציור מ"ז**}(תמונה 80).

ב. מקרה שני: ירח ברביע צפוני, ובו נקודת הראש שוקעת במערב (תמונה 81)

ואם יהיה הירח צפוני {**ציור מ"ח**}(תמונה 81), והגלגל הנוטה הוא בין שתי הנקודות ב"ו, **והראש שחלקו** נקודת **התלי** נמצא **על נקודת השקיעה** ב', **ומקומו בראש מזל טלה, ויהיה רביע המזלות,** דהיינו, הקטע ב"ה (בנקודה ה' נמצא מזל סרטן), **בפאת מערב,** דהיינו, רביע זה פרוש כולו לצד המערבי של כיפת השמים, **יהיה הדין בב' הצורות האלו אחד,** דהיינו, מקרה א' בתמונה 79ב', ומקרה ב' בתמונה 81, **והוא** שבשניהם **נגרע חלקים על שינוי מראה הרוחב מן הרוחב הראשון, בעת שיהיה רוחב הירח צפוני,** כי בשניהם הרוחב השני נ"ס הוא קטן מהרוחב הראשון ח"מ.

ג. מקרה שלישי: ירח ברביע דרומי, ובה נקודת הזנב על קו חצי היום

אבל, אם יהיה רוחב הירח דרומי, יהיה הדבר בהפך, כדלקמן.

ונניח חצי עגולת האופק היא **אב"ג,** ורבע **קשת מן המזלות** היא **ה"ב, והוא מתחילת** מזל **מאזנים** בנקודה ב', **עד סוף** מזל **קשת** בנקודה ה' {**ציור מ"ט**}(תמונה 82). **ויהיה ראש מאזנים על נקודת ב', ופונה לשקוע, ותהיה** הקֶשֶת **מן** הגלגל **הנוטה** היא **ה"ז בדרום** של הגלגל הנוטה, **ומזל** קַשָת נמצא בנקודת **הזנב** ה' שעל הגלגל הנוטה. ולכן, **תהיה** קֶשֶת **מן הנוטה ה"ז בדרום** (לגלגל המזלות), **וקשת דח"ט, מעגולת הגובה, פוגעת בגלגל הנוטה על נקודת ח'. וקשת מ"ח, מעגולת הרוחב, והיא הרוחב הראשון** בכוון **דרומי** (לגלגל המזלות), **ונקודת נ', על עגולת הגובה, והוא סוף הקו היוצא מן הראות מעל** פני **שטח הארץ,** כלומר, מראה הירח הוא בנקודה נ'. **ותהיה קשת נע"ס קשת מעגולת הרוחב, והוא הרוחב הנראה, ונוציא קשת בעמוד מנקודת ח', והוא מקום הירח האמיתי על קשת הרוחב הנראה, והוא קשת ע"ח,** בגודל **מוגדל מן הרוחב השני,** בהפרש **קשת ע"ס,** שהוא **שוה** לגודל **הרוחב הראשון, והוא קשת ח"מ.**

לפיכך, קשת הרוחב הב' (מ"ח), **יתירה על רוחב הראשון בקשת נ"ע. לפיכך,** אמר הרמב"ם **ז"ל** בהלכה ז' לעיל, **ואם יהיה הרוחב דרומי, מוסיפין החלקים של שינוי מראה הרוחב, על הרוחב הראשון. (לפי)כך יצא לך** ה**רוחב השני, אם** <u>**תוסיף**</u> **על הקשת ח"מ קשת נ"ע,** ואז **יצא לך קשת ס"נ, והוא הרוחב השני,** ה**נראה לעין, לפי שלא יועיל בראייה אלא** רק **הקשת הנראה,** ולא תיראה הקשת של הרוחב הראשון מ"ח, שאינה נראית כלל לצופה שעל פני האדמה, כי הוא אינו רואה כלל את הנקודה ח', כפי שרואה אותה רק צופה הנמצא במרכז כדור הארץ י'.

ד. מקרה רביעי: ירח ברביע דרומי, ונקודת הזנב בשקיעה (תמונה 83)

ואם תהיה {**ציור נ'**}(תמונה 83), **נקודת הזנב** ב' **על האופק** המערבי, **נניח הצורה כמו שהיא** כמו בתמונה 82, **אבל,** בתמונה 83, **תהיה נקודת ז' מן הנוטה, שהיתה** בתמונה 79 **על האופק,** ועתה בתמונה 83, תהיה נקודה ז' **על חצי היום, בצד נקודה ה'. ובנקודת הזנב** ב', **הנחנו אותה בראש גדי,** כלומר, מזל גדי **יהיה בצד המערבי,** והוא **פונה לשקוע,** בתחילה **גדי,** ואחריו **דלי** ו**דגים, ותהיה נקודת ה' ראש טלה, ויהיה גם כן,** כמו בתמונה 82, **הרוחב הראשון מ"ח, והרוחב השני נ"ל, והוא מוסיף על הרוחב הראשון בקשת ע"נ, כמו שנהיה בצורה שקדמה** (תמונה 82).

עגולת אהד"ג היא עגולת חצי היום, בכל הצורות של שינוי המראה שהראינו לעיל, **והיה הרוחב השני קרוב מן האופק** המערבי **יותר** מ**הרוחב** ה**ראשון**, כלומר, הרוחב השני הוא תמיד נמוך יותר, וקרוב לאופק, כיון שנקודת מראה הירח היא תמיד נמוכה יותר מהירח. כלשון המפרש, **לפי שראיית העין הגיע לנקודה מעגולת הגובה הקרובה מן האופק, כמו שנתבאר בתחילה.**

ודע שאלו ארבע הצורות שזכרנו אותם (תמונות 80, 81, 82, 83) **הם האבות, ואפשר שבהרכבה** אחרת **שיבאו** גם **כמה צורות** אחרות. **אבל, טורח האריכות מונע אותנו לזכור הכל. ושיעור** גודל **שינוי המראה לכל חלק מהמזלות, מבואר ומחושב בספרי חשבון הגימטריא,** דהיינו, חכמת ההנדסה, או הגיאומטריה.

הלכה ח

עתה, מביא הרמב"ם את טבלת הערכים של התוספת (או הגרעון) שעלינו להוסיף (או לגרוע) מהרוחב הראשון, בכדי לקבל את הרוחב השני.

וכמה הם החלקים שמוסיפין או גורעין אותן?

אם יהיה <u>הירח</u> במזל טלה, תשעה חלקים;

ואם יהיה במזל שור, עשרה חלקים;

ואם יהיה במזל תאומים, שישה עשר חלקים;

ואם יהיה במזל סרטן, שבעה ועשרים חלקים;

ואם יהיה במזל אריה, שמונה ושלושים חלקים;

ואם יהיה במזל בתולה, ארבעה וארבעים חלקים;

ואם יהיה במזל מאזניים, שישה וארבעים חלקים;

ואם יהיה במזל עקרב, חמישה וארבעים חלקים;

ואם יהיה במזל קשת, ארבעה וארבעים חלקים;

ואם יהיה במזל גדי, שישה ושלושים חלקים;

ואם יהיה במזל דלי, שבעה ועשרים חלקים;

ואם יהיה במזל דגים, שנים עשר חלקים.

את הערכים האלה של שינויי הרוחב, הקדמנו להציג בטבלה העשרונית של שינויי האורך בהלכה ה' לעיל.

הלכה ט

מאחר שתדע חלקים אלו, תגרע אותן מן הרוחב הראשון או תוסיף אותן עליו, כמו שהודענוך, וייצא לך, הרוחב השני. וכבר ידעת, אם הוא צפוני או דרומי, ותדע כמה

מעלות וכמה חלקים נעשה זה הרוחב השני; ותכין אותו לפניך, ויהיה שימושו בעתיד.

חלק ג. האורך השלישי (הלכות י – י"א)

בתחילה, נביא הקדמה חשובה, אשר תבהיר את דברי הרמב"ם והמפרש בהלכות אלו.

הקדמה א: מקום הקוטב של גלגל המזלות ביחס לקוטב העולם.

כזכור, המטרה שלנו היא לחשב מראש, באיזה מקום מעל האופק המערבי יוכלו העדים לראות לראשונה את הירח החדש, וכמה זמן הוא ישהה מעל האופק המערבי עד לשקיעתו, ובכך להעריך את גודל הסיכוי לראייתו על ידי העדים. על פי מה שהבהרנו עד עתה, פירוש הדבר הוא, שעלינו לחשב היכן יהיה המקום של נקודת המראה מ' ברגע הראייה מעל האופק המערבי. לצורך זה, למדנו לחשב את המקום האמיתי של נקודת המראה מ' על גלגל המזלות, כי כך נוכל להשתמש בשיטות החישוב של זמני השקיעה של גלגל המזלות עצמו, שהיו ידועות לקדמונים, המתרגמות את המקום האמיתי כל גלגל המזלות, לגודל של מה שמכנים בשם "אורך קשת השקיעה" של נקודת המראה מ', על גלגל המשווה השמימי, כפי שנראה לקמן. אבל, כידוע, כל עניני השקיעה קשורים לקו האורך של נקודת המראה מ', כי כל הנקודות הנמצאות על אותו קו אורך שוקעות ביחד על האופק הישר. לכן, עלינו להעמיק יותר בהבנת תנועתה של נקודת המראה מ', לא רק דרך מקומה האמיתי על גלגל המזלות, אלא, גם דרך מקומה על קו האורך השמימי העובר דרכה.

לכן, נתאר באופן מפורט יותר, מה הן אלו שתי המערכות, שנקודת המראה מ' משתתפת בשתיהן, היינו, המערכת של גלגל המזלות, שנקודת המראה מ' נמצאת עליה, מצד אחד, ומאידך, המערכת של קוי האורך השמימיים, אשר נקודת המראה מ' נמצאת גם כן עליה.

א. מערכת קוי האורך השמימיים

תמונה 84 מראה את כדור השמים, וקו המשווה השמימי, ובמרכזו נמצא כדור הארץ, כפי ששלושתם נראים על ידי צופה מחוץ לשלושתם, היינו, מחוץ למערכת. ציר הסיבוב היומי של כדור הארץ הוא הקו הישר א"ב, כאשר שתי האותיות א' ו ב' מציינת את הקוטב הצפוני, ואת הקוטב הדרומי, בהתאמה, על כדור הארץ. נוכל להמשיך, לתוך החלל החיצון, את שני קצותיו של ציר הסיבוב א"ב, צפונה ודרומה, עד שהוא פוגש את כיפת (כדור) השמים בשתי נקודות: נקודה צ' הנקראת בשם "הקוטב השמימי הצפוני", ובאותה מידה, מן הצד השני, לכוון דרום, את "הקוטב השמימי הדרומי" ד'. כך קבלנו את "ציר הסיבוב היומי השמימי" צ"ד, הנמשך משני עבריו של ציר הסיבוב היומי א"ב של כדור הארץ. הנקודה צ' נקרא גם בשם "צפון העולם השמימי", או בקיצור "צפון העולם", אשר פירושו הוא הצפון השמימי של כדור הארץ. גם דרומו נקרא בשם "דרום העולם".

כפי ש"קו אורך ארצי", על פני כדור הארץ, הוא קשת של מעגל המחבר את הקוטב הצפוני של כדור הארץ, עם הקוטב הדרומי של כדור הארץ, כך "קו אורך שמימי" צ"ד, הוא הקשת המחברת את הקוטב הצפוני צ' השמימי, עם הקוטב הדרומי ד' השמימי, כדוגמת שני הקוים המרוסקים צ"ד בתמונה 84, הנמתחים מהקוטב הצפוני השמימי צ', עד לקוטב הדרומי ד'.

אפשר לשרטט קוי אורך שמימיים רבים, כמו שני אלה לעיל, היוצאים מהקוטב הצפוני של השמים צ', והמגיעים אל דרום השמים ד'. אבל, קו האורך השמימי המיוחד המשורטט בתמונה 84, עובר דווקא דרך הנקודה י'. יתר על כן, כל קוי האורך בכלל, כמו זה הנראה בתמונה 84, חותכים את קו המשווה השמימי בכוון ניצב, היינו, בזוית של 90 מעלות.

הקוטב הצפוני השמימי והדרומי נקראים גם בשם "קוטב צפוני או דרומי של העולם", כי הם נקבעים על ידי כדור הארץ, הנקרא לפעמים גם בשם "עולם". כך הוא גם לגבי קוי האורך השמימיים, הם נקראים גם בשם "קוי אורך עולמיים". אנו זקוקים להגדרות אלו, בכדי להבדיל ביניהם, לבין הקטבים וקווי האורך של כדור אחר, הלא הוא הכדור (הגלגל) של המזלות, וקוי האורך שלו, כדלקמן.

<u>ב. מערכת קוי האורך על הגלגל השמיני</u>

תמונה 85 מראה כדור דומה לזה שבתמונה 84, אלא, שהוא אינו "העולם", אלא, הגלגל השמיני, אשר עליו נמצאת רצועת המזלות, המשמשת כקו משווה לגלגל השמיני. נוהגים לקרוא לגלגל השמיני כולו גם בשם "גלגל המזלות", על שם שנים עשר המזלות הנמצאים, כידוע, רק על רצועה, על קו המשווה של הגלגל השמיני. גם לרצועה עצמה אנו רגילים לקרוא בשם "גלגל המזלות", אף על פי שצורתה אינה כדור שלם, אלא רק רצועה צרה הנמצאת על קו המשווה של הגלגל השמיני.

שני כדורי השמים בשתי התמונות הנ"ל, הם אותם השמים עבורנו. כי שניהם נכללים באותם שמים שאנו רואים בפועל מעל לראשנו. ההבדל ביניהם הוא, שרצועת המזלות שבתמונה 85, אינה נמצאת על קו המשווה השמימי שבתמונה 84, אלא, כידוע, היא נוטה בזוית של כ 23 מעלות מקו המשווה השמימי, כמו בתמונה 86, כדלקמן.

<u>ג. איחוד שתי המערכות</u>

תמונה 86 מאחדת, בציור אחד, את שתי התמונות 84 ו 85, אבל, בשינוי קטן: היא מראה את ציר הסיבוב היומי של כדור השמים צ"ד, והמשווה השמימי שלו, שניהם במצב <u>אלכסוני</u> זה כלפי זה, בהשוואה לתמונה 84 (שם הם עומדים בכוון ניצב). נוסף על המשווה השמימי, שרטטנו גם את רצועת המזלות, הנוטה כלפיו בזוית של כ 23 מעלות.

כלומר, ציר הסיבוב היומי צ"ד בתמונה 84 הוא ניצב לגלגל המשווה השמימי, ומאידך, הציר ק"ב של גלגל המזלות, ניצב למישור גלגל המזלות כמו בתמונה 85.

עתה, כיון שהציר צ"ד של כדור השמים בתמונה 86, ניצב למישור של המשווה השמימי, והציר ק"ב של רצועת המזלות, ניצב גם הוא, אבל, למישטח גלגל המזלות, לכן, לא רק הזוית שבין שני המישורים, היינו, בין מישור המשווה השמימי, לבין המישור של גלגל המזלות, היא 23 מעלות, אלא, היא גם הזוית שבין הציר צ"ד (הקו המנוקד) לבין הציר ק"ב (הקו המרוסק), הניצבים להם, גם היא בת כ 23 מעלות, כמו בתמונה 87.

שים לב כי בכל התמונות 84-87 הצגנו את המערכת מנקודת מבט חיצונית. אבל, כיצד תיראה המערכת הזו, למשל, תמונה 87, על ידי צופה הנמצא באופק ירושלים? כזכור, כבר הראנו בתמונה 24ב' לעיל, היכן נמצא הקוטב הצפוני צ', ביחס לקו האופק של הצופה הנמצא בירושלים. אבל, עתה, נוסיף על תמונה זו גם את כל

המערכת שבתמונה 87, היינו, את קו המשווה השמימי, גלגל המזלות, וכן שני הצירים שלהם צ"ד ו ק"ב, כפי שהם נראים כולם, על כיפת השמים מעל האופק של צופה, הנמצא בנקודה כ' בירושלים, כמו בתמונה 88.

שים לב, כי הציר כ"ק בתמונה 88 הוא ניצב למישטח גלגל המזלות (קו מרוסק), ומאידך, הציר ד"צ ניצב למישטח המשווה השמימי (קו עם נקודות). אם כי המישטח של המשווה השמימי, הוא תמיד קבוע, בשמים הנראים לצופה בירושלים, הרי בניגוד לו, המישטח של גלגל המזלות אינו פונה תמיד באותו כוון, כמו זה שבתמונה 88, אלא, הוא משנה בהדרגה את כוונו בשמים, ביחס למשווה השמימי, שהוא תמיד קבוע במקומו, כפי שראינו זאת ב 12 התמונות 13-24 בנספח ב' להלכה ד' בפרק ב'. זוהי גם הסיבה לכך, שגלגל המזלות חותך את האופק המערבי של הצופה במקומות שונים בהדרגה במשך השנה, וגם בזויות שונות, בהתאם לחודש ולמזל, כפי שראינו בתמונות 43, 44 לעיל.

כאמור, תמונה 88 מראה את אותה התמונה כמו 87, אלא, מנקודת מבט של צופה הנמצא על האדמה בנקודה כ', המסתכל באיזור השמים הנמצא מעל קו האופק הצפוני שלו. לכן, בתמונה 88א', רואה הצופה כי נקודת הקוטב הצפוני ק', של גלגל המזלות, נמצאת במרחק זוויתי של 23 מעלות מנקודת צפון העולם צ' (ראה גם תמונות 33ב', 33ג' לעיל). תמונה 88ב' מראה את קוי הראיה של הצופה הנמצא על פני כדור הארץ בנקודה כ', כאשר הוא מסתכל בארבעה מצבים מיוחדים בשמים, בהם נמצא הקוטב ק' של המזלות, היינו, בנקודות ק', ש', ת', ר'. תמונה 89 מראה ציור תלת מימדי, של אותו סיבוב של קוטב המזלות ק', סביב הצפון השמימי צ', כמו בתמונה 88ב', אבל, כפי שהוא נראה מנקודת מבט חיצונית. הקוטב ק' נראה סובב במעגל העובר דרך ארבעת המצבים ק', נ', ת', מ', שמרכזו בקוטב הצפוני צ'.

כאמור לעיל, קו המשווה השמימי של צופה מסוים על פני כדור הארץ הוא תמיד קבוע בשמים. לכן גם הציר הניצב לקו המשווה השמימי שלו, היינו, הקו הישר ד"צ בתמונה 88, גם הוא תמיד קבוע בחלל הנמצא בתוך כיפת השמים. בפרט, גם נקודת הצפון צ' קבועה בשמים עבור כל צופה וצופה על כדור הארץ (ורק גובהה מהאופק שונה ממדינה למדינה). נקודת הצפון צ' של צופה בירושלים נמצאת תמיד בגובה של 32 מעלות, מעל קו האופק הצפוני שלו. לעומתו, הקוטב הצפוני ק' של גלגל המזלות אינו קבוע במקומו. כפי שהצופה בנקודה כ' רואה, כל כוכב סובב בכל יום את סיבובו היומי סביב נקודת הצפון צ' (בגלל סיבוב כדור הארץ היומי סביב עצמו), כך הוא רואה שגם נקודת הקוטב הצפוני ק' של גלגל המזלות, סובבת, גם היא, במעגל קמתנ"ק (תמונה 89), בכל יום מימות השנה, סביב צפון העולם, היינו, צפון השמים צ'.

כזכור, מנקודת מבט חיצונית, הזוית שבין גלגל המזלות, לבין המשווה השמימי (תמונה 86), היא כ 23 מעלות. לכן, גם הזוית שבין הקווים הניצבים להם כ"צ כ"ק היא, גם כן, 23 מעלות, היינו, הזוית בין הקו המרוסק ק"ב, לבין קו הנקודות צ"ד (תמונות 87, 88). הסיבוב של הנקודה ק' סביב צ', אינה חופשית לגמרי, כי הנקודה ק' נמצאת בקצהו העליון של הציר כ"ק, היינו, הנקודה התחתית כ', בה נמצא הצופה, קבועה במקומה. לכן, הסיבוב של הקו כ"ק ציר סיבוב כ"ק, יוצר צורה של גביע, או קונוס (חרוט), שהציר כ"צ נמצא במרכזו של הקונוס, כמו בתמונה 89. יתר על כן, זוית הפתיחה בראש הגביע בנקודה כ', היינו, הזוית שבין הציר כ"צ (קו מנוקד), לבין הציר כ"ק (קו מרוסק), נשארת 23 מעלות במשך כל הסיבוב של הקו כ"ק סביב צ'. זהו הציור התלת מימדי של תנועת ק' סביב צ'.

מנקודת מבטו של הצופה הנמצא בנקודה כ', הוא רואה את הסיבוב של הנקודה ק' נעה בשמים במעגל סביב הקוטב הצפוני השמימי צ', כמו שראינו את הסיבוב היומי של הנקודה פ' סביב הקוטב הצפוני בתמונה 33ג' לעיל. כלומר, הוא רואה שהציר כ"ק סובב סביב הציר כ"צ, היינו, הוא נמצא במרחק קבוע של 23 מעלות מנקודת הקוטב הצפוני צ' של העולם. בפרט, תמונה 88א' מראה את הסיבוב היומי הזה של הנקודה ק' סביב צ'.

אבל, הסיבוב של הקוטב ק' של גלגל המזלות סביב הצפון צ' אינו מתחיל בכל יום באותו מקום על המעגל קמתנ"ק בתמונה 89, אלא, נקודת ההתחלה עצמה של הסיבוב היומי הזה, זזה במעגל שנתי, כמעלה אחת בכל יום. כלומר, נקודת ההתחלה של הסיבוב היומי של הקוטב ק' סביב צ', זזה כמעלה אחת, ביחס להתחלה של היום הקודם. מדוע?

הסיבה לכך היא, כזכור, שהקו כ"ק ניצב למישטח גלגל המזלות, וכיון שמישטח המזלות עצמו, אינו שומר על כוון קבוע במרחב במשך השנה, אלא, הוא משנה את כוונו במרחב מיום ליום, ומשעה לשעה, לכן, גם הציר כ"ק הניצב לו, גם הוא משנה את כוונו במרחב, ולכן, הנקודה ק', בקצהו הצפוני של הציר כ"ק, נעה בהדרגה בכל יום על המעגל קמנת"ק, בהתאם למצב גלגל המזלות בכל יום, ביחס לאופק של הצופה. נסביר זאת ביתר פירוט בעזרת תמונות 43, 44 לעיל.

שתי תמונות אלו מראות כיצד משנה גלגל המזלות בהדרגה, לא רק את הזווית האלכסונית, בה הוא חותך את האופק המערבי של הצופה, בכל חודש מחודשי השנה, אלא, גם כיצד המזלות החותכים את האופק המערבי של הצופה, סובבים ממזרח למערב, ושוקעים כל אחד, לפי תורו, במקום סמוך למזל ששקע לפניו, על האופק המערבי של הצופה. למשל, ביום הראשון של האביב, היינו ביום תקופת ניסן, גלגל המזלות חותך את האופק המערבי (ראה תמונה 43) בזויות של 81 מעלות, ותחילת מזל טלה נמצאת בדיוק בנקודת הפגישה, של גלגל המזלות, עם האופק המערבי של הצופה. לאחר כחודש ימים, יחתוך המזל שאחריו, היינו, תחילת מזל שור, את האופק המערבי בזוית אחרת, של 78 מעלות, וזה יהיה בנקודה הנמצאת שמאלה, סמוך לנקודה בה חתך מזל טלה את האופק בחודש בקודם. וכך הלאה, בכל חודש, משנה מישטח גלגל המזלות בהדרגה את כוון חיתוך האלכסון שלו עם האופק המערבי. אי לכך, גם הציר כ"ק הניצב לו, גם הוא משנה את כוונו בשמים, בהתאם לזה, שהרי הוא ניצב למישטח גלגל המזלות, כפי שהראנו בתמונה 88 לעיל.

נדגים זאת בתחילה, עבור ארבעת המזלות הנראים במערב בארבעת תקופות השנה, היינו, טלה, סרטן, מאזניים, וגדי.

א. תמונה 89א' מראה את הכוון של גלגל המזלות (ראה גם תמונה 43), החותך את האופק המערבי של הצופה, בכל אחד מששת המזלות <u>ארוכי השקיעה</u> במשך כחצי שנה, ממזל גדי ועד מזל סרטן, היינו, מחודש טבת, עד חודש תמוז של חמה. רואים כי הזוית בה חותך המישטח של גלגל המזלות, משנה את כוונה ביחס לאופק המערבי, ממזל למזל, כפי שהסברנו זאת בתמונה 43, שם ציינו גם את גודל הזוית הזו עבור כל מזל. רואים כי במזל טלה, המישטח של גלגל המזלות חותך את האופק המערבי, בזוית הגדולה ביותר, כמעט אנכית (81 מעלות), מבין כל המזלות ארוכי השקיעה, מגדי ועד סרטן, שבציור זה. בתמונה 89א', באותה נקודה במזל טלה (כמו זו שבתמונה 43), הוספנו גם מספר קוים: את המשווה השמימי, ואת הציר כ"צ הניצב לו, ושניהם קווים המורכבים מנקודות. הוספנו גם את הקו <u>הניצב</u> למישטח של גלגל

המזלות, במזל טלה בלבד, אשר כוונו מראה את הכוון של קוטב הצפון כ"ק של גלגל המזלות, ביחס לכוון הצפון העולמי כ"צ. את שני הקוים של גלגל המזלות, והקו הניצב לו כ"ק, שרטטנו דווקא בקוים מרוסקים. במקרה שלפנינו, היינו, במזל טלה, רואים כי הניצב כ"ק נמצא מתחת לניצב כ"צ, ובזוית ניכרת (23 מעלות, ראה תמונה 88). שני הקוים כ"צ וכ"ק זהים לשני הצירים כ"צ כ"ק, שראינו קודם גם בתמונה 89 לעיל. תמונה 90א' מראה שוב את התמונה 89א', אבל, לא מנקודת מבט של צופה בירושלים, אלא, מנקודה הנמצאת מחוץ למערכת כולה.

ב. תמונה 89ב' מראה את הכוון בו חותך גלגל המזלות את קו האופק המערבי, לאחר כשישה חודשים, כאשר הלבנה החדשה נראית במערב, בין מזל סרטן בחודש תמוז, לבין מזל גדי בחודש טבת, שהם המזלות קצרי השקיעה. עתה, נניח שהירח שוקע במזל גדי, כמו בקצה הימני של התמונה 89ב'. בהתאם לתמונה 44 לעיל, גלגל המזלות חותך את האופק המערבי במזל גדי, בזווית של 58 מעלות, שהיא בדיוק הזווית, בה חותך גם קו המשווה השמימי, את האופק. לכן, כיון ששני המישטחים, של המשווה השמימי, ושל גלגל המזלות, נופלים זה על גבי זה, לכן, שני הקווים הניצבים להם כ"צ, כ"ר, גם הם נופלים זה על גבי זה, כמו בתמונה 89ב' מימין. מאידך, תמונה 90ב' מראה את אותה תמונה 89ב', אלא, כפי שהיא נראית מנקודת מבט הנמצאת מחוץ למערכת כולה.

לפיכך, כיון שהציר הצפוני כ"ק של גלגל המזלות, נופל בדיוק על הציר הצפוני כ"צ של העולם, לכן, גם המשכם של שני הצירים האלה לצד דרום, היינו, הציר כ"ב של גלגל המזלות, והציר כ"ד של כדור העולם, נופלים גם הם זה על זה במלואם, ולכן, גם כל קוי האורך השייכים לשני כדורים אלה (בתמונות 84, 85), יפלו גם הם זה על גבי זה.

אבל, תמונה זו היא נכונה רק לגבינו, היינו, שהציר צ"ד של העולם, נופל בדיוק על הציר של גלגל המזלות; כי האמת היא, שבתמונה התלת מימדית, הציר כ"ק לעולם סובב בחלל שבתוך הכדור, במעגל סביב ציר העולם צ"ד, אלא, שמנקודת המבט שלנו על הארץ, הציר ק"ב הסובב בחלל הכדור, תוך כדי סיבובו סביב ציר העולם צ"ד, הוא מכסה חלק מהציר צ"ד עצמו, הנמצא מאחוריו, ואז נדמה לנו שהציר ק"ב נופל על הציר צ"ד.

ג. תמונה 89ג' מראה שוב את קו המשווה השמימי, גלגל המזלות, ושני הקווים הניצבים להם כ"צ, כ"ת, ביום תקופת תשרי (במזל מאזניים). במקרה זה, הקו כ"ת אינו נופל על הקו כ"צ, כמו בתמונה 89ב', אלא, הוא נמצא מעל לקו כ"צ, ובזוית ניכרת של 23 מעלות (השווה עם המצב במזל טלה בתמונה 89א', שם נמצא כ"ק מתחתיו, באותה זוית). תמונה 90ג' מראה את התמונה 89ג', אלא, מנקודת מבט הנמצאת מחוץ למערכת.

ד. לבסוף, תמונה 89ד' מראה שוב את אותה המערכת, שראינו לעיל בתמונה 89א', בה נראים המזלות ארוכי השקיעה. אבל, הפעם אנו מתרכזים בשני הקוים הניצבים למשווה השמימי וגלגל המזלות, הנמצאים בצד שמאל, במזל סרטן. מערכת זו דומה מאד למערכת שראינו כבר בתמונה 89ב', עבור מזל גדי. היינו, גם כאן, גלגל המזלות חותך את האופק המערבי באותה זווית כמו קו המשווה השמימי, ולכן, גם במקרה זה, שני הקווים הניצבים אליהם כ"צ וכ"ש נופלים זה על גבי זה. בכל זאת, יש הבדל יסודי בין תמונה 89ב' לבין תמונה 89ד', זאת כיון שבמציאות התלת מימדית, נקודת הקוטב הצפוני סובבת במעגל תלת מימדי, הנכנס לתוך

הדף שלפנינו, ואחר כך, גם יוצא ממנו. תוך כדי סיבוב זה, נמצא הקוטב ק', פעם בנקודה ר' הנמצאת מעל הדף, ואז הציר כ"ר מכסה חלקית מאחוריו את הציר כ"צ, כמו בתמונה 89ב'. לעומת זה, אחרי חצי סיבוב, נמצא הקוטב ק' בעומק הדף בנקודה ש', ואז המצב הפוך, היינו, שהציר כ"צ מסתיר מאחוריו את הציר כ"ש במזל סרטן, כמו בתמונה 89ד'. ההבדל בין שני המצבים האלה נראה בבירור, על ידי השוואת תמונה 90ב' לתמונה 90ד', המראה, גם היא, את תמונה 89ד', מנקודת מבט הנמצאת מחוץ למערכת כולה.

תמונה 91א' מראה היכן נמצאים הקווים הניצבים לגלגל המזלות, שראינו בתמונות לעיל, 89א' עד 89ד', היינו, הקוים כ"ק, כ"ר, כ"ת, כ"ש, במציאות התלת מימדית. אבל, בין ארבעת הניצבים האלה, נמצאים גם מצבי ביניים אחרים הניצבים לגלגל המזלות, כמו כ"א, כ"ב, כ"ג, כ"ד ואחרים, כמו בתמונה 91א'. יתר על כן, ראינו כי התנועה של הקוטב הצפוני ק' היא בכוון האותיות רבאקשתדג"ר. ראינו גם, כי ששת המזלות ארוכי השקיעה, ממזל גדי עד מזל סרטן, דרך מזל טלה (ראה תמונות 89א', 90א'), שוקעים בזה אחר זה, באופק המערבי של הצופה בנקודה כ', כאשר הקוטב הצפוני של גלגל המזלות נמצא כולו מצד שמאל של הציר כ"צ, היינו, הוא עובר דרך הנקודות רבאק"ש בלבד, בתמונה 91א'. לעומתם, ששת המזלות קצרי השקיעה, ממזל גדי עד למזל סרטן, דרך מזל מאזניים (ראה תמונות 89ג', 90ג') שוקעים בזה אחר זה, כאשר הקוטב הצפוני ק' של גלגל המזלות נמצא כולו מצד ימין של הציר כ"צ, היינו, הוא עובר דרך הנקודות שתדג"ר, בלבד, בתמונה 91א'.

למען השלמות, הבאנו שוב בתמונות 91ב', 91ג' את הקוים הניצבים של כל י"ב המזלות כולם, ארוכי השקיעה בתמונה 91ב', וקצרי השקיעה בתמונה 91ג'. רואים משם בבירור, כי:

במזלות ארוכי השקיעה (תמונה 91ב')

א. כל הניצבים לגלגל המזלות נמצאים מתחת לניצבים למשווה השמימי (השווה לתמונה 89א', בה נקודה ק' נמצאת מתחת לנקודה צ').
ב. הזוית בין שני הניצבים משתנה בהדרגה ממזל למזל.
ג. במזל טלה נמצאת הזוית הגדולה ביותר בין שני הניצבים (23 מעלות, תמונה 89א')

במזלות קצרי השקיעה (תמונה 91ג')

א. כל הניצבים לגלגל המזלות נמצאים מעל לניצבים למשווה השמימי (השווה לתמונה 89ג', בה נקודה ת' נמצאת מעל לנקודה צ').
ב. הזוית בין שני הניצבים משתנה בהדרגה ממזל למזל.
ג. במזל מאזניים נמצאת הזוית הגדולה ביותר בין שני הניצבים (23 מעלות, תמונה 89ג'). כאמור, במרחב התלת מימדי, שני הניצבים נמצאים תמיד בזווית של 23 מעלות, אבל, בהסתכלות ביריעה הדו מימדית של השמים, רואים רק כי הציר כ"ק של קוטב המזלות, מתקרב או מתרחק מהציר כ"ד, מזוית אפס עד למקסימום של 23 מעלות.

סיכום:

א. נתחיל את הסיבוב של הקוטב הצפוני של המזלות, מהנקודה ר' (תמונה 91א'). זהו המצב של תקופת טבת. במצב זה, הזווית ביו שני הניצבים היא אפס. לכן, שני הכדורים, העולמי וגלגל המזלות, מתלכדים זה על זה ממש, וכך גם כל קוי האורך שלהם (ראה תמונות 84, 85).

ב. הקוטב של המזלות ק' עושה את מסלולו סביב צ', מימין לשמאל, דרך הנקודות ר', ב', א', ק', ש', ואז המזלות השוקעים באופק של הצופה, הם כולם ארוכי שקיעה, ממזל גדי עד מזל סרטן, דרך מזל טלה, בנקודה ק', שהיא תקופת ניסן. הזווית בין שני הניצבים, שהיתה אפס בתחילה (מזל גדי), הולכת וגדלה, עד שהיא מגיעה לנקודה ק', שם היא מגיעה לערכה המקסימלי של 23 מעלות.

ג. אחרי כן, ממשיך הקוטב ק' לנוע לעבר הנקודה ש', הזווית בין שני הניצבים הולכת ופוחתת, עד שבנקודה ש' עצמה, היא שוב מגיעה לאפס כנ"ל, ואז המזל השוקע באופק של הצופה הוא סרטן. גם במצב זה שני הכדורים השמימי והמזלות נופלים זה על זה, וכך גם כל קוי האורך, בהתאמה.

ד. הקוטב ק' ממשיך בדרכו, וחוצה את הנקודה ש', וכך הוא עובר מצד שמאל, לצד ימין, של הציר כ"צ. לכן, המזלות השוקעים שרואה הצופה, הם עתה קצרי שקיעה. בדרכו של הקוטב ק' לעבר הנקודה ת', הזווית בין שני הניצבים הולכת וגדלה, עד שבמצב ת', המזל הנראה שוקע במערב של הצופה, הוא מזל מאזניים, וזהו זמן תקופת תשרי. הזוית בין שני הניצבים מגיעה שוב למקסימום, של 23 מעלות, מצד ימין, בצד הנגדי של הנקודה ק' משמאל.

ה. לבסוף, חוזר הקוטב ק' מהנקודה ת', עד לנקודה ר', והזווית בין שני הניצבים הולכת ופוחתת יותר ויותר, מהמקסימום של 23 מעלות בנקודה ת', עד לאפס בנקודה ר'.

התנועה שתיארנו בסיכום לעיל, נמשכת לאורך כל השנה כולה, בהתאם למצב של הקצה העליון ק' של הקו הניצב לגלגל המזלות (תמונה 91א'). אבל, פרט לתנועה השנתית הזאת, כאשר יגיע הקו הניצב, למשל, לנקודה ק' בתקופת ניסן (מזל טלה), אז הוא יתחיל שם את הסיבוב היומי השלם, החל מהנקודה ק' סביב הקוטב צ'. אבל, ביום שאחריו, נמצא הקו כ"ק במעלה אחת ימינה יותר מהיום הקודם (לכוון הנקודה ש'), ולכן הסיבוב היומי יתחיל משם. ביום תקופת תמוז (מזל סרטן), יגיע הקו הניצב עד לנקודה ש', והוא יתחיל משם את סיבוב היומי סביב הקוטב צ'. ביום תקופת תשרי, במזל מאזנים, יגיע הקו הניצב עד לנקודה ת', והוא יתחיל את סיבובו היומי משם, סביב הקוטב צ'. ביום תקופת טבת (מזל גדי), יגיע הניצב לנקודה ר', ומשם הוא יתחיל את סיבוב היומי סביב הקוטב צ'. כך במשך כל השנה כולה, סובב הקו הניצב סביב הקו כ"צ, כמו בתמונה 91א', והוא מתחיל בכל יום את סיבובו היומי בנקודה אחרת, במרחק של כמעלה אחת מהנקודה בה התחיל ביום הקודם.

במילים אחרות, הקוטב ק' של גלגל המזלות סובב שני סיבובים, האחד סיבוב שנתי, כפי שתיארנו בתמונות 89א' עד 89ד', וכן סיבוב יומי, במעגל סביב צפון העולם צ' (תמונה 92). כלומר, הקו הנמתח בין הצופה בנקודה כ', אל הכוון הקוטב ק' של גלגל המזלות, סובב כולו, בכל יום, סיבוב יומי שלם, ותוך כדי כך, בכל יום הוא מתקדם גם בסיבוב שנתי איטי, של מעלה אחת ביום. אחר סיבוב שלם, הציר כ"ק משלים צורת של חרוט (תמונה 92), הנמצא בתוך חלל הכדור (צורת "חרוט" נקראת גם בשם "קונוס", וצורתו היא כמו כובע של פורים, כאמור לעיל, אשר חודו נמצא בנקודה כ'), סביב ציר הצפון כ"צ. כלומר, חציו של המעגל קמתנ"ק, דהיינו, חצי המעגל קמ"ת "יוצא" ובולט מתוך הדף כלפינו, וחציו השני תנ"ק, מתעגלת מאחוריו בעומק הדף. ושני חצאי מעגל זה הם, כאמור לעיל, נמצאים ממש על פני כיפת

השמים, ולא בתוך חלל הכדור. כלומר, אם נתחיל את הסיבוב במעגל זה מהנקודה ק', ונפנה ימינה (על מעטפת פני הכדור, ולא בתוכו), לאורך חצי המעגל קמ"ת, אז המעגל "יוצא" החוצה מתוך הדף בכוון אלינו, החל מהנקודה ק', אחר כך הוא נע ברבע קשת, היוצאת אלינו, עד לנקודה מ', וחוזר לתוך הדף, ברבע קשת לנקודה ת' שמימין. אח"כ הוא חוזר וממשיך חצי סיבוב תנ"ק לעומק, מאחורי הדף, דרך הנקודה נ', עד שהוא חוזר שוב מאחור, דהיינו, מהעומק שמאחורי הדף, לעבר הנקודה ק'. כל הסיבוב כולו הוא על פני הכדור, אבל, החרוט עצמו כק"ת נמצא בתוך חלל הכדור. כאמור לעיל, הצופה בנקודה כ', אינו רואה שיש עומק תלת מימדי למעגל קמת"נ הנמצא על פני כיפת השמים, כפי שתיארנו לעיל, היינו, הוא אינו מבחין את מה שתיארנו לעיל, שהמעגל קמת"נ בולט כלפיו בנקודה מ', או נכנס לעומק בנקודה נ', אלא, הוא רואה את המעגל על כיפת השמים כיריעה דו מימדית בלבד. לכן, הוא רואה רק שהציר כ"ק נמצא מימין או משמאל לקו כ"צ, על פני המשטח הדו מימדי של כיפת השמים, כפי שראינו בסיכום לעיל.

לכן, עבור הצופה בנקודה כ', שתי הנקודות ק"ת הן המרוחקות ביותר מנקודת קוטב הצפון צ', כאשר הנקודה ת' מימינה, והנקודה ק' משמאלה. לכן, שני הקוים כ"ק וכ"ת, נראים נפרדים בבירור בשמים. לעומת שני קוים אלה, הצופה רואה כי שני הקוים כ"ר וכ"ש, נראים לצופה כנופלים שניהם ממש על גבי ציר הצפון כ"צ, אף על פי שהאמת היא, שהציר כ"ש הוא קו משופע היוצא מחוץ לדף כלפינו, והציר כ"ר משופע בכוון הפוך, לתוך עומק הדף. אבל, הצופה כ' אינו רואה זאת כך, אלא, הוא רואה ששניהם נופלים ממש זה על גבי זה, וגם על הציר כ"צ, על פני כיפת השמים הדו מימדית.

<u>הקדמה ב: נליזת מעגל הירח</u>

כבר הסברנו, בסוף סעיף ב' של ההקדמה לפרק ט"ז (תמונות 2ט', 2י', שם), כי במהלך של הירח על גלגלו (הגדול, או "היוצא"), אף אם הוא חוזר, מדי חודש בחודשו, למקומו האמיתי על גלגל המזלות, היינו, אפילו לאותו מקום באותו מזל, מתברר, שרוחבו מעל, או מתחת, לגלגל המזלות, אינו חוזר על עצמו כמו בחודש הקודם, היינו, רוחבו אינו קבוע מחודש לחודש, בגלל הסיבוב של קו התלי, במהלך מחזור הסארוס, בן ה 18 שנה. לסטייה הזו ברוחב קראנו בשֵׁם "נליזה", היינו, "סטייה מאורחותיו". כי "האוֹרַח הרגיל", כביכול, הוא שבכל חודש, כאשר הירח חוזר על גלגלו, מעל לאותו מקום במזל מסוים, היה אפשר לְצַפּוֹת, שהגובה של הירח מעל אותו מקום במזל זה, היינו רוחבו, יהיה זהה לזה שהיה לו באותו מזל בחודש הקודם, אבל, הירח אינו עושה כן, בגלל הסיבוב של קו התלי, כאמור. לכן, אנו אומרים שרוחב הירח "נילוז מאורחותיו", היינו, סוטה מהאורח הצפוי שהיה רגיל בו, לכאורה. סטייה זו של רוחב הירח, מתפשטת הלאה, היינו, היא גורמת לכך, שגם המקום של נקודת המראה מ' של הירח, על עגולת הגובה, גם היא נילוזה, כלומר, באותו מקום על גלגל המזלות, הרוחב השני של הירח משתנה, מחודש לחודש. (זאת בנוסף לנליזה של הנקודה מ' עצמה ביחס לנקודה בה נמצא הירח נ' בכל רגע ורגע, לאורך כל החודש, כפי שראינו בתמונה 66ג').

יתר על כן, הנקודה מ' עצמה של מראה הירח, משמשת, כזכור, גם כמרכז של הגלגל הקטן, הנקרא בשם "מראה מעגל הירח". לכן, בפשטות, אם המרכז מ' של מעגל הירח נילוז, אז כל מעגל הירח עצמו נילוז יחד איתו, כלומר, כל הנקודות שעל פני המעגל הקטן שסביב המרכז מ', גם הן נילוזות כגוף אחד, משני עברי גלגל המזלות, דרומה או צפונה ממנו, כמו נליזת נקודת המראה מ' עצמה של הירח, שציינו לעיל.

הרמב"ם משתמש במושג "הנליזה", אם כי לא הגדיר אותה באופן הנדסי, אלא הוא ציין רק כיצד מחשבים אותה. אבל, כפי שהסברנו כבר לעיל, פרט לנליזה ההנדסית, הנגרמת בגלל הסיבוב של הקוטב הצפוני ק' של גלגל המזלות, סביב הצפון העולמי צ', ישנן עוד שתי נליזות שציינו לעיל, היינו, הנליזה של נקודת מראה הירח מ', בגלל השינוי ברוחב נ"מ של הירח במחזור הסארוס, והנליזה השניה הנגרמת בגלל השינוי שהראנו בתמונה 66ג', הנובעת מהמרחק המשתנה של נקודת מראה הירח מ', בהתאם למקומה של הנקודה נ', בה נמצא הירח, במשך החודש. בסך הכל, כל הנליזות האלו גורמות לנליזת מעגל הירח, היינו, לנליזת הגלגל הקטן, או לנליזת הגלגל ההקפי של הירח.

עתה, נראה עד היכן מגיעה השפעת נליזת מעגל הירח, היינו, איזה גדלים נוספים, הדרושים לחישוב ראיית הירח, גם הם מושפעים מהנליזה, היינו, שגם הם נילוזים, זה אחר זה, מה שמכנים גם בשם "אפקט הדומינו", בגלל נליזת מעגל הירח הנ"ל.

נתבונן בתמונה 93. כזכור מתמונה 71 לעיל, הנקודה מ' היא נקודת המראה של הירח על עגולת הגובה (עגולה זו אינה משורטטת בתמונה 93), מנקודת המבט של צופה על פני כדור הארץ, והנקודה פ' היא "המקום האמיתי" של מראה הירח מ', על גלגל המזלות. את הנקודה פ' קבלנו שם על ידי שרטוט קו אורך של גלגל המזלות, היינו, קו היוצא מקוטב המזלות ק' (תמונה 93), ומגיע עד לקוטב הדרומי שלו ב', העובר גם דרך הנקודה מ' (שהרי אפשר להעביר קוי אורך רבים אחרים, מהקוטב הצפוני ק' עד לקוטב הדרומי ב', ולא רק דרך הנקודה מ'). הרוחב מ"פ של מראה הירח מ', הוא רק הקטע הקטן על פני קו האורך קמפ"ב כולו. כאמור, רוחב הירח מ"פ הוא נילוז (אפילו באותה נקודה ועל אותו מזל), מאפס מעלות, כאשר נקודת מראה הירח מ' נמצאת ממש על גלגל המזלות עצמו, ועד למרחק של כחמש מעלות, מעל או מתחת לגלגל המזלות. (יתר על כן, כפי שהסברנו לעיל, יש לנקודה מ' נליזה נוספת, במשך החודש, בגלל מה שהראנו בתמונה 66ד' לעיל).

גם שירטטנו בתמונה 93, את קו האורך של העולם, היינו, קו העובר על פני כיפת השמים, היוצא מצפון העולם צ', והמגיע עד לקוטב הדרומי ד' של העולם, והעובר גם הוא, דרך הנקודה מ'. קו אורך זה חותך את גלגל המזלות בנקודה ל'.

יתכן מצב, בו נקודת מראה הירח מ' נופלת בדיוק על גלגל המזלות עצמו, כמו בתמונה 93א'. במקרה כזה, שלושת הנקודות למ"פ שבתמונה 93, נופלות שלושתן זו על גבי זו, ואז אין הפרש בין מקום הנקודה פ', לבין מקום הנקודה ל', על גלגל המזלות, וגודל הקטע ל"פ הוא אפס. אבל, בדרך כלל, נקודת המראה מ' נמצאת, כאמור, מעל, או מתחת, לגלגל המזלות (עד כחמש מעלות), ואז הקטע ל"פ אינו אפס. מתמונה 93 ברור, כי בעקבות נליזת נקודת מראה הירח מ', משני עברי גלגל המזלות, גם הקטע ל"פ גם הוא יהיה נילוז (ראה בהמשך). במילים אחרות, בגלל נליזת מעגל הירח (שמרכזו בנקודה מ', כזכור), גם הקטע ל"פ נילוז.

בהמשך גם נראה, כי נליזת הקטע ל"פ משתנה עוד יותר, היינו, לא רק בגלל שתי הנליזות של הנקודה מ' עצמה שציינו לעיל, אלא, על גבן של שתי אלו, נמצא גם נליזה נוספת שלישית של הקטע ל"פ, הנובעת מהסיבוב של קוטב המזלות ק' (תמונה 91) סביב לצפון העולם צ', כפי שראינו לעיל. לשינויים בנליזה של הקטע ל"פ, בגלל שלושת התופעות הנ"ל הפועלות ביחד, אנו קוראים בשם כללי אחד "הנליזה". אבל, "הנליזה" שמזכיר הרמב"ם בהלכות הבאות, היא נליזה השלישית, שאין הוא מסביר, וגם אין הוא מגדיר אותה כלל, אלא, הוא נותן רק את המירשם החשבוני, כיצד לחשב אותה בלבד.

עתה נראה מדוע אנו צריכים, בכלל, להכיר את הקטע ל"פ ואת נליזתו, ומה היא חשיבותו. לפני כן, נסביר מספר דברים.

בדרך כלל, כפי שהסברנו זאת באריכות בהקדמה א' לעיל, אנו מעונינים לדעת, אם השקיעה של הירח החדש, היא מהירה או איטית. כי אורך הזמן עד לשקיעה, מעיד על המרחק שהירח הספיק להתרחק מזרחה מהשמש, אחר שקיעתה. בפרט, אם השקיעה הייתה גם במזל ארוך שקיעה, המשמעות היא, שהירח מספיק להגיע למרחק גדול יותר מזרחה, מעל ההילה של השמש שנשארה מעל האופק, ולכן, עובי הסהר הנראה לעדים יהיה גדול יותר.

הקדמונים לא חישבו את אורך זמן עד לשקיעה של נקודת מראה הירח מ' (שם רואים את הלבנה החדשה לראשונה), אלא, היה להם נוח יותר לחשב את אורך זמן שקיעת הנקודה ל' דווקא, כי היא נמצאת על אותו קו אורך כמו הנקודה מ' על האופק השווה (או "האופק הישר" שהסברנו בהקדמה ג' לפרק זה). כלומר, שתיהן שוקעות באותו זמן ביחד, על האופק השווה. אכן, כדאי היה לקדמונים לחשב את השקיעה של הנקודה ל', ולא את השקיעה של הנקודה מ' ישירות, כיון שהנקודה ל' נמצאת ממש על גלגל המזלות, ומתברר, שהיה קל להם יותר לחשב את אורך השקיעה של המזל בו נמצאת הנקודה ל' (בעזרת טבלת "מצעד המזלות" במערב), מאשר לחשב באופן ישיר, את אורך השקיעה של נקודה מ', הנמצאת מתחת, או מעל, לגלגל המזלות, כפי שנרחיב על זה יותר בהמשך.

אבל, אם נדייק יותר, שתי הנקודות ל"מ בתמונה 93, אינן נמצאות, בדרך כלל, על קו אורך של האופק השווה, שהרי מדובר בצופה הנמצא באופק ירושלים, ולא על האופק השווה, שהרי הוא נמצא ברוחב גיאוגרפי של 32 מעלות צפונה. אבל, כבר ראינו בתחילת פרק זה (תמונות 22י', 22י"א), כי שתי הנקודות ל"פ, אכן, שוקעות ביחד, רק כאשר הן נמצאות על האופק השווה. אבל ציינו שם, כי, בכל זאת, ניתן לחשב את זמן השקיעה עבור האופק הנוטה, כמו אופק ירושלים, על ידי הוספה, או חיסור, גודל קבוע לקשת השקיעה של הנקודה ל' באופק השווה, וזאת בכדי לקבל את קשת השקיעה של הנקודה מ' באופק ירושלים. לכן, מעתה והלאה, נשאף לחשב בתחילה את קשת השקיעה של הנקודה ל' על האופק השווה, ורק בסוף החישובים, נוסיף את התיקון הדרוש לקבלת קשת השקיעה באופק הנוטה, השייך לצופה הרואה את הנקודה מ' מירושלים.

תמונה 94 מדגימה ענין זה: רואים שם את מסלולי השקיעה של שתי הנקודות ל"פ, היינו, ל"ר ו פ"ס, שצוינו בקוים מרוסקים. כאמור לעיל, מדובר, בעצם, בסיבוב היומי של כל אחת מהן, לקראת שקיעתן באופק המערבי. כיון שבתמונה זו, הנקודה ל' גבוהה יותר מהנקודה פ', ביחס לאופק המערבי, לכן, אורך מסלול השקיעה שלה לעבר האופק, היינו, המסלול ל"ר, הוא ארוך יותר ממסלול השקיעה פ"ס, של הנקודה פ'. לכן, ברור שבמצב זה, הנקודה פ' תשקע במערב לפני הנקודה ל'.

אבל, כאמור, מתחילים לחשב את השקיעה של הנקודה ל' כאילו היא נמצאת באופק הישר, ובאופק זה, אכן, הנקודה ל' שוקעת יחד עם הנקודה מ', שהרי שתיהן נמצאות על אותו קו האורך העולמי צמל"ד (להבדיל מקו האורך של גלגל המזלות העובר דרך הנקודות (ק'1)(מ')(פ')(ק'2). אבל, נוכל לתקן מאוחר יותר את התוצאה שקבלנו, כך שתתאים לנקודה מ', הנמצאת באופק הנוטה של ירושלים.

הזמן המתאים ביותר לראיית הלבנה החדשה, הוא מיד אחרי שקיעת השמש. אז יתכן לראות את הסהר הדק של הלבנה, כשהוא נמצא עדיין מעט מעל האופק. הזמן שיחלוף, מאז שקיעת החמה באופק המערבי בנקודה ש' בתמונה 94, ועד לשקיעתה

של הלבנה, אחרי שקיעת החמה, הוא מרווח הזמן המאפשר לעדים לראות את הלבנה החדשה. ככל שזמן זה ארוך יותר, קיים סיכוי גדול יותר להבחין בצורתו הדקה של הסהר (כחצי שעה או עשרים דקות). כי צורת הסהר החדש היא דקה ביותר, ובקושי נראית, ויש להשקיע מאמץ רב במציאתו, כי האיזור הנמצא מעל האופק, שם יש למצוא את הלבנה החדשה, הוא עדיין מואר, על ידי קרני השמש העליונות. בתמונה 94, אורך הזמן הזה הוא הזמן אשר בו תשקע הלבנה ברגע ראייתה בנקודה מ', עד שתגיע לנקודה ה' על האופק המערבי. היינו, זה הזמן שבו תשלים הלבנה את תנועתה על פני קשת השקיעה מ"ה. במילים אחרות, ככל שקשת זו ארוכה יותר, כך הסיכוי להבחין בסהר הדק של הלבנה הוא גדול יותר. יתר על כן, ככל שזמן השקיעה הוא ארוך יותר, אז הלבנה תיראה עבה יותר. אפילו הפרש עובי קטן בזמן הראייה, יכול להיות קריטי ביותר, כאשר מדובר בסהר דק מאד, הנמצא על גבול הראייה.

כאמור, בכדי לחשב את אורך השקיעה של הקשת מ"ה, נהגו הקדמונים לחשב, קודם כל, את אורך קשת השקיעה ל"ר של הנקודה ל', הנמצאת על גלגל המזלות (באופק הישר, ואחרי כן, הם תיקנו את התוצאה עבור אופק הנוטה של ירושלים, כאמור). לצורך זה, יש לחשב בתחילה את מקומה של הנקודה ל' הנמצאת, כזכור, על גלגל המזלות. אבל, עד עתה חישבנו לעיל רק את האורך השני פ"ש בלבד, שהוא המרחק של הנקודה פ', עד למקום שקיעת השמש ש' על גלגל המזלות. לכן, אנו צריכים להוסיף את הקשת ל"פ, שאנו מכנים בשם "מעגל הירח" (או "נליזת הירח", או סתם "הנליזה") לאורך השני פ"ש, וכך נקבל את כל האורך ל"ש. לאורך החדש כולו ל"ש, קורא הרמב"ם בשם "האורך השלישי", וגם הוא נמצא כולו על גלגל המזלות. הנקודה ל' תשקע, (וכן הנקודה מ', השוקעת איתה, כנ"ל) רק אחרי שכל האורך השלישי כולו ל"ש ישקע באופק המערבי של הצופה.

שים לב, כי תמונה 94 מציגה מצב מסוים בלבד, כי שרטטנו בה רק את המחצית של גלגל המזלות, שבין מזל סרטן לבין מזל גדי (ומזל מאזניים שוקע יחד עם השמש בנקודה ש' על האופק המערבי), אשר כזכור, מחצית זו כוללת רק את ששת המזלות קצרי שקיעה. יתר על כן, נקודת מראה הירח מ' נמצאת בתמונה זו, צפונה לגלגל המזלות, אבל, היא יכולה להיות גם מתחת לגלגל המזלות, כפי שנחקור גם ענין זה בהמשך.

כזכור כל הקשתות בתמונה 94 נמצאות כולן על כיפת השמים. הן משתנות במשך היום והלילה, וכן במשך השנה כולה, הן בגלל הסיבוב היומי של הגלגל התשיעי, והן בגלל הסיבוב השנתי של השמש. לפיכך, הקשת ל"פ, המכונה בשם "נליזת מעגל הירח" (או בקיצור "מעגל הירח"), אינה בעלת גודל קבוע, אלא, כפי שהסברנו לעיל, כאשר הקוטב הצפוני ק' של גלגל המזלות, סובב סביב הצפון צ', כמו בתמונה 93, אז צורת המשולש הכדורי הקטן בתמונה 93 (ששלושת צדדיו הן הקשתות ל"פ, ל"מ, מ"פ), שקודקודיו הם שלושת הנקודות מל"פ, משתנה, ולכן, גם גודל הקשת ל"פ השייך למשולש כדורי זה, גם הוא "נילוז", היינו, "סוטה" בגודלו, במהלך הסיבוב של קוטב המזלות ק' סביב הנקודה צ'.

אבל, בניגוד לכל הקוים בתמונה 94, שהן כולן קשתות על פני כדור השמים, הרי הציר המחבר את הקוטב הצפוני צ' עם הקוטב הדרומי שלו ד', עובר ממש דרך מרכז כדור השמים כ', ולכן, הוא נמצא ממש בתוך חלל כדור השמים, ולא על פניו, כמו שאר הקוים בתמונה 94א'. כך גם הציר השני, היינו, ציר גלגל המזלות, המחבר את הקוטב הצפוני ק'1 של גלגל המזלות, עם הקוטב הדרומי שלו ק'2, כמו בתמונה 94א', גם הוא עובר ממש בתוך החלל של כדור השמים.

אבל, בין זוג הקטבים צ"ד, מתחנו גם קו אורך הנמצא כולו ממש על כיפת השמים (תמונה 94). כלומר, מחד גיסא, הציר צ"ד נמצא בתוך כדור השמים תמונה 94א'), ומאידך, מאותם שני הקטבים האלה צ', ד' העברנו גם קו אורך הנמצא ממש על כיפת השמים, ואין לבלבל בין הציר, לבין קו האורך, היוצאים שניהם משתי נקודות צ"ד אלו. כך הוא הדבר גם לגבי הציר, וקו האורך, היוצאים שניהם משני הקטבים ק'1, ק'2 של גלגל המזלות, ניתן למשוך מהן ציר הנמצא בתוך כדור השמים, וכן גם קו אורך הנמצא על כיפת השמים. כל קוי האורך והרוחב, הן של כדור השמים, והן של גלגל המזלות, כמו בתמונה 94, נמצאים כולם על פני כדור השמים, כמו פלחים על פני כדור.

תמונה 94א' מראה את פרטי הסיבוב של הקוטב הצפוני ק' של גלגל המזלות, הסובב במעגל קשתר"ק בשמים הצפוניים. אבל, כתוצאה מסיבוב זה, רואים כי הציר, ששני קצותיו הם ק'1 ו ק'2, העובר דרך הנקודה כ', יוצר צורה של שני גביעים משולשים, הפוכים זה לזה (ראה לעיל תיאור חלקי של הגביע העליון), והנמצאים בתוך החלל של כדור השמים, והנקודה כ' משמשת קודקוד משותף לשני הגביעים. הגביע העליון העובר דרך שלושת הנקודות (ת'1)(ק'1)(כ') הוא צפוני, והתחתון – דרך שלושת הנקודות (ק'2)(ת'2)(כ'), והוא דרומי. צורת התחתית של הגביע התחתון היא מעגלית, ונמצאת בדרום, והיא עוברת במעגל דרך הנקודות (ק'2)(ר'2)(ת'2)(ש'2)(ק'2), בו סובב הקוטב הדרומי ק'2 של גלגל המזלות, בשמים הדרומיים. תוך כדי יצירת שני הגביעים האלה, על ידי סיבוב הציר (ק'1)(ק'2) סביב הנקודה כ', משתנה צורת המשולש הכדורי לפ"מ (בתמונה 93) הנמצא על פני כיפת השמים (כפי שנראה בפרטות לקמן), ותוך כדי כך, גם הגודל של הצלע הכדורית שלו ל"פ, "נילוזה" גם הוא.

אבל, יש לשים לב, כי הנליזה של הקשת ל"פ, אינה נגרמת רק בגלל תנועת קוטב המזלות ק' סביב הצפון צ' בתמונה 94א', אלא, כזכור, גם המיקום של נקודת המראה מ' של הירח, נילוז גם הוא, למעלה ולמטה, לאורך עגולת הגובה, בגלל מחזור הסארוס, כפי שראינו לעיל בתמונות 66ג', 66ד', וגם בגלל השינוי ברוחב הירח עצמו. אבל, שתי הנליזות האלו כלולות כבר בחשבונות של מקום הירח האמיתי נ' (בפרק ט"ז), שהרי הבאנו בחשבון שם את תנועת גלגל נחש בריח, האחראי למחזור הסארוס, וגם לשינויים ברוחב הירח.

כלומר, השינוי במיקומה של נקודת מראה הירח מ', במשך החודש, לאורך עגולת הגובה, גם לו יש חלק בשינוי צורת המשולש הכדורי לפ"מ בתמונה 94א. אכן, עליית הנקודה מ' צפונה או דרומה בגלל מחזור הסארוס, תגרום לצלע ל"פ במשולש כדורי זה, להתארך או להתקצר יותר, כאמור. אבל, היא נכללת כבר בחשבונות הרגילים של המקום האמיתי של הירח שראינו בפרק ט"ז לעיל.

כבר תיארנו לעיל בפרוטרוט (ראה שם "סיכום"), את התנועה הסיבובית של הקוטב ק' של גלגל המזלות סביב צפון העולם צ', היינו, כיצד משתנה הזוית בין שני הניצבים, בין משווה השמים, לבין גלגל המזלות, כ"צ וכ"ק, וכיצד משתנים גם המזלות השוקעים באופק המערבי של הצופה בנקודה כ'.

עתה, נראה בפרטות, כיצד משתנה גודל הנליזה ל"פ, שראינו בתמונה 94 לעיל, כאשר הציר (ק'1)(ק'2) סובב סביב הנקודה כ', בהנחה שנקודת מראה הירח מ' היא קבועה.

לצורך זה, נעקוב אחרי השינויים המתחוללים בתמונה 94 לעיל, עם סיבוב הציר (ק'1)(ק'2), סביב הציר צ"ד. למשל, כאשר נקודת הקוטב ק'1 של גלגל המזלות,

בתמונה זו, תזוז מעט סביב הצפון צ', אז גם הקשת "קו אורך 2" השייכת לגלגל המזלות, תזוז ממקומה, שהרי קוי האורך של גלגל המזלות משתנים, בהתאם למצבו של הקוטב שלו ק'1, או במילים אחרות, במצב של הציר (ק'1)(ק'2), ביחס לצפון צ'. כך יוצא, שלא רק קשת גלגל המזלות שבין מזל סרטן לבין מזל קַשֶת, בתמונה 94, משתנה בכל רגע, אלא, גם "קו האורך 2" משתנה גם הוא. לכן, מקום הנקודה פ', שהיא נקודת הפגישה בין "קו האורך 2" לבין גלגל המזלות, ישתנה גם הוא.

מאידך, לא רק מקומה של הנקודה פ' משתנה בכל רגע, אלא, גם מקומה של הנקודה ל' בתמונה 94, משתנה גם הוא, כי היא נקודת הפגישה של גלגל המזלות עם "קו האורך 1". אמנם, "קו אורך 1" הוא קבוע תמיד על כיפת השמים (כי הוא קו אורך המחבר את שני הקטבים השמימיים צ"ד, שאינם זזים כלל), אבל, מצבו של גלגל המזלות משתנה בכל רגע כנ"ל, ולכן, מקום נקודת פגישתם ל', משתנה גם הוא בכל רגע. כך יוצא שגודל קטע הנליזה ל"פ משתנה גם הוא ללא הרף, בגלל תנועת הציר (ק'1)(ק'2) סביב הציר צ"ד. זאת, פרט לשנויים של ל"פ, הנגרמים בגלל נליזת נקודת המראה מ' עצמה, שהיא קוקוד המשולש הכדורי מל"פ, כנ"ל.

לכן, במשך הסיבוב של הציר (ק'1)(ק'2) סביב הנקודה כ', משתנה הנליזה ל"פ ברציפות, בהתאם לתנועת הציר (ק'1)(ק'2) סביב צ'.

בכדי להבין את רצף המצבים האלה, נסתכל בשתי צורות הנדסיות דומות, הנמצאות שתיהן בתמונה 95. לשתיהן צורת האות הלטינית D (מבטאים אותה כמו האות ד', בניקוד חיריק) המורכבת מקטע זקוף (מצד שמאל של האות), המחובר בשני קצותיו לקשת (מצד ימין של האות).

הצורה האחת נראית בתמונה 95 בצורת אות D "שוכבת" על צידה השמאלי, על הקטע הישר המקווקו, העובר דרך שלושת הנקודות (ק'1)(כ')(ק'2), ועליו נשענת הקשת של קו אורך של גלגל המזלות, העובר דרך ארבעת הנקודות (ק'2)(פ')(מ')(ק'1). כיון שצורה זו המורכבת מהציר (ק'1)(ק'2), וכן הקשת של קו האורך הנשענת עליה, שניהם שייכים לגלגל המזלות, לכן, נכנה צורה זו בשם "צורת D מזלות", או בקיצור דְי"מ.

גם הצורה השניה, המורכבת כולה מנקודות, מכילה את קטע הבסיס צכ"ד, אשר עליו נשענת הקשת של קו האורך השמימי (העולמי) צמל"ד. נכנה את צורת ה D השניה בשם "די שמימי", או בקיצור דְי"ש.

כך נוכל להבחין בקלות, בין שתי הצורות ההנדסיות האלו: הצורה המקווקוות די"מ, שייכת לגלגל המזלות, והצורה בעלת הנקודות די"ש, שייכת לכדור השמים "העולמי". על פי כל מה שתיארנו לעיל, הצורה די"ש היא קבועה בשמים, כי היא מוגדרת על פי מקומם של הקוטב הצפוני והדרומי של העולם, שהם קבועים בשמים. מאידך, הציר המחבר את הקטבים (ק'1)(ק'2) של גלגל המזלות, סובב סביב הציר צ"ד בשמים. לכן, צורת די"מ סובבת סביב הצורה הקבועה של די"ש, בתוך החלל התלת מימדי של הכדור. אבל, עבור הצופה בנקודה כ', הוא רואה רק תנועה דו מימדית של הצורה די"מ, משני צדדיה של הצורה די"ש, כפי שנתאר בהמשך.

כבר תיארנו לעיל בפרוטרוט, כי כאשר הבסיס המקוקו (ק'1)(ק'2), של הצורה די"מ, סובב סיבוב אחד שלם סביב הציר השמימי צ"ד, תוך כדי כך, הצופה בנקודה כ', רואה את השקיעה של כל המזלות, מיום ליום, בזה אחר זה, באופק המערבי שלו. כזכור, כאשר הקוטב הצפוני ק' סובב בקשת רק"ש (תמונה 91א), הנמצאת מתחת

הציר כ"צ, אז הצופה כ' רואה את המזלות ארוכי השקיעה שוקעים בזה אחר זה, באופק המערבי של הצופה, ממזל גדי (ביום תקופת טבת), דרך מזל טלה (ביום תקופת ניסן), עד מזל סרטן (ביום תקופת תמוז). במשך המהלך הזה, היינו, כאשר הקוטב ק' סובב בחצי המעגל רק"ש, היינו, מתחת לציר כ"צ, אז קטע הציר (כ')(ק'1) נמצא מתחת לקטע הציר כ"צ. יתר על כן, מתברר מתמונה 95, כי בגלל שנקודת מראה הירח מ', נמצאת צפונה (שמאלה) לגלגל המזלות, לכן, קטע הקשת (מ')(פ')(ק'2) הנמצא על קו אורך (ק'1)(ק'2), נמצא מעל הקשת מל"ד, הנמצאת על קו האורך העולמי צ"ד. מצב זה נכון, כל זמן שהקוטב ק' סובב במחצית המעגל שמתחת לציר צ"ד, וכן הנקודה מ' נמצאת מצפון לגלגל המזלות, כמו בתמונה 95. לפיכך, בתנאים האלה, תהיה צורת די"מ מעל צורת די"ש, כל זמן שתנועת הקוטב ק' נמצאת מתחת לציר כ"צ. לכן, במקרה זה, הנקודה פ', שהיא מקום נקודת המראה מ' על גלגל המזלות, תהיה גבוהה יותר מהנקודה ל', הנמצאת על קו האורך העולמי צמל"ד, וכן גם על גלגל המזלות.

מאידך, רואים בתמונה 95, כי השמש שוקעת באופק המערבי בנקודה ע', על רקע מזל טלה. לפיכך, האורך השני הוא פ"ע, והאורך השלישי הוא ל"ע. בהתאם להגדרה שהבאנו לעיל, נוכל לקבל את האורך השלישי של הירח ל"ע, במצב המתואר בתמונה 95, על ידי הפחתת קטע הנליזה ל"פ, מהאורך השני פ"ע.

כיצד משתנה גודל הנליזה ל"פ, עם סיבוב הקוטב ק' סביב הצפון צ'?

כבר הסברנו בסיכום שעשינו לעיל, כי כאשר הקוטב ק' נמצא בדיוק בנקודה ר', בחצי המעגל הפונה אלינו (והצופה רואה אז את מזל גדי שוקע אצלו במערב), אז הציר (ק'1)(ק'2) נופל בדיוק על הציר צ"ד. המשמעות היא, שגם כל קוי האורך של גלגל המזלות, נופלים בדיוק על כל קוי האורך של כדור השמים, ואז גם הצורה די"מ נופלת על הצורה די"ש, וגם שתי הנקודות ל"פ, גם הן נופלות זו על זו, וגודל הנליזה ל"פ היא אפס, בעיני הצופה כ'.

ראינו מצב דומה לעיל, כאשר הקוטב ק' נופל על הנקודה ש' מאחור (ואז הצופה רואה את מזל סרטן שוקע אצלו במערב), ואז שוב הציר (ק'1)(ק'2) נופל על הציר צ"ד, אבל, זה יקרה בעומק המעגל, והצורה די"מ שוב נופלת על די"ש, והנליזה ל"פ תהיה שוב אפס.

אבל, המצב המתואר בתמונה 95, הוא המצב הקיצוני, בו נקודת הקוטב ק' נמצאת בזוית הגדולה ביותר של 23 מעלות מהצפון צ', כפי שהסברנו לעיל, ובמצב זה, הצורה די"מ רחוקה ביותר מהצורה די"ש, ולכן, גם הנליזה ל"פ תהיה הגדולה ביותר.

כך יוצא, שבתחילת המזלות ארוכי השקיעה, היינו, כאשר הצופה רואה את הלבנה החדשה ברקע מזל גדי, ונקודת מראה הלבנה מ' נראית מצפון לגלגל המזלות, אז הנליזה ל"פ היא אפס. אח"כ, כאשר הקוטב ק' ממשיך לנוע לעבר הנקודה ק'1 סביב הצפון צ', הנליזה ל"פ הולכת וגדלה, עד שכאשר הקוטב ק' נמצא בדיוק בנקודה ק'1, הנליזה ל"פ מגיעה לערכה הגדול ביותר, וזהו המצב בתמונה 95. בהמשך תנועת הקוטב ק' לעבר הנקודה ש', הנליזה הולכת ופוחתת, עד שבנקודה ש' ממש, היא חוזרת שוב לאפס.

תמונה 96 מראה שוב את המצב, בו הלבנה החדשה, נראית על רקע המזלות ארוכי השקיעה, אבל, בתמונה זו, נקודת מראה הירח מ', נמצאת עתה מדרום לגלגל המזלות. רואים מיד, כי בגלל היותה בדרום, צורת הדי"מ בקטע (ק'1)(פ') נמצאת

מתחת לקו האורך העולמי בקשת (צ')(ל'), ולכן, הנקודה ל' נמצאת מתחת לנקודה פ'. לפיכך, בכדי לקבל את האורך השלישי, עלינו לחסר את הנליזה ל"פ מהאורך השני ל"ע, בכדי לקבל את האורך השלישי ש"ל בתמונה 94.

תמונות 97, 98 מראות את המצב כאשר הצופה רואה את הלבנה החדשה, על רקע המזלות קצרי השקיעה, היינו, ממזל סרטן (ביום תקופת תמוז), ובהמשך למזל מאזניים (ביום תקופת תשרי), ועד למזל גדי (ביום תקופת טבת), ואז, כפי שראינו לעיל, הקוטב ק' של גלגל המזלות, נע סביב הצפון צ', על חצי המעגל (ר')(ת'1)(ש'), הנמצא מעל (מימין) הציר כ"צ.

נקודת מראה הירח מ', נמצאת מצפון לגלגל המזלות (שמאלה). נשתמש שוב באותם השיקולים כמו במקרה של תמונה 95, ונגיע למסקנה, שגם במקרה זה, כאשר הקוטב ק' נמצא בדיוק בנקודה ר' או ש', שוב תיפול הצורה די"מ בדיוק על די"ש, והתוצאה תהיה שוב, שהנליזה ל"פ היא אפס. לעומת זאת, כאשר הקוטב של גלגל המזלות נמצא בנקודה ת'1 (תמונה 97), אז הצורה די"מ תהיה הרחוקה ביותר מדי"ש, והנליזה ל"פ תהיה מקסימלית. לכן, גם בתמונה זו, כאשר ינוע הקוטב ק' לאורך חצי המעגל שת"ר, אז הנליזה תהיה בתחילה אפס (בנקודה ש'), אחר כך, היא תלך ותגדל למקסימום בנקודה ת'1, ותתאפס שוב (בנקודה ר'). לכן, הנקודה ל' נמצאת מעל לנקודה פ', ונקבל את האורך השלישי ל"ע על ידי הוספת הנליזה ל"פ לאורך השני ע"פ.

תמונה 98 דומה מאד לתמונה 97, אלא, שנקודת המראה של הלבנה החדשה מ' נמצאת הפעם, דרומה מגלגל המזלות. נוכל להשתמש באותם השיקולים כנ"ל, והתוצאה הסופית תהיה, שנוכל לקבל את האורך השלישי ל"ע על ידי הפחתת הנליזה ל"פ מהאורך השני ע"פ.

החישוב עצמו של הנליזה ל"פ נעשה על ידי לקיחת חלק מהרוחב השני מ"פ, כפי שמראה הרמב"ם בטבלה בהלכה י' לקמן. הרמב"ם מציין את מקום נקודת מראה הירח מ' צפונה, או דרומה מגלגל המזלות, על ידי האבחנה, אם רוחב הירח מ"פ הוא צפוני או דרומי בתמונות 98 – 95. יתר על כן, קראנו למקום הנקודה ל' בשם "האורך השלישי".

בסיכום, בכדי לקבל את האורך השלישי, יש להוסיף או לחסר את הנליזה ל"פ מהאורך השני ל"ע, שהוא המרחק בין הנקודה פ', לבין למקום השמש ע' על גלגל המזלות, בהתאם לארבעת המקרים כדלקמן (על פי הסדר של הרמב"ם בהלכה י"א לקמן):

כאשר מקום הירח האמיתי פ' נמצא במזלות ארוכי השקיעה, דהיינו, בין גדי לבין סרטן, דרך מזל טלה, הרי אם:

1. הרוחב השני מ"פ הוא צפוני לגלגל המזלות (תמונה 95), אז הנקודה ל' נמצאת מתחת לנקודה פ' על גלגל המזלות, ולכן יש לחסר את נליזת הירח ל"פ, מהאורך השני ע"פ, בכדי לקבל את האורך השלישי ל"ע.
2. הרוחב השני מ"פ הוא דרומי (תמונה 96), אז הנקודה ל' נמצאת מעל לנקודה פ', ולכן, יש להוסיף את מעגל הירח ל"פ לאורך השני ע"פ, בכדי לקבל את האורך השלישי ל"ע.

כאשר מקום הירח האמיתי פ' נמצא במזלות קצרי השקיעה, דהיינו, בין סרטן לבין קשת, דרך מזל מאזניים, הרי אם:

3. הרוחב השני מ"פ הוא צפוני (תמונה 97), אז הנקודה ל' נמצאת מעל לנקודה פ' על גלגל המזלות, ולכן, יש להוסיף את מעגל הירח ל"פ, לאורך השני ע"פ, בכדי לקבל את האורך השלישי ל"ע.
4. הרוחב השני ל"מ הוא דרומי (תמונה 98), אז הנקודה ל' נמצאת מתחת לנקודה פ' על גלגל המזלות, ולכן, יש לחסר את מעגל הירח ל"פ מהאורך השני ע"פ, בכדי לקבל את האורך השלישי ל"ע.

הלכה י

ואחר כך, תחזור ותיקח מן הרוחב השני הזה מקצתו, מפני שהירח נלוז רק **מעט במעגלו**.

כאמור, הפירוש המילולי של המלה "נילוז", הוא סטיה או תזוזה ממצב קבוע, כפי שנאמר במשלי (פרק ב') "נילוזו במעגלותם", היינו, סטו מאורחותיהם, כפי שהסברנו לעיל.

הרמב"ם, אינו מתאר, וגם אינו מגדיר, את הנליזה, אלא, הוא מציין רק כיצד מחשבים אותה בלבד, כחלק מסוים מהרוחב השני מ"פ, כלשונו לעיל, "תיקח מן הרוחב השני מקצתו", ואת המקצת הזה אפשר לחשב בעזרת טבלה, שהוא מפרט בהמשך. גם המפרש לא הקפיד להסביר ענין זה בפרוטרוט, כפי שהבאנו לעיל. יתר על כן, בעקבות דרך חישוב זאת, שהנליזה היא חלק מספרי של הרוחב השני, היה אולי מקום לחשוב, שמעגל הירח (נליזת הירח) נמצאת גם היא לאורך הרוחב השני, שהרי הוא חלק מספרי ממנו, אבל, אין הדבר כן, אלא, הרמב"ם, פשוט, מחשב אותו, ואח"כ, באופן מלאכותי, מניח אותו לאורך גלגל המזלות, בכדי לחשב את האורך השלישי. כך עוקף הרמב"ם את כל הצד התיאורטי הנדסי, שהבאנו לעיל, אשר מקורו התחיל בנליזה של הירח עצמו, בגלל הסיבוב של קו התלי, וכן גם שנקודת המראה של הירח גם היא נילוזה על עגולת הגובה, ולבסוף, דרך מנגנון מסובך יחסית של סיבוב הקוטב ק' של גלגל המזלות, סביב הקוטב הצפוני צ' של העולם (תמונות 98 – 95). כך מתפשטת תופעת הנליזה, עקב שלושת התופעות האלו, עד לקטע ל"פ, הנקרא בשם "מעגל הירח" או "נליזת הירח", בה"א הידיעה.

וכמה הוא המקצת שתיקח ממנו?

לפני כן, נבאר מהו הפירוש המעשי של "לקחת מקצת ממנו". הכוונה היא, קודם כל, לקחת מהגודל של הרוחב השני מ"פ (תמונה 93), שחישבנו כבר לעיל, היינו, המרחק במעלות בין המקום של נקודת מראה הירח מ' על עגולת הגובה, לבין המקום האמיתי פ' של נקודת מראה הירח על גלגל המזלות. ומה פירוש "לקחת ממנו"? הכוונה היא לקחת "קצת" מאורכו של הרוחב השני מ"פ. וכמה יש "לקחת" ממנו? מתברר שהדבר תלוי היכן נמצאת נקודת מראה הירח פ' על גלגל המזלות. למשל, אם היא נמצאת בחמש מעלות במזל טלה, אז, כפי שנראה בהמשך, "המקצת" שיש לקחת הוא שתי חמישיות מהרוחב השני מ"פ. אבל, מתברר עוד, כי לא רק בחמש מעלות במזל טלה, יש לקחת שתי חמישיות מהרוחב השני, אלא, גם אם מקומה של נקודת מראה הירח פ' נמצאת, אפילו בכל המרווח כולו, בין אפס מעלות, ועד לעשרים מעלות, על גלגל המזלות. כלומר, עבור כל המרווח הזה, אפשר לקחת את אותן שתי חמישיות מהרוחב השני מ"פ.

באופן מעשי, "לקחת שתי חמישיות מהאורך השני", פירושו הוא לכפול את האורך השני בשבר 2/5, או בשבר העשרוני 0.4 (כך פשוט יותר לביצוע במחשבון). למשל, אם הרוחב השני הוא 5 מעלות, אז יש לכפול את החמש מעלות ב 0.4, והתוצאה היא

שתי מעלות. זהו הגודל של הנליזה ל"פ, או "מעגל הירח", כלשון הרמב"ם, ויש להוסיף אותה, או לחסר אותה, מהאורך השני מ"פ, כפי שהסברנו לעיל, בכדי לקבל את האורך השלישי, וכך גם הוא נמצא על גלגל המזלות.

עתה, מפרט הרמב"ם מה הם הערכים שיש לכפול בהם את הרוחב השני מ"פ, בהתאם למקומה של נקודת מראה הירח פ' על גלגל המזלות.

אם יהיה מקום מראה **הירח** פ' על גלגל המזלות (בתמונות 98 – 95), בתחום המעלות ש**מתחילת מזל טלה, עד עשרים מעלה ממנו, או מתחילת מזל מאזניים עד עשרים מעלה ממנו, תיקח מן הרוחב השני שני חומשיו,** כלומר, תכפול את הרוחב השני ב 2/5 (או ב 0.4), והתוצאה היא הנליזה המבוקשת, וזאת כאשר הירח נמצא בתחומים של המזלות טלה ומאזניים הנ"ל;

ואם יהיה הירח מעשרים מעלות ממזל טלה, עד עשר מעלות ממזל שור, או מעשרים ממזל מאזניים, עד עשר מעלות ממזל עקרב, תיקח מן הרוחב השני שלישיתו (שליש ממנו);

ואם יהיה הירח מעשר מעלות ממזל שור, עד עשרים ממנו, או מעשר מעלות ממזל עקרב, עד עשרים ממנו, תיקח מן הרוחב השני רביעיתו;

ואם יהיה הירח מעשרים מעלות ממזל שור עד סופו, או מעשרים ממזל עקרב עד סופו, תיקח מן הרוחב השני חמישיתו;

ואם יהיה הירח מתחילת מזל תאומים, עד עשר מעלות ממנו, או מתחילת מזל קשת, עד עשר מעלות ממנו, תיקח מן הרוחב השני שתותו (שישית ממנו);

ואם יהיה הירח מעשר מעלות ממזל תאומים, עד עשרים ממנו, או מעשר ממזל קשת, עד עשרים ממנו, תיקח מן הרוחב השני חצי שתותו (חצי משישית, דהיינו, 1/12);

ואם יהיה מקום הירח מעשרים ממזל תאומים, עד חמש ועשרים ממנו, או מעשרים ממזל קשת, עד חמש ועשרים ממנו, תיקח מן הרוחב השני רביע שתותו;

ואם יהיה מקום הירח מחמש ועשרים ממזל תאומים, עד חמש מעלות ממזל סרטן, או מחמש ועשרים ממזל קשת, עד חמש מעלות ממזל גדי, לא תיקח כלום, לפי שאין כאן נליזת מעגל, כלומר, הנליזה היא אפס;

ואם יהיה הירח מחמש ממזל סרטן עד עשר ממנו, או מחמש ממזל גדי, עד עשר ממנו, תיקח מן הרוחב השני רביע שתותו (רבע משישית, שהוא 1/24);

ואם יהיה מקום הירח מעשר ממזל סרטן, עד עשרים ממנו, או מעשר ממזל גדי, עד עשרים ממנו, תיקח מן הרוחב השני חצי שתותו;

ואם יהיה מקום הירח מעשרים ממזל סרטן עד סופו, או מעשרים ממזל גדי עד סופו, תיקח מן הרוחב השני שתותו;

ואם יהיה הירח מתחילת מזל אריה, עד עשר מעלות ממנו, או מתחילת מזל דלי, עד עשר מעלות ממנו, תיקח מן הרוחב השני חמישיתו;

ואם יהיה הירח מעשר מעלות ממזל אריה, עד עשרים ממנו, או מעשר ממזל דלי, עד עשרים ממנו, תיקח מן הרוחב השני רביעיתו;

ואם יהיה הירח מעשרים ממזל אריה, עד עשר ממזל בתולה, או מעשרים ממזל דלי, עד עשר מעלות ממזל דגים, תיקח מן הרוחב השני שלישיתו;

ואם יהיה הירח מעשר ממזל בתולה עד סופו, או מעשר ממזל דגים עד סופו, תיקח מן הרוחב השני שני חומשיו.

וזאת המקצת שתיקח מן הרוחב השני, היא הנקראת "מעגל הירח", יתכן שזה הוא קיצור של "נליזת מעגל הירח". יש המכנים אותה גם בקיצור "נליזת הירח", כאמור.

לשם נוחיות, נמיר ישירות את תחומי המזלות, למעלות המתאימות להם על גלגל המזלות, מ 0 עד 360 מעלות. כך יוצא, שהמרווח הראשון על גלגל המלות הוא 20 – 0 מעלות ללא ציון "מזל טלה"; והמרווח השני, בעל אותו "מקצת" של 0.4 במזל מאזניים, הוא פשוט 200 – 180, ללא ציון "מזל מאזניים". כך בנויה הטבלה הבאה, על פי דברי הרמב"ם לעיל.

מקום הירח על גלגל המזלות	20 - 0	200 – 180	המקצת	0.4
	40 – 20	220 – 200		0.333333
	50 – 40	230 – 220		0.25
	60 – 50	240 – 230		0.2
	70 – 60	250 – 240		0.166667
	80 – 70	260 – 250		0.083333
	85 – 80	265 – 260		0.041667
	95 – 85	275 – 265		0
	100 – 95	280 – 275		0.041667
	110 – 100	290 – 280		0.083333
	120 – 110	300 – 290		0.166667
	130 – 120	310 – 300		0.2
	140 – 130	320 – 310		0.25
	160 – 140	340 – 320		0.333333
	180 – 160	360 – 340		0.4

למשל, אם מקום מראה הירח פ', על גלגל המזלות, הוא חמש מעלות במזל טלה, אנו צריכים למצוא, קודם כל, ברשימה של הרמב"ם לעיל, לאיזה תחום שייך מקום זה בטבלה. רואים שחמש מעלות נמצאות כבר בשורה הראשונה, היינו, בתחום של תחילת מזל טלה, עד לעשרים מעלות שם. לכן, הנליזה תהיה 0.4 מהרוחב השני. ואם הרוחב השני הוא מעלה אחת, אז יש לכפול מעלה אחת (60 דקות קשת) ב 0.4 (2/5). לכן, נליזת הירח היא 0.4x60=24 דקות קשת.

גם המפרש אינו מתאר בפרוטרוט את שלושת הסיבות האסטרונומיות לנליזה של מעגל הירח ל"פ, כפי שהסברנו לעיל. לפני שנביא את דבריו, נקדים להבהיר את השרטוטים שהוא מביא בהמשך.

המפרש משתמש באותיות שונות מאלו שהשמשנו בהן בתמונות לעיל 98 – 95. לכן, הקורא יצטרך להתרגל לאותיות שלו.

תמונה 99 היא החצי השמאלי של ציור נ"ב של המפרש (התמונה המלאה של ציור נ"ב נמצאת בתמונה 103 לקמן), אשר כבר הכרנו בתמונה 71 לעיל:

הגלגל החיצון המסומן באותיות אזהג"ד, הוא גלגל חצי היום של הצופה;

ג' היא הנקודה הנוכחת שמעל לראשו;

האופק המערבי הוא אחט"ה; ג"ט היא עגולת הגובה;

דנצמח"ז הוא גלגל המזלות;

ת' היא הנקודה בה נמצא מרכז מעגל הירח (והיא גם הנקודה נ' בתמונה 71), כפי שהוא נראה ממרכז כדור הארץ י', ובמקרה שלפנינו, היא נמצאת כאן מצפון לגלגל המזלות. מתחתיה נמצאת הנקודה ר', והיא נקודת המראה של ת' על עגולת הגובה.

הנקודה נ' היא המקום האמיתי של מרכז מעגל הירח ת', (המרכז ת' של הגלגל הקטן) על גלגל המזלות;

הנקודה צ' היא המקום האמיתי של מראה מעגל הירח ר', על גלגל המזלות;

הנקודה ח' היא מקום שקיעת השמש על האופק המערבי אחט"ה.

הנקודה ט' היא נקודת החיתוך של עגולת הגובה עם האופק המערבי אחט"ה.

הנקודה ב' היא הקוטב הצפוני של גלגל המזלות.

המפרש אינו מציין את נקודת הצפון צ' של העולם, כי הוא הולך בעקבות הרמב"ם, ואינו נכנס כלל לפירוט של סיבוב הקוטב הצפוני ב' של גלגל המזלות, סביב הקוטב הצפוני צ' של העולם, כפי שהבאנו לעיל (תמונות 95 – 98).

הרוחב הראשון הוא ת"נ; הרוחב השני הוא צ"ר;

כזכור, בתצפיות אין רואים כלל את הנקודות ת' נ', שהרי הן נראות רק מנקודת מבט תיאורטית, הנמצאת במרכז כדור הארץ י'. מאידך, המפרש מציין כי גם נקודת המראה ר' של מעגל הירח, היינו, המראה של מרכז מעגל הירח, שהיתה אמורה להיראות בתצפיות, שהרי כשמה כן היא, היינו, נקודת "מראה הירח". אבל, מתברר שהתצפיות בפועל לא הראו את קיומה באופן ברור, עד לזמנו של המפרש, שאז היא אובחנה. אכן, המפרש מתאר לקמן את הגילוי של נליזת הקטע מ"צ בתמונה 99 לעיל (המתואר גם בתמונות 98 – 95 כקטע הנליזה ל"פ), מתוך תצפיות שנעשו בתקופתו, דבר שכנראה היה בלתי אפשרי בתקופות קודמות, כיון שהדיוק במדידות בזמנם היה רק כמעלה אחת, וברוב המקרים אף גרוע מזה, לכן, הקדמונים (לקמן מציין המפרש, בטלמיאוס וחבריו), לא הבחינו בתצפיות, שהקטע ל"פ, נילוז באופן מחזורי ברור, אלא, הם קבלו תוצאות מפוזרות של התצפיות, שנבעו מחוסר דיוק במדידות, ללא סדר חוקי החוזר על עצמו. כלומר, יתכן שהאסטרונומים הקודמים למפרש, ידעו על המנגנון התיאורטי של הנליזה שתיארנו לעיל בתמונות 98 – 95, אבל, כנראה, כדעת המפרש לקמן, עדיין לא הבחינו בכך בתצפיות, ולדעתו אף יתכן שלא ידעו גם את הצד התיאורטי. אבל, כאמור, בתקופת המפרש הצליחו למדוד את השינויים בנליזה ל"פ, המאשרים את קיומה של הנליזה התיאורטית ל"פ, שראינו לעיל בתמונות 98 – 95.

כאמור, בעקבות הרמב"ם, שכתב בתחילת הלכה י' לעיל, **"ותיקח מן הרוחב השני הזה מקצתו, מפני שהירח נלוז מעט במעגלו"**, גם המפרש אינו משנה מדרכו זו של הרמב"ם, וגם הוא מגדיר את קטע נליזת הירח, כגודל ר"ש, שהוא ה"מקצת" מהרוחב השני ר"ת (תמונה 99). עתה, הוא מעתיק את ר"ש, מהרוחב השני אל גלגל המזלות עצמו, בקצה צ' של האורך השני ח"צ, כמו בתמונה 99. כך הוא קיבל, שהנליזה צ"מ, היינו, "מעגל הירח" כלשון הרמב"ם, היא בדיוק הקטע של הנליזה ל"פ ההנדסית – תיאורטית, שהסברנו לעיל בתמונות 98 – 95. כמובן שאין זה הסבר של הנליזה, אלא, רק תיאור טכני, כיצד לחשב את הנליזה ר"ש מהרוחב השני, ואחרי כן להניח אותה באופן מלאכותי על גלגל המזלות. לעומת ההסבר הטכני הזה, עומד ההסבר המדויק שתיארנו לעיל בתמונות 98 – 95 לעיל, בו נמצאים האורך השני והנליזה במקומם לכתחילה על גלגל המזלות, והדיון של התוספת או הגרעון של הנליזה, הוא אך חלק טבעי של שיקולי הדעת של התמונה התיאורטית. יתכן שהרמב"ם והמפרש ראו בחלק התיאורטי, אולי, ענין מסובך מדי, שהיה יכול לגרום להסטת ענין הקורא, ואף לגרום לו לנטישת הנושא כולו. שיטה זו מאפיינת את גישתו של הרמב"ם בקידוש החודש, למשל, בכך שהציג טבלאות רבות, אשר הוכחתן הן הרבה מעבר לידיעתו של הקורא, ובכך הוא קיצר מאד, ובחכמה רבה, ואף הגדיל בצורה משמעותית, את מעגל הקוראים המסוגלים ללמוד את הנושא.

בהמשך, מגדיר הרמב"ם את האורך השלישי, על ידי שגורעים, או מוסיפים, את הנליזה צ"מ מהקשת ח"צ (היא האורך השני) שעל גלגל המזלות, בכדי לקבל את האורך השלישי, כפי שהסברנו לעיל בתמונות 98 – 95.

תמונה 100 היא החצי הימני של ציור נ"ב של המפרש. בתמונה זו הוא מביא את המקרה השני, בו מרכז מעגל הירח ס' נמצא מדרום לגלגל המזלות, כדלקמן. גם בה לא מצאנו ציון של הקוטב הדרומי ד' של העולם כלל, כפי שבתמונה 99, לא מצאנו גם קוטב צפוני צ', אשר סביבם היה צריך קוטב המזלות ק' להסתובב.

הנקודה ס' נמצאת על עגולת הגובה ג"ע;

לכן, הנקודה ק' היא המראה של ס' על עגולת הגובה;

המקום האמיתי של הנקודה ס' על גלגל המזלות הוא בנקודה מ';

המקום האמיתי של נקודת המראה ק' על גלגל המזלות הוא כ';

תמונה 101 היא הגדלה של האיזור בו נמצאות ארבעת הנקודות סקכ"מ. גם כאן קטע נליזת הירח ק"פ הוא המקצת החשבוני מהרוחב השני ק"כ, המונח באופן טכני לאורך גלגל המזלות, וסימנו אותו בשם כ"ל, משני עבריה של הנקודה כ' (בכדי לחסר או להוסיף אותו לאורך השני ח"כ, וכך לקבל את האורך השלישי), כהגדרתו של הרמב"ם. את גודל הנליזה עצמה מחשבים על פי הטבלה של הרמב"ם בהלכה י' לעיל. כלומר, כמו בתמונה 99 לעיל, המפרש מעתיק באופן טכני, בתמונה 100, את גודל הנליזה החשבוני ק"פ שעל הרוחב השני, על גלגל המזלות, והוא מקבל את הקטע כ"ל, וכך, באופן טכני, זיהה המפרש את הנליזה החשבונית של הרמב"ם ושלו, עם ההגדרה ההנדסית – תיאורטית של הקטע ל"פ שנילוז, כמו בתמונות 98 – 95 לעיל. כאמור, האורך השלישי הוא הקשת ח"ל.

המפרש להלכה י

<u>ואחר כך, תחזור ותקח מן הרוחב השני הזה מקצתו, מפני וכו'.</u>

דע שזו הנליזה, שכנראה נמדדה בפועל בשמים, רק בתקופתם של הרמב"ם והמפרש, **לא הרגישו בה** האסטרונומים הקודמים בתצפיות שלהם (אולי בגלל אי הדיוק בתצפיות, כנ"ל), **ולא הבינוה** (אולי גם בדרך ההנדסית – תיאורטית, כפי שהסברנו לעיל בתמונות 95 – 98), **אלא, מקצת חכמי התכונה האחרונים** (בתקופתם של הרמב"ם והמפרש). **אבל, הראשונים, כמו בטלמיוס וחבריו,** כ 1200 שנה לפני כן, וגם אחריהם, **לא זכרו** (לא הזכירו) **זאת הנליזה, ולא זכר** (הזכיר) **אחד מהם,** היינו, בטלמיאוס ואלה שאחריו, לא ציינו אותה בספריהם. נליזה זו נוצרה בגלל **שכוכב הירח,** בהיותו על מעגל הירח, **נלוז במעגלו לצפון או לדרום,** כלומר, נקודת המראה מ' של הירח, עולה ויורדת לסירוגין במשך החודש (ונמצאת תמיד מתחת לנקודה נ') כפי שהראנו בתמונות 66ב', 66ג', 66ד'. המפרש מבאר יותר את דבריו, כדלקמן:

לפי שהאסטרונומים **הקדמונים היו סוברים, שחגורת גלגל המעגל**, היינו, הקדמונים טעו וחשבו שהמסלול של גלגל המעגל הקטן, היינו, המרכז שלו מ', נמצא תמיד **בשטח חגורת גלגל היוצא,** והנמצא **בשטח גלגל הנוטה**, והם **לא זכרו,** בטלמיאוס וחבריו, **שהירח סובב על חגורה אחרת**, אולי הכוונה היא, <u>שנקודת המראה מ'</u> של מרכז מעגל הירח, אינה נעה כלל על פני גלגל הירח, אלא, דווקא על חגורה מתחתיו, כפי שהראנו בתמונה 66ד' לעיל, שהרי ראינו כי כל נקודות מראה הירח מ' לאורך החודש, נמצאות תמיד <u>מתחת</u> לגלגל הגדול של הירח, כלשונו, **זולתי חגורת המעגל** הגדול של הירח, היינו, מחוץ (מתחת) לגלגל הירח, ובטלמיאוס לא הזכיר זאת בספריו, **אלא,** הם חשבו ש**הוא,** היינו, מעגל הירח, **סובב עליה תמיד, ואינו זז מעליה,** מעל הגלגל הגדול של הירח, **לא לצפון ולא לדרום,** אלא, הוא **עליה תמיד.** אבל, האמת היא, כפי שהראנו לעיל בתמונה 66ד', שמעגל הירח, שמרכזו בנקודה מ', עולה ויורד, צפונה ודרומה, <u>בתוך</u> חגורה, במחזוריות חודשית. אבל, חגורה זו נמצאת תמיד <u>מתחת</u> לגלגל הגדול של הירח.

לפיכך, אצל הקדמונים, בטלמיאוס ואחריו, **לא יהיה לירח נליזה במעגל** הירח **כלל, ועל דעת האחרונים,** האסטרונומים בזמן המפרש או מעט לפניו, **שהרגישו בזו הנליזה, שמצאו אותה** בפועל **בכלי העיון,** בכלי המדידה, (מילת ה"עיון" פירושה במדידה מדוקדקת), **אחר בחינה גדולה,** אולי גם מדדו אותה לאורך שנים וחוזרות רבות, ואז התבררו להם שני דברים:

א. **שחגורת המעגל** של <u>מראה</u> הירח היא **נוטה תמיד מעל חגורת הנוטה,** כמו בתמונה 66ד', היינו, היא סוטה מגלגל הירח, והיא נמצאת תמיד מתחתיו.

ב. וגם מצאו בעיון, שוב על פי מדידות מדויקות (כלשונו, "בעיון"), **שסוף הנליזה,** כלומר, גודל הנליזה המקסימלי של הירח במעגל שלו, יחול **כשיהיה הירח במזל טלה, או במזל מאזנים**, ובשניהם תהיה הנליזה ל"פ הגדולה ביותר, כפי שהסברנו לעיל בתמונות 98 – 95. **ולעומתו, תכלה** (תהיה אפס) **זאת הנליזה, במזל סרטן וגדי, בין שיהיה הירח בסוף רחבו** המקסימלי **או בזולתו, לפי שפעם יהיה** המקום האמיתי פ', של נקודת מראה הירח מ', (תמונה 93) **במזל טלה, או במאזנים,** ואז כאמור, **תהיה** נקודת מראה הירח מ' **בתכלית רוחב הנוטה מעל המזלות,** כלומר 5 מעלות לכל היותר, **או יהיה רוחבו** רק **רוחב חלקי בלבד** מהחמש מעלות המקסימליות, כלומר, **פחות מתכלית רוחבו,** היינו, גם ברוחב קטן יותר מחמש מעלות, כמו שראינו בתמונות 2ז' בפרק ט"ז. **והוא הדין** גם **בכל מזל ומזל, בין סרטן, בין גדי, בין זולתם, וכן הדין בכל נליזה ונליזה חלקית, ובכל מעלה ומעלה מן המזלות.** כאן המפרש מפרט בבירור את עיקר התוצאות שקבלנו בתיאור בתמונות 98

– 95. יתר על כן, הוא מציין במפורש גם את שלושת הסיבות לנליזה של הקטע ל"פ, כפי שציינו לעיל:

א. נליזת נקודת מראה הירח מ' על פני עגולת הגובה (תמונה 66ד').
ב. נליזת הרוחב של הירח במשך החודש (תמונה 66א').
ג. הנליזה בגלל הסיבוב של קוטב המזלות סביב הצפון (תמונות 98 – 95).

מדברי המפרש, נראה לנו, שלא רק שהתצפיות לא הראו בתחילה את חוקיות הנליזה, אלא, שהקדמונים לא הכירו אותה אפילו באופן התיאורטי שהראנו לעיל בתמונות 98 – 95. זוהי התפתחות היסטורית מענינת, ויש מקום לברר אותה גם במקורות אחרים.

עתה, המפרש מדגים את <u>חשבון</u> הנליזה בשני מקרים:

שהרי אם יהיה רוחב הירח השני, למשל, **ה' מעלות,** כלומר, מדובר במקרה של רוחב מקסימלי, כמו זה של הנקודה ה' בתמונה 2א' בפרק ט"ז, **והוא,** הירח, מקומו נמצא גם **במזל טלה או מאזנים,** אז **תקח מן הרוחב השני,** כלומר, תכפול אותו בשני חומשים, דהיינו, ב 0.4, על פי הטבלה של הרמב"ם לעיל בהלכה י', והתוצאה היא **ב' מעלות, שהן שני חומשיו** של חמש מעלות, והיא הנליזה.

אבל, לא תמיד רוחבו הוא במקסימום של ה 5 מעלות, במזל טלה, כמו למשל, כשהוא נמצא בנקודה ב' בתמונה 2ז' בפרק ט"ז, לכן, יתכן שרוחבו הוא, למשל, רק 3 מעלות, ואפילו שהוא במזל טלה, כדברי המפרש בדוגמה השניה שלו:

ואם, בדוגמה הנוספת, **יהיה הרוחב השני** פחות מהמקסימום של 5 מעלות, למשל, רק **ג' מעלות,** ושוב מקום הירח גם במזל טלה, אז **תקח מן הרוחב** הזה, שהוא 3 מעלות, ותכפול אותו ב 0.4, שהוא שתי חמישיות, על פי הטבלה בהלכה י', ותקבל שהנליזה היא **מעלת אחת וי"ב חלקים, שהן שני חומשי הג' מעלות**.

ועל דרך זו, בכל מזל ומזל, ובכל רוחב ורוחב, חוץ ממזל סרטן וגדי, או קרוב מהן, לפי שאין נליזת מעגל הירח במזלות אלה, כיון שהיא אפס, כדלעיל.

וזו היא צורתו {**ציור ט"ז**}(בתמונה 102), המראה את קו **משוה היום, וחגורת המזלות, וחגורת הנוטה**. בציור זה רואים כיצד משתנה רוחב הירח במזלות השונים, כפי שתיארנו בפרוטרוט בהקדמתנו בתחילת פרק ט"ז: ובפרט מתכוון המפרש שמעגל **הירח** נמצא אז **בסוף נטייתו במזל טלה, או מאזנים; והוא הדין אם תהיה הנטיה חלקית, במזל טלה ומאזנים, או בזולתם.** נראה לנו, כי המפרש לא היה יכול לתמצת את הדברים לעיל, אם לא היה מכיר היטב, גם את הצד התיאורטי שהצגנו לעיל בתמונות 98 – 95.

הלכה י"א

בהלכה זו, מתאר הרמב"ם כיצד מחשבים את האורך השלישי, בארבעת מקרים שונים, שסיכמנו לעיל באופן הנדסי תיאורטי בתמונות 98 – 95, והסיכום שהבאנו בסופם.

ואחר כך, תחזור ותתבונן ברוחב הירח, ותראה אם הוא צפוני או דרומי.

אם היה צפוני, תגרע מעגל הירח הזה (הנליזה) **מן האורך השני; ואם היה רוחב הירח דרומי, תוסיף המעגל הזה, על האורך השני. במה דברים אמורים, בשהיה מקום הירח מתחילת מזל גדי, עד סוף מזל תאומים**, היינו, במזלות ארוכי השקיעה.

אבל, אם היה הירח מתחילת מזל סרטן, עד סוף מזל קשת, היינו, במזלות קצרי השקיעה, **יהיה הדבר היפך: שאם יהיה רוחב הירח צפוני, תוסיף המעגל על האורך השני; ואם היה רוחב הירח דרומי, תגרע המעגל מן האורך השני.**

ומה שיהיה האורך השני אחר שתוסיף עליו או תגרע ממנו, הוא הנקרא "אורך שלישי".

ודע, שאם לא יהיה שם נליזת מעגל, והוא במזלות גדי או סרטן, שאז הנליזה היא אפס, כאמור לעיל, ולכן, **לא נתן החשבון לקחת** (לחסר) **מן הרוחב השני כלום,** אז **יהיה האורך השני עצמו, הוא "האורך השלישי", בלא פחות ולא יתר,** דהיינו, האורך השלישי יהיה שווה בדיוק לאורך השני.

כבר הסברנו לעיל בתמונה 94, מדוע היה בכלל צורך להגדיר את "האורך השלישי": מתברר כי הנקודה מ' אינה שוקעת יחד עם הנקודה ל', אלא, רק באופק השווה, כזכור בהקדמה ג' לפרק זה. לכן, נצטרך לעשות תיקון בהמשך, המתאים לאופק הנוטה, בכדי לקבל את קשת שקיעת הירח, עבור צופה הנמצא באופק הנוטה שלו, כמו בירושלים, כפי שנראה בהלכה י"ב לקמן.

המפרש להלכה י"א

<u>ואחר כך, תחזור ותתבונן וכו'.</u>

המפרש מביא כאן הסבר אינטואיטיבי, מדוע מוסיפים או מחסרים את הנליזה ל"פ לאורך השני, בכדי לקבל את האורך השלישי ל"ע.

עילת זה הדין היא, כפי שהסברנו באריכות בהקדמה לפרק זה, **לפי שמתחילת מזל גדי עד סוף מזל תאומים, הקשת השוקעת עמהם ממשוה היום** היא **ארוכה** (ראה גם תמונה 44), והמפרש מוסיף, כי קשת המשווה הזו **נקראת** (בלשון ערבי) **מגריב אלברו"ג,** אשר תרגומו המילולי הוא "הַעֲרַבַת המזלות" (מלשון להעריב, וכוונתו היא ל"שקיעת המזלות במערב"). **ולעומת** המזלות האלה שבין גדי לתאומים, **שאר המזלות, שמתחלת מזל סרטן עד סוף מזל קַשַת,** הרי **הקֶשֶת** של המשווה **ששוקעת עמהן,** היא **קצרה, כמו שביארנו בתחילת זה הפרק** בדבריו להלכות א' – ד' (ראה גם תמונה 45). וכזכור, **"קשת השקיעה"** של כל מזל ומזל **הוא חלק מקשת היום, וסיבוב זה נקרא מסיבת היום,** היינו, הסיבוב היומי של מזל זה, ראה הקדמה י"ב שלנו לפרק זה.

לפיכך, כשתהיה קשת השקיעה (של המזל בו שוקע הירח) **ארוכה,** אז **יראה הירח גלוי למעלה** מעל האופק, וכך **יתאחר זמן שקיעתו. וכשתהיה קצרה, יראה הירח למטה,** כלומר, נמוך וקרוב לאופק, ולכן, **יהיה העת שבין שקיעת השמש, ושקיעת הירח קצר,** וגם עובי הסהר הוא קטן יותר. למשל, **המזלות שתחילתן מזל גדי, וסופן מזל תאומים,** כיון שהם ארוכי שקיעה, **אם יהיה הירח בהם** (על רקע מזלות אלו), **הוא שוהה לשקוע.**

לפיכך, היינו, על סמך מה שאמר המפרש לעיל, שהמזלות בין גדי לבין תאומים הם ארוכי שקיעה, לכן, כאשר הירח יהיה במזלות אלה, אז ישנן שתי אפשרויות:

כשתהיה רוחב הירח מ"פ **צפוני,** כמו בתמונות 95, אז, בכדי לקבל את מקום הנקודה ל' על גלגל המזלות, **גורעין מעגל הירח** ל"פ **מן האורך השני** פ"ע; **ואם יהיה הרוחב** מ"פ **דרומי,** כמו בתמונה 96, אז, בכדי לקבל את מקום הנקודה ל' על גלגל המזלות, **מוסיפין אותו,** את הנליזה ל"פ, **על אורך השני** פ"ע. כאן לא השלים המפרש את הדיון עבור המזלות הדרומיים. לכן, אנו משלימים את דבריו, שכאשר הירח נמצא במזלות קצרי השקיעה, היינו, בין סרטן לבין קַשָׁת, ישנן גם כן שתי אפשרויות, אבל, תוצאותיהן הפוכות מאלה של המזלות ארוכי השקיעה, היינו, בכדי לקבל את מקום הנקודה ל' על גלגל המזלות, ישנן שתי אפשרויות: כאשר רוחב הירח מ"פ הוא צפוני, כמו בתמונות 97, אז מוסיפין את מעגל הירח ל"פ על האורך השני פ"ע. ואם יהיה הרוחב מ"פ דרומי, כמו בתמונה 98, גורעין את הנליזה ל"פ, מהאורך השני פ"ע. כלשון הרמב"ם, שבמזלות קצרי השקיעה יהיה "להיפך", כדבריו, מהמזלות ארוכי השקיעה, היינו, שהיכן שגורעים את הנליזה ל"פ במזלות הארוכים, אז מוסיפים אותה במזלות הקצרים; והיכן שמוסיפים במזלות הארוכים, אז גורעין אותה במזלות הקצרים. כזכור, הסיבה לכך שאנו מחשבים דווקא את המקום של הנקודה ל' על גלגל המזלות, היא (ראה תמונה 94), שזמן שקיעתה זהה לזמן שקיעתה של נקודת מראה הירח מ' (כאשר שתיהן על קו אורך של האופק השווה), בה נמצא מראה הירח, שאורך זמן שקיעתו, הוא הוא הדרוש לנו.

לכן, כיון שמצד אחד, אנו יודעים מהו האורך השני פ"ע (תמונה 95), וכן שהנליזה ל"פ ,נמצאת תמיד גבוה מעל הנקודה ל', במזלות ארוכי השקיעה, לכן, בכדי לקבל את מקומה של הנקודה ל' על גלגל המזלות, אנו צריכים לחסר את הנליזה ל"פ מהאורך השני ע"פ, כיון שאורך זה הוא גדול מהקטע ע"ל על גלגל המזלות, במזלות ארוכי השקיעה. כך נוכל לחשב את זמן שקיעתה של ל', וממנו לחשב את זמן שקיעתה של נקודת מראה הירח מ'.

לעומת זה, אם נקודת מראה הירח היא דרומית, כמו בתמונה 96, והמזלות גם ארוכי שקיעה, אז המקום האמיתי פ' של הנקודה מ', על גלגל המזלות, נמצא תמיד מתחת לנקודה ל'. לכן ,בכדי לחשב את מקומה של הנקודה ל' על גלגל המזלות, עלינו להוסיף את קטע הנליזה ל"פ, לאורך השני פ"ע.

על פי אותם השיקולים לעיל, מתברר, שבמקרה של המזלות קצרי השקיעה (תמונות 97, 98) פעולות החיסור או החיבור של הנליזה ל"פ, לאורך השני פ"ע, הן הפוכות מאשר במזלות ארוכי השקיעה, כפי שהסברנו לעיל.

האמת היא ,שעל פי מה שהראנו בתמונות 95 – 98, הסיבה להוספה או לגריעה של הנליזה מהאורך השני, נובעת מההוכחה ההנדסית עצמה, שהביאה לתוצאה זו. אבל, כיון שהמפרש לא הביא כלל את הצד ההנדסי הזה, לכן, הוא נזקק להסבר אינטואיטיבי, שיסבר את האוזן, כדבריו: **לפי ש**אז, כלומר, כאשר הירח נמצא במזלות הדרומיים , **הוא נראה,** היינו, הירח נראה לצופה הנמצא בירושלים, **קרוב מן האופק** הדרומי שלו, כי עבור צופה הנמצא בצד הצפוני של כדור הארץ ,כמו בירושלים, הנסיון הפשוט מראה, שכוכב דרומי נראה לו, כביכול, דרומה יותר, היינו, קרוב יותר לאופק הדרומי שלו. **ובשאר המזלות, בהיפך,** היינו, כאשר הירח שוקע במזלות הצפוניים, הירח ייראה לצופה, כביכול, גבוה יותר מעל האופק.

המפרש מסביר יותר את דבריו האינטואיטיביים שהביא לעיל ,בענין ההוספה או ההחסרה של הנליזה:

את דבריו אנו מציירים בתמונה 104, בה מרכז מעגל הירח מ2 נמצא מצפון לגלגל המזלות, ומקומו האמיתי פ' הוא על גלגל המזלות, כלשונו, **והמשל, נניח** לדוגמה, **במדינה שרוחבה** הגיאוגרפי ה**וא שלשים** מעלות צפונה, היינו, בחצי הכדור הצפוני דווקא (קו רוחב זה הוא של צופה הנמצא באלכסנדריה שבמצרים, מקום מושבו של האסטרונום בטלמיאוס. אבל, קו הרוחב של ירושלים הוא שתי מעלות צפונה יותר, ברוחב גיאוגרפי של 32 מעלות), **ונניח** גם ש**היה** מקום **הירח** האמיתי פ' על גלגל המזלות, **בעשרים מעלות** (כך צ"ל, ולא בעשר מעלות, כפי שהביאו במהדורות הדפוס) **מ**תחילת **מזל דגים**(תמונה 104), בנקודה פ', **ורחבו** בקטע פ"מ2 הוא **צפוני.** **ונניח שהיתה המעלה השוקעת** של השמש בנקודה ה', בתחילת ה**מעלות ממזל דגים**, כלומר, המרחק פ"ה הוא 20 מעלות, **וכן** מקרה שני, **אם היה** המקום האמיתי של **הירח** פ' שעל גלגל המזלות, גם כן **בעשרים מעלות ממזל דגים** (כמו זה של הנקודה מ2), **והיה השוקע,** (השקיעה של השמש) **בתחילת** ה**מעלות ממזל דגים. ובו** הירח נמצא דווקא דרומה מגלגל המזלות, כלומר, בנקודה מ1. **היה רוחב הירח** האחר פ"מ1 הוא **דרומי,** כמו בתמונה 104.

בתמונה זו גם רואים כי **בעת שרוחבו** של הירח הוא **צפוני** מגלגל המזלות, היינו, בנקודה מ2, הוא **נראה** לצופה בירושלים, העומד בנקודה ח' **גבוה** יותר **בראיית עיניים. ו**לעומת זה, **בעת שרוחבו** הוא **דרומי** בנקודה מ1, **הירח נראה** לו **שפל** יותר **ממה שהוא צפוני** בנקודה מ2, כפי שהסברנו לעיל. **לפי שכשיהיה** הירח **בצפון** בנקודה מ2, **יהיה** (כלומר, הוא ייראה לצופה **קרוב** (צ"ל גבוה) **מן האופק** צה"ת **בזו המדינה** הנמצאת בחצי הכדור הצפוני, **יתר ממה שהוא בדרום,** כמו בנקודה הדרומית מ1, ששם הירח ייראה קרוב יותר לאופק צה"ת.

בכדי להבין את ההסבר של המפרש בהמשך ,ראינו לנכון לשנות מעט את תמונה 104 לתמונה 104א' בה סימנו את מקום הירח על גלגל המזלות באות ל', כמקום בסיסי, כי היא נמצאת על הקשת הקבועה של קו אורך שמימי, כמו בתמונות 98 – 95, והנקודה פ' משנה את מקומה בהדרגה מעל לנקודה ל', או מתחתיה, עד למצבים הקיצוניים, בשתי הנקודות פ1 או פ2. למשל, בתמונה 95 לעיל ,יש לחסר את הנליזה ל"פ מהאורך השני ע"פ, בכדי לקבל את האורך השלישי ע"ל. ובתמונה 97 יש להוסיף את הנליזה ל"פ לאורך השני ע"פ, בכדי לקבל את האורך השלישי ע"ל. כלומר, האורך השלישי ע"ל, מתקבל על ידי הוספה, או החסרה, מהאורך השני ע"פ. תמונה 104ב' מראה באופן ישיר את גלגל המזלות ועליו מצבי שתי הנקודות פ1, פ2 ביחס למקומה של הנקודה ל', כפי שרואה אותן צופה נמצא בנקודה ח', היינו, האחת מעל הנקודה ל', והשניה מתחתיה.

המפרש מבאר עתה, כלשונו, את ה"המופת" (היינו, ההוכחה) מדוע מוסיפים או מחסרים את הנליזה, מהאורך השני, בכדי לקבל את האורך השלישי, על פי מקרה דומה הנמצא בספרו של אקלידי"ס Euclides (מחבר יווני שכתב ספר חשוב בהנדסה (גיאומטריה)).

והמופת על זה כבר זכרו (הזכירו) **אקלידי"ס בחבורו** בענין **"שינוי המראה"**,כדלקמן:

בתחילה, נבהיר כי המפרש מכנה בשם "הַרוֹאוּת" את הראייה של הצופה, ובשם ,הַמַרְאִים", או **הנראים**, היינו, את העצמים הנראים לצופה.

כאשר **הניראים, כשיהיו על קו אחד ישר,** כמו שלושה עמודים א"ב, ג"ד, ה"ו, אשר הנקודות התחתונות שלהם בד"ו, נמצאות על קו ישר אחד, כמו בתמונה 105א',

והצופה בנקודה ח' מסתכל לעבר הנקודה התחתונה של כל עמוד, **והיו הרואות למטה מן הניראים,** כלומר, קו הראיה של הצופה הרואה אותם נמצא מתחת לשלושת העצמים שהוא רואה, כי הוא נמצא בנקודה ח', מתחת לשלושת הנקודות התחתונות בד"ו. לכן, הוא יראה כי הנקודה התחתונה ב' של העצם א"ב, הרחוק ממנו, נמוכה יותר, היינו, קרובה יותר לאופק הנמצא בנקודה ת', והנקודה התחתונה ו' של העצם ה"ו, הקרוב אליו יותר, היא גבוהה יותר מהנקודה ב', אף על פי ששתי הנקודות התחתונות ב"ו נמצאות על קו ישר אחד בד"ו. כלשונו, **נראית** הנקודה ב' **הרחוק**ה מהצופה ח' **למטה** יותר, היינו, קרובה יותר לאופק בנקודה ת', **ו**הנקודה ו' של העצם ה"ו **הקרוב** אליו יותר, היא תיראה לו **למעלה** יותר מנקודת האופק ת', כלשון המפרש בציור נ"א (תמונה 105א'): **ונניח שלושה דברים** ניצבים **נראים והם אב"ג דה"ו,** {**ציור נ"א**}(תמונה 105א'), ואורכיהם הם א"ב, ג"ד, ה"ו, ושלושת הנקודות התחתונות שלהם הן בד"ו. **ונניח נקודת ח' מקום הרואות,** דהיינו, מקום הראייה של הצופה ח', והוא נמוך יותר משלושת הנקודות התחתונות בד"ו, כך **ש**שלושת הקצוות **הנראים** בד"ו, **נראין בקוים** ישרים **היוצאין** מן הנקודה ח' שם נמצא הצופה, ומשם הוא מסתכל לעבר כל אחת מהנקודות בד"ו, היינו, **מן** נקודת **הרואות** הזו ח' של הצופה, לעבר הנקודות בד"ו האלו. **לפיכך,** אם **נוציא** מהנקודה ח' שלושה **קוי** ראייה **ח"ב ח"ד ח"ו,** וכן **לפי שהרואות,** כגון נקודת הראייה ח', **אינם זזות, והקוים היוצאין מן העין שהרואות,** היינו, הנקודות שמהן רואים את העצמים, כגון הנקודה ח', גם הם **אינם זזות, והקוים היוצאין מן העין,** מהנקודה ח' אל עבר שלושת הנקודות התחתיות בד"ו הם **משתנים,** היינו, לכל אחד יש קירבה אחרת אל הנקודה ת' שעל האופק, לכן, **יהיו קו ח"ב שפל,** היינו נמוך יותר **מקו ח"ד** ביחס לקו ח"ת, **וקו ח"ד שפל מח"ו,** ולכן, הם נקראים על ידי המפרש בשם "משתנים", **ובהכרח, נקודת ב' נראית למטה מנקודת ד', ונקודת ד' נראית למטה מנקודת ו',** כלומר, הנקודה ב' היא קרובה יותר לנקודה ת' שעל האופק, כי זווית הראייה וח"ת, אשר בה רואה הצופה ח' את התחתית ו' ביחס לאופק ח"ת, היא גבוהה יותר ביחס לאופק ח"ת, מאשר הזוית דח"ת, שבה הוא רואה את התחתית ב'.

כלומר, המפרש מסביר כי הנקודה ו' נראית, כביכול, "גבוהה" יותר מהנקודה ב', היא רק אשליה אופטית, שהרי שתי הנקודות ו"ב, הנמצאות משני צדדיה של הנקודה ד', ושלושתן נמצאות בגובה אחד מעל פני האדמה. אלא, שהעובדה שנקודת הראייה ח' נמצאת בצד ימין של שלושת העצמים, היא היא הגורמת לאשליה זו. לכן, בהנחה שהנקודה האמצעית ד' היא במצב הממוצע מבין השלוש, לכן, יש <u>לגרוע</u>, מצד אחד, מהנקודה ו' זוית קטנה, ומאידך, <u>להוסיף</u> לנקודה ב' זוית קטנה, בכדי להביא את שתיהן לאותו גובה של הנקודה ד'.

שוב, אנו משנים את האותיות בתמונה 105א' לעיל, לתמונה 105ב', בה נמצאות האותיות ל"פ, בהתאם לשרטוטים שלנו לעיל. קל לראות, כי אם נעמיד את תמונה 105ב', כך ששלושת הנקודות פ1, ל, פ2, יעמדו בציור במאונך, נראה מיד כי זוהי תמונה 104ב לעיל, בה שלושת הנקודות האלו נמצאות על גלגל המזלות. רואים גם, כי כיון שהצופה, הנמצא בנקודה ח', נמצא בצד אחד, היינו, קרוב יותר לנקודה פ2, מאשר לנקודה פ1 הרחוקה יותר, לכן, אם הוא מתבונן בנקודה פ2, הוא צריך להוסיף עליה את הקטע ל"פ2 בכדי לראות את הנקודה ל'. מאידך, אם הוא מסתכל בנקודה פ1, הוא צריך לחסר את הקטע ל"פ1 בכדי לראות את הנקודה ל'. כלשון המפרש:

ולפי שאנחנו נמצאים **ביישוב,** היינו, באיזור הצפוני לקו המשווה, כמו בתמונה 104ב, כפי שהסביר זאת קודם, המיושב בבני אדם על כדור הארץ, כלשונו, **בצפון למשוה היום, יאות שתראה** המקום האמיתי פ' על גלגל המזלות, של **הכוכבים**

הצפונים, גבוהים מן האופק, גבוהים יותר מהנקודה ל', ביחס לאופק המערבי של הצופה, כמו בתמונה 104ב' (ראה גם תמונה 95) לעיל, **יתר מן הדרומיים,** אשר בהם הנקודה ל' היא דווקא גבוהה מהנקודה פ', (ראה גם תמונה 96) לעיל. **ולפי שפאת דרום (צפון) קרובה אלינו מפאת צפון (דרום),** היינו, כמו בתמונה 104ב, הצופה ח' רואה את הנקודה הצפונית פ1 גבוהה יותר מאשר הנקודה ל' שעל גלגל המזלות. **לפיכך,** בכדי לקבל את מקום הנקודה ל', **הוצרך** הרמב"ם **ז"ל לגרוע** את הנליזה ל"פ1 **ממקום** פ1 **(הכוכב) הצפוני** אשר מקומו על גלגל המזלות נמצא בנקודה פ'1 **הנראה גבוה** (תמונה 95)**, ולהוסיף על הדרומי** פ2**, הנראה שפל.**

דרך אחרת להבין זאת היא, שהנקודה מ' שראינו בתמונות 95 – 98 לעיל, באה במקום הנקודה ח' לעיל, והיא משמשת כצומת של קווי האורך שבתמונות 95 - 98, והיא משמשת כמו נקודת הראות ח', בה נמצא הצופה בתמונה 105ב. בכדי להבין ענין זה, נביא ארבע דוגמאות מפורטות, כדלקמן:

למשל, נתבונן בתמונה 95 לעיל. נניח שיש צופה העומד בנקודה מ'. כיון שנקודה זו נמצאת על כיפת השמים, לכן, קו הראייה הישר של הצופה יכול להיראות כקו אורך על פני כדור השמים, היינו, אם הצופה היה מהלך בקו ישר על פני הכדור, הרי מנקודת מבט חיצונית, אנו נראה כי קו ההליכה שלו, או קו הראייה שלו, מתעגל על פני הכדור, אף על פי שעבורו, זה נראה לו כקו ישר. לכן, נוכל לדמיין שהצופה העומד בנקודה מ', מסתכל בקו הראייה "הישר" שלו, כביכול, וקו ראייה זה מתחיל ממקום הצופה מ', ונמשך הלאה דרומה לאורך הקשת מל"ד, שהיא חלק מקו האורך העולמי כולו צמל"ד בתמונה 95. אשר עבורו, קו האורך העולמי הזה הוא הקו הישר, וכל שאר קוי האורך של גלגל המזלות, הם סוטים מקו הראייה הזה שלו. בתמונה 95, רואים כי קו האורך (ק1')(מ')(פ')(ק2) של גלגל המזלות <u>ארוכי השקיעה</u>, "סוטה" בקטע, ל"פ כלפי <u>מעלה</u>, מקו האורך העולמי צמל"ד, שהוא הכוון של קו הראייה של הצופה. לכן, בכדי "ליישר" את הנקודה פ', ולהביאה לקו הראייה מל"ד של הצופה בנקודה מ', לאורך גלגל המזלות לנקודה ל', יש <u>לחסר</u> ממנה את הגודל ל"פ.

אבל, אם הצופה נמצא בנקודה מ', דרומית לגלגל המזלות, כמו בתמונה 96, אז קו הראייה שלו מהנקודה מ' והלאה לכוון צפון מל"צ, והוא חלק מקו האורך העולמי דמל"צ הוא רואה שקו האורך של המזלות (מ')(פ')(ק'1) ארוכי השקיעה, נמצא מתחת לקו הראייה שלו. כלומר, הנקודה פ' היא נמוכה יותר מהנקודה ל', הנמצאת על קו הראייה שלו. לכן, בכדי "ליישר" את הנקודה פ', ולהביאה לקו הראייה שלו מל"צ, לאורך גלגל המזלות לנקודה ל', יש <u>להוסיף</u> לה את הקטע ל"פ.

שתי הדוגמאות הנ"ל הן נכונות רק אם הצופה מ' הוא צפוני לגלגל המזלות ארוכי השקיעה דווקא, כי כל קוי האורך של גלגל המזלות שדנו בהם, נראים לצופה למעלה, או למטה, מקו הרואות שלו (מ')(פ')(ק'2) (בתמונה 95), או (מ')(מ')(פ')(ק'1) (בתמונה 96), רק בגלל שנקודת המראה מ' היא צפונית לגלגל המזלות, וגם מדובר במזלות ארוכי שקיעה.

לעומת זאת, אם נקודת הרואות מ' היא צפונית לגלגל המזלות <u>קצרי השקיעה</u>, אז התמונה מתהפכת, היינו, בכדי "ליישר" את הנקודה פ', ולהביאה לקו הראייה של הצופה מפ"ת, לאורך גלגל המזלות לנקודה ל', כמו בתמונה 97, אז יש <u>להוסיף</u> לה את קטע הנליזה ל"פ. ואם נקודת הרואות מ' נמצאת מדרום לגלגל המזלות קצרי השקיעה, כמו בתמונה 98, אז בכדי ליישר את הנקודה פ', ולהביאה לקו הרואות מל"צ של הצופה בנקודה מ', לאורך גלגל המזלות לנקודה ל', יש <u>לחסר</u> ממנה את הנליזה ל"פ.

בעצם, רואים כי המפרש מתאר בדיוק מה שהסברנו לעיל בתמונות 98 – 95, אלא, שהוא משתמש במשל ציורי יותר של "קו ראייה", ו"הבאת" הנקודה פ' לקו הראייה שלו הנמצא על אורך קו האורך העולמי העובר דרך הנקודה מ'.

עתה, מסביר המפרש, מדוע בכלל יש צורך לחשב את מה שהרמב"ם מכנה בשם "האורך השלישי", היינו, להוסיף או לגרוע את הנליזה ל"פ מהמקום האמיתי של מעגל הירח פ', (הסברנו זאת לעיל בתמונה 94), כלשונו:

לפי שתנועת הכוכבים בתנועה היומית מן המזרח למערב (תמונה 94 לעיל), בסיבוב היומי, שקיעת שתי הנקודות ל"פ באופק המערבי, אינה חלה באותו זמן, **וכשיוסיף או יגרע** את נליזת הירח ל"פ **על מקום הירח** פ', הנמצאת על גלגל המזלות, וכך **יהיה הקו היוצא,** היינו, הקו (מ')(פ')(ק'2) "הסוטה" בתמונה 95, **מן הרואות,** היינו, מקו הראייה (מ')(ל')(ק'2), **אל** מקום מעגל **הירח** פ' על גלגל המזלות, **נראה על דרך מיושר על קו אחד,** ש**מרחקו מן הרואות מרחק אחד**, היינו, המרחק של הנקודה מ' עם תוספת הנליזה, היינו האורך השלישי, יהיה זהה לזה של הנקודה ל' על גלגל המזלות.

עתה, המפרש מביא מספר שרטוטים להדגמה. הראשון שבהם הוא ציור נ"ב (תמונה 103), אשר לשם נוחיות ההסבר, חילקנו אותו לעיל לשתי תמונות 100, 99. שלושת הציורים נ"ב, נ"ד, נ"ה מדגימים, למעשה, את אותם הדברים, באופן חלקי, המופיעים בתמונות 98 - 95, שהבאנו לעיל.

וננית {**ציור נ"ב**} (תמונה 103, שחילקנו לעיל לשתי התמונות 100, 99) כי **עגולת חצי היום** היא **אגה"ז** (תמונה 99), **ועגולת האופק אח"ה** (ראה הסבר מפורט לעיל), **ועגולת המזלות דח"ז** ארוכי השקיעה, **וציר המזלות הצפוני** הוא **ב', והדרומי ו', ונכח הראש ג', והשמש על האופק המערבי, פונה לשקוע בנקודת ח', ושתי נקודות ג"ט** הן שני הקצוות של **עגולת גובה** מעגל **הירח הצפוני** לגלגל המזלות, בנקודה ת', ועגולת הגובה השניה (תמונה 100) היא **ג"ע,** ה**עוברת מן הצפון, ומגעת עד** מעגל **הירח** בנקודה ס' הנמצאת **בדרום** לגלגל המזלות**. ומקום הירח האמיתי** על גלגל המזלות **בצפון, על עגולת הגובה בנקודת ת' ומעלתו מן המזלות נ',** דהיינו, המקום האמיתי של מעגל הירח ת' על גלגל המזלות הוא נ', **ורוחבו האמיתי הוא ת"נ, ומקומו הנראה בעגולת הגובה** היא **נקודת ר', ומעלתו הנראית** על גלגל המזלות היא **נקודת צ', ורוחבו** השני, **הנראה בצפון** הוא **רוחב ר"צ, ואורכו הראשון הוא ח"נ,** ואורכו ה**שני** הוא **ח"צ, לפי שגרעונו מן האורך הראשון, והוא ח"נ.** וכן **שינוי מראה האורך הוא נ"צ,** ואז **ישאר ח"צ,** שהוא האורך השני, כאמור.

עתה, המפרש מסמן, באופן טכני לחלוטין, בציור נ"ב (תמונה 103), את קצות קטע הנליזה באותיות ר"ש, לאורך הרוחב השני צ"ר, וגודלה המספרי של הנליזה ר"ש נקבע על פי הטבלה של הרמב"ם בהלכה י'. כי מבחינה חשבונית, קטע הנליזה ר"ש, שהניח המפרש באופן טכני, לאורך הרוחב השני צ"ר, הוא "מקצת" מהרוחב השני צ"ר, ולכן, הוא הניח אותו לאורך הרוחב השני, כי באופן פורמלי, החלק ר"ש הוא חלק מהרוחב השני צ"ר. המפרש מכנה את ה"מקצת" הזה בשם **"קשת שינוי המעגל"** היא **ר"ש, לפי שהירח,** לא נמצא על גלגל המזלות, אלא, הוא נע על גלגלו ה**נוטה** בזווית בת כ 5 מעלות **כלפי** (ביחס ל) גלגל **המזלות. ולפי** שאם נניח, **ש**הירח **הוא במזל שור,** שהוא **מן המזלות שקשת שקיעתם** היא **ארוכה, לפיכך,** אם נעתיק עתה, את קטע הנליזה ר"ש, על האורך השני ח"צ, באופן טכני, כך שנקבל את האורך צ"מ, השווה באורכו, לקטע ר"ש על גלגל המזלות, לכן, כיון ששני הקטעים צ"ח וצ"מ נמצאים עתה שניהם על גלגל המזלות, וכן שאנו עוסקים במקרה של המזלות

הארוכים, כפי שהניח המפרש, לכן, אנו צריכים לחסר מהאורך השני ח"צ, את קטע הנליזה צ"מ שעליו, כלשונו, **נגרע נליזת המעגל** ר"ש **מן האורך השני, והוא ח"צ,** ואז **ישאר** הקטע **ח"מ, והוא האורך השלישי.** שים לב כיצד המפרש מתאר כאן, באופן טכני לחלוטין, את התוצאות הסופיות של הדיון התיאורטי שהבאנו בתמונות 98 – 95 לעיל.

מאידך, **אילו היה** מעגל הירח, לא במזלות ארוכי השקיעה כנ"ל, אלא, **במזלות שמתחילת סרטן עד סוף קשת,** דהיינו, **שקשת שקיעתם קצרה, ושרוחב הירח** היה **צפוני,** אז **כמו שהוא הוספנו** שם את **נליזת המעגל הזה על האורך השני,** גם כאן, האורך השלישי **הוא** גם כן **קשת ח"ל (**השווה תמונה 97 לעיל**).**

המפרש ממשיך לפרט את המקרה בו מרכז מעגל הירח נמצא מדרום למזלות, ובמזלות ארוכי השקיעה:

אבל, במקרה שמעגל הירח נמצא מדרום לגלגל המזלות ארוכי השקיעה, בנקודה ס' (תמונה 103, וליתר בהירות, כדאי לחזור לתמונה 100, או להגדלה שלה בתמונה 101), **עגולת הגובה** ג"ע **המגעת אל** צד **הדרום** של גלגל המזלות, **היא פוגעת בירח האמיתי** (היינו, במבט ממרכז כדור הארץ י') **על נקודת ס' בדרום, ועל מקומו הנראה ק', ומעלתו האמיתית בעגולת המזלות** היא **מ', והנראית כ', ונליזת** מעגלו **בדרום, הוא ק"פ, והוא במזלות שמתחילת גדי עד סוף תאומים, שקשת שקיעתם ארוכה. לפיכך,** על פי הציור נ"ב (תמונה 101), **נוסיף זה** הקשת, המכונה בשם "**מעגל** הירח", היינו, הנליזה, **והוא קשת כ"ל, השוה לקשת ק"פ, על האורך השני בזו הצורה** (תמונה 101)**, והוא קשת ח"כ,** ואז **יצא האורך השלישי ח"ל.**

ואילו היה הירח במזלות הנשארות, שקשת שקיעתם קצרה, היינו גורעין זה המעגל מן האורך השני', ואז **יצא** ש**האורך השלישי** הוא **קשת פחות מקשת ח"כ.**

ולקמן, **הנה אנו מבארים אח"כ צורות אחרות בזה הענין.**

ודע שאם לא יהיה שם נליזת מעגל, ולא נתן החשבון לקחת וכו'.

והוא, כשיהיה מקום הירח קרוב מראש סרטן, או מראש גדי, כמו שאמר הרמב"ם **ז"ל, לפי שבאלו השני מקומות, יהיה שטח גלגל המעגל כשטח גלגל הנוטה, ואין לו נטייה לא לצפון ולא לדרום,** וכוונתו לומר, שגלגל המזלות נופל בדיוק על הגלגל העולמי שהקוטב הצפוני שלו הוא צ', כפי שהבאנו בהסברנו בהרחבה לעיל, ואז הגודל של מעגל הירח הוא אפס.

עתה, מסביר המפרש שלושה מבחני ראייה תיאורטיים, אשר בעזרתם אפשר לדעת מראש, אם הירח החדש ייראה או לא ייראה בפועל, על ידי העדים בליל השלושים לחודש:

ודע שראיית הירח תוודע משלש קשתות, דהיינו, ישנן שלוש קשתות שונות, אשר ניתן לחשבן מראש, ועל פי כל אחת מהן, ניתן לדעת, אם הירח החדש ייראה בפועל או לא. כיום אנו קוראים לכל אחת משלושת הקשתות האלו בשם הכללי "מבחן ראייה", או "קריטריון ראייה". שלושתן תלויות זו בזו, כלומר, אם נחשב קשת אחת מהן, נוכל לחשב בעזרתה את שתי האחרות. נוסחאות המעבר מאחת לשניה ידועות מחכמת ההנדסה על פני כדור. בהמשך נראה, כי ההגדרה של כל אחת מהקשתות האלו נובעת מצורך שונה. למשל, ההגדרה השלישית של קשת הראייה (ראה לקמן), המכונה על יד המפרש בשם המיוחד "קשת הראייה", היא הקשת המעשית הישירה

ביותר מהשלוש, והיא מתאימה ישירות לחקירת עדי הראייה על ידי בית הדין (ר"ה כ"ג:). כי כזכור, אחת מהשאלות שנשאלו היתה, באיזה גובה נראתה להם הלבנה החדשה מעל האופק, אחרי שקיעת השמש. בהמשך יתברר לנו, כי זו אינה קשת הראייה שמגדיר הרמב"ם.

עתה, מביא המפרש את שלושת ההגדרות של "מבחני הראייה" האלה, אשר, כלשונו, על פיהן "תוודע ראיית הירח".

א. הקשת הראשונה היא "**הקשת שבין שני המאורות במעלות השקיעה**". תמונה 106 מראה את השמש והירח קרוב לזמן השקיעה באופק המערבי: השמש עומדת בנקודה ש', קרוב לשקיעתה בנקודה ח'. קשת שקיעתה ש"ח היא בכוון מקביל לקשת המשווה השמימי מ"פ. הירח נמצא בנקודה ת', וגם הוא ישקע בנקודה ס' על האופק, בכוון הקשת של המשווה השמימי מ"צ. מתוך תמונה זו, רואים כי אחרי שהשמש תשקע בדיוק על האופק בנקודה ח', תשקע יחד איתה הנקודה פ' שעל המשווה השמימי בנקודה מ' שעל האופק, וכן הנקודה ה' תשקע בנקודה ס'. הירח ישקע לאורך הקשת ת"ס. כיון שכווני השקיעה ש"ח של השמש ות"ס של הירח הם מקבילים למשווה השמימי, לכן, ההפרש בין שתי הקשתות, היינו, הקשת ח"ש של השמש, לבין הקשת ס"ת של הירח, יתן את הקשת ה"ת, שהיא מספר המעלות שהירח צריך לעבור עד לשקיעתו הוא בנקודה ס'. הפרש זה במעלות ניתן גם לתרגם לזמן, כי הקשת ה"ת שווה לקשת פ"צ שעל המשווה השמימי, ושם ידוע לנו כי קשת בת 15 מעלות שוקעת בשעה אחת.

קשת זו ה"ת, היא היא הקשת הנקראת בשם "קשת הראייה" על ידי הרמב"ם, כפי שנראה בהמשך בהלכה י"ב.

למשל, אם השמש עומדת בנקודה ש', וקשת שקיעתה ח"ש היא 3 מעלות, וקשת השקיעה של הירח ס"ת היא 8 מעלות, לכן, ההפרש במעלות שבין שקיעת הירח לבין שקיעת השמש, דהיינו, קשת ה"ת, היא 5 מעלות. כיון שקשת זו היא שווה לקשת פ"צ על המשווה השמימי, לכן, כיון שבכל שעה שוקעות 15 מעלות, לכן, שקיעת כל הקשת בת ה 5 מעלות, תשקע אחרי שליש שעה, היינו, עשרים דקות. כלשון המפרש, **וממנה,** היינו, מההפרש שבין קשתות השקיעה של השמש והירח, **יִוָּדַע אורך זמן הִגָּלותו** (גָּלוּי ונראה) של הירח **מעל** האופק של **הארץ,** עד לשקיעתו, **וקוצרו** של זמן זה; כלומר, **והדרך בידיעת זו הקשת** היא **שנגרע החלק** של הקשת על המשווה השמימי מ"פ **השוקעת עם השמש, בעת שקיעתה,** ונגרע אותו **מן החלק** של המשווה השמימי מ"צ **השוקע עם הירח, ומה שביניהם,** היינו, ההפרש, **הוא** מספר **המעלות שבין הירח והשמש ממעלות השקיעה.** כיון שכל 15 מעלות של המשווה השמימי שוקעות בשעה אחת, נוכל לחשב גם את זמן שקיעת הירח אחרי השמש, על פי הפרש המעלות כנ"ל.

אבל, בדרך כלל, אין בידינו מעלות קשת השקיעה של הירח, או השמש, עד לשקיעתם במערב כנ"ל, אלא, אנו יודעים לחשב רק את מקומותיהם על גלגל המזלות, כפי שעשינו עד עתה. לכן, יהיה עלינו לתרגם, קודם כל, את מספר המעלות שעל גלגל המזלות, למעלות של המשווה השמימי, השוקעות יחד עם השמש והירח, ורק אחרי כן נחסר אותן זו מזו. המפרש מביא דוגמה כזאת, כדלקמן:

ל**משל, אם תהיה השמש בתחילת מזל שור** בנקודה ש', קרוב לשקיעתה במערב (תמונה 107), **נקח** את **החלק השוקע עמה משבילי** (מצעדי) **עליות המזלות** במזרח, דהיינו, נשתמש בטבלת הקשתות של המשווה השמימי הזורחות עם כל נקודה ונקודה במזלות (כמו זו בהקדמה י"ב בתחילת הפרק). כלומר, כיון שבידינו טבלת מצעד המזלות בזריחה (בזמן הקדמונים היתה טבלת מצעד המזלות בזמן זריחתם, שימושית יותר מאשר בזמן השקיעה), נוכל לחשב את מצעד השקיעה של מזל שור, על פי טבלת מצעד הזריחה של מזל עקרב (בטבלת הזריחה), שהוא המזל השביעי לפניו במזרח, כפי שהסברנו זאת בסעיף י"ג בהקדמה. כך **מצאנו שהמעלה השוקעת** [המשך המשפט, המופיע בדפוסים הקיימים, אינו מופיע בכתב יד פאריס, וגם אינו תואם את נתוני הדוגמא והוא: **עמה היא ר"ד מעלות ול"ט חלקים. ואם יהיה הרוחב, בעשר מעלות ממזל שור שוקע] עמו ממשוה היום,** היינו, עם תחילת שור שוקעת גם הנקודה המקבילה ממשווה היום הנמצאת בשזווית **רי"ד מעלות ול"ט חלקים** (ו' 39 214). **ואם** באותו הזמן שהשמש נמצאת בתחילת מזל שור, נניח גם ש**יהיה הירח בעשר מעלות ממזל שור** בנקודה נ', שאז על פי הטבלה של הזריחה כנ"ל, **שוקע עמו ממשוה היום** הנקודה צ' הנמצאת ב **רכ"ו מעלות וכ"ד חלקים** (ו' 24 226). **נגרע המעט מן הרב,** היינו, את המספר הקטן מהגדול, כלומר, את מקום השמש פ' על המשווה השמימי (ו' 39 214) ממקום הירח בנקודה צ' (ו' 24 226), **ישאר י"א מעלות ומ"ה חלקים** (ו' 45 11), **וזהו הקשת** פ"צ **שבין השמש והירח במעלות השקיעה. וזו היא** הדוגמא של **הקשת הראשונה** מהשלוש הקשתות.

ב. והקשת השניה היא "**הקשת** הישירה **שבין שני המאורות**", **לפי הרוחב, וממנה יוודע תוספת האור בירח וחסרונו** (תמונה 108), היינו, אם אור הלבנה הולך וגדל, או הולך ופוחת בחצי השני של החודש. כי בכל יום אחרי המולד, הולך ומתרחק הירח מהשמש בכוון מזרח, והוא נעשה גם עבה יותר ויותר, עד שבאמצע החודש הוא נעשה ירח מלא. האחוז המואר של פני הירח בכל אחד מהימים שאחרי המולד, תלוי בגודל הקשת הישיר שבין הירח לבין השמש, והוא הקשת ש"ת בתמונה 108. כלומר, מהקשת הזו נידע לחשב, למשל, את העובי הנראה של הירח בשעת הראייה. זוהי הקשת שהמפרש מכנה אותה בשם "הקשת שבין שני המאורות" .

ג. והקשת השלישית היא "**קשת הראייה**", **והיא קשת מעגולת הגובה.** לשם כך, נשרטט בתחילה את עגולת הגובה אש"ח של השמש, והיא עצמה נמצאת בנקודה ש' בתמונה 109, וכן גם את עגולת הגובה אתה"ס של הירח הנמצא בנקודה ת'. עתה, המפרש מגדיר את "קשת הראייה" כהפרש ה"ת **שבין עגולת האופק והשמש עליו,** היינו, גובה השמש ש"ח מעל האופק, **ובין כוכב שיש לו רוחב** (למשל, כוכב הירח), **ויהיה מקומו** גם הוא **למעלה מן האופק.** ולמשל, **אפשר שיהיה קשת הראייה** ה"ת, והיא ה**קשת** ש**בין** גובה **הירח** ס"ת כולו הנמצא מ**על האופק**, **ובין** גובה **השמש** ח"ש, כשהיא נמצאת כמעט מ**תחת האופק.**

שים לב, כי ההגדרה של "קשת הראייה" על פי המפרש, בסעיף ג' לעיל, שונה מהגדרתה על ידי הרמב"ם, כי זו של המפרש מְחַשֶּׁבֶת את הגובה של הירח מעל האופק מרגע שקיעת השמש, עד לרגע לשקיעת הירח עצמו. לעומתה, קשת הראייה של הרמב"ם היא קשת המשווה השמימי השוקעת יחד עם הירח (תמונה 106 לעיל), כפי שנראה בהלכה י"ב. בכל אופן, אנו עוד נראה בהלכה ט"ו בפרק י"ט, כי הרמב"ם, בכל זאת, מציין כי על סמך הגדרתו של קשת הראייה, ניתן להעריך בקירוב, את גובה הירח בזמן הראייה, כפי הנדרש מעדי הראייה (שם), אבל, הוא אינו מחשב את גובה הירח בפועל.

נראה לנו, כי המפרש היה מודע היטב להבדל שבין הגדרתו הוא (הגדרה ג' לעיל), לבין זו של הרמב"ם (הגדרה א' לעיל). בהלכה י"ב, המפרש מסביר בפירוט רב את קשת הראייה שלו, וגם את זו של הרמב"ם.

המפרש מתאר את שלושת הקשתות האלו בציור נ"ג (תמונה 110):

בתחילה הוא מתאר את קשת הראייה, על פי הגובה שבין שני המאורות (הגדרה ג' לעיל):

ונניח קשת האופק המערבי היא **קשת אח"ה** {**ציור נ"ג**} (תמונה 110), **וקשת המזלות דח"ז** (שים לב כי בציור זה של המפרש שתי הנקודות כ' ז' צריכות להיות נפרדות זו מזו), **ועגולת הגובה** היא גתר"ט, **והירח** נמצא בנקודה ת', והוא **בצד צפון** לגלגל המזלות, ועגולת הגובה היא הקשת **ג"ט, ותכלית רוחב**, היינו, הקצה של הרוחב הראשון, הוא **מקום הירח האמיתי נ'** על גלגל המזלות, **ומעלתו הנראית** על גלגל המזלות היא **צ', ומקום הירח** (לא **האמיתי**, אלא זהו מרכז מעגל הירח) הוא **ת', ומקומו הנראה** של הירח הוא **ר', ויהיה הרוחב האמיתי ת"נ** (הוא הרוחב הראשון), **והרוחב הנראה צ"ר** (הוא הרוחב השני), **והשמש** היא **על** האופק המערבי ב**נקודת ח'. לפיכך, תהיה קשת הראייה** חלק **מעגולת הגובה** (ג"ט), וחלק זה הוא **ר"ט**, כי השמש נמצאת ממש על האופק, והנקודה ש' שבתמונה 110, היא הנקודה ח' כאן שעל האופק.

אבל, כפי שהסברנו לעיל, גם הקשת המחברת את שני המאורות באופן ישיר, היינו הקשת ר"ח, גם היא ראויה להקרא בשם "קשת הראייה" (ראה הגדרה ב' לעיל), ולא רק הקשת ר"ט (הגדרה ג' לעיל), כלשון המפרש, **ובאמת שהיא**, קשת הראייה, היא בעצם ה**קשת ח"ר, והיא הקשת שבין השמש והירח** (הגדרה ב' לעיל), אבל, המפרש אינו מגדיר את הקשת הישירה ח"ר כ"קשת הראייה", אלא, כלשונו, זו היא "הקשת שבין השמש והירח", לעומתה, הקשת על עגולת הגובה ר"ט היא היא המכונה על ידו כ"קשת הראייה". מן הציור ברור גם ששתי הקשתות ר"ט ור"ח, אינן שוות זו לזו.

בפסקה הבאה, נאלצנו לשנות חלק מסימוני האותיות של המפרש, על מנת שדבריו יהיו סבירים יותר.

ואם נניח השמש ממשיכה בשקיעתה אל מ**תחת הארץ** לאורך קשת השקיעה ח"כ, **והיא** חותכת את המשך עגולת הגובה ב**נקודת כ'**, כמו בתמונה 110, **ו**באותו הזמן שהשמש שקעה לאורך קשת השקיעה ח"כ, **הירח** הלך ושקע מהנקודה ר', והגיע **על האופק המערבי בנקודת ס'**. לכן, **תהיה** ה**קשת ר"ס היא "קשת הראייה", והיא** גם **שוה לקשת ח"כ**, כיון שבאותו הזמן ששקע הירח מהנקודה ר' עד לנקודה ס', שזה אורך קשת השקיעה ר"ס, גם השמש הגיעה מהנקודה ח' עד לנקודה כ' לאורך קשת השקיעה שלה ח"כ, **ו**לעומתה, **קשת ח"ר היא הקשת שבין שני המאורות** (הגדרה ב' לעיל) **כפי האורך והרוחב בעגולת הגובה**, כאילו הקשת ח"ט היא "הרוחב", והקשת ח"ר היא "האורך", המרכיבים את המשולש הכדורי רט"ח, וקשת הראייה ר"ט היא האלכסון השקול של שתי התנועות "לאורך" הקשת ר"ט, ו"לרוחב" הקשת ח"ט.

עתה, מדגים המפרש בתמונה 110, את "קשת הראייה המחברת ישירות את שני המאורות" (שהיא הקשת בהגדרה ב' לעיל), וכן "הקשת שבין שני המאורות במעלות השקיעה" (שהיא הגדרת הקשת א' לעיל):

ואילו לא היה לירח רוחב ראשון ת"נ, אלא, **היה מקומו האמיתי** של הירח **הוא מקום מעלתו,** היינו, שמספר מעלותיו של מקום הירח עצמו על גלגל המזלות, הוא אז זהה למספר מעלותיה של הנקודה נ' על גלגל המזלות (וספירת המעלות היא תמיד מתחילת מזל טלה), **ואז** הירח **הוא בנקודת נ'** על גלגל המזלות עצמו, **והנראה** של הנקודה ר' שעל עגולת הגובה הוא **צ'** על גלגל המזלות, **ואז תהיה קשת הראייה כולה** ה**קשת ח"צ,** דהיינו, קשת זו היא בעצם "הקשת המחברת ישירות את שני המאורות" (תמונה 108), כי גם הירח נמצא במקרה זה ממש על גלגל המזלות.

עתה, מסביר המפרש, כיצד אפשר לחשב בציור זה את "קשת הראייה שבין שני המאורות כפי מעלות השקיעה", במקרה הנ"ל, בו הירח עצמו נמצא על גלגל המזלות:

לפיכך, במקרה שבו אין לירח רוחב ת"נ כנ"ל, **תהיה קשת ח"נ היא הקשת,** אשר בעזרתה נוכל לחשב את הקשת **שבין שני המאורות כפי מעלות השקיעה.** כיצד? **לפי שהשמש, כשהיא שוקעת, שוקע עמה חלק ממשוה היום; וכש**אחרי השמש, **תשקע** גם **נקודת נ', והיא מעלת הירח האמיתי** על גלגל המזלות, **שוקע עמה** גם **חלק אחר ממשוה היום, כמו שביארנו למעלה** (בתמונה 107)**; ומה שביניהן, הוא הקשת שבין שני המאורות במעלות השקיעה, והוא קשת ממשוה היום, או מן המסיבה היומית** ה**דומה לה.**

אחרי שביאר המפרש את הצורה של שלושת הקשתות, הוא חוזר לבאר את הנליזה, אשר הקדמנו לעיל בתמונות 98 – 95.

והנה אנו מבארין הצורות שאמרנו למעלה לבארם, בענין הנליזה.

נניח {**ציור נ"ד**}(תמונה 111), כי **עגולת חצי היום** עוברת דרך הנקודות **אב"ג דה"ז, וחצי האופק המערבי** הוא **אח"ה, והשמש** נמצאת על האופק ב**נקודת ח',** **ועגולת המזלות** היא **דכטח"ז, ועגולת הגובה** היא **גסנ"ל, ונקודת ל' מעגולת הגובה,** נמצאת גם **על האופק** המערבי **בצד צפון** לגלגל המזלות, **ועגולת רוחב ראשון בס"כ, ורוחב ראשון** הוא **ס"כ, ועגולת רוחב שני בנ"ט, ורוחב שני נ"ט, ונקודת נ', היא סוף הקו היוצא משטח** פני **הארץ מן הראות** (כמו בתמונה 63), כלומר, **תהיה זו הנקודה** בה נמצא **מקום הירח <u>הנראה</u>** (ראה תמונה מוגדלת 112)**; וכשנוציא עמוד נ"ע,** כך ש**תהיה קשת ע"כ כמו קשת נ"ט,** דהיינו, שווה לה, **ויהיה קשת ס"ע שינוי מראה הרוחב,** היינו, ההפרש בין הרוחב הראשון לבין הרוחב השני, **ותהיה קשת נ"ע שינוי** ה**מראה באורך,** היינו, במקביל לאורך גלגל המזלות, **שהוא שוה לקשת ט"כ** (שויון זה אינו תואם בציור זה של המפרש)**, וקשת נ"ס היא קשת שינוי המראה בעגולת הגובה, ותהיה נקודת ס' היא נקודת הפגיעה, בין עגולת הגובה וקשת מן הגלגל הנוטה, ויהיה גלגל הנוטה דס"פ.**

גם ציור זה של המפרש, אינו מראה היכן נמצא הקוטב הצפוני של העולם, וגם אינו מתאר את הסיבוב של קוטב המזלות סביבו.

המפרש מביא דוגמה מספרית לחישוב האורך השלישי בציור נ"ד הנ"ל (תמונה 111). לשם נוחיות, נשתמש בתמונה המוגדלת שבתמונה 112.

<u>א. חישוב הרוחב השני.</u>

ונניח, ש**הרוחב הראשון** ס"כ הוא **ארבע מעלות ומחצה** (ו' 4 30)**, ונניח ש**מקום **הירח** האמיתי נמצא על גלגל המזלות בנקודה כ', הנמצאת **בכ' מעלות ממזל שור.**

על פי הטבלה בהלכה ה' לעיל, הרי במזל שור, שינוי האורך כ"ט (בתמונה 112), היינו, ההפרש שבין האורך הראשון ח"כ, לבין האורך השני ח"ט, הוא מעלה אחת. שים לב, כי הנחנו לעיל, בתיאור של תמונה 112, כי השמש נמצאת בנקודה ח' (ברגע שקיעתה), והמקום האמיתי של הירח הנמצא בנקודה ס', על גלגל המזלות, הוא בנקודה כ', וכן שהמקום האמיתי של מראה הירח נ' הוא בנקודה ט'. לכן, האורך הראשון הוא ח"כ, והאורך השני הוא ח"ט.

עתה, ההפרש בין הרוחב הראשון כ"ס, לבין הרוחב השני ט"נ, כותב במפרש, **תקח לו,** מאותה הטבלה שראינו לעיל בהלכה ה', הרי שבמזל שור הפרש זה הוא, **עשרה חלקים, והוא שינוי מראה הרוחב** השני, ביחס לרוחב הראשון, **והוא בזה המשל, קשת ס"ע,** בתמונה 112**. נגרע אותה,** את אותם ה 10 חלקים, **מן הרוחב הראשון** (ו' 4 30)**, והוא ס"כ, ישאר לנו קשת ע"כ** שהיא **שוה ל**רוחב השני שעל ה**קשת נ"ט,** היינו, כיון שהרוחב הראשון ס"כ הוא 4 מעלות ו 30 דקות, לכן הרוחב השני נ"ט הוא קטן ממנו ב ו'10, היינו, 4 מעלות ו 20 דקות (ד' מעלות כ' דקות).

<u>ב. חישוב האורך השלישי</u>

ולפי שהירח בכ' מעלות ממזל שור, והרוחב הוא **צפוני** ביחס לגלגל המזלות, כמו בתמונה 112, לכן, על פי הטבלה של הרמב"ם בהלכה י' לעיל, תהיה הנליזה רבע מהרוחב השני, כלשון המפרש, **נקח מן הרוחב השני רביעיתו,** וזהו גודל הנליזה במזל שור על פי הטבלה, ומאידך, **הרוחב השני היה ד' מעלות וכ' חלקים,** לכן, **יהיה רביעיתו,** היינו, רבע ממנו, סך של **מעלה אחת וה' חלקים,** והוא גודל הנליזה.

עתה, בכדי לחשב את האורך השלישי, נשרטט מעגל סביב נקודת המראה נ' בגודל הנליזה שמצאנו (ראה תמונה 112), כפי שעשה המפרש בתמונה 111 לעיל, **ונניח ש**הנליזה **היא קשת נ"מ** (כך צ"ל על פי כתב יד פאריס)**, והיא "מעגל הירח"** (כי הנליזה נקראת גם בשם זה). שים לב, כי המפרש <u>מניח</u> את קשת הנליזה נ"מ על קשת הרוחב השני נ"ט, שהרי היא מחושבת כ"מקצת" ממנו, אבל, כפי שהסברנו לעיל, הנליזה נ"מ היא רק חלק <u>חשבוני ממנו</u>, אבל, אין היא נמצאת עליו באמת, אלא, על גלגל המזלות, לאורך הקשת של האורך, ורק שדרך <u>החישוב</u> שלה בלבד, היא "מקצת" מהרוחב השני. עתה, נמשיך **ו**נשרטט מעגל סביב לנקודה ט', גם כן בגודל הנליזה נ"מ, ואז יתקבלו שני קטעים שוים לה, והם ט"צ או ט"ק, ואח"כ **נגרע זה הקשת** שאורכה נ"מ, היינו ט"צ, והיא בגודל הנליזה, **מן האורך השני, והוא קשת ח"ט, ישאר קשת ח"צ,** והיא האורך השלישי, **ויהיה שיעור זה הקשת,** 10 מעלות פחות מעלה אחת וחמישה חלקים (ו' 5 1) מהאורך השני ח"ט. אמנם מצאנו לעיל, כי האורך השני ח"ט הוא קטן במעלה אחת בלבד מהאורך הראשון ח"כ, אבל, המפרש לא פירש לנו כמה מעלות הוא האורך הראשון עצמו ח"כ, על מנת שנוכל להפחית ממנו מעלה אחת, וכך לקבל את המעלות של האורך השני ח"ט. אבל, מתוצאות החישוב שהוא ממשיך בו, ניתן להבין שהמפרש הניח, כנראה, שהאורך הראשון היה 11 מעלות, ולכן, האורך השני הוא 10 מעלות. עתה, אם נחסר את הנליזה ט"צ (ו' 5 1),

מהאורך השני ח"ט (10 מעלות) נקבל שהאורך השלישי ח"צ הוא, כדבריו, **שמונה מעלות ונ"ה חלקים** (ז'55 8).

ואילו היה הירח במזלות שבין סרטן וגדי, על סדר המזלות, אז **היינו מוסיפין זו המעלה וחמשה חלקים,** היינו, את הקשת ט"ק **על האורך השני** ח"ט, **ויהיה האורך השני, עם תוספת מעגל הירח, קשת ח"ק.**

והדרך בזו התוספת או הגרעון, היינו, אם מוסיפים או גורעים את הנליזה מהאורך השני, בכדי לקבל את האורך השלישי, כפי שאמרנו לעיל, היא בהתאם למזלות, תהיה, במקרה לעיל, על ידי **שנבדיל,** היינו, שנחסר מהרוחב השני, **מהקשת ט"נ** את **שיעור הקשת נ"מ,** כפי שתיארנו לעיל בתמונה 112, **שנעשה נקודת ט' ציר,** היינו, נקודת מרכז של מעגל, **ונסב עליה עגולה, והיא עגולת צש"ק,** ואז **תהיינה השלש קשתות שוות והן, ט"ל ט"ש ט"ק, וקשת ט"ש שוה לקשת נ"מ, תהיה כל אחת משתי קשתות ט"ש ט"ק שוה לקשת נ"מ.**

לפיכך, כשיהיה הירח במזלות שקשת שקיעתם ארוכה, היינו, מגדי עד תאומים, **יחסר מעגל** הירח (הנליזה) **מן האורך השני,** וכך יתקבל האורך השלישי; ולעומתם, **במזלות שקשת שקיעתם קצרה,** היינו, מסרטן עד קשת, אז **יוסיף מעגל** הירח, **על האורך השני, לפי שממהר לשקוע. ואם יהיה רוחב הירח דרומי יהיה הדבר בהפך.**

ונניח {**ציור נ"ה**}(תמונה 113) ש**עגולת חצי היום** היא **אב"ג דה"ז, ועגולת האופק אח"ב** (או בפירוט יתר אלפח"ב), **ועגולת המזלות דח"ז, ועגולת הגובה גס"ל, וקשת,** שהיא חלק **מן הנוטה,** היינו, מגלגל הירח הנוטה הנמצאת **בדרום ד"פ, ונקודת ל' מעגולת הגובה,** וגם נמצאת **על האופק בדרום, ורוחב הירח הראשון בדרום** הוא **ס"כ, והרוחב השני ט"נ, והשינוי** בין הרוחב השני הוא ה**קשת ע"נ, וקשת מעגל הירח** (הנליזה) היא **נ"מ,** וכמו בתמונה הקודמת, אנו משרטטים מעגל סביב הנקודה ט', בגודל של מעגל הירח (הנליזה) נ"מ, ואז ה**קשת ט"ק שוה לו** (לקשת נ"מ), **וכן לקשת ט"צ** (שהרי הנקודה צ', כמו הנקודה ק', שתיהן נמצאות על אותו מעגל, שמרכזו הוא ט'); **והקשת ס"ע** היא **שינוי מראה האורך** על גלגל המזלות, **לפי שהוא שוה לקשת ט"כ מן המזלות** (אם כי השרטוט של המפרש אינו מראה כן).

לפיכך, אם יהיה הירח שוקע במזל הנמצא **מתחילת מזל גדי, עד סוף מזל תאומים,** אז **נוסיף מעגל הירח** (הנליזה) **על האורך השני. לפיכך, נוסיף קשת ט"ק על קשת ח"ט, ויצא לך האורך השלישי ח"ק. ואם יהיה הירח** שוקע במזל הנמצא **מתחלת מזל סרטן עד סוף מזל קשת, תגרע המעגל** (יש למחוק "**והוא קשת ח"צ**") **והוא קשת ט"ק מקשת ח"ט, ונשארת קשת ח"צ, והוא האורך השלישי כמו שאמר** הרמב"ם **ז"ל.**

<u>הקדמות להלכה י"ב</u>

א. <u>חישוב האורך הרביעי.</u>

כבר ראינו בהקדמה י"ג לפרק זה, כי לכל מזל ניתן לחשב את קשת המשווה השמימי השוקעת יחד איתו. למשל, מזל טלה, הוא "ארוך שקיעה", כי יחד עם ה 30 מעלות שלו, שוקעות 35 מעלות, מקו המשווה השמימי. לעומתו, ה 30 מעלות של מזל מאזניים, שוקעות יחד עם 20 מעלות בלבד מהמשווה השמימי, ולכן הוא נקרא בשם "קצר שקיעה".

אנו מביאים שוב את טבלת קשת השקיעה של המשווה השמימי השוקעת יחד עם כל מזל ומזל:

ארוכי שקיעה גדול מ 30 מעלות		קצרי שקיעה קטן מ 30 מעלות		
גדי	35.22 (7/6)	סרטן	29.86	(1)
דלי	35.04 (6/5)	אריה	24.0	(4/5)
דגים	35.46 (7/6)	בתולה	20.0	(2/3)
טלה	35.6 (7/6)	מאזניים	20.0	(2/3)
שור	34.95 (6/5)	עקרב	24.0	(4/5)
תאומים	34.77 (7/6)	קשת	29.86	(1)

בסוגריים שליד כל מזל, רשמנו גם פי כמה גדולה (או קטנה) הקשת של המשווה השמימי ביחס ל 30 מעלות של אותו מזל (הערכים הם על פי הלכה י"ב לקמן). למשל קשת המשווה השמימי השוקעת עם ה 30 מעלות של כל מזל טלה היא 35.6 מעלות, שהיא גדולה פי

$$35.6 : 30 = 1.187$$

כלומר, בכדי לקבל את כל אורך הקשת של המשווה השמימי השוקעת עם מזל טלה כולו, אנו צריכים לכפול את ה 30 מעלות של מזל טלה ב 1.187

אבל, לא רק מזל טלה כולו, אלא, גם קשת חלקית המונחת לאורך מזל טלה, אנו נקח גם עבורה קשת המשווה השמימי, השוקעת יחד איתה, כמו עבור מזל טלה, היינו, היא גדולה פי 1.187 מאורך הקשת שלה עצמה. למשל, אם קשת האורך השלישי היא 5 מעלות במזל טלה (תמונה 114), תשקע יחד איתה מהמשווה השמימי קשת בת 5.9 מעלות, כי

$$5 \times 1.187 = 5.935$$

אבל, הרמב"ם עיגל את המספרים, ולקח רק 35 מעלות במקום 35.6, שרשמנו עבור מזל טלה בטבלה לעיל, וכיון שהתוספת על ה 30 מעלות היא 5 מעלות בדיוק, שהוא שישית מ 30 מעלות, לכן, אורך קשת השקיעה של המשווה השמימי היא 1 ועוד שישית, שהם 7/6, שהם פי 1.167 מה 30 מעלות של מזל טלה, ולא 1.187.

כך נוכל גם לחשב בכמה יש לכפול אורך שלישי הנמצא, למשל, במזל מאזניים, בכדי לקבל את קשת המשווה השמימי השוקעת יחד איתה, באופן הבא: מהטבלה לעיל רואים כי קשת המשווה השמימי השוקעת עם כל ה 30 מעלות של מזל מאזניים, היא רק 20 מעלות, שהיא רק שני שלישים (2/3) מה 30 מעלות, של כל מזל מאזניים. לכן, אם האורך השלישי הנמצא במאזניים, הוא 6 מעלות, לכן, שני שלישים ממנו הם 4 מעלות, היינו, קשת המשווה השמימי השוקעת עם אורך שלישי זה, היא רק 4 מעלות (תמונה 115).

לאורך הקשת הזאת של המשווה השמימי, השוקעת עם האורך השלישי, קורא הרמב"ם בשם "האורך הרביעי", כמו בתמונות 114, 115 לעיל.

כל המספרים בסוגרים בטבלה הנ"ל, הם היחס שיש לכפול בו את האורך השלישי, הנמצא באותו מזל, בכדי לקבל את האורך הרביעי. כל המספרים האלה הם של הרמב"ם בהלכה י"ב לקמן. כפי שהראנו לעיל, הרמב"ם לא ראה כל כך צורך לדייק במספר היחסי הזה.

ב. <u>מנת גובה המדינה, וחישוב קשת הראייה.</u>

כידוע, ראיית הירח החדש נעשית כאשר הירח הוא דק מאד, וקשה להבחין בו. הקושי העיקרי הוא בכך, שאין יודעים בדיוק היכן להסתכל מעל האופק המערבי, ולחפש את צורתו הדקה של הירח החדש, שהיא על גבול הראייה. אמנם בעזרת חשבון תיאורטי, כמו זה שאנו לומדים כאן, אפשר לדעת מראש היכן יימצא הירח החדש מעל האופק, וכן באיזה מרחק צפונה, או דרומה, הוא נמצא ביחס לנקודה בה שקעה השמש. אבל, כאשר באים לחפשו באופן מעשי, דרושים אומדנות מעשיים לזויות ומרחקים שחושבו באופן תיאורטי, וליישמם למציאות עצמה בשמים, היינו, היכן נמצאים הזויות והמרחקים האלה במציאות. אכן, הצד המעשי הוא הרבה פחות מדויק מהחישוב התיאורטי, ולכן, הזויות והמרחקים האלה במציאות הם בחזקת אומדנות בלבד, אשר יכולים לעזור למצוא את הירח החדש.

בכל אופן, חיפושים אלה יכולים להיערך, לכל היותר, עד לשקיעתו של הירח. המפרש קורא למרווח הזמן אשר בו יכול הירח להיראות לראשונה, ועד לרגע שקיעתו, בשם "זמן התגלותו של הירח החדש" (בפירושו להלכה ט"ו לקמן).

לכן, ככל שזמן זה ארוך יותר, כך הסיכוי, למצוא את הירח החדש, קל יותר. אכן, כבר השתמשנו בעיקרון זה, שבמזלות ארוכי השקיעה, הזמן שחולף עד לשקיעת הירח הוא ארוך יותר, מזה של המזלות קצרי השקיעה, אשר בהם הירח ממהר לשקוע, ולכן, ההזדמנות לראותו ברקע המזלות קצרי השקיעה היא קטנה יותר, מאשר על רקע המזלות ארוכי השקיעה. אף יותר מזה: עצם העובדה שהירח שוקע במשך זמן ארוך יותר יחסית, הדבר מעיד על כך, שברגע הראייה, לא רק שיש זמן ארוך עד לשקיעתו, אלא, העובדה שהלבנה החדשה נמצאת גבוה יחסית מעל האופק, מעידה על כך, שהירח הספיק להתרחק מהשמש בכוון מזרח, וכך הסהר שלו גם נראה עבה יותר, עובדה המגדילה את סיכוי ראייתו, רגע לפני שנעלם מתחת לאופק.

אבל, ישנו גורם נוסף, שלא ציינו אותו כלל עד עתה, והוא אורך היום באותה מדינה, אם בקיץ, או אם בחורף. למשל, בירושלים, היום הארוך ביותר, מגיע עד כדי 14 שעות בקיץ, והקצר ביותר – עד כדי 10 שעות בחורף. כלומר, ביחס ליום הממוצע בן 12 שעות, הרי בקיץ השקיעה היא מאוחרת עד כדי שעה אחת, ובחורף היא קצרה יותר עד כדי שעה, ביחס לאורך היום הממוצע בן 12 השעות. האיחור בזמן השקיעה בימים הארוכים, יוצר הזדמנות וסיכוי נוסף לגלות את הירח הקטן בקיץ מאשר בחורף, <u>בנוסף</u> על הסיכוי לראותו בגלל היותו במזל ארוך שקיעה.

פרט לכך, עצם העובדה שהשקיעה מתארכת, אם בגלל מזל ששקיעתו ארוכה, או בגלל שקיעה מאוחרת, הרי באותו מזל, או באותה שעה נוספת, גם הירח החדש מספיק להתרחק קצת יותר מהשמש מזרחה, והוא נעשה גם מעט עבה יותר, והסיכוי לראותו נעשה גדול יותר. זאת לעומת המזלות קצרי השקיעה, והשעה המוקדמת יותר של השקיעה, אשר מקטינים עוד יותר את הסיכוי לראות את הירח החדש.

כבר ראינו בתמונה 33א' בהקדמה לפרק זה, כי אורך הקשת של הסיבוב היומי היא ארוכה יותר בקיץ מאשר בחורף (תמונה זו מתאימה למסלולי הכוכבים היומיים באופק ירושלים. אבל, באופק השווה, המסלולים היומיים הם ניצבים לאופק השווה, כמו בתמונה 22ד'). לשלושת הכוכבים ב' ג' ד' שבתמונה 33, יש קשתות יומיות, שאורכן שונה זו מזו במשך היום. היינו, קשת הסיבוב היומי שעושה הכוכב צפוני ביחס למשווה השמימי, המסומן באות ב', אורכת כ 14 שעות באופק ירושלים, בשעה שהסיבוב היומי של כוכב מדרום למשווה השמימי, המסומן באות ד', אורך רק כעשר שעות.

גורם שלישי, ואולי המכריע ביותר הוא, שככל שזמן התגלותו של הירח הוא ארוך יותר, פירוש הדבר הוא, שברגע הראייה הראשונה שלו, נמצא הירח גבוה יחסית מעל האופק. כך הוא נמצא גבוה יותר מעל האובך שיוצרים אדי מים, המרחפים בעיקר בגובה הנמצא קרוב מאד לאופק. אובך כזה יכול להסתיר את הירח החדש בצורה משמעותית ביותר. אובך כזה, נמצא ברוב ימות השנה בארצנו, בהיותה ארץ חמה יותר, וההתאדות של המים מכל גוף לח, הנמצא על היבשה, היא מואצת יותר, כל שכן על חוף הים.

ניתן לתרגם את האורך של שעה אחת למעלות של קשת שיש להוסיף או לחסר מהאורך הרביעי, הנמצא, כזכור, על קו המשווה השמימי (תמונות 114, 115), שהרי ידוע לנו כי קשת של 15 מעלות שוקעת בשעה אחת. לכן, בימים הארוכים יש להוסיף את הקשת המתאימה לה, על האורך הרביעי, כי הירח מאחר לשקוע, ובימים הקצרים, יש לחסר אותה ממנו. לקשת זו שיש להוסיף או לחסר מהאורך הרביעי, קוראים בשם "מנת גובה המדינה", ראה תמונה 116. כך מקבלים את מה שמכנה הרמב"ם בשם "קשת הראייה", היינו, זוהי הקשת החדשה המתקבלת על ידי הוספה או חיסור של "מנת גובה המדינה", לאורך הרביעי. כך קשת זו מבטא גם את העובדה שביום ארוך יותר, הזמן עד השקיעה הוא ארוך יותר.

בכדי להקל על החישוב, מבלי לפגוע בדיוק יותר מדי, חישב הרמב"ם את <u>הממוצע</u> של קשת "מנת גובה המדינה", שיש להוסיף על האורך הרביעי, בימים הארוכים, ולחסרה בימים הקצרים יותר, עבור אופק ירושלים, בכדי לקבל את "קשת הראייה". הוא מצא כי התוספת או הגרעון <u>הממוצע</u> הזה הוא <u>כשני שלישים מהרוחב הראשון של הירח</u>, עבור אופק ירושלים, כפי שיציין זאת בסוף הלכה י"ב. כפי שנראה לקמן, מנת גובה המדינה של הרמב"ם היא, בעצם <u>ממוצע על כל המזלות</u> אשר ייראה בהם הירח החדש בזמן השקיעה. כלומר, הערך של מנת גובה המדינה הוא ערך קבוע (עבור ירושלים וסביבתה) לכל השנה כולה. מאוחר יותר, נחזור לענין ההשפעה של הנחת ממוצע כזה לאורך כל השנה, על הדיוק של התוצאה הסופית של חשבון קשת הראייה.

נראה לנו, שכיון שמנת גובה המדינה הוא קשת שיש להוסיף, או לחסר אותה, בהתאם לעונה, בגלל שהשקיעה מתארכת או מתקצרת. האם באמת מותר לעשות ממוצע של קשת כזאת, שתתאים לכל העונות במשך השנה?! אכן, כך הוא הדבר, זאת כיון <u>שמנת גובה המדינה היא שני שלישים מהרוחב הראשון</u>, לכן, כיון שהרוחב הראשון עצמו תלוי באיזה מזל נראה הירח החדש, היינו, בעונות השנה, לכן, גם תוצאת הכפל של הרוחב הראשון, בשני שלישים, תהיה תלויה, בכל זאת, בעונות השנה.

כאמור, "מנת גובה המדינה", תלויה בגובה של המדינה ביחס לקו המשווה של כדור הארץ, היינו, הרוחב הגיאוגרפי שלה, כפי שהסברנו זאת בהרחבה בהקדמה ג' לפרק זה.

הלכה י"ב

אנו מחלקים הלכה זו לשני סעיפים:

א. <u>האורך הרביעי:</u>

אם כי הרמב"ם אינו מפרש מה הוא "האורך הרביעי", אלא, הוא רק מבאר את דרך חישובו, אבל, מדברינו לעיל, מתברר שכוונתו לקמן היא, <u>לקשת המשווה השמימי השוקעת יחד עם האורך השלישי</u>, כפי שהסברנו לעיל בתמונה 114:

ואחר כך, תחזור ותראה מה הוא **האורך השלישי הזה, והוא,** כפי שחישבנו בהלכה י"א, **המעלות שבין הירח והשמש, באיזה מזל הוא:**

אם יהיה במזל דגים או במזל טלה, תוסיף על האורך השלישי שתותו (החלק השישי מהאורך השלישי);

ואם יהיה האורך במזל דלי או במזל שור, תוסיף על האורך השלישי חמישיתו;

ואם יהיה האורך במזל גדי או במזל תאומים, תוסיף על האורך השלישי שתותו;

ואם יהיה האורך במזל קשת או במזל סרטן, תניח האורך השלישי כמות שהוא, ולא תוסיף עליו, ולא תגרע ממנו;

ואם יהיה האורך במזל עקרב או במזל אריה, תגרע מן האורך השלישי חמישיתו;

ואם יהיה האורך במזל מאזניים או במזל בתולה, תגרע מן האורך השלישי שלישיתו;

ומה שיהיה האורך השלישי, אחר שתוסיף עליו, או תגרע ממנו, או תניח אותו כמות שהוא, הוא הנקרא "אורך רביעי".

הטבלה הבאה מסכמת את דברי הרמב"ם. גם תרגמנו את המזלות למספרי המעלות שלהם על גלגל המזלות.

מעלות על גלגל המזלות	אורך רביעי ביחס לאורך שלישי
0 – 60	1.16
60 – 120	1.20
120 – 180	1.16
180 – 240	1.00
240 – 300	0.80
300 – 360	0.67

<u>ב. מנת גובה המדינה וקשת הראייה</u>

ואחר כך, תחזור אצל רוחב הירח הראשון, ותיקח ממנו שני שלישיו לעולם, דהיינו, תכפול אותו במספר ב 2/3 או בשבר העשרוני, 0.67, **וזה הוא הנקרא "מנת גובה המדינה",** כפי שהסברנו לעיל, בסעיף ב' בהקדמה להלכה י"ב. **ותתבונן ותראה, אם יהיה רוחב הירח צפוני, תוסיף מנת גובה המדינה על "האורך הרביעי"; ואם יהיה רוחב הירח דרומי, תגרע מנת גובה המדינה מן "האורך הרביעי". ומה שיהיה האורך הרביעי, אחר שגורעין ממנו, או מוסיפין עליו, הוא הנקרא** בשם "**<u>קשת הראייה</u>**".

המפרש הלכה י"ב

<u>ואחר כך, תחזור ותראה וכו'</u>. נחלק את דברי המפרש על פי ענייניהם:

<u>א. עליית המזלות ברוחב הגיאוגרפי של המדינות</u>

צריך אתה לידע מנת כל מזל ומזל ממשוה היום, העולה עמו, או השוקע עמו, כלומר, "מנת המזל" היא קשת משווה השמים השוקעת עם כל מזל, כמו שהבאנו לעיל בטבלה בהקדמה א' להלכה י"ב לעיל, כי מספיק לדעת את העליה במזרח או השקיעה במערב, כי מאחד מהם ניתן לדעת את השני (כפי שהסברנו בהקדמה י"ג בתחילת הפרק הזה), **וזה** <u>העליה</u> של המזלות במזרח, **נקרא בלשון ערבי מטאל"ע אל ברוג"ת, ונקראת,** בשם העברי, "**מצעדי** עליית **המזלות** במזרח, **ואנו זוכרין,** היינו, מזכירים כאן, את **מטאל"ע** (עליית) **המזלות בב' מקומות** על פני כדור הארץ, **ברוחב** גיאוגרפי **שלשים** מעלות, **וברוחב שלשים ושלש מעלות**, **והוא אמצע המדינות** (מרכזי המדינות) **שסמך עליהם** הרמב"ם בחישוביו **בראייה** של הירח החדש, ורוחבן הגיאוגרפי של מדינות אלו **הוא מרוחב** גיאוגרפי **כ"ט** מעלות, **עד רוחב** גיאוגרפי **ל"ג** מעלות, ובפרט, **ירושלים,** אשר **רוחבה** הגיאוגרפי הוא **ל"ב** מעלות, ונמצאת באמצע מעלות אלו, **ומצרים** (בפרט, העיר אלכסנדריה) **רוחבה שלשים, ודמשק רוחבה ל"ג. וידיעת מטאל"ע,** היינו, העליה במזרח של **כל מעלה ומעלה בכל מזל ומזל,** אשר ממנה אפשר לבנות את הטבלה שקיעת המזלות כמו בתמונה 48, בהקדמה י"ב שבתחילת פרק י"ז, **בכל מדינה ומדינה, הוא מספרי חשבון תקופות וגמטריאות, הבנויים על המופת,** היינו על פי ההוכחות המופתיות של כללי החשבון וההנדסה.

ואלו הם השבילין למנת המזלות ממשוה היום (לא מצאנו טבלה זו במהדורות המודפסות, לכן, אנו מביאים לקמן את הטבלה שמצאנו בכתב יד פאריס)

<u>שבילי מטאלע (עליית) המזלות</u> במזרח, **<u>ונקראים מצעדי המזלות (במעלות וחלקים)</u>**

<u>לרוחב</u> גיאוגרפי **<u>ל' מעלות</u>** (של אלכסנדריה במצרים)

טלה	כ"א ז'	מאזניים	ל"ד ל"ט
שור	כ"ד כ"ב	עקרב	ל"ה כ"ז
תאומים	כ"ט נ"ה	קשת	ל"ד ל'
סרטן	ל"ד ל'	גדי	כ"ט נ"ה
אריה	ל"ה כ"ז	דלי	כ"ד כ"ב
בתולה	ל"ד ל"ט	דגים	כ"א ז'

למשל, כל מזל תופס 30 מעלות על גלגל המזלות. על פי הטבלה לעיל, במשך הזריחה של כל מזל טלה כולו, זורחת איתו קשת של כ"א מעלות ז' חלקים מקו המשווה

השמימי. לעומתו, מזל מאזניים עולה עימו במזרח קשת ארוכה מ 30 מעלות, היינו, ל"ד מעלות ל"ט חלקים מקו המשווה השמימי.

<u>לרוחב</u> גיאוגרפי **<u>ל"ג מעלות</u>** (מעלה אחת צפונה מירושלים)

טלה	כ' ט"ז	מאזניים	ל"ה ל'
שור	כ"ג ל"ט	עקרב	ל"ו י'
תאומים	ל"ט ל"ז	קשת	ל"ד מ"ח
סרטן	ל"ד מ"ח	גדי	כ"ט ל"ו
אריה	ל"ו י'	דלי	כ"ט ל"ט
בתולה	ל"ה ל'	דגים	כ' ט"ז

עתה מסביר המפרש, כיצד מחשבים את האורך הרביעי, בכל מזל ומזל:

דע שכונת הגאון הרמב"ם **ז"ל, היה להודיעך** את דרכי החישוב של **הקשת ממשוה היום שבין שני המאורות במעלות השקיעה,** מתוך ידיעת האורך השלישי, היינו, **אחר שיוסיף או יגרע נליזת המעגל על האורך השני, עד שנעשה אורך שלישי.** שים לב כי המפרש מודע היטב לכך, שהרמב"ם מחשב את <u>קשת השקיעה על משווה היום</u>, השוקעת יחד עם הקשת שבין שני המאורות, אבל, עבור המפרש "קשת הראייה", היא הפרש <u>הגובה</u> של שני המאורות, כפי שהסביר לעיל, וכן כדלקמן.

וכונתו של הרמב"ם היא **עתה להודיעך** מה **הוא "האורך הרביעי".**

<u>ב. חשבון האורך הרביעי בכל מזל</u>

וכבר ידעת מן השביל שהסברנו **קודם,** בטבלת "שבילי מטאלע וכו" לעיל, **שיש מזל שמעלות <u>עלייתו</u> פחות ממנו,** כלומר, פחות מהשלושים מעלות על קו המשווה השמימי, היינו, קצר זריחה. **ויש מזל ש<u>מעלות עלייתו</u>** הן **יתר ממנו** על קו המשווה השמימי, היינו, יותר מהשלושים מעלות של המזל. **וכן** מזה אפשר לדעת כי **המעלות <u>ששוקעות</u> עם כל מזל ומזל ממשוה היום, פעם יתר ממנו,** היינו, יותר מ 30 מעלות, **ופעם חסר** מ 30 מעלות, כפי שהסברנו לעיל.

ובתחילת היום, **כל מזל שעולה עמו קשת ממשוה היום** באופק המזרחי, הרי בסוף היום **הוא שוקע** (המשווה השמימי) במערב **עם עליית מזל שכנגדו** במזרח. **והמשל, ברוחב** גיאוגרפי של **שלשים** מעלות (באלכסנדריה שבמצרים), **שהרי מזל טלה** שם **<u>עולה</u>** יחד **עמו** במזרח **כ"א מעלות ז' חלקים** מהמשווה השמימי, **<u>ושוקע</u> עמו,** קשת **ממשוה היום,** של **ל"ד מעלות ול"ט דקים**, כפי שהסביר המפרש כבר בהלכה א' בפרק זה, וכן בהקדמה י"ג בתחילת הפרק. **ואלו המעלות** של מזל טלה השוקעים, **הם שעולים** במזרח יחד **עם המזל שכנגדו, והוא מזל מאזנים,** היינו, שניהם ל"ד מעלות ול"ט חלקים; **וכן מזל מאזנים <u>שוקע</u> במעלות ממשוה היום, <u>שעולים</u> עם מזל טלה** במזרח, **והן כ"א מעלות וז' חלקים.** וכפי שראינו שם, **העילה בזה** היא, **לפי שהמזל השוקע, כשיתחיל תחילתו לשקוע,** אז **יעלה מן המזרח תחלת המזל כשנגדו,** וכן **בסוף שקיעתו, הוא** גם **סוף עליות שכנגדו. שהרי תחילת מזל מאזנים, בעת שיעלה** במזרח, אז **ישקע תחילת טלה** במערב, **וכשישקע סוף טלה** במערב, אז **יהיה סוף מאזנים עולה** במזרח. **לפיכך, מזל טלה שוקע עם ל"ד ל"ט** מהמשווה השמימי, **ומזל מאזנים שוקע** יחד **עמו כ"א ז' חלקים** מהמשווה השמימי, **ו**אלו **הם** גם **המעלות שעולות עם מזל טלה** במזרח.

לפיכך, אמר הרמב"ם **ז"ל,** שכדי לחשב את האורך הרביעי, **אם יהיה** האורך השלישי **במזל דגים או במזל טלה,** בשני מזלות אלה, **תוסיף על האורך השלישי** את **שתותו,** היינו, שישית ממנו. **לפי ששקיעת טלה** יחד **עם** הקשת מהמשווה השמימי היא **קרוב מל"ה מעלות ממשוה היום, וזה המנין יתר על מעלות מזל טלה,** שהם כידוע 30 מעלות, **בה' מעלות,** ולכן, **הם שתותו,** היינו, 5 מתוך 30, כפי שהסברנו זאת לעיל בסעיף א' בהקדמה להלכה י"ב.

ודין מזל דגים כמו טלה, לפי ששניהם כמעט **שוים במעלות עלייתם ושקיעתם. והמשל** הוא, **שאם יהיה האורך השלישי י"ב מעלות, תוסיף עליו ב' מעלות,** על פי הטבלה לעיל, זאת כיון ששישית מ י"ב הן שתי מעלות, וזאת **אם יהיה זה האורך במזל דגים או טלה, לפי שדין שניהם אחד. וזהו המרחק שבין שני המאורות במעלות השקיעה, אחר תוספת נליזת המעגל ושיעורו, שהם י"ד מעלות.**

ואם יהיה האורך במזל דלי או במזל שור, אז **תוסיף על האורך השלישי חמישיתו. לפי שקשת השקיעה במזל דלי ומזל שור ממשוה היום** היא כמעט זהה. לכן, **תוסיף על מעלת כל מזל מהם,** שהוא 30 מעלות, **קרוב מן השתות, לפי שהשוקע** ממשווה היום **עם כל אחד מהם קרוב מל"ו מעלות,** ומה שהוספנו **השש מעלות היתרות על השלושים,** זאת כיון ש**הם חוֹמֶשׁ השלשים,** ולכן, בסך הכל האורך הרביעי הוא ל"ו מעלות. **לפיכך, אמר** הרמב"ם **ז"ל, שתוסיף בכל אחד מאלו הב' מזלות, היינו,** מזל דלי ומזל שור, **חמישית האורך השלישי, כפי תוספת מעלות קשת השקיעה על מעלות המזל** בטבלה לעיל.

ואם יהיה האורך במזל גדי או במזל תאומים, תוסיף על האורך השלישי שתותו. לפי שקשת שקיעת כל אחד מאלו השני מזלות, לא תוסיף על מעלות המזל כי אם שתותו, לפי שקשת שקיעת כל אחד מאלו השני המזלות ל"ד מעלות וחצי, והוא קרוב מחומש השלשים.

ואם יהיה האורך במזל קשת או במזל סרטן, תניח האורך השלישי כמות שהוא, לא תוסיף עליו ולא תגרע ממנו, לפי שקשת השקיעה באלו השני מזלות, קרובה ממנין מעלות המזל, לפי שכל אחת מהן כ"ט נ"ה חלקים.

ואם יהיה האורך במזל עקרב או במזל אריה, אז **תגרע מן האורך השלישי חמישיתו, לפי שקשת השקיעה, מכאן ואילך,** היינו, כל המזלות ממזל סרטן ועד למזל קשת, היא <u>**פחות**</u> **ממעלות המזל,** היינו, 30 מעלות, **או בחומש או בשליש** (ראה טבלה לעיל). **לפי שקשת שקיעת מזל עקרב או אריה,** היא **כ"ד מעלות וכ"ב חלקים. לפיכך, קשת השקיעה פחותה ממעלות אלו השני מזלות, בקרוב בחמישית, ומפני זה,** והמזל **הוא חסר ממעלות המזל,** שהם שלושים מעלות, **בקרוב משלישו.**

ואלו המעלות, שמוסיפין או גורעין, הן מעלות מקשת היום על קו המשווה השמימי **שבין שקיעת החמה ושקיעת הירח,** ובמילים אחרות, **זה האורך הרביעי, הוא המרחק שבין השמש והירח במעלות העריבה**: "עריבה של השמש" היא שקיעתה במערב, ו"מעלות העריבה" הן המעלות של מנת גובה המדינה, שהוספנו או חיסרנו מהאורך השלישי, בגלל עריבה מוקדמת או מאוחרת של השמש בעונות השונות של של השנה באותה מדינה, **ובלשון ערבי** הוא **אַל בּוֹעְ"ד אֶל גְרָ"ב,** אשר תרגומו הוא "ההתרחקות של השקיעה" במעלות קשת, על קו המשווה השמימי, והם מבטאים את שינויי זמני השקיעה במעלות של קשת, בגלל השינוי בעונות השנה, **והוא חלק מקשת היום,** היינו, חלק במעלות קשת, על קו המשווה השמימי. **וזכרנו,** היינו, הזכרנו את **המשל** לעיל, **ברוחב** גיאוגרפי **שלשים** מעלות, אבל, **והוא הדין** גם **לרוחב**

כ"ט מעלות **עד** לרוחב **ל"ו, ואע"פ שבמטאל"ע** (שפירושו הוא "בעלייתו"), היינו, במצעד המזלות העולים במזרח ב**אלו המדינות,** בסביבה הקרובה לארץ ישראל, יש **חסרון, או יתרון, על מה שזכרנו במשל** לעיל, **אבל, הדין בתוספת, או בחסרון,** הוא **אחד,** היינו, תוצאות החישובים של האורך הרביעי, הן כמעט זהות, **מרוחב כ"ט עד רוחב ל"ו,** כפי שנבאר יותר לקמן.

<u>ואחר כך תחזור אצל רוחב הירח הראשון ותקח ממנו שני שלישיו לעולם כו'</u> (אלה הם דברי הרמב"ם). המפרש יבאר זאת בהמשך בסעיף ד' לקמן.

<u>ג. הדגמת האורך הרביעי</u>

כבר ידעת, מכלל הדברים שקדמו בזה הפרק:

1. שהאורך הראשון הוא המעלות שבין מקום השמש האמיתי, ובין מקום הירח האמיתי מקשת המזלות, ואע"פ שיש לירח רוחב, היינו, גוף הירח אינו נמצא בדיוק על גלגל המזלות, אלא, בדרך כלל, הוא נמצא מעל או מתחת לגלגל המזלות, היינו, יש לו רוחב, בכל זאת, אנו מחשבים את האורך הראשון, כמרחק הישיר לאורך גלגל המזלות, שבין מקום הירח האמיתי שעל גלגל המזלות, לבין מקומה של השמש.

2. והאורך השני הוא זה הקשת של האורך הראשון, **אחר שגורעין ממנו שינוי ה<u>מראה</u>.**

3. האורך השלישי הוא האורך השני, אחר שמוסיפין עליו, או גורעין ממנו, מעגל הירח (הנליזה).

4. והאורך הרביעי הוא האורך השלישי, אחר שמוסיפין עליו, או גורעין ממנו, מעלות העריבה, כלומר, האורך הרביעי היא הקשת של המשווה השמימי השוקעת יחד עם האורך השלישי (תמונה 114), **והוא** גם נקרא בשם **"המרחק שבין השמש והירח במעלות העריבה",** היינו, הפרשי קשת השקיעה שביניהם, **והוא חלק מקשת היום,** היינו, לאורך הסיבוב היומי, **והוא בעצמו <u>קשת</u> מן המסיבה היומית** על גלגל המשווה. **ומזו הקשת** על המשווה השמימי, **<u>יוַדַע</u>, אם הירח ממהר לשקוע** אחרי שקיעת השמש, **או מתאחר מלשקוע.**

לפיכך, האורך הראשון הוא ממעלות <u>המזלות</u>, ולעומתו, **האורך הרביעי הוא ממעלות <u>משוה היום</u>, והוא מנת המעלות של מזלות ששוקעין עמה.**

5. וקשת הראייה היא העולה מן האורך הרביעי, אחר שמוסיפין עליו, או גורעין ממנו, את **מנת גובה המדינה,** כפי שהסברנו לעיל בהקדמה ב' להלכה י"ב, **והוא קשת מעגולת <u>הגובה</u>, בין מקום השמש, והוא על האופק, ובין הירח, ויש לו גובה על הארץ.** שים לב, כי המפרש חזר להגדרת קשת הראייה שלו, ולא זו של הרמב"ם, כדלקמן. לכן, כפי שהסברנו לעיל, מנת גובה המדינה של המפרש תהיה שונה בגודלה, כי היא חלק מעגולת <u>הגובה</u>, ולא מקו <u>המשווה השמימי</u>, שמוסיפים או גורעים אותה מגובה הירח, בגלל עריבה מוקדמת או מאוחרת של השמש במשך השנה (ראה תמונה 117).

עתה, מביא המפרש ציור בו הוא מדגים את קשת הראייה על פי הרמב"ם.

והמשל, שנניח עגולת האופק אב"ג (ציור נ"ו של המפרש, שהוא תמונה 118, אבל, ראה תמונה תלת מימדית מתוקנת 119), **ועגולת חצי היום עגולת אה"ג, ונקודת ה'**

נכח הראש, וקשת ה"י קשת מעגולת הגובה, ונקודת ד' מקום הירח האמיתי (אין הכוונה כאן למקום הירח על גלגל המזלות, אלא מקומו בשמים ביחס למרכז כדור הארץ)**, ונקודת ז' מקום הירח הנראה** (של צופה על פני כדור הארץ)**, ויהיה קשת ד"ז הוא קשת שינוי מראהו** של הירח, מהנקודה ד' עד לנקודה ז' (האורך ד"ז קצת מוגזם בתמונה 119, לצורך בהירות) **בעגולת הגובה** ה"י.

לפיכך, תהיה "קשת הראייה" קשת ז"י, שהיא חלק מעגולת הגובה. כאמור, זו אינה הגדרת קשת הראייה על פי הרמב"ם (שהיא קשת השקיעה של המשווה השמימי, עם תיקון עבור גובה המדינה, כנ"ל), אלא, כך הגדיר המפרש את קשת הראייה, כפי שציין אותה לעיל (ראה תמונה 109), והיא ההפרש בין מקום גובה השמש בשקיעתה (והיא בגובה אפס מעל האופק בתמונה 119), לבין גובה הירח מעל האופק, והיא הקשת ז"י (ראה תמונה 117).

בהמשך, מסביר המפרש כי "קשת הראייה" על פי הרמב"ם, היא ההפרש בין השמש העומדת ממש לשקוע מתחת לאופק, לבין קשת השקיעה של הירח, היינו, קשת המשווה השמימי השוקעת יחד עם הירח באופק (ראה תמונה 107) .

עתה, המפרש מדגים את האורך הרביעי:

לפי שבנקודת ב' מונח מקום השמש האמיתי, כגון זה {**ציור נ"ו**}(תמונה 118, או תמונה 119, שהיא תמונה מתוקנת יותר)**, ועגולת המסיבה היומית** של השמש **חטב"כ,** והירח נמצא **צפונית** לגלגל המזלות בנקודה ד'**,** ומסיבת השמש היומית חטב"כ, מקבילה ל**עגולת משוה היום למ"נ, וחצי** גלגל **המזלות ספ"ב, וגלגל הנוטה** הוא על ה**קשת רד"ו,** כי בנקודה ד' נמצא הירח על גלגל הנוטה**.**

ונניח נקודת צ' היא מקום מעלות הירח האמיתי על גלגל המזלות**,** ומקבלים את המקום האמיתי הזה, **כשנוציא קשת כעמוד**, היינו, קו ישר היוצא מהנקודה ד' והפוגע **בגלגל** המזלות בכוון זקוף (היינו, בזוית ישרה), כאמור, **מנקודת ד' מעגולת הגובה אל** עבר **גלגל המזלות,** הוא **יגיע אל נקודת צ'. וכן נוציא עמוד אחר מנקודת ז'** עד ש**יגיע אל נקודת פ', ותהיה נקודת פ' הוא מקומו הנראה** של הירח על גלגל **המזלות.** לכן, הקשת ד"צ היא הרוחב הראשון של הירח, וז"פ היא רוחבו השני.

ויהיה האורך הראשון קשת ב"צ, מן מקום השמש האמיתי, והיא נקודת ב' על האופק, עד נקודת צ', והוא מספר ה**מעלות** של **הירח האמיתי,** הנמדדות החל מתחילת מזל טלה**, ויהיה האורך השני** על גלגל המזלות ה**קשת ב"פ, שבין השמש על האופק** בנקודה ב'**, ובין המקום** האמיתי של **הירח הנראה** על גלגל המזלות בנקודה פ'**.**

ויהיה האורך השלישי, קשת ב"פ פחות מקשת מעגל הירח, כלומר, בכדי לקבל את האורך השלישי, צריך או לחסר מהאורך השני ב"פ את הנליזה פ"ש, כך שקצהו של האורך השלישי יהיה בנקודה ש', או שיש להוסיף על האורך השני ב"פ את הנליזה פ"ת, כלשון המפרש, **או ביותר ממנו,** כלומר, האורך השלישי יכול להגיע, למשל, עד לנקודה ת'**. לפיכך, יהיה אורך השלישי, או פחות מקשת ב"פ,** היינו, הקשת ב"ש, **או יותר ממנה,** למשל, הקשת ב"ת**.**

עתה, נעביר קו מקביל לאופק , המערבי שיעבור דרך הנקודה ת'. קו זה חותך, מצד אחד, את גלגל הסיבוב היומי בנקודה ט', ומצד שני, את המשווה השמימי בנקודה ק'. לכן, שקיעת האורך השלישי ב"ת תשקע, מצד אחד, יחד עם הקשת ב"ט שעל גלגל הסיבוב היומי, ומצד שני, היא גם תשקע יחד עם הקשת מ"ק שעל המשווה

השמימי, כי שתי הקשתות ב"ט ומ"ק הן מקבילות זו לזו, שהרי הסיבוב היומי של השמש חט"ב מקביל לקו המשוה השמימי למ"נ.

כלשון המפרש, **והאורך הרביעי הוא קשת ב"ט, שהוא קשת ממסיבת השמש היומית** חט"ב, והוא **דומה לקשת ממשוה היום** מ"ק, כאמור. עתה, **כשנוציא ממסיבת היום עגולה העוברת על נקודת ט', ומגעת עד משוה היום לנקודה** מסוימת, **ונניח שהיא נקודת ק', וכן נוציא קשת ממסיבת היום, מנקודת ב', ומגעת למשוה היום לנקודה מ', תהיה קשת מ"ק דומה,** היינו, מקבילה ושווה **לקשת ב"ט, והיא בעצמה,** היינו, הקשת ב"ת, היא **האורך השלישי, כשתוסיף עליו,** על האורך השלישי, **או תגרע ממנו, מנת האורך הזה,** היינו את התוספת או הגרעון, **ממשוה היום,** וכך נקבל את מ"ק, **והוא הנקרא** קשת **המרחק** על המשווה השמימי **במעלות העריבה, כמו שאמרנו למעלה,** היינו, "האורך הרביעי".

שים לב, כי האורך הרביעי עדיין אינו "קשת הראייה", כי לצורך זה, יש להוסיף, או לגרוע ממנו, גם את "מנת גובה המדינה", כפי שיסביר המפרש לקמן, ורק אז נקבל את "קשת הראייה" על פי הרמב"ם.

אבל, המפרש מסביר מיד כי קשת הראייה, על פיו, היא דווקא <u>גובה</u> הירח מעל האופק עד לשקיעתו (והיא אינה קשת על <u>משווה השמים</u> השוקעת יחד עם הירח, כהגדרתו של הרמב"ם):

וקשת הראייה היא קשת ז"י מעגולת <u>הגובה</u>, בין האופק והשמש שעליו, ובין מקום הירח הנראה, והוא קשת ז"י מעגולת הגובה, והוא האורך הרביעי בעצמו, כשנוסיף עליו, או נגרע ממנו, מנת גובה המדינה (ראה תמונה 117 והכיתוב שמתחתיה). **וזאת הצורה שקדמה** היינו, ציור נ"ו (תמונה 118, או 119), **היא,** כפי שראינו, **בהיות רוחב הירח צפוני** דווקא.

ולעומת זאת, **כשתרצה לידע הצורה על שיהיה מנת רוחב הירח דרומי, נחזור הצורה הראשונה** {**ציור נ"ז**}(ראה תמונה 120 מתוקנת, בה הנקודה ב' היא נקודת שקיעת השמש, ואי לכך, היא צריכה להיות, הן על גלגל המזלות, והן על גלגל הסיבוב היומי של השמש. אבל, בציור נ"ז המקורי של המפרש (ראה כרך צה"ט), הנקודה ב' אינה נראית כך), **ונניח** כי **מסיבת השמש הצפונית** שהיתה בתמונה 118, תהיה עתה **מסיבה דרומית** לגלגל המזלות, **וכן קשת המזלות דרומי, ויהיה האורך הראשון ב"צ, והשני ב"פ. והשלישי ב"ק** מתקבל ע"י **שתחסר ממנו,** מהאורך השני ב"פ, את נליזת **המעגל, או תוסיף** אותה **עליו. והאורך השלישי** אנו מחשבים כנ"ל, והוא כאמור, **קשת ב"ק, וכנגדו** תמצא את האורך הרביעי, שהוא חלק **מעגולת המסיבה היומית**, היינו, **הקשת ב"ט.** עתה, תוסיף על האורך הרביעי הזה ב"ט, או תגרע ממנו, כלשון המפרש, **תוסיף עליו, או תגרע ממנו,** את **מנת גובה המדינה.**

<u>ד. מנת גובה המדינה</u>

<u>ואחר כך תחזור אצל רוחב הירח הראשון, ותקח ממנו שני שלישיו לעולם כו'</u> (דברי הרמב"ם).

ועילת לקיחתו, היינו, לקיחת מנת גובה המדינה **מן הרוחב <u>הראשון</u>, שני שלישיו לעולם וכו',** על זה מוסיף המפרש **שכבר ביארנו,** כפי שביאר זאת לעיל על "קשת הראייה", על פי הגדרתו של המפרש (תמונה 117), שמוסיפים או גורעים <u>מגובה</u> הירח, שהוא האורך הרביעי אצל המפרש), **שאפשר שתהיה קשת הראייה פחותה מן האורך הד', ובהפך,** גם על פי הגדרת קשת הראייה על פי הרמב"ם, היינו, על ידי

הוספה או גרעון של מנת גובה המדינה לאורך הרביעי, שהוא דווקא על המשווה השמימי (ולא על הגובה, כהגדרת המפרש).

כבר הסברנו לעיל, בהקדמה ב' להלכה י"ב, מדוע יש להוסיף או לגרוע את מנת גובה המדינה לאורך הרביעי, בכדי לקבל את "קשת הראייה".

עתה, מסביר המפרש, כיצד ניתן לחשב בפועל את גודל המנה הזו, שהיא על המשווה השמימי, בהתאם להגדרתו של הרמב"ם, עבור מדינות הנמצאות ברוחב גיאוגרפי שונה. תוך כדי כך, בודק המפרש גם אם הערך הזה של שני שליש, אם הוא גודל ממוצע בין מצבי הירח בכל המזלות בתחומי ארץ ישראל, הנמצאים בין שני קוי הרוחב הגיאוגרפיים 29 – 35 מעלות, וירושלים נמצאת באמצעם, כזכור, ברוחב גיאוגרפי של 32 מעלות (ראה הלכה י"ז בפרק י"א).

לשם כך, מסביר המפרש בתחילה כלל חשבוני מחכמת ההנדסה על פני כדור, אשר בעזרתו ניתן לחשב את מנת גובה המדינה, עבור כל רוחב גיאוגרפי.

לפני כן, נקדים שלושה דברים:

א. המפרש משתמש בראשי התיבות ג"י"ב. מהו פירושן? על פי הלבוש בספרו "אדר יקר", ראשי התיבות ג"י"ב מבטאים בלטינית, או ביוונית, זוית המפורטת לחלקיה, היינו, על פי מעלותיה, חלקיה, ולפעמים, גם השניות שלה. אבל, כפי שנראה לקמן, מתברר שאין זה סתם פירוט המעלה ליחידותיה, אלא, מתברר שהזוית גם "עברה תיקון" מסוים, נוסף על פירוט חלקיה. כך יוצא כי הזוית אינה בדיוק הזוית המקורית עליה מדובר. למשל, המפרש מביא דוגמה, כי אם רוחב הגיאוגרפי מסוים הוא ל"ו מעלות, אז ה"ג"י"ב" של זוית זו הוא ל"ה מעלות, ט"ז חלקים (ולא ציין שניות). המפרש אינו מביא את דרך החישוב הכללית של הג"י"ב, אלא, הוא מביא את ה"ג"י"ב" של כל זוית וזוית, כך שאין לנו צורך לחשב אותה בפועל. יש המפרשים שראשי התיבות ג"י"ב הם ה"בקע", היינו, לכל זוית ניתן לחשב את הבקע שלה (סִינוּס בלע"ז). לדעת מפרשים אלה, ניתן אז להשתמש בכלל ההנדסי הידוע של משולש כדורי ישר זוית, וזה הוא הכלל החשבוני הידוע מחכמת התכונה שציין כאן המפרש. אבל, בדיקה יסודית של כלל המשולש הכדורי, במקרים המספריים שלפנינו, והשוואתו לחשבונות והתוצאות שמביא המפרש, מראים כי הכלל של משולש הידוע על פני כדור, אינו זה בדיוק זה שמשתמש בו המפרש כאן. אנו רק נסתפק בעובדה, שהמפרש, כאמור, מציין בכל זוית מה הוא גם הג"י"ב שלה. כך נוכל, לפחות, לעקוב אחרי חשבונותיו, גם אם לא ברור לנו מה היא הגדרת הג"י"ב של זוית .

ב. ה"תשלום של זוית" מ 90 מעלות, היא ההפרש שבין הזוית עצמה, לבין 90 מעלות. למשל, התשלום של 36 מעלות ל 90, הוא 54 מעלות. אבל, כפי שציינו לעיל, הג"י"ב של 54 מעלות אינו 60 מעלות, אלא הוא פחות מזה, היינו, 35 מעלות ו 16 חלקים, כנ"ל.

ג. המפרש קורא ל"מנת גובה המדינה" בשם "התוספת", שיש להוסיף או לגרוע לאורך הרביעי, בכדי לקבל את קשת הראייה.

ובכן, הכלל שמביא המפרש, לחישוב מנת גובה המדינה, הוא שהיחס בין הרוחב הגיאוגרפי של המדינה (נסמנו באות א') אל תשלום הזוית שלו (נסמנה באות ב'), שווה ליחס שבין התוספת של אותה מדינה (נסמנו באות ג'), לרוחב הראשון של הירח (נסמנו באות ד').

כלומר, הנוסחה היא:

$$\frac{\text{תוספת (ג)}}{\text{רוחב הירח (ד)}} = \frac{\text{רוחב המדינה (א)}}{\text{תשלום רוחב המדינה (ב)}}$$

או, על פי סימני האותיות בנוסחה זן (בסוגריים) לכל אחד מהארבעה, תהיה הנוסחה בקיצור:

$$\frac{ג'}{ד'} = \frac{א'}{ב'}$$

כלל זה אינו מדויק, אלא' אם משתמשים בג"יב של הזויות, ולא בגודל הזוויות עצמן.

כלשון המפרש: **ונתבאר בחכמת התכונה, שיחס רוחב הגי"ב שלה,** שהוא הגי"ב של הזוית של **רוחב המדינה, אל גי"ב תשלום רוחב המדינה, עד צ'** (עד 90 מעלות), הוא **כיחס** שבין **הגי"ב** של **תוספת האחת משתי קשתות על חברתה,** היינו, ההפרש בין האורך הרביעי לקשת הראייה, שהוא בעצם, מנת גובה המדינה, **אל גובה רוחב הירח בשעת הראייה, והשתי קשתות** שצויינו, הן **מן האורך הרביעי וקשת הראייה,** כאמור, והתוספת, היא ההפרש ביניהן, היינו, מנת גובה המדינה.

נוכל לרשום את השויון הנ"ל של היחסים, גם על פי כללי החשבון של שברים, ונקבל כי ניתן לחשב את מנת גובה המדינה בעזרת שאר השלושה,

$$\frac{\text{א' כפול ד'}}{\text{ב'}} = \text{ג'}$$

כלומר, אם תכפול את א' ב ד', ותחלק את התוצאה ב ב', אז תקבל את ג'.

או במילים:

$$\frac{\text{רוחב המדינה x רוחב הירח}}{\text{תשלום רוחב המדינה}} = \text{מנת גובה המדינה}$$

בדרך אגב, מראה המפרש, כי ניתן גם לחשב כל אחד מהארבעה בעזרת שאר השלושה, על ידי נוסחה מתאימה, כלשונו:

ואלו הארבעה שיעורים, היינו, א' ב' ג' ד', **מתיחסים על ארבעה שיעורין,** זה לזה כדוגמת הנוסחה החשבונית לעיל. כלומר, על פי כללי חשבון בשברים, ניתן לחשב כל אחד מהם, אם יודעים את שאר השלושה, בעזרת אותה הנוסחה כבסיס לחישוב (ראה לקמן). כך יוצא, שאם רוצים לחשב כל אחד מהארבעה, מידיעת שאר השלושה, ישנן ארבע דרכים לכך, דרך אחת לחישוב כל אחד מהם, כפי שיפרט המפרש, ודרכים אלו **נופלין על ד' פנים,** היינו, ניתן לחשבם בארבעה אופנים כדלקמן: (נעיר כי אמנם המפרש מביא את ארבעת האופנים, אבל, האמת היא, שאנו מבקשים לחשב רק אחד מהם, והוא מנת גובה המדינה, על פי שאר שלושת הנתונים, ובעצם, אין לנו ענין בחישוב של כל אחד מהם בעזרת שלושת הנשארים)

עתה, מסביר המפרש, כיצד מחשבים כל אחד מהארבעה, על פי ידיעת שאר השלושה, באופנים השונים:

1. אם **תכפול הא' בד', ותחלק אותו על השני, יצא לך שיעור הג', שאינו ידוע.**

פירוש הכלל הזה הוא, שאם אתה מעונין לחשב את ג', היינו, את מנת גובה המדינה, אז עליך לכפול את הא', היינו, הגי"ב של רוחב המדינה, בד', היינו, בגי"ב של רוחב הירח, ולחלק את תוצאת המכפלה ב ב', היינו, בגי"ב של תשלום רוחב המדינה. זוהי בעצם הנוסחה שרשמנו לעיל, כיצד לחשב את מנת גובה המדינה (ג) בעזרת שלושת האחרים.

נוסחה זו היא הנוסחה הדרושה לנו, לחישוב מנת גובה המדינה של הרוחב הגיאוגרפי של ירושלים, כפי שהמפרש ידגים לקמן.

2. ואם תחלק המוכפל, היינו, הכפל (א' x ד'), שעשינו קודם, **על הג', יצא לך שיעור הב', שאינו ידוע.**

היינו, נקבל את אופן הנוסחה לחישוב ב',

$$\text{ב'} = \frac{\text{א'} \times \text{ד'}}{\text{ג'}}$$

3. ואם תחלק אותו, היינו, את הכפל של ב' ב ג', **על הד', יצא לך הא' שאינו ידוע.** כלומר, הנוסחה היא,

$$\text{א'} = \frac{\text{ב'} \times \text{ג'}}{\text{ד'}}$$

המפרש אינו מביא את החשבון של ד', אבל, למען השלמות, הנוסחה היא:

4. אם נחלק את הכפל של ב' ב ג', בד', אז נקבל את א', היינו,

$$\text{ד'} = \frac{\text{ב'} \times \text{ג'}}{\text{א'}}$$

המפרש מביא מספר דוגמאות מספריות לנוסחאות אלו.

והמשל, אם יהיה הראשון ג' (3) **והשני** הוא **ו'** (6), **והרביעי** הוא **ח'** (8), **והשלישי אינו ידוע,** אז **כשנכפול הראשון בד' והוא ג"ח** (3 x 8) **, יצא לך כ"ד** (24), עתה, **כשנחלק הכ"ד** (24) **על השני, והם ו'** (6), **יצא לך השלישי ד'** (4).

ואם היה הידוע הוא השלישי (4), **אבל, אין השני ידוע** (ב'), אז **נחלק המוכפל** א' (3) ב ד' (8), והתוצאה **היא כ"ד, על השלישי, והוא ד'**(4), ואז **יצא לך הב' הנעלם, והוא ו'** (6).

ואם היה הנעלם הא', תכפול הב', והוא ו' (6), בג' והוא ד' (4), ותחלק המוכפל הזה על הרביעי, והוא ח' (8), יצא לך הראשון ג' (3).

ואם יהיה הד' הוא הנעלם, אז **תחלק** את **המוכפל** המורכב **מו'** (6) **עם ד'** (4), **והוא כ"ד, על** המספר **הראשון** (3), **יצא לך שיעור הרביעי שמונה** (8).

עתה, מחשב המפרש את מנת גובה המדינה במספר רוחבים גיאוגרפיים, והוא מתחיל בדוגמאות בתחומי ארץ ישראל, בקוי רוחב שונים מעל, או מתחת, לקו הרוחב של ירושלים, שהוא 32 מעלות :

ה. דוגמאות של חישוב מנת גובה המדינה באיזורים קרובים לירושלים

ואחר זאת הקדמה, תקח גי"ב של **רוחב** הגיאוגרפי **המדינה,** ותכפול אותו **בגי"ב רוחב הירח;**

דוגמה : **ונניח** כי **הרוחב** הגיאוגרפי של **המדינה** הוא **ל'** מעלות (שהוא הרוחב הגיאוגרפי של אלכסנדריה), שהוא כשתי מעלות פחות מהרוחב של ירושלים, **והגי"ב שלה** הוא גם כן **ל', ותקח גי"ב תשלום רוחב המדינה,** כלומר, השארית של רוחב המדינה, שהוא 30, מ 90 מעלות, **והוא ס', והגי"ב** של תשלום רוחה המדינה הוא **נ"א נ"ז מ"א,** וכן **תקח** שה**גי"ב** של **ד' מעלות, והוא רוחב הירח, על דרך הנחה, וגיב"ה** שלו הוא **דיא"ז מעלות,** היינו, ד' מעלות, י"א חלקים, ז' מעלות.

וכפי שכבר כתב המפרש לעיל, **אלו הג' שיעורים, יש להם שיעור א' שיתייחס עמהם,** היינו, על פי שלושה שיעורים ב' ג' ד' ניתן לחשב את הא', כנ"ל. **ובאופן כללי** יותר, **אפשר שיונח האחד** אַחֵר **מן הארבעה, שאינו ידוע,** או **השיעור הראשון, או השני או השלישי או הרביעי,** שאינו ידוע, ולחשב בעזרת שלושת הנשארים, את זה שאינו ידוע, כפי שהסברנו כבר לעיל בסעיפים 1 – 4.

עתה, המפרש מחשב את מנת גובה המדינה, על פי הנוסחה לעיל, עבור רוחב גיאוגרפי של 30 מעלות, שהוא דרומה מירושלים, אשר גם משם יכול בית הדין לקבל את העדים (ראה לעיל בהלכה י"ז בפרק י"א).

ועתה, **נניח אותו** שהוא דווקא **השלישי** שאינו ידוע, היינו, שמנת גובה המדינה היא שאינה ידועה. **לפיכך,** בכדי לדעת מה היא מנת רוחב המדינה, **נכפול גי"ב הראשון, והוא שלשים** (30), **בגי"ב הד', והוא גי"ב רוחב הירח, והוא ד' מעלות י"א ז'** (7 ′11 4), **ונחלק אותו על גי"ב השני, והוא גי"ב תשלום רוחב נ"א נ"ז מ"א** (41 ′57 ″51), **יעלה בידינו מן החלוק, שתי מעלות וכ"ה חלקים ול"ו שניות** (36 ′25 ″2), **והוא השינוי, שבין שתי הקשתות הנזכרות, והם קשת הראייה וקשת האורך הרביעי,** היינו, זהו מנת גובה המדינה לרוחב גיאוגרפי של 30 מעלות.

כך יוצא, כי היחס בין השינוי שקבלנו, היינו, מנת גובה המדינה (36 ′25 ″2), לבין האורך הראשון (0 ′0 ″4), (ולא הגי"ב שלו, ראה גם המשך החישובים של המפרש לקמן), עבור הרוחב הגיאוגרפי 30 מעלות, הוא

(36 ′25 ″2) : (0 ′0 ″4) = 0.61

חישוב זה ניתן להיעשות בעזרת מחשב מדעי, בו ניתן לכפול או לחלק זוויות זו בזו, או, בדרך אחרת, אפשר גם להפוך כל זווית לשבר עשרוני, ואחרי כן לכפול או לחלק אותן זו בזו.

וערך זה של השבר הנ"ל אינו בדיוק הערך של שני שלישים שהביא הרמב"ם, היינו 0.67, עבור עדים שבאים גם מרוחב גיאוגרפי של 30 מעלות, שהוא בתחום ארץ ישראל, על פי הרמב"ם (ראה הלכה י"ז בפרק י"א לעיל).

כלשון המפרש: **אבל, בזו הצורה** של הדוגמה שהבאנו לעיל, **אינו מגיע** היחס שבין מנת גובה המדינה לרוחב הראשון, שמצאנו שהוא רק 0.61, **עד שני שלישי רוחב הירח** על פי הרמב"ם, שהוא 0.67. **לפי ששני שלישי רוחב הירח המונח,** היינו, שהנחנו רוחב הראשון של (0° 0′ 4), ועבורו קבלנו בסוף החשבון כי מנת גובה המדינה היא **שתי מעלות ומ' חלקים** (2° 40′), **והוא יותר מן החלוקה,** דהיינו, אם נחשב כמה הם שני שלישים מהאורך הראשון שהנחנו לעיל (4° 11′ 7"), כלומר נכפול אותם זה בזה, נקבל,

$$(4^\circ\ 0'\ 0'') \times 0.67 = (2^\circ\ 40'\ 48'')$$

כלומר, שני שלישים מהאורך הראשון הם (2° 40′ 48"), ובחישוב של המפרש לעיל קבלנו **כמו ט"ו חלקים** פחות.

בכל אופן, המסקנה היא, כי בהנחה של שני שלישים (0.67) עבור כל ארץ ישראל, הכוללת גם את קו הרוחב הגיאוגרפי של 30 מעלות, רואים כי מנת גובה המדינה על פי חישוב המפרש לעיל, אינה בדיוק שני שלישים (0.67) של הרוחב הראשון, אלא היא רק 0.61. (אין לומר, שאולי הרוחב הראשון שהנחנו עד עתה בחשבון, אינו נכון, כי הוא המספר היחיד בנוסחה התלוי במצב הירח בשמים, ושני המספרים האחרים הם קבועים, ואינם משתנים באותה מדינה. יתר על כן, ההנחה שרוחב הירח הוא 4 מעלות היא סבירה, כי בודאי שברוחב כזה יימצא הירח במהלכו החודשי מעל לאותה מדינה).

עתה, המפרש מחשב את מנת גובה המדינה, עבור קו רוחב גיאוגרפי של 34 מעלות, אשר גם הוא מתאים לאיזור צפוני לארץ ישראל, ולא בתוך ארץ ישראל, שהעדים יכולים להגיע גם ממנו.

ואם נקח זה ברוחב ל"ד, יהיה גי"ב ל"ד, והוא הרוחב לג"ז (33° 7′), **ותשלומו לתישעים** (כך צ"ל) הוא **נ"ו, וגיב"ה מ"ז מ"ט ל"ב** (47° 49′ 32"), **ואם** אנו רוצים לחשב את מנת גובה המדינה, אז **נכפול גי"ב רוחב המדינה** (33° 7′), **בגי"ב רוחב הירח** הנ"ל (4° 11′ 7"), **ונחלק אותו על גי"ב תשלום רוחב המדינה** (47° 49′ 32"), **יעלה בידינו** מנת גובה המדינה ברוחב 34 מעלות,

$$(33^\circ\ 7'') \times (4^\circ\ 11'\ 7'') : (47^\circ\ 49'\ 32'') = (2^\circ\ 53'\ 53'')$$

נבדוק כמה היא מנת גובה המדינה ביחס לרוחב הראשון, שהוא 4 מעלות (ולא הגי"ב שלו)

$$(2^\circ\ 53'\ 53'') : (4^\circ\ 0'\ 0'') = 0.72$$

והוא **קרוב מב' שלישי רוחב הירח** (0.67), אבל, **ביתר מעט,** בכ 13′. **וזה השיעור העולה בידינו מן החלוקה, הוא השיעור המבוקש ידיעתו והוא השינוי שבין קשת הראייה והאורך הד'.**

עתה, מחשב המפרש את מנת גובה המדינה, ברוחב גיאוגרפי 36 מעלות, שהוא אולי עדיין בתחום ארץ ישראל (לא כדעת הרמב"ם, בהלכה י"ז בפרק י"א לעיל).

ואם נקח זה הענין ברוחב ל"ו, יהיה גי"ב רוחב זה **ששה ושלשים, ל"ה מעלות וי"ו חלקים** ב' שניות (2" 16' 35)**, וגי"ב נ"ד והוא תשלום רוחב המדינה, והוא מ"ח ל"ב כ"ח** (28" 32' 48)**.** בכדי לקבל את מנת גובה המדינה, **נכפול גי"ב רוחב המדינה** (2" 16' 35) **וגי"ב רוחב הירח** (7" 11' 4)**, ונחלק אותו על גי"ב תשלום רוחב המדינה** (28" 32' 48)**,** ונקבל,

(27" 2' 3) = (28' 32 48) : (7" 11' 4) x (2" 16' 35)

יצא לנו ג' מעלות וג' חלקים, היא השינוי שבין קשת הראייה והאורך הרביעי, והוא בזו הצורה, יתר על שני שלישי רוחב הירח, בכדי כ"ג חלקים.

ולפיכך, לקח הרמב"ם **שני שלישים** של **רוחב הירח** <u>**תמיד**</u> בארץ ישראל וסביבתה הקרובה, **ואע"פ שפעמים יהיה חסר ממנו,** משני שליש זה, **ופעמים יהיה כמותו, ופעמים יהיה יתר ממנו, לפי שאינו מחשב לראייה ברוחב מיוחד,** אלא <u>בתחום</u> ארץ ישראל בכלל.

<u>ו. מקור השם "מנת גובה המדינה", והחישוב שלו במדינות אחרות.</u>

ואם תשאל ותאמר, למה קרא לזה השינוי, בשם **"מנת גובה המדינה"?**

והתשובה היא, **לפי שזה השיעור מגיע לחשבון הראייה בשביל רוחב** הגיאוגרפי של **המדינה, ורוחב המדינה הוא שיעור גובה ציר משוה היום,** היינו, הגובה של ציר כדור הארץ מצפון לדרום (ראה תמונות 22א', 23א' – 23ד', בהקדמה לפרק זה), שהוא ניצב למשווה היום, או גם הגובה של הקוטב הצפוני, הנמצא **מעל אופק ההוא** הצפוני של הצופה, **והוא בעצמו שיעור נטיית עגולת משוה היום מעל נכח ראשם לדרום, והוא שיעור מרחק המדינה מן הקו המשוה** של כדור הארץ; **שהרי רַאִיתָ שפעמים,** למשל, כמו ירושלים וסביבתה, **שהיתה זאת המנה** של גובה המדינה, **פחות משני שלישי רוחב הירח, ופעמים כמותו, ופעמים יותר ממנה.**

לפיכך, לכל מדינה ומדינה, וסביבתה הקרובה**, יש לה מַנַה מזה השינוי בפני עצמה,** דהיינו, בגלל השינוי ברוחב הגיאוגרפי, ושינוי זה נגרם בגלל שינוי כוון קוטב הצפון צ' בכל מדינה, כי נקודת הקוטב הצפוני (היינו, כוכב הצפון) נראית בגובה אחר מעל האופק הצפוני של כל צופה וצופה, בכל מדינה ומדינה. למשל, כיון שהרוחב הגיאוגרפי של ירושלים הוא 32 מעלות, לכן, גם נקודת הקוטב הצפוני צ' (כוכב הצפון) תהיה בגובה של 32 מעלות מעל האופק הצפוני בירושלים (ראה תמונה 32 בהקדמה לפרק זה וההסבר הנלווה אליה). כך הוא תמיד, שגובה כוכב הצפון מעל האופק, בכל מדינה ומדינה, שווה לרוחב הגיאוגרפי של אותה מדינה. המפרש קורא לכוון הצפון בשם "ציר משווה היום", דהיינו, הציר שקו משווה היום (המשווה השמימי) מסתובב סביבו, וציר זה ניצב למשטח המשווה השמימי, ועובר דרך הקטבים הצפוני והדרומי, וכן דרך מרכז כדור הארץ. לכן, כיון שבכל מדינה נראה ציר זה בגובה אחר מעל האופק הצפוני של כל צופה, לכן, כותב המפרש, השינוי במַנַה של גובה המדינה נגרם **בשביל גובה ציר משוה היום והשתנותו** מעל האופק של הצופה, ושינוי גובה זה מעל האופק, בכל מדינה, הוא הגורם לשינוי של מנת גובה המדינה. **ואילו עשינו זה החשבון,** דהיינו, חשבון של מנת גובה המדינה, גם **למדינות אחרות, היה השינוי הרבה** בין מנת הגובה של מדינה אחת לעומת מדינה אחרת, כדלקמן.

שהרי ברוחב גיאוגרפי **עשרים** מעלות (שהוא הרבה יותר נמוך מזה של ירושלים (בדרום מצרים), הנמצאת ברוחב גיאוגרפי של 32 מעלות, אז **יהיה גי"ב כ"ב ל"א י"ו** (״16 ′31 22), **וגי"ב תשלום הרוחב** הוא **נ"ו כ"ב נ"ד** (״54 ′22 56). נניח גם שהגי"ב של רוחב הירח הוא כקודם (״7 ′11 4). **ו**לכן, **כ**די **ש**נקבל את מנת הגובה של מדינה זו, **נכפול** את ה**גי"ב** של רוחב המדינה **עשרים** מעלות, שהוא (״16 ′31 22), **בגי"ב רוחב הירח המונח בתחילה, והוא ד' י"א ז'** (״7 ′11 4), **ונחלק אותו על גי"ב תשלום רוחב המדינה** (״54 ′22 56), והמספר ש**יעלה בידינו** הוא **מעלה אחת ול"א חלקים ועשרים שניות** (״20 ′31 1).

עתה, נבדוק מהו היחס המספרי בין תוצאה זו (״20 ′31 1), לבין הרוחב הראשון שהנחנו בתחילה (״7 ′11 4):

$$0.38 \quad = \quad (״0\ ′0\ 4) \quad : \quad (״20\ ′31\ 1)$$

והוא יתר משליש רוחב הירח במעט, ובודאי ש**אינו מגיע לשני שלישי רוחב הירח** המתאים לרוחב ירושלים וסביבתה הקרובה, כנ"ל.

ואם נחשב את מנת רוחב המדינה **לרוחב** גיאוגרפי **מ"ח** מעלות, **יהיה גי"ב רוחב המדינה** הזו, **מ"ד מעלות ול"ה חלקים ול"ט שניים** (״39 ′35 44), **ותשלום רוחב זה לתשעים הוא מ"ב מעלות, וגי"ה מ"ח נ"ב** (״52 48). בכדי לקבל את מנת גובה המדינה, **נכפול גי"ב רוחב המדינה** (״39 ′35 44), **בגי"ב רוחב הירח המונח בתחילה** כדלעיל (״7 ′11 4), **ונחלק אותו על גי"ב תשלום רוחב המדינה** (״52 48), ואז **יעלה בידינו ארבע מעלות ול"ט חלקים** (״39 4), **והוא יותר מרוחב הירח** (״0 ′0 4) (ולא הגי"ב שלו), **בל"ט חלקים.**

לפיכך, לא לקח הרמב"ם **שני שלישי רוחב הירח, אלא באלו המדינות** הקרובות לירושלים, כמו סוריה, ועד לצפון מצרים, **שרחבן מכ"ט מעלות עד ל"ו, לפי שאינו מחשב לראייה** של הירח על ידי העדים, **לרוחב** גיאוגרפי **מיוחד,** של ירושלים דווקא. **לפיכך, היה זה השיעור מן הרוחב בקירוב, ובאילו** המדינות בעלי רוחב גיאוגרפי קרוב, שהן מעל או מתחת לזה של ירושלים, **אמר, ואחר"כ תחזור אצל רוחב הירח הראשון, ותקח ממנו שני שלישיו לעולם, באלו המדינות שרוחבם מרוחב כ"ט עד רוחב ל"ו.**

<u>ז. הדגמת קשת הראייה.</u>

<u>ותתבונן ותראה אם היה רוחב הירח צפוני תוסיף מנת גובה המדינה וכו'</u> (דברי הרמב"ם).

דע, שכל כוכב לכת **שיש לו רוחב,** ביחס לגלגל המזלות, ובפרט הירח, **אם היה רחבו צפוני, הוא שוקע אחר שתשקע מעלתו** במזלות, **ואם היה רחבו דרומי, הוא שוקע קודם שתשקע מעלתו** במזלות. מדוע?

ף

המפרש מדגים זאת על ידי ציור:

ונניח עגולת האופק {**ציור נ"ח**} (תמונה 121) **אב"ג,** וקו **חצי היום אהג"ד, וחצי** גלגל **המזלות הכ"ד, והירח** נמצא **על האופק, בצפון** מערב, **בנקודת ח',** ומאידך, כאשר הירח נמצא **בדרום,** ונניח שהוא נמצא **על האופק** המערבי **בנקודת מ'. וכשנוציא עגולה מציר משווה גלגל המזלות** (ולא מציר משווה היום), היינו,

מהקוטב הצפוני צ' של גלגל המזלות, והעגולה **עוברת** מהקוטב הצפוני צ', עד לקוטב הדרומי דר', היינו, בקו אורך העובר **על הירח** הנמצא **באופק, והוא בנקודה כשהוא בצפון** האופק המערבי, **על נקודת ח',** כלומר, עגולה זו **היא מגעת לירח,** וכן היא **מגעת עד גלגל המזלות** העובר דרך הנקודות הבט"ד, כפי שרואים בציור, באיזור הנמצא כבר מ**תחת האופק, על נקודת ט'. לפיכך,** רואים מהציור, כי **שקעה** כבר **מעלתו** של הירח על גלגל המזלות, **והיא בנקודת ט', קודם שישקע הוא,** היינו, הנקודה ט', הנמצאת על גלגל המזלות, שוקעת לפני הנקודה ח', הנמצאת על האופק המערבי. זה מה שציין המפרש לעיל, שאם היה רוחבו של הירח צפוני, אז הוא שוקע בנקודה ח' באופק המערבי, אחרי שתשקע מעלתו על המזלות בנקודה ט'.

וכשהרוחב הוא **דרומי** לגלגל המזלות (ראה תמונה 121, מצד ימין), כלומר, **הירח שהוא בנקודת מ',** והוא כבר **מגיע עד האופק** בנקודה הדרומית מ', ומאידך, **עדיין לא הגיע מעלתו,** היינו, עדיין לא הגיע מקומו כ' של הירח על גלגל המזלות **אל האופק, והוא** נמצא עדיין **בנקודת כ'.**

עתה, **לפי שהעגולה היוצאת מ**הקוטב הצפוני צ' הנמצא על **ציר משוה היום, כבר הגיע אל מעלת הירח** כ' על גלגל המזלות, **קודם שתגיע אל הירח, והוא על האופק בנקודת מ',** היינו, הירח עצמו כבר הגיע לאופק בנקודה מ', והנקודה כ' מפגרת אחריו בשקיעה, **לפיכך,** רואים מן הציור, כי **אם יהיה רחבו דרומי, הוא** (הירח) **שוקע קודם שתשקע מעלתו כ'** שעל גלגל המזלות.

לפיכך, זה הענין אירע לירח, היינו, שהוא שקע בנקודה מ' לפני שישקע מקומו כ' על המזלות, **בשביל הפיכת** כוון **הגלגל** של הסיבוב היומי, מהצד השני של משווה היום, וכן **נטיית עגולת משוה היום לדרום.**

המפרש לא שירטט את קו המשווה השמימי בתמונה 121, וכן לא את קו הסיבוב היומי. לכן, בכדי להבין את דבריו הבאים, נסתכל שוב בתמונה 119 לעיל, שם נמצאים שני קוים אלה. לצורך זה, אנו משנים את האותיות שבדבריו הבאים, כך שיתאימו לאותיות שבתמונה 119, אבל דבריו נשארים בעינם:

ולפיכך, אמר הרמב"ם, **אם יהיה רוחב הירח** הנראה ז"פ **צפוני** כמו בתמונה 119, **הוסף מנת גובה המדינה** שגודלו מהנקודה ק' עד הנקודה 1, **על האורך הרביעי** שהוא מ"ק, **לפי שסוף האורך הרביעי, אם יהיה הירח** בנקודה ז', **למעלה מן האופק, היא נקודת ת' מן המזלות,** כלומר, הנקודה ת' שעל המזלות היא האורך השלישי, והאורך הרביעי המתאים לאורך שלישי הזה, **הוא שוה לקשת ממשוה היום** מ"ק, **או הדומה לו** ב"ט, **ממסבת השמש היומית; וכשתוסיף** הקשת של **מנת גובה המדינה** ק-1 (שאורכה מהנקודה ק' עד לנקודה 1) **על האורך הרביעי** מ"ק, **יגיע** קשת הראייה מהנקודה מ' ועד **לנקודה 1 ששוקעת** יחד **עם הירח** הנמצא בנקודה ז', **והוא** (הירח הנראה שבנקודה ז') ישקע **על האופק,** יחד עם הנקודה השוקעת יחד איתו ממשווה היום, **והיא נקודת 1.**

ואם יהיה רוחב הירח דרומי (נמשיך עם אותן האותיות, כמו בירח בצפון בתמונה 119), **תגרע מנת גובה המדינה מן האורך הרביעי,** היינו, תחסר מהנקודה ק' את מנת גובה המדינה ותגיע עד הנקודה 2 שמתחתיה, **עד שיגיע אל האופק** נקודה 2 זו, וְכך יִוָּדַע **החלק** ק-2 **ששוקע עם הירח, זולתי מעלתו,** היינו, שהנקודה השוקעת עם הירח, אינה מקומו על גלגל המזלות ת' בתמונה 119, אלא, **היא ג"כ נקודת 2,** כלומר, במקרה זה הירח הנראה בנקודה ז', לא ישקע עם הנקודה ק', אלא, עם הנקודה 2.

בשתי ההלכות הבאות י"ג י"ד, מביא הרמב"ם דוגמה לחישוב קשת הראייה בליל שבת ב' באייר שנת ה'תתקל"ח, כדי לדעת אם ייראה הירח בתחילת הלילה.

הלכה י"ג

כיצד? היינו, כיצד אנו מחשבים, על פי כל מה שתיארנו קודם, את קשת הראייה, ולקבוע, אם אפשר לראות את הלבנה החדשה בליל השלושים? כלשונו, **הרי שבאנו לחקור, אם ייראה הירח בליל ערב שבת, שני לחודש אייר, משנה זו** (ד'תתקל"ח) **או לא ייראה.**

1. בתחילה, **תוציא** (תחשב) **את מקום השמש האמיתי, ומקום הירח האמיתי, ורוחב הירח, לשעה זו**, היינו, כעשרים דקות אחרי השקיעה, **כמו שהודענוך,** בפרקים י"ג, ט"ו, ט"ז. **ייצא לך מקום השמש האמיתי, בשבע מעלות, ותשעה חלקים, ממזל שור, סימנו ז' ט'** (ראה חישוב מפורט שלנו, בדוגמה ב', בסוף פרק ט"ו);
2. **וייצא לך מקום הירח האמיתי, בשמונה עשרה מעלות ושישה ושלושים חלקים ממזל שור, סימנו י"ח ל"ו** (ראה שם);
3. **וייצא לך רוחב הירח, ברוח דרום, שלוש מעלות, ושלושה וחמישים חלקים, סימנו ג' נ"ג, וזה הוא הרוחב הראשון** (ראה חישוב בהלכה י"ט בפרק ט"ז);
4. **ותגרע מקום השמש ממקום הירח, יישאר אחת עשרה מעלות, ושבעה ועשרים חלקים, סימנו י"א כ"ז, וזה הוא האורך הראשון;**
5. **ולפי שהיה הירח במזל שור, יהיה שינוי מראה האורך מעלה אחת, וראוי לגרוע אותה מן האורך הראשון;** לכן, **ייצא לך האורך השני, עשר מעלות ושבעה ועשרים חלקים, סימנו י' כ"ז;**
6. **וכן יהיה שינוי מראה הרוחב, עשרה חלקים; ולפי שרוחב** הראשון של **הירח היה דרומי, ראוי להוסיף עליו שינוי המראה, שהוא עשרה חלקים;** לכן, **ייצא לך הרוחב השני, ארבע מעלות ושלושה חלקים, סימנו ד' ג';**
7. **ולפי שהיה הירח בשמונה עשרה מעלות ממזל שור, ראוי ליקח מן הרוחב השני רביעיתו, והוא הנקרא מעגל הירח** (הנליזה); לכן, **ייצא לך מעגל הירח לעת זו, מעלה אחת וחלק אחד, לפי שאין מדקדקין בשניות.**

הלכה י"ד (המשך החישוב)

8. **ולפי שרוחב הירח דרומי, ומקום הירח האמיתי בין ראש גדי וראש סרטן, ראוי** להוסיף **המעגל על האורך השני;** לכן, **ייצא לך האורך השלישי, אחת עשרה מעלות ושמונה ועשרים חלקים, סימנו י"א כ"ח;**
9. **ולפי שהאורך הזה במזל שור,** ואנו רוצים לחשב את הקשת של המשווה השמימי, השוקעת יחד עם האורך הזה במזל שור, לכן, **ראוי להוסיף על האורך השלישי חמישיתו, שהוא שתי מעלות ושמונה עשר חלקים;** ולכן, **ייצא לך האורך הרביעי, שלוש עשרה מעלות ושישה וארבעים חלקים, סימנו י"ג מ"ו;**
10. **וחזרנו אצל הרוחב הראשון, ולקחנו שני שלישיו,** לכן, **ייצא מנת גובה המדינה, והוא שתי מעלות וחמישה ושלושים חלקים;**
11. **ולפי שהיה הרוחב דרומי, ראוי <u>לגרוע</u> מנת גובה המדינה, מן האורך הרביעי; יישאר לך אחת עשרה מעלות ואחד עשר חלקים, סימנו י"א י"א. וזו היא, קשת הראייה בלילה הזה.**

ועל דרך זו, תעשה ותדע קשת הראייה, כמה מעלות וכמה חלקים יש בה, בכל ליל ראייה שתרצה, לעולם.

הלכה ט"ו

ואחר שתצא היינו, שתחשב **קשת זו, תבין בה** (תתבונן בה)**, ודע שאם תהיה קשת הראייה תשע מעלות או פחות, אי אפשר שייראה בכל ארץ ישראל; ואם תהיה קשת הראייה יתר על ארבע עשרה מעלות, אי אפשר שלא ייראה, ויהיה גלוי לכל ארץ ישראל.**

מאידך, ראינו לעיל בהלכה ג', כי הקץ, במקרה זה, הוא ט"ו מעלות, ולא י"ד?! כפי שראינו כבר קודם, כאשר הרמב"ם מציין 15 מעלות, הוא מתכוון לכל המעלה ה 15 המתחילה מסוף המעלה ה 14. לכן, הביטוי "ואם תהיה קשת הראייה יתר על 14", היא זהה ל "החל מן המעלה ה 15".

המפרש להלכה ט"ו

המפרש מראה, כי שני גורמים קובעים ביחד, אם הירח החדש ייראה או לא ייראה:

א. האורך הראשון
ב. קשת הראייה

<u>ואחר שתוציא קשת כו'.</u>

כבר ידעת, שהאורך הראשון היא הקשת שבין שני המאורות שעל גלגל המזלות**, וממנה יֵוָדַע תוספת האור בירח וחסרונו,** היינו, שהחלק המואר של הירח הנראה לנו הוא גדול יותר**: אם** האורך הראשון **יהיה גדול, יהיה אורו** של הירח החדש **רב. ואם יהיה** האורך הראשון **קטן, יהיה אורו** של הירח החדש **מעט,** כפי שראינו בתמונה 3 בהקדמה לפרק זה**.**

ולעומת האורך הראשון, ראינו כבר כי **"קשת הראייה" היא האורך הרביעי, אחר שמוסיפין עליו או גורעים ממנו מנת גובה המדינה.** וכזכור, **האורך הד' הוא המעלות שבין שני המאורות ממעלות <u>השקיעה</u>** על המשווה השמימי**. לפיכך, מ"קשת הראייה" יֵוָדַע אורך** זמן **הִגָּלותו** של הירח **על הארץ וקוצרו,** היינו, עד לשקיעתו. **לפיכך, אם תהיה קשת הראייה ט' מעלות, או פחות, יהיה קשת הגלותו על הארץ קצרה, והוא ממהר לשקוע, ואז אי אפשר שיראה בכל א"י. ואם תהיה קשת הראייה יתר על י"ד מעלות, יהיה זמן הגלותו ארוך, ואינו שוקע במהרה. לפיכך, אי אפשר שלא יראה בכל א"י,** כיון שזמן התגלותו של הירח, ועד לשקיעתו, הוא ארוך, לכן, הוא מספיק להתרחק עוד יותר במשך זמן זה, והסיכוי לראותו הוא גדול יותר. יתר על כן, כיון שהוא נמצא גבוה מעל האופק, מעל הערפילים הנמוכים, הוא נראה גבוה וברור יותר, כפי שהסברנו לעיל בסעיף ב' בהקדמתנו להלכה י"ב בפרק זה.

ראינו כי האורך הראשון וקשת הראייה הם שני הגורמים הקובעים את אפשרות הראייה. מתברר כי כאשר אחד מהם הוא גדול יחסית, אז ניתן לראות את הירח החדש, אפילו שהשני הוא קטן יחסית. למשל, אם האורך הראשון הוא גדול מאד יחסית, אז אפשר יהיה לראותו, אפילו שהזמן עד לשקיעת הירח לא יהיה ארוך במיוחד, דהיינו, שקשת הראייה לא תהיה גדולה; ולהפך, אם קשת הראייה היא ניכרת, כלומר זמן ההתגלות עד לשקיעה הוא גדול מאד יחסית, אפשר אז להסתפק

באורך ראשון קצר יותר. מאידך, קיימים גם ערכי ביניים, הן לאורך הראשון והן לקשת הראייה, אשר גם הם יאפשרו את ראיית הלבנה החדשה, כדלקמן.

בהלכות הבאות, מביא הרמב"ם את זוגות המספרים של האורך הראשון וקשת הראייה, המתאימים זה לזה, כך שתתאפשר הראייה. זוגות אלו נקבעו על פי הנסיון של הראייה בפועל, במשך שנים רבות של תצפיות.

הלכה ט"ז

ואם תהיה קשת הראייה מתחילת מעלה עשירית עד סוף מעלת ארבע עשרה, תערוך קשת הראייה אל האורך הראשון, היינו, תתבונן בקשת הראייה לעומת האורך הראשון, ואז **תדע** על פי שניהם, **אם ייראה הירח או לא ייראה, מן הקיצין שיש לו** כפי שנראה לקמן, **והן הנקראין** בשם **"קיצי הראייה".**

המפרש להלכה ט"ז

<u>ואם תהיה קשת הראייה מתחלת מעלה עשירית וכו'.</u>

ומפני מה הוא עורך קשת הראייה על האורך? היינו, מפני מה יש להתבונן בקשת הראייה והאורך הראשון ביחד? **שהרי,** כפי שהסברנו כבר לעיל, **אע"פ שקשת הראייה** תהיה **בינונית,** היינו, לא גדולה ולא קטנה במיוחד, הרי מאידך, אם **יהיה אורו** של הירח **רב, בשביל** ש**האורך הראשון** הוא גדול, אז **לפיכך, הוא נראה. ואם יחסר אחד מהם מקצה,** היינו, אם יחסר אחד מהם ממינימום מסוים (קצה), אז **לא יראה** הירח החדש, אף על פי שהשני הוא גדול.

עתה מביא הרמב"ם, בהלכות י"ז עד כ"א, את רשימת ערכי זוגות המספרים האפשריים, של קשת הראייה והאורך הראשון, אשר על פיהם תתכן ראייה או לא.

עד עתה, הראה הרמב"ם כיצד ניתן לחשב באופן הנדסי תיאורטי, על פי תורת הגלגלים, שני פרמטרים, היינו, את האורך הראשון, וקשת הראייה, אשר בעזרתם, אנו אמורים לדעת מראש, באופן תיאורטי, אם הירח ייראה לעדים או לא. אבל, על מנת שנוכל להשתמש בתיאוריה זו <u>במציאות</u>, ולנבא מראש אם הירח ייראה או לא ייראה, יש לעגן, קודם כל, את התיאוריה הזו למציאות עצמה של הראייה בפועל, היינו, <u>לבדוק מה הם האורך הראשון וקשת הראייה, אשר עבורם נראתה בעבר הלבנה בפועל במציאות, ולנסות לקשר את התצפיות האלו, להתיאוריה של הגלגלים שראינו לעיל, וכך לתת לה תוקף מציאותי.</u>

אכן, האסטרונומים התבוננו <u>בתצפיות מעשיות רבות של ראיית הירח החדש, שהיו בעבר במשך שנים רבות</u>, ורשמו לפניהם מה היו <u>הנתונים התצפיים</u> של כל ראייה וראייה, היינו, את זמן הראייה המדוייק של הירח החדש, גובהו מעל האופק, באיזה זווית הוא עמד ביחס לנקודת אמצע המערב, עומקה של השמש מתחת לאופק בזמן הראייה, ועוד. עתה, לכל אחת מהראיות האלו של הירח החדש, שהיו בפועל בעבר, הם הלכו וחישבו <u>אחורה</u>, מהנתונים של כל תצפית כזו, את האורך הראשון וקשת הראייה, המתאימים מבחינה חשבונית הנדסית, לנתוני התצפית אשר בהם ראו את הירח החדש, ברגע של אותה ראייה שהיתה בפועל. שים לב כי הם לא חישבו את האורך הראשון וקשת הראייה על פי תורת הגלגלים כנ"ל, אלא, הם חישבו אותם בדרך אחרת הקשורה למציאות באופן ישיר, למשל, באופן הבא: הם שרטטו שרטוט טכני על הנייר, שהיה דומה בדיוק לגובה בו עמד הירח מעל האופק, והעומק בו עמדה השמש מתחת לאופק, וגם המקומות המדויקים של הירח החדש והשמש,

ביחס לנקודת אמצע המערב. שרטוט כזה, כאמור, צריך היה להיות כמה שיותר מדויק, כלומר, שכל הגדלים והזויות בשרטוט זה, היו צריכים להיות בקנה מידה מתאים, לאלה שנצפו ברגע הראייה של הירח החדש. הם עשו שרטוט כזה לכל צפייה וצפייה של הירח החדש שנראתה בפועל בעבר.

כך עמד לפניהם תרגיל הנדסי טכני פשוט, אשר בו הם חישבו, מתוך כל שרטוט כזה, את הגודל של האורך הראשון, ושל קשת הראייה, המתאימים לציור, של כל רגע ראייה של הירח החדש שהיתה בעבר בפועל. שים לב, כי הם לא חישבו כלל את שני הפרמטרים האלה, כאמור לעיל, את האורך הראשון וקשת הראייה, בעזרת תורת הגלגלים, המתאימים לרגע הראייה, אלא, הם השתמשו, בדרך אחרת לגמרי, שאין לה שום קשר עם תורת הגלגלים הנ"ל: הם רק חישבו את שני הפרמטרים האלה, על ידי תרגיל חשבוני פשוט בהנדסה מרחבית של משולשים המורכבים מקשתות על פני כדור. הם עשו זאת עבור תצפיות רבות של ראיית הירח, שנעשו אולי במשך חודשים רבים. והנה הם שמו לב, כי שני הפרמטרים האלה, שחישבו אותם לאחר מעשה (של ראיית הירח החדש), לא היו סתם מספרים כל שהם, אלא, הם תמיד נפלו בגבולות מספריים מסוימים מאד.

תמונה 122 מראה את התוצאות <u>התצפיתיות</u> של שני הפרמטרים האלה. רואים בה שני צירים, האחד אופקי (מאוזן), והוא מראה את המעלות של קשת הראייה, והציר השני הוא זקוף, והוא מראה את המעלות של האורך הראשון. טווח המעלות על כל אחד משני הצירים הוא זהה, מתשע ועד לשלוש עשרה מעלות. כל נקודה ונקודה בכל השטח הריבוע הכלוא בין שני הצירים האלה, מימין לציר הזקוף, ומעל לציר האופקי, מיוצגת על ידי שני מספרים, המייצגים את האורך הראשון, וקשת הראייה, שנצפו בפועל, בחודש שהירח החדש נראה בהם. למשל, שני המספרים המייצגים את הראייה בתחילת חודש א', הם (13, 11), ופירוש הדבר הוא, שבאותו חודש נצפתה הלבנה החדשה, והאורך הראשון היה 13 מעלות, וקשת הראייה היתה 11 מעלות. על פי התצפיות בחודשים רבים, התברר כי האורך הראשון וקשת הראייה של <u>כל הנקודות</u> הנמצאות באיזור העליון של צורת המדרגות שבתמונה זו, היתה בהם ראייה של הלבנה החדשה. אבל, בכל הנקודות שבאיזור התחתון מתחת לצורת המדרגות, לא היתה ראייה של הלבנה החדשה, כלומר, לעולם לא ראו את הלבנה החדשה בקשת ראייה ואורך ראשון שלה, שנפלו באיזור זה.

יש לשים לב כי תמונה 122 מביאה ממוצע של ראייה על פני חודשים ושנים רבות, ולכן, <u>השפעת מזג האויר נכללת</u>, באופן ממוצע, על פני תקופה ארוכה ומגוונת של תנאי תצפית.

כאמור, צורת המדרגות מגדירה את איזור הראייה, ומתחתיו, את איזור אי הראייה. הרמב"ם מכנה בשם "קיצי הראייה" את המדרגות השונות שבצורה זו, היינו, <u>גבולות</u> הראייה המעשיים. היינו, מעל המדרגות האלה ראו בעבר את הירח החדש, ומתחתם לא היתה ראייה. הרמב"ם מפרט בהלכות הבאות י"ז – כ"ב את האורך הראשון וקשת הראייה של כל נקודה הנמצאת על כל מדרגה בתמונה 122, ובכך הוא מבדיל בין איזור הראייה, לאיזור של אי ראייה. על סמך התצפיות הרבות של הירח החדש שהיו בעבר, מניחים האסטרונומים, כי צורת המדרגות הזו, המבוססת על תצפיות מעשיות שנצפו בפועל, קיימת גם עבור כל התצפיות של הירח החדש שייעשו גם בעתיד. לכן, להבא, נוכל <u>לחשב בתחילה, באופן תיאורטי, בשיטת הרמב"ם</u>, את האורך הראשון, וקשת הראייה, לתחילת חודש מסוים שיהיה בעתיד, ואם אנו רואים כי התוצאה החשבונית של שני זוגות המספרים האלה שקבלנו, של האורך הראשון וקשת הראייה, אם הם נופלים באחד משני האיזורים המסומנים

בתמונה 122, אז ניתן יהיה לקבוע מראש, אם הלבנה תיראה, או לא תיראה לעדים, באותו ערב שיהיה בעתיד.

למעשה, המפרש ציין את הדברים האלה בדבריו על הלכות א' – ד' (אלא, שלא בפירוט הזה), כלשונו, **והתשובה, שעילת אלו הקצין הקצובין, הניסיון והבחינה** (והבדיקה המעשית) **בלבד הורה עליהם, לפי שראו בבחינה הדבר כן.**

בעצם, כך נוהגים כיום במדע המודרני, כאשר מקשרים, או מעגנים, את המושגים הפיזיקליים התיאורטיים (כמו בתורת הקוונטים, בפיזיקה של האטום והגרעין, שהיא כולה מופשטת, ואפילו דמיונית, כמו תורת הגלגלים של הקדמונים), עם הפרמטרים המציאותיים הנמדדים במעבדה, ובכך מאפשרים לתיאוריה להיות מעוגנת במציאות, לחישובים תיאורטיים בעתיד.

הלכה י"ז

ואלו הן קיצי הראייה, שנקבעו באופן מעשי של ראיית הירח, שנראה בפועל בתחילתם של חודשים רבים, במשך שנים רבות, כפי שהסברנו לעיל. עתה, אם החישוב התיאורטי שעשה הרמב"ם, לרגע ותאריך מסוים בעתיד, מראה כי האורך הראשון וקשת הראייה שלו, הם בתוך הגבולות המעשיים, היינו, בתוך "קיצי הראייה" הנ"ל שנצפו בפועל, אז ניתן לומר, שגם הירח החדש שחושב תיאורטית לתאריך וברגע מסוימים בעתיד, גם הוא, כאשר יגיע זמנו להיראות, הוא ייראה באותו תאריך שחושב, כמו שזה כבר קרה בעבר, כאשר הירח והשמש עמדו בשמים באותו מצב בדיוק.

אם תהיה קשת הראייה המחושבת על פי תורת הגלגלים התיאורטית הנ"ל, שחושבה לתאריך ורגע מסוימים בעתיד, אם חישוב זה נותן תוצאה של קשת ראייה **מותר** (יותר) **על תשע מעלות, עד סוף עשר מעלות, או יתר על עשר,** וכן אם **יהיה האורך הראשון** באותו חישוב, **לפחות שלוש עשרה מעלות, או יותר,** אז כיון שפרמטרים, בערכים כאלה, הראו בתצפיות שהיו בעבר, שהירח החדש נראה, לכן, **ודאי ייראה** הירח החדש, אשר עבורו חושבו האורך הראשון, וקשת הראייה, באופן תיאורטי, על פי תורת הגלגלים, גם בתאריך העתיד לבוא;

ואם תהיה הקשת פחות מזה, או יהיה האורך פחות מזה, לא ייראה הירח החדש. כי התצפיות של הירח החדש שנעשו בעבר בתחילת החודש, לא הראו שבשני ערכים, נמוכים כאלה, של האורך הראשון וקשת הראייה, היתה ראייה של הירח החדש.

כפי שהסברנו את ההלכה י"ז, שלא תתכן כל ראייה של הירח החדש, אלא, אם קשת הראייה היא לפחות שלוש עשרה מעלות, או שהאורך הראשון הוא לפחות תשע מעלות, כך גם, באותו האופן, יש להבין את הקיצים הבאים, עד להלכה כ"ב.

הלכה י"ח

ואם תהיה מותר (יותר) **על עשר מעלות, עד סוף אחת עשרה מעלות, או יתר על אחת עשרה, ויהיה האורך הראשון שתים עשרה מעלות, או יותר, ודאי ייראה** הירח החדש, זאת כיון שבתצפיות שהיו בעבר, אכן, ראו את הירח החדש, בתנאים אלה של קשת ראייה ואורך ראשון;

ואם תהיה הקשת פחות מזה, או יהיה האורך פחות מזה, אז **לא ייראה.**

הלכה י"ט

ואם תהיה קשת הראייה מותר על אחת עשרה מעלות, עד סוף שתים עשרה מעלות, או יתר על שתים עשרה, והיה האורך הראשון אחת עשרה מעלות, או יותר, אז **ודאי ייראה;**

ואם תהיה הקשת פחות מזה, או יהיה האורך פחות מזה, אז **לא ייראה.**

הלכה כ'

ואם תהיה קשת הראייה מותר על שתים עשרה מעלות, עד סוף שלוש עשרה מעלות, או יתר על שלוש עשרה, ויהיה האורך הראשון עשר מעלות, או יותר, אז **ודאי ייראה.**

ואם תהיה הקשת פחות מזה, או יהיה האורך פחות מזה, אז **לא ייראה.**

הלכה כ"א

ואם תהיה קשת הראייה מותר על שלוש עשרה מעלות, עד סוף ארבע עשרה מעלות, או יתר על ארבע עשרה, ויהיה האורך הראשון תשע מעלות, או יותר, אז **ודאי ייראה.**

ואם תהיה הקשת פחות מזה, או יהיה האורך פחות מזה, אז **לא ייראה.**

ועד כאן, סוף גבולות **הקיצין,** אשר על פיהם ייראה, או לא ייראה, הירח החדש.

המפרשים סיכמו את ההלכות י"ז עד כ"ב באופן הבא: על מנת שתהיה ראייה, צריך שסכום המעלות של האורך הראשון וקשת הראייה, יהיה גדול מ 22. אחרת, עבור פחות מ 22, לא תהיה ראייה.

הלכה כ"ב

עתה בודק הרמב"ם באופן מעשי, אם ניתן לראות את הירח החדש בליל ערב שבת, ב' לחודש אייר של שנת ד'תתקל"ח, שהיה בזמנו של הרמב"ם.

כיצד? באנו להתבונן בקשת הראייה של ליל ערב שבת שני לחודש אייר משנה זו (ד'תתקל"ח). כזכור, בהלכה י"ג לעיל, הביא הרמב"ם את פרטי החישוב של קשת הראייה, והאורך הראשון. **יצא לנו בחשבון** לעיל ש**קשת הראייה** היא **אחת עשרה מעלות, ואחד עשר חלקים, כמו שידעת** לעיל, בהלכה י"ג; **ולפי שהייתה קשת הראייה בין עשר עד ארבע עשרה, ערכנו** (השוינו) **אותה אל האורך הראשון; וכבר ידעת** כנ"ל, **שהאורך** הראשון **היה בליל זה, אחת עשרה מעלות, ושבעה ועשרים חלקים. ולפי שהייתה קשת הראייה יתר על אחת עשרה מעלות, והיה האורך הראשון יתר על אחת עשרה, ייוודע, שוודאי ייראה** הירח **בליל זה, לפי הקיצין הקצובות** (שבהלכה י"ט לעיל). **וכן תעשה בכל קשת וקשת, עם האורך הראשון שלה.**

המפרש להלכות י"ז – כ"ב

<u>ואלו הן קיצי הראייה: אם תהיה קשת הראייה מיתר על ט' מעלות וכו' ,ויהיה האורך הראשון י"ג מעלות או יותר, ודאי יראה</u> (דברי הרמב"ם).

לפי, שאע"פ שזמן הִגָּלותו של הירח הוא **בינוני,** היינו, הזמן החולף עד לשקיעת הירח, המתאים לקשת ראייה בין תשע לעשר מעלות ויותר, אינו רב, אלא בינוני, בכל זאת, בגלל שהאורך הראשון הוא רב, היינו, שלוש עשרה מעלות ויותר, היינו, שהמרחק בין שני המאורות הוא רב, ולכן, **אורו** של הירח הוא ממילא **רב, והוא נראה,** אפילו שקשת הראייה היא רק בינונית.

ואם תהיה הקשת פחות מזה, היינו, פחות מתשע מעלות, **יהיה זמן הגלותו קצרה** מדי, **ואע"פ שאורו רב,** היינו, שהאורך הראשון הוא מעל שלוש עשרה מעלות.

ואם יהיה האורך פחות מזה, משלוש עשרה מעלות, אז **יהיה אורו של** הירח **מעט** מדי, **ואע"פ שזמן הגלותו** הוא **בינוני,** כלומר, היה אפשר לחשוב שקשת ראייה בינונית, עם אורך ראשון פחות משלוש עשרה מעלות, היה אולי זה מספיק על מנת שהירח ייראה, אבל, אין זה כך.

וכן הדין בכל החלקים שזכרם הרמב"ם ז"ל:

אם יתקבלו שניהם ויאפשרו ראייה, **ואע"פ שהם בינונים,** בכל זאת הירח **יראה.**

ואם יחסר אחד מהן, יהיה לו אחד משני דברים, או יהיה אורו מועט, וזמן הגלותו רב או בהפך, ואז **לא יראה.**

עתה מביא המפרש חישוב מפורט של האורך הראשון וקשת הראייה, בכדי לקבוע אם תהיה ראיית הירח שישה חודשים לאחר ליל יום העיקר שלו, שהיה כזכור, בליל שלישי בשבוע, ליל א' בניסן, בשנת ה'ק"א (ראה דברי המפרש בסוף פרק י"ב).

ל**משל, בקשנו לידע, אם יראה** הירח **בתחילת ליל ה'** בשבוע, **אחר העיקר** הנ"ל של המפרש, **בשישה חודשים** מאוחר יותר.

כיון ששישה חודשים אחרי חודש ניסן, שהוא חודש העיקר כנ"ל, הם כסדרם, היינו, **שלשה חסרים ושלשה מלאים, וכללן קע"ז יום,** לכן, **לקחנו מְנַתַן מאמצע השמש,** היינו, את המהלך היומי של השמש, וכפלנו אותו במספר הימים קע"ז, וכך **היה כללן קע"ד מעלות כ"ז חלקים ול' שניים.**

נוסיף זה על העיקר שעשינו, היינו, **ליל ג'** בשבוע, **שיומו יום ראשון מחדש ניסן, ואז היתה בו אמצע השמש בה' מעלות ממזל טלה, ול"ה חלקים ומ' שניים, ויצא לנו** כי **אמצע השמש** הגיע ל**ק"פ מעלות ושלשה חלקים וי' שניות, סימנם ק"פ ג"י.**

ויצא לנו ש**מקום הגובה** של השמש הוא ב**פ"ט** מעלות, **י"ד** חלקים, **כ"ז** שניים.

וכן עשינו באמצע הירח, היינו, **לקחנו מנת קע"ז יום,** כלומר, חישבנו את המהלך האמצעי של הירח במשך זמן זה, וקבלנו ש**היה קע"ב מעלות וי"ג חלקים וי"ח שניים. ומאידך, היה** מקום הירח בזמן **העיקר בכ"א מ"ב ג'.** נחבר את המהלך במשך קע"ז יום עם העיקר הזה, **וכללן** הוא **קצ"ג מעלות ונ"ה חלקים וכ"א שניים, סימנם קצ"ג נ"ה כ"א.**

וכן לקחנו מנת, היינו, המהלך הכללי במשך **קע"ז יום** אלה, **מאמצע מסלול הירח,** וקבלנו ש**היה קנ"ב ל' י"א. הוספנו** אותו **על העיקר, והוא רפ"א נ"ז נ"ט,** ואז **נשאר לנו ע"ד מעלות וכ"ח חלקים וי' שניות, סימנם ע"ד כ"ח י'.**

עתה, **באנו לחקור על מקום השמש האמיתי** באופן הבא:

גרענו הגובה מאמצע השמש, ויצא לנו שמסלול השמש הוא **צמ"ח מ"ג,** אשר **מנתו מן השווי,** היינו, ההפרש בין מקום הנקודה ל' לנקודה מ' (ראה ציור ל' בפרק י"ג), הוא **מעלה אחת ונ"ט חלקים; ולפי שהמסלול הזה** הוא **פחות מק"ף** מעלות, לכן, **נגרע מנתו מאמצע השמש, ויצא לנו שמקום השמש האמיתי** הוא **קע"ח מעלות וארבע חלקים וי' שניות,** או **בכ"ט מעלות ממזל בתולה.**

באנו לחקור על מקום הירח האמיתי באופן הבא:

בתחילה, אנו מחשבים את המהלך הכפול, על ידי ש**גרענו מקום השמש האמצעי מאמצע הירח, ונשאר לנו י"ג נ"ב י"א.** עתה, **כפלנו אותה** פי שניים, וכך **היה המרחק הכפול כ"ז מ"ד כ"ב. לקחנו מנתו** על פי הטבלה, **והיא ד' מעלות, והוספנו אותם על אמצע המסלול, ויצא לנו המסלול הנכון ע"ח כ"א י', ומנתו ד' מעלות ונ"ז חלקים; ולפי שהמסלול הנכון** הוא **פחות מק"ף,** לכן, **נגרע מנתו מאמצע הירח, וישאר לנו קפ"ח מעלות נ"ח חלקים כ"א שניים, וזהו מקום הירח האמיתי, בי' מעלות ממזל מאזנים.**

אח"כ לקחנו מנת (מהלך) של **קע"ז יום מאמצע הראש, ויצא לנו ט' כ"ב כ"ט. הוספנו אותו על העיקר, והוא צ"ג כ"ג מ"ז, והיה הכל ק"ב מ"ו י"ו. גרענו אותו מש"ס** מעלות, **היה נשאר רנ"ז מעלות וי"ג חלקים ומ"ד שניים, וזהו מקום הראש האמיתי.**

אם תרצה לידע את **רוחב הירח לעת הזה, תגרע מקום הראש ממקום הירח האמיתי, וישאר לנו רצ"ב מעלות בקירוב, וזהו מסלול הרוחב. נגרע אותו מש"ס מעלות, ישאר ס"ח מעלות, והמנה שלה** היא **ד' מעלות ול"ה חלקים, וזהו רוחב הירח. ולפי שמסלול הרוחב יתר,** הוא גדול יותר **על ק"פ** מעלות, לכן, **יהיה זה הרוחב דרומי;**

ואח"כ באנו לחקור על הראייה בליל זה. לשם כך, **גרענו מקום השמש האמיתי ממקום הירח האמיתי, ונשאר לנו י"א מעלות בקירוב, וזהו האורך הראשון;**

ולפי שהירח נמצא **בין סרטן וגדי, והאורך הראשון יתר מי' מעלות,** לכן, **צריכין אנו לדרוש ולחקור** הלאה, **אם יראה הירח או לא יראה;**

ולפי שהירח קרוב במזל בתולה, תגרע ממנו ל"ז חלקים, והוא שינוי מראה האורך, ישאר י' מעלות וכ"ג חלקים, וזהו הנקרא אורך שני, והרוחב הראשון כבר אמרנו שהוא ד' מעלות ול"ה חלקים והוא דרומי, והירח במזל בתולה, ומנתו משינוי מראה הרוחב מ"ד חלקים. נוסיף אותה על הרוחב הראשון, יצא לנו ש**הרוחב הב'** הוא **ה' מעלות וכ"ב חלקים.**

ולפי שהירח במזל בתולה, נקח מן הרוחב השני שני חומשיו, והן ב' מעלות וט' חלקים, שהיא נליזת המעגל, **ולפי שרוחב הירח דרומי, והוא במזל בתולה, תגרע אלו השתי מעלות וט' חלקים מן האורך השני, ויצא לנו האורך הג' ח' מעלות וי"ד חלקים.**

ולפי שזה הקשת נמצאת **במזל מאזנים**, לכן, **נקח שלישית האורך הג' ממנו, ישאר ה' מעלות וחצי, וזהו הנקרא "אורך רביעי";**

חזרנו אצל רוחב הירח הראשון, לקחנו שני שלישיו, והוא ג' מעלות וה' חלקים, והוא מנת גובה המדינה; ולפי שרוחב הירח דרומי, תגרע מנת גובה המדינה מן האורך הרביעי, ישאר שתי מעלות וכ"ה חלקים, וזהו "קשת הראייה".
ולפי שזו הקשת פחותה מט' מעלות, ידענו שא"א שיראה הירח בליל ה', שהוא **יום א' מחדש תשרי בחשבון זה. לפיכך, הוא נראה בליל ו', בהכרח.**

עתה המפרש בודק דוגמה נוספת, אם היתה ראיית הירח, שנה אחת אחר העיקר.

משל אחר:

נוסיף על העיקר שעשינו, מנת שנה תמימה, היינו, המהלך הכללי של השמש והירח במשך שנה **פשוטה**, ואשר בה כל החודשים הם **כסדרן, מאמצע השמש והירח והמסלול.** והתוצאה של **מנת** (המהלך של) **שנה סדורה, ר"ל שנת הלבנה, מאמצע השמש** היא **שמ"ח** מעלות **נ"ה** חלקים **ט"ו** שניים, לכן, **נמצא מקום האמצע** של השמש, **אחר תוספת העיקר**, הוא **שנ"ד ל' נ"ה.**

ומקום העיקר לגובה השמש, **אחר תוספת מנת** (מהלך) **שנה סדורה** הוא **פ"ט י"ד נ"ג. נגרע מקום הגובה מאמצע השמש, יהיה המסלול רס"ה י"ו ב', ומנתה מן השווי** היא **מעלה אחת ונ"ט חלקים. ולפי שהמסלול יתר על ק"ף** מעלות, לכן, **תוסיף מנתו על האמצע, יצא לך מקום השמש האמיתי שנ"ו כ"ט נ"ה.**

וכן חקרנו על מקום הירח האמיתי: לקחנו מנת שנה סדורה מאמצע הירח, ומהלך זה הוא **שמ"ד כ"ו מ"ג, והוספנו עליו העיקר שעשינו, והוא כ"א מ"ב ג', יעלה בידינו ו' מעלות וח' חלקים כ"ו שניות.**

לקחנו מנת שנה סדורה מאמצע המסלול, והוא ש"ה מעלות וי"ג חלקים, והוספנו עליו העיקר, והוא רפ"א נ"ז נ"ט, יצא לנו אמצע המסלול רכ"ז י' נ"ט.

ובקשנו לידע מקום הירח האמיתי: גרענו אמצע השמש מהירח, ונשאר י"א ל"ז נ"א. כפלנו אותו, ועלה בידינו כ"ג ט"ו מ"ב, ומנתו היא **שלש מעלות. נוסיף אותה על אמצע המסלול, יעלה בידינו המסלול הנכון, ר"ל מעלה י' חלקים נ"ט שניות, ומנתו ד' מעלות וי"א חלקים; ולפי שהמסלול הנכון** הוא **יתר על ק"ף** מעלות, **נוסיף מנת זה המסלול על אמצע הירח לשעת הראייה, ויוצא לנו** ש**מקום הירח האמיתי** הוא **עשר מעלות וי"ט חלקים ו' שניות ממזל טלה.**

עתה, **באנו לחקור על רוחב הירח.** לשם כך, **הוספנו** את העיקר **על אמצע הראש,** וחשבונו **הוא מנת שנה סדורה מתנועתו, והוא י"ח מעלות ומ"ד חלקים ומ"ב שניות, והיה הכל,** של מהלך הראש במשך שנה, יחד עם העיקר, בסך הכל, **קי"ב מעלות וח' חלקים כ"ט שניים. נגרע אותו מש"ס מעלות, ישאר רמ"ח מעלות בקירוב, וזהו מקום הראש האמיתי, בח' מעלות ממזל קשת.**

ואח"כ, גרענו מקום הראש ממקום הירח האמיתי, ישאר קכ"ב מעלות בקירוב, וזהו מסלול הרוחב, ומנתו מן הרוחב ד' מעלות וי"ד חלקים. ולפי שהמסלול הזה פחות מק"ף מעלות, לכן, **יהיה רוחב זה צפוני.**

ואח"כ, באנו לחקור על הראייה: לשם כך, **גרענו מקום השמש האמיתי ממקום הירח האמיתי, נשאר בידינו י"ג מעלות מ"ט חלקים י"א שניים, וזהו האורך הראשון. ולפי שזה האורך** הוא **בין ט' מעלות וי"ד** חלקים, **והאורך** הראשון **הוא בין ראש גדי וסוף תאומים, צריכים אנו לחקור בחשבונות הראייה.**

וביתר דיוק, לפי שזה האורך הראשון נמצא **בין סוף דגים ותחלת טלה,** לכן, בכדי לחשב את האורך השני **צריכים אנו לגרוע מזה האורך** הראשון **נ"ט חלקים, וישאר י"ב מעלות חמישים חלקים י"א שניים, וזהו אורך שני.**

ולפי שרוחב הירח הוא צפוני, צריכין אנו לגרוע שינוי מראה הרוחב מן הרוחב הראשון. ולפי שהירח במזל טלה, נגרע מן הרוחב הראשון ט' חלקים, וישאר מן הרוחב הראשון ד' מעלות ה' חלקים, וזהו הנקרא רוחב שני.

ולפי שהירח במזל טלה, לקחנו מן הרוחב הזה השני, שני חומשיו, והוא מעלה אחת ול"ח חלקים, וזהו הנקרא מעגל הירח. ולפי שרוחב הירח הוא **צפוני, והירח במזל טלה, נגרע המעגל הזה מן האורך השני, וישאר י"א י"ב** וכך **יצא לך אורך ג'; ולפי שהאורך הזה** נמצא **בסוף מזל דגים ותחלת טלה, נוסיף על האורך הג' שתותו, והוא מעלה אחת ונ"ב חלקים,** וכך **יהיו הכל י"ג ד' י"א, וזהו האורך רביעי.**

וחזרנו אצל רוחב הירח הראשון, ולקחנו ב' שלישיו, והוא ב' מעלות ומ"ט חלקים, והוא הנקרא מנת גובה המדינה, ולפי שרוחב הירח צפוני, נוסיף מנת גובה המדינה על האורך הרביעי, יעלה בידינו ט"ו מעלות ונ"ג חלקים וי"א שניים, וזו היא קשת הראייה.

בסיכום, התוצאות של האורך הראשון וקשת הראייה בתאריך הנ"ל, הם י"ג מעלות, מ"ט חלקים, י"א שניים עבור האורך הראשון, ו ט"ו מעלות, נ"ג חלקים, י"א שניים עבור קשת הראייה.

ואם תעיין בקיצי הראייה בהלכה כ"א לעיל, **תמצא שהירח נראה בליל זה,** כי קשת הראייה נמצאת בין 13 ל 14 מעלות, והאורך הראשון הוא גדול מ 9 מעלות **, והוא ליל ז' שיומו א' לחדש ניסן, שנת י' ממחזור רס"ט, והוא אחר שנה סדורה מן העיקר שעשינו** (של המפרש)**. שהרי שנת שנה סדורה, כשנשליך אותה ז' ז', ישאר ד' ימים, ונתחיל מליל העיקר הראשון, יצא לנו ליל ז', שהרי הארבעה הם שלישי ורביעי וחמישי ושישי מימי השבוע, ויגיע החשבון לליל ז' יום א' מחדש ניסן.**

עתה, מסכם המפרש את כל השלבים של חשבון האורך הראשון וקשת הראייה, זה אחר זה, <u>באופן כללי</u>, עבור תאריך כל שהוא.

ודע שמכלל הדברים שהקדים הרמב"ם **ז"ל** בכל ההלכות לעיל, כך נ**תבארו** כל **העניינים שצריך להם בראיית הירח. והנה אנו זוכרים** (מביאים) **אותם על** פי **הסדר שזכרו** (שהביא) הרמב"ם **ז"ל** בהלכה י"ג:

א. בתחילה יש לחשב את **מקום אמצע השמש, והוא תנועתה בגלגלה היוצא,** בתנועה **שוה** וקבועה, **בלא קלות ולא כבדות,** היינו, לא באיטיות ולא במהירות, אלא כל הזמן היא קבועה ושווה.

ב. אח"כ, יש לחשב את **מקום גובה השמש, והוא המרחק הרחוק ממוצק** (ממרכז) **הארץ, ובלשון ערבי "האוג' אל שמס".**

ג. אח"כ, את **מסלול השמש, והוא הקשת שבין מקומה האמצעי, ובין נקודת הגובה.**

ד. מנת המסלול, והוא שוויה, היינו, להוסיף את מנת המסלול על מקום השמש האמצעי מ' על גלגל המזלות, על מנת שישתווה מקומה לזה שבמציאות על גלגל המזלות (את הנקודה מ' לנקודה ל' בציור ל' בפרק י"ג).

ה. מקום השמש האמיתי, והוא מקומה בגלגל המזלות.

ו. אמצע מסלול הירח, והוא תנועתו בגלגל המעגל (הגלגל הקטן).

ז. אמצע הירח, והוא תנועת מוצק גלגל מעגלו (הגלגל הקטן)**, על גלגלו היוצא.**

ח אמצע הירח לאחר שקיעת החמה, והוא אמצע הירח אחר שמוסיפין עליו, או גורעים ממנו, מעלות השקיעה, לאותו העת. והוא הנקרא אמצע הירח לשעת הראייה.

ט. המרחק הכפול, והוא מרחק מוצק (מרכז) **מעגל הירח, מסוף גובה שלו, לפי שלקחנו מרחק המוצק מן השמש וכפלנו אותו.**

י. המסלול הנכון, והוא אמצע המסלול, אחר שמוסיפין עליו השווי, על מנת שהמסלול הנכון ישתווה למקום הירח האמיתי שרואים בשמים, **והוא מְנַתוֹ.**

יא. מנת המסלול הוא המרחק (ההפרש) **שבין** (בערבית) "**אַלְדַרוּ"הַ אַלְוַסַטְ"י וַאַלְחַקִיקִיַ"ה**, שפירושו הוא ההפרש בין "הסיבוב האמצעי לבין הסיבוב האמיתי".

יב. מקום הירח האמיתי, והוא מקומו על **גלגל המזלות.**

יג. אמצע הראש הוא חישוב מקום הראש אחרי **תנועתו בימים ידועים.**

יד. מקום הראש האמיתי, והוא הקשת מן המזל, אחר שגורעין האמצעי שלו מש"ס מעלות.

טו. מסלול הרוחב הוא מרחק הירח מן הראש.

טז. רוחב הירח הוא שיעור נטייתו מגלגל המזלות, ונקרא רוחב ראשון.

יז. אורך ראשון, והוא מרחק הירח האמיתי ממקום השמש האמיתי.

יח. שינוי מראה האורך, הוא השינוי שבין מקום הירח האמיתי, ובין מקומו הנראה.

יט. אורך שני, הוא האורך הראשון, אחר שגורעין ממנה שינוי מראה האורך.

כ. שינוי מראה הרוחב, הוא השינוי שבין רוחבו הנראה, ובין רחבו האמיתי (רוחבו הראשון).

כא. רוחב שני הוא הרוחב הראשון, אחר שמוסיפין עליו, או גורעין ממנו, שינוי מראה הרוחב.

כב. מעגל הירח הוא נטיית חגורת המעגל (מרכז הגלגל הקטן) **מעל חגורת הנוטה.**

כג. האורך השלישי הוא האורך השני, אחר שמוסיפין עליו, או גורעין ממנו, את **מעגל הירח** (הנליזה).

כד. האורך הרביעי הוא המרחק שבין השמש והירח, במעלות השקיעה, והוא קשת מעגולת משוה היום, או המסיבה היומית הדומה (המקבילה) **למשוה היום, בין** ה**שמש והירח.**

כה. מנת גובה המדינה, והוא ב' שלישי רוחב הירח (הראשון)**, בשעת הראייה.**

כו. קשת הראייה הוא האורך הרביעי, אחר שמוסיפין עליו, או גורעין ממנו, מנת גובה המדינה.

כז. קיצי הראייה הוא עריכת זוג המספרים **של האורך ראשון לעומת קשת הראייה** בליל הראייה.

הלכה כ"ג

וכבר ראית מן המעשים האלו כמה חשבונות יש בו, וכמה תוספות, וכמה גירועין, אחר שיגענו הרבה, עד שהמצינו דרכים קרובים, היינו, בגלל היגיעה הרבה, חיפשנו ומצאנו דרכים לחישובים מקורבים בלבד, בתנאי שלא ייפגע בדיוק הסופי של התוצאות, וחשבונות אלה אין בהם דיוק רב, היינו, **שאין בחשבונם עומק גדול.** כי האמת היא **שהירח, עקלקלות גדולות יש במעגלותיו; ולפיכך אמרו חכמים, "שמש, ידע מבואו" (תהילים קד,יט), ירח, לא ידע מבואו. ואמרו חכמים, פעמים בא בארוכה, פעמים בא בקצרה, כמו שתראה מחשבונות אלו, שפעמים תוסיף ופעמים תגרע, עד שתצא קשת הראייה; ופעמים תהיה קשת הראייה ארוכה, ופעמים קצרה, כמו שביארנו.**

הלכה כ"ד

וטעם כל אלו החשבונות, ומפני מה מוסיפים מניין זה, ומפני מה גורעין, והיאך נודע כל דבר ודבר מאלו הדברים, והראייה על כל דבר ודבר, היא חכמת התקופות והגימטריות, שחיברו בה חכמי יוון ספרים הרבה, והם, המצויים עכשיו ביד החכמים, בתרגומם לשפה הערבית, כגון ספר "האלמאג'סט" של בטלמיאוס (Ptolemey) היווני (שחי בזמן רבי)**; אבל הספרים שחיברו חכמי ישראל, שהיו בימי הנביאים מבני יששכר, לא הגיעו אלינו. ומאחר שכל אלו הדברים בראיות ברורות הם, שאין בהם דופי, ואי אפשר לאדם להרהר אחריהם, אין חוששין למחבר, בין שחיברו אותם נביאים, בין שחיברו אותם גויים: שכל דבר שנתגלה טעמו, ונודעה אמיתתו, בראיות שאין בהם דופי, אין סומכין על** מי היה **זה האיש שאמרו, או שלימדו, אלא,** רק **על הראייה** בלבד **שנתגלתה** על ידו, או על ידי אחרים, **והטעם שנודע לדבריו.**

פרפראות לחכמה
לפרק השבעה עשר

צורת הארץ

בפרק האחד עשר, מפרט המפרש את התכונות של כדור הארץ. ישנן עדויות היסטוריות רבות, גם בעם ישראל, אשר מראות, כי לא תמיד הסכימו לדיעה, שצורת הארץ היא כדורית. האמת היא, שהיו דיעות רבות ומשונות בענין זה, אבל, תמיד היתה קיימת דיעה, מיני רבות, שהארץ היא כדורית, גם ביוון, וגם לפני כן, בבבל העתיקה. הסיבות לכך היו, שבאמת היו תופעות ברורות מאד, על פני כדור הארץ, אשר תמכו (ולא הוכיחו), שהארץ היא כדורית. אבל, לכל תרבות היה גם בסיס אחר, אשר לפעמים ״אישר״, כביכול, את הדיעות האחרות. כי אין מדע ללא בסיס פילוסופי מסוים, אפילו היום, המדע מנפנף גם הוא, בכל הזדמנות, שכביכול, התגליות שלו הן אמיתות ומוחלטות, וגם הכרזות מטעות, הנקראות בשם ״מדויקות מאד״. אבל, כעיקרון, אין למחשבת האדם לבדה, ולכל חישוב ״מדויק״, שום ערך מוחלט, ובעוד כמה מאות שנים, ואפילו עשרות שנים בלבד, יתכן שהמדענים ישנו את דעתם, כפי שקרה בפועל, בכל ההיסטוריה המדעית, ולא נשאר מהתיאוריות שלהם מאומה. הדוגמא הטובה ביותר היא הפיזיקה והאסטרונומיה של אריסטו, ששלטה בעולם ללא עוררין, במשך כאלף וחמש מאות שנה, ולבסוף, היא נזרקה לפח של ההיסטוריה של המדע. גם כיום, אין אפילו תיאוריה מדעית אחת, החסינה מפני התהפוכות של חולשתה של המחשבה האנושית.

יש הטוענים טענה מוזרה, שאפשר למצוא בתורה את כל הידיעות האנושיות, אפילו על החשמל, והפיזיקה הגרעינית, ובין השאר, גם שהארץ היא כדורית. אם לא מצאו את הפסוק המתאים, או הגימטריא המתאימה, אז הם יתלו אותה באדם הראשון, שקיבל זאת מהבורא יתברך. ואנו אומרים, בפשטות, מה לכהן בבית הקברות?! מדוע יש הכרח שאדם הראשון יידע שצורת הארץ היא כדורית או קוביה? מה לתורת אלקים חיים, ולכל ההמצאות של בני אדם בני תמותה, אשר כבר בחייהם הם, מעידים על ידי הנהגתם ומעשיהם, שהם בני תמותה?! וכפי שהם בני תמותה, כך גם המצאותיהם הן בנות תמותה, ואם לא יקברו את המצאותיהם אלו, יחד איתם בקברם, הרי אלה ימותו, לכל המאוחר, כמה דורות אחריהם, וכל העולם יבוזו להם על איוולתם כי רבה, וכי הם, החדשים, יודעים את ״האמת״, ולבסוף יגיע תורם גם הם.

איוולת היא לחשוב, כי התורה שלנו נועדה לצרכים כאלה. כי התורה אינה אנציקלופדיה של המצאות של בני אדם, כי אין להמצאות אלה, שום ערך לפני הבורא יתברך. אלא, התורה ודברי חז״ל האמיתיים, העוסקים אך ורק בהנהגת האדם בעולם הזה. כי התורה היא ספר ההנהגות, כיצד על האדם להופיע לפני בוראו, ואין לזה כל קשר, אם הוא חי כל חייו לאור הנר, או לאור החשמל, אם הוא אוכל אוכל טבעי, או אוכל מלאכותי, אם הוא רוכב על חמור, או טס במטוס. ברית כרותה בין הקב״ה לבין עמו ישראל, אשר עיקרה הוא, הנהגת האדם, מחשבותיו, ומעשיו בלבד לפני בוראו, והיא אינה תלויה בסביבה בה הוא חי. ככתוב, הם ילכו בשם אלוהיהם, ואנחנו נלך בשם אלוקינו לעולם ועד.

בכל מקרה, אין אנו שוללים את הידיעות המדעיות או הטכנולוגיות עצמן, שיש להן נוחיות עצומה, אבל, אין שום צורך ליחס אותן לתורתנו הקדושה. גם אם צורת הארץ היתה קוביה, ולא כדור, גם אז היינו יכולים לעשות את כל החשבונות של קידוש החודש עבור קוביה.

בענין צורת הארץ, מצאנו מדרשי חז״ל שתמכו בדיעה, שהארץ היא כדורית, ראה לקמן (אם כי נמצאו גם דיעות אחרות). האמת היא, שבמשך הדורות, הלכו והתבררו יותר ויותר, העובדות שתמכו בדיעה זו. זה התחיל לקרום עור וגידים בזמן היוונים, שאף בימיהם היתה בגדר השערה בלבד. ההוכחות המדעיות לטענה זו, החלו להופיע רק לפני כמה מאות שנים, ורק לאחרונה אושרו ״סופית״, על יד צילומים מהחלל החיצון. אבל, כאמור, גם ״הוכחות״ אלו הן מוגבלות מטבען, ועד היום, אפשר עדיין לטעון טענות כנגדן, ולמשל, שצורת הארץ היא שטוחה, אם כי טענה כזו תיראה לנו כמגוחכת.

והיכן ציינו חז״ל שהארץ היא כדורית?

במשנה בתלמוד בבלי ע״ז מא. נאמר, כל הצלמים אסורין (בהנאה), מפני שהן נעבדין וגו׳. וחכמים אומרים, אינו אסור, אלא, כל (צלם) שיש בידו מקל, או ציפור, או כדור (הם האסורים). רבן שמעון בן גמליאל אומר, אף כל שיש בידו כל דבר.

לענייננו, כל פסל של אדם הנראה מחזיק צורת כדור בידו, אסור לישראל בהנאה. והגמרא מפרשת: ״כדור (מדוע?), שתופש את עצמו תחת כל העולם כולו, (שצורת הארץ היא) ככדור״. כלומר, פסל אדם המחזיק כדור בידו, הכוונה היא שאותו אדם הוא, כלשון הגמרא, ״תחת העולם כולו״, היינו, הוא מחשיב את עצמו, (או מחשיבים אותו) כאילו העולם נמצא תחתיו, היינו בשליטתו. ומסביר רש״י: דהני ודאי נעבדין, דמשום חשיבותא אשקלוה להנך חפצי בידייהו (כאלה פסלים הם בודאי נעבדים, משום חשיבותם, נתנו בידם חפצים כאלה, כגון כדור, מקל, או ציפור, ראה בגמרא)

ומנין לנו שהעולם עשוי ככדור? על זה משיב ר׳ יונה בדברי אגדה (ירושלמי פרק ג׳ הלכה א), א״ר יונה, אלכסנדרוס מוקדון כד בעא מיסק לעיל, והוה סלק (היה עולה), וסלק סלק, עד שראה את העולם ככדור, ואת הים כקערה. בגין כן ציירין לה בכדורא בידה (בגלל זה מציירים את אלכסנדר והעולם בידו). הרעיון באגדה זו מומש למעשה, כאשר צולם כדור הארץ לפני כמה עשרות שנים בלבד, מחללית בחלל החיצון, רחוקה מאד מכדור הארץ.

על זה כתבו התוספות (שם): ״ככדור, שהעולם עגול, כדאיתא בירושלמי, שאלכסנדרוס מוקדון עלה למעלה (בשמים), עד שראה (מרחוק את) כל העולם ככדור, ואת הים כקערה. פירוש, ים אוקיאנוס שמקיף את כל העולם״, כפי שראינו בסוף הפרק האחד עשר, בדברי המפרש.

יתכן שישנה גם תוספת לדברי רבי יונה, לפיה הועלה אלכסנדר מוקדון למרומים ע״י נשר, כפי שהביא הפני משה (שם) .

הנה כי כן, דיעה זו, שצורת הארץ היא כדור, היא הדיעה המקובלת כיום, אשר כאמור, עומדות מאחוריה, לא רק דברי חז״ל, אלא, הרבה תופעות ומדידות, שיהיה קשה מאד להכחישן, אלא, אולי דרך התפלספות בלתי שגרתית.

פרק שמונה עשר

הפרק הבא עוסק גם הוא באפשרויות הראייה של הירח החדש, אבל, מנקודת מבט ארצית, היינו, באיזה מקומות על פני כדור הארץ, על ההרים או על שפת הים, ולא פחות, באיזה תנאי מזג האויר, ניתן לצפות טוב יותר בירח החדש. לבסוף, יבואר באיזה רוחב גיאוגרפי על פני כדור הארץ, היינו, באיזה מדינות צפוניות או דרומיות, ניתן להקדים לראות את הירח החדש, לפני (או אחרי) מדינות הנמצאות ברוחב גיאוגרפי אחר.

הלכה א

דבר ידוע וברור, שאם יוציא לך החשבון שעשית, על פי מה שנאמר בסוף פרק י״ז, ותקבל תוצאה, **ש**על פיה, **הירח ייראה בלילה** מסוים, שחישבת עבורו אם ייראה הירח החדש או לא, הרי בכל זאת, **אפשר שייראה, ואפשר** גם **שלא ייראה.** מדוע, כי יתכן שהסיבה לכך היא, למשל, **מפני העבים שמכסין אותו, או מפני המקום** של התצפית **שהוא גיא, או שהיה הר גבוה כנגד רוח מערב,** המסתיר את הראייה **לאנשי אותו המקום שנמצאו** להעיד, כי בגלל אותו הר, נראה **כאילו הן יושבין בגיא; ש**הרי, **הירח לא ייראה למי שהוא במקום נמוך, אפילו היה** הירח **גדול,** כי ההר מסתיר ממש את הירח; ולעומת זה, **ייראה** הירח **למי שהוא עומד בראש הר גבוה ותלול,** שאז רואים את האופק המערבי בצורה גלויה וברורה, **ואף על פי שהירח קטן ביותר; וכן ייראה למי ששוכן על שפת הים, או למי שמהלך בספינה בים הגדול, אף על פי ש**הירח **הוא קטן ביותר.**

המפרש להלכה א

<u>דבר ידוע וברור שאם וכו׳</u>

דע שמתחילת זה הפרק עד סוף אמירתו ״כמו שאמרנו בהלכות אלו״ (בסוף הלכה י״ב לקמן), **ברור הוא, ואין צריך בו פירוש.**

הלכה ב

וכן בימות הגשמים, אם יהיה האויר **צח,** היינו, אויר צלול, אז **ייראה הירח יותר ממה שייראה בימות החמה. לפי שבימות הגשמים, אם יהיה** האויר **צח** ונקי, **יהיה האוויר זך הרבה, וייראה הרקיע בטוהר יתר, מפני שאין שם אבק שיתערב באוויר. אבל, בימות החמה, יהיה** לפעמים **האוויר כאילו הוא מעושן מפני האבק,** ולכן, **לא ייראה הירח הקטן** בקלות.

הלכה ג

וכל זמן שתמצא, בדרך חישוב, **קשת הראייה והאורך הראשון שתערוך לה** המתאימה לה, על פי תוצאות החישוב, **עם שני הקיצין שלהם בצמצום,** היינו, שקשת הראייה, והאורך הראשון, שחושבו, ונמצאו קרובים מאד לגבולות הקיצין שראינו בהלכות י״ז – כ״ב בפרק י״ז, ולכן, בתנאים אלה, יש לצפות ש**יהיה הירח**

קטן ביותר, על גבול הראייה האפשרית, **ולכן**, יתכן ש**לא ייראה** הירח החדש, **אלא,** דווקא **במקום גבוה ביותר** (ראה הלכה הבאה). **ולהפך**, **אם תמצא קשת הראייה והאורך הראשון ארוכין הרבה, והוסיפו** יותר **על סוף הקיצים שלהן מעלות,** דהיינו, הערכים של האורך הראשון וקשת הראייה, גדולים יותר משני הקיצים שלהם, שראינו בפרק י״ז כנ״ל, אז **ייראה הירח גדול; ולפי אורך הקשת והאורך הראשון יהיה גודלו, וגלייתו** (וגילויו יהיה נראה) **לכול.**

הלכה ד

לפיכך, במקרה שקשת הראייה, והאורך הראשון, הם קרובים מאד לקיצין, כגון שקשת הראייה היתה 9 מעלות, והאורך הראשון היה 13 מעלות, ואז על פי ההלכה י״ז בפרק י״ז, היינו, שעבור שני הקיצין האלה, היינו, 9 מעלות עבור קשת הראייה, ו 13 מעלות עבור האורך הראשון, אכן, תתכן ראייה של הירח החדש, אבל, זו תהיה ראייה גבולית ביותר, כלומר, יהיה קשה מאד לראות את הירח החדש, כי הירח הוא עדיין קטן מאד, והוא על גבול הראייה. לכן, יתכן שהראייה של העדים לא היתה אמיתית, אלא, נבעה אולי מכך שהראייה שלהם היתה למטה בגיא, ושם האדים בקיץ עבים יותר ועולים למעלה, ואז נדמה היה להם, שראו דמות של ירח. לכן, במקרה כזה, **ראוי לבית דין לשום שני דברים אלו בליבם, שהן:** לחקור את העדים מתי היה **זמן הראייה** המדויק שהם ראו את הירח, וכן היכן היה **מקומה** של הראייה, אם בגיא או בראש ההר. כלומר, **ושואלין את העדים, באיזה מקום ראיתם: שאם,** על פי חשבונם של בית הדין, **הייתה קשת הראייה קצרה, וייתן החשבון ש**הירח **ייראה בצמצום, כגון שהייתה קשת הראייה תשע מעלות וחמישה חלקים, והיה האורך הראשון שלוש עשרה מעלות בשווה** (בדיוק), **ובאו עדים שראוהו,** אז **אם היה בימות החמה** שהמזלות הם קצרי שקיעה, **או שהיה במקום נמוך, חוששין להן,** לעדות כזאת של העדים אם היתה אמיתית או לא, **ובודקין אותן הרבה; ואם היה בימות הגשמים, או במקום גבוה ביותר, ודאי ייראה** הירח, **אם לא יהיו שם עבים המבדילין** בין העדים לבין הירח.

הלכה ה

עדים שראו את החודש בזמנו (בליל שלושים) **ובאו והעידו, וקיבלום בית דין וקידשו את החודש הזה,** הנקרא כאן בשם החודש **״הראשון״, ומנו תשעה ועשרים יום מן היום המקודש** של החודש הקודם, שהיה הראשון, **וליל שלושים לא נראה הירח, מפני שאי אפשר לו להיראות, או מפני שכיסוהו עבים; והרי בית דין מצפין לו כל יום שלושים כמו שביארנו, ולא באו עדים, ועיברו את החודש, ונמצא יום ראש החודש השני יום אחד ושלושים כמו שביארנו.** (ההמשך בהלכה הבאה).

הלכה ו

והתחילו למנות שוב **תשעה ועשרים יום מן יום ראש החודש השני,** ושוב **בליל שלושים לא נראה הירח.** עתה, **אם תאמר, שכך מעברין** גם **את** החודש **הזה, ועושין אותו** גם כן מעובר, בן **שלושים יום, וקובעין** גם **ראש החודש השלישי ביום** ה**אחד ושלושים, כך אפשר ש**שוב **לא ייראה הירח בליל שלושים, גם מחודש זה; ונמצאו** בית הדין **מעברין והולכין ועושין חודשים** מעוברים, היינו, **שלושים אחר שלושים,** בזה אחר זה, **כל השנה כולה; ונמצא בחודש אחרון** של השנה, היינו, בסוף חודש אלול, **אפשר שייראה הירח בליל חמישה ועשרים בו, או בליל שישה ועשרים, ואין לך דבר שחוק והפסד, יותר מזה.** זאת כיון שבית הדין עיבר את כל החודשים בזה אחר זה, בשעה שהיה ראוי יותר לקחת חודש אחד מעובר וזה שאחריו חסר, שבדרך זו ישנה התאמה יותר גדולה למהלך הירח ולראייתו בתחילת כל חודש. אבל, אם

יקחו חודשים מעוברים זה אחרי זה, בני 30 יום כל אחד, הרי בכל חודש הם מוסיפים חצי יום מעל הממוצע החודשי בן 29.5 בלבד, ובסך הכל, בסוף השנה, עד חודש אלול, הם עלולים להוסיף יותר מדי חצאי ימים, ובסך הכל, אם הם עושים כך עבור כל שנים עשר החודשים, הם עלולים להגיע לתוספת של שישה ימים. התוצאה תהיה, שהתאריך של ראש השנה יכול ליפול שישה ימים יותר מאוחר ממהלך הלבנה הרגיל, ואז הלבנה החדשה בודאי תיראה, אפילו שישה ימים, לפני התאריך שהם קבעו כיום א׳ בתשרי.

הלכה ז

ואל תאמר שהדבר הזה, דבר שאינו מצוי הוא, היינו, **שלא ייראה הירח בכל השנה; אלא,** אין זה כך, אלא ש**דבר** כזה **קרוב הוא הרבה, ופעמים רבות יארע זה, וכיוצא בו,** בפרט **במדינות שזמן הגשמים שם ארוך והעבים רבים** (אולי גם בצפון ארץ ישראל המגיע עד ללבנון וצפון סוריה, ראה מפה גיאוגרפית של תחומי ארץ ישראל בהלכה י״ז בפרק י״א)**: שאין אנו אומרין שלא ייראה הירח בכל השנה, אלא שלא ייראה** דווקא לעדים **בתחילת החודשים; וייראה אחר כך ב**הפרש של כמה **ימים.** וכן ל**פעמים, לא ייראה, מפני שאי אפשר לו שייראה,** וגם כן, **חודשים שאפשר שייראה בהם, לא ייראה בהם מפני העבים, או מפני שהיה קטן ביותר, ולא נתכוון אדם לראותו,** ולכן גם לא נראה.

הלכה ח

אלא, הקבלה שביד החכמים, איש מפי איש, מפי משה רבנו, כך היא: שבזמן שלא ייראה הירח בתחילת החודשים, חודש אחר חודש, בית דין קובעין, על פי דעתם, **חודש מעובר משלושים יום,** ואחריו **חודש חסר,** המורכב **מתשעה ועשרים יום. וכן מחשבין וקובעין חודש מעובר וחודש חסר,** אמנם **בקביעה,** אבל, **לא בקידוש,** כלומר, אמנם קובעים את יום ראש החודש, אבל, אין רשות לבית הדין לקדש את יום ראש חודש, **שאין מקדשין אלא על הראייה.** ובכל זאת, **פעמים עושין מלא אחר מלא, או חסר אחר חסר, כמו שייראה להם מן החשבון** (ערכין ט.).

הלכה ט

ומתכוונין לעולם בחשבונם, שאם ייראה הירח בחודש הבא, ייראה בזמנו או בליל עיבורו, אבל, לעולם **לא** ייתכן **שייראה קודם זמנו, שהוא ליל שמונה ועשרים. ובחשבונות הראייה האלו שביארנו** בהלכות שבפרק י״ז, **יתבאר לך, ותדע מתי אפשר שייראה, ומתי אי אפשר שייראה; ועל** חשבון **זה סומכין ומעברין חודש אחר חודש,** על פי חשבון שבפרק י״ז, כיון שלא נמצאו עדים, **או עושין חודש חסר אחר חודש חסר,** בהתאם לאפשרות הראייה על פי החשבון שראינו בפרק י״ז. ובכל מקרה, בזמן שקידשו את החודש על פי הראייה, **לעולם אין פוחתין מארבעה חודשים המעוברין בשנה, ולא מוסיפין על שמונה חודשים המעוברין** (ערכין ט.). **וגם לעיבור חודשים אלו, שמעברין לפי חשבון** בלבד כנ״ל, ללא עדים, ורק במקרה שלא היתה ראייה במשך זמן רב, בכל זאת, גם **עושין סעודת עיבור החודש, כמו שאמרנו בפרק שלישי,** כיון שממילא אין חשיבות לראייה בליל יום השלושים ואחד, והחודש התקדש ממילא בידי שמים.

הלכה י

וכל שתמצא בתלמוד מְדֻבָּרִים שמראין שבית דין סומכין על החשבון, ומפי משה מסיני שהדבר מסור להם, והרשות בידם לחסר או לעבר, וכן זה שחיסר רבי

תשעה חודשים בשנה (ערכין ט:)**, וכל כיוצא בזה, הכול על עיקר זה הוא בנוי, בזמן שלא נראה החודש בזמנו.** כלומר, דעת הרמב״ם היא, שבכל פעם שחכמים מזכירים בתלמוד, שהם סמכו על החשבון, אין הכוונה שהם השתמשו בחשבון של לוח העיבור, כמו חשבון לוח העיבור שלנו כיום, אלא, בזמן הראייה, היינו, כאשר קיים בית דין הממונה על קביעת החודש על פי הראייה (סנהדרין), וכאשר העדים אינם מגיעים חודש אחר חודש להעיד בבית הדין, אז בית הדין קובע על פי החשבון שבהלכות ח׳- ט׳ לעיל בלבד, ואין לו רשות, לדעת הרמב״ם, להשתמש בלוח העיבור, אלא, כדבריו בסוף הלכה ח׳, פעמים עושין מלא אחר מלא, או ופעמים חסר אחר חסר, כפי שייראה להם מן החשבון של <u>הראייה</u> על פי הכללים של הראייה בפרק י״ז, וזה אותו החשבון שהיו עושים אם היו מגיעים העדים, אלא, שבמקרים אלה, סומכים רק על החשבון של ראיית הירח האמיתי בלבד, ללא עדים, וגם ללא קידוש. זהו גם מה שקוראים חכמי התלמוד, לדעת הרמב״ם, שמעברים את ״החודש לצורך״, ואותו צורך אינו, למשל, ירקיא או מתיא (ר״ה כ׳.), או טירוף דעת העדים עדים למטרה אחרת, אלא, רק כדבריו בהלכה הבאה, רק באותו ענין כנ״ל, שהעדים לא הגיעו לבית הדין חודש אחר חודש, ובית הדין חיכה להם בכדי לקדש על הראייה, והם לא באו. רק אז מותר לבית הדין לקבוע את יום ראש חודש, על פי חשבון הראייה, גם ללא עדים. וזה הוא מה שקוראים חכמים ״על פי החשבון״, או עשיית ״החשבון לצורך״, ואין להשתמש כלל בחשבון לוח העיבור. אולם, רש״י מגדיר ״צורך״ בדרך אחרת, ראה פירושנו על הסוגיה בר״ה כ׳ בספר צה״ה.

הלכה י״א

וכן זה שאמרו חכמים שמעברין את החודש לצורך, הוא בחודשים אלו שמעברין אותן לפי חשבון בלבד, כאמור, וללא עדי ראייה**, ועושין אחד מלא, ואחד חסר,** כלומר, דעת הרמב״ם היא שרק כאשר חודשים רבים לא היתה ראייה רק אז זה נקרא ״לצורך״, ולכן, לדעתו, למשל, ירקיא או מתיא (ר״ה כ.) אינם בגדר ״צורך״, כאמור לעיל**; ויש להם,** לבית הדין, **לעבר חודש אחר חודש, או לחסר: בזה הוא** מה שקוראים בשם **ש״מעברין לצורך״, מפני שלא נראה הירח בזמנו; אבל בעת שייראה הירח בזמנו, שהוא תחילת היותו נראה, אחר שנתקבץ עם השמש, מקדשין לעולם, ואי אפשר לא לדחות ולא לעבר,** גם לא לצורך אחר כל שהוא, אפילו כגון ירקיא או מתיא, כנ״ל**.** ראה דעת רש״י (שם).

הלכה י״ב

וכל הדברים האלו, נכונים **בזמן שיש שם בית דין, וסומכין על הראייה; אבל בזמנים אלו,** שאין סנהדרין**, אין סומכין, אלא, על הקביעה בזה החשבון האמצעי הפשוט בכל ישראל, כמו שביארנו בהלכות אלו,** והוא הנקרא בשם ״לוח העיבור״, או ״חשבון העיבור״, אבל, ה״חשבון״ שהזכיר לעיל, הוא החשבון האמיתי.

הלכה י״ג

יתבאר בספרי חשבון התקופות והגימטריות, שאם ייראה הירח בארץ ישראל, ייראה בכל מדינות העולם, שהן למערב ארץ ישראל, ומכוונות כנגדה, היינו, לא צפונה ולא דרומה מארץ ישראל, אלא, רק מערבה ממנה, כמעט באותו רוחב גיאוגרפי, ומערבה ממנה, היא ספרד, ראה תמונה 1 (שים לב, כי בתמונה זו ובתמונות הבאות, נקודת המבט נמצאת מחוץ לכדור הארץ, לכן, הסיבוב היומי נראה ממערב למזרח, כמו בתמונה 1. אבל, הצופה על הארץ רואה כי הסיבוב היומי הוא בכוון הפוך, ממזרח למערב)**. ואם ייתן החשבון שלא ייראה בארץ ישראל, אפשר שייראה במדינות אחרות, שהן למערב ארץ ישראל, ומכוונות כנגדה; לפיכך,**

אם ייראה הירח במדינה שהיא למערב ארץ ישראל, אין בזה ראייה (שלא ייראה בארץ ישראל, אלא, אפשר) שנראה הירח בארץ ישראל (ראה המפרש לקמן).

המפרש להלכה י״ג

<u>יתבאר בספרי חשבון התקופות והגימטריאות וכו׳</u>

״**התקופות**״ פירושו **הוא כמו** ״**תקופת הימים**״**, כלומר, חזרת הזמן הידוע,** היינו, ״זמן מחזור״, **והכוונה בזה היא, חזרת השמש למקומה הראשון מגלגל המזלות, עד שיחזור לסוף הזמן** של המחזור, **לכמות שהיה,** היינו, לאותו המקום על גלגל המזלות, כגון תקופת שנה, או תקופה אחת מארבעת התקופות של עונות השנה, כאשר השמש מסיימת את תנועתה לאורך שלושה מזלות, וכו׳. **ובמקצת המקומות תהיה הכונה בזאת המלה,** היינו, התקופה, **על חזרת כל כוכב משאר כוכבי לכת, אל מקומו הראשון** על גלגל המזלות**.**

וענין גימטריאות, הרי היא **חכמת החשבון, והיא מלה יוונית** ואשר **תוֹרה** (מלשון הוראה) **על** ענין **החשבון. והם אומרין** (קוראים) למלה זו **בלשון יווני** ״**אגומטריאה**״ (נראה לנו, כי האותיות א׳ וג׳ התחלפו כאן בטעות, או שזה היה ההיגוי של המלה על ידי הערבים בתקופת הראשונים, אשר הוסיפו את ה׳ הידיעה בתחילת המילה, או האות א׳ לבדה, ונעשה ״אלגומטריה״ או ״אגומטריה״. אבל, כיום נושא זה נקרא בשם היווני המקורי ״גֶאוֹמֶטְרִיאה״, והכוונה היא לכללים ולמשפטים של הצורות ההנדסיות. אבל, ״<u>חשבון</u> הגיאומטריה״, שמזכיר כאן המפרש, נקרא בימינו בשם ״טריגונומטריה״, וזהו <u>חשבון</u> המשולשים (טריגו״, שלוש) שמשתמשים בו בתכונה, בכדי לחשב צלעות של משולשים, או חלקים מסוימים של צורות הנדסיות אחרות, כגון קשת הראייה או האורך הראשון על פני כדור, כפי שחישבנו עד כה, בפרקים הקודמים.

לעומת זאת, פירושה של המלה ״גימטריאה״ אצל חכמינו היא, אמנם, גם כן חשבון, אבל, היא **תוֹרה בדברי חכמים על חשבון מיוחד, והוא חשבון אותיות המלה, כמו אמרם ז״ל, שמנין רד״ו שמה ר״י** (210)**, והוא זמן ישיבת ישראל במצרים; וכן חשבון ונושנתם בארץ, שמניינו תתנ״ב** (852)**, והוא** גם **מנין ישיבת** עם **ישראל בארץ** ישראל, **עד שחרב בית ראשון**, היינו, תקופת השופטים ובית ראשון, **וכן כל כיוצא באלו.**

<u>שאם יראה הירח בא״י יראה בכל המדינות שהן למערב א״י</u>

לפי שכל מקום שהוא למערב א״י, הכוכבים שוקעין ממנו אחרי ששוקעין מאופק א״י. למשל, תמונה 2 מראה שוב את כדור הארץ כמו בתמונה 1, אלא, שהוא סובב את סיבובו היומי סביב צירו. ספרד (בנקודה ב׳) נמצאת מערבית לארץ ישראל (בנקודה א׳). שתי ארצות אלו נמצאות כמעט על אותו קו רוחב גיאוגרפי (32 עלות). לכן, כלשון הרמב״ם לעיל, ספרד ״מכוונת כנגד״ ארץ ישראל. כיון ששתי מדינות אלו נמצאות כמעט על אותו קו רוחב גיאוגרפי, לכן, המסלול בו הן סובבות את הסיבוב היומי שלהן, הוא כמעט קו הרוחב הגיאוגרפי בעצמו, והוא סובב במקביל לסיבוב של קו המשווה של כדור הארץ, הנמצא מתחתיו. היינו, קו הרוחב עצמו הוא מעגל הסיבוב היומי של שתיהן, וכאילו הן ״רודפות״ זו את זו, באותו מעגל במשך היום (ראה בתמונה 2 את כוון החץ על המעגל של הסיבוב הזה). עתה, כיון שארץ ישראל נמצאת מזרחית לספרד, השמש והכוכבים שוקעים בספרד, כמו השמש, <u>כשעתיים</u> אחרי שקיעתם בארץ ישראל. כך גם בצרפת, שהיא מדינה מערבית יותר מארץ ישראל, הכוכבים ישקעו בה כשעה אחת מאוחר יותר מאשר בארץ ישראל.

תמונה 3 מראה שוב את תמונה 2, אבל, במבט מלמעלה, היינו, מנקודת מבט גבוהה, הנמצאת מעל כדור הארץ: ציר כדור הארץ מיוצג רק על ידי נקודה א׳ זעירה במרכז השרטוט, כי ציר זה ניצב לגליון הדף שלפנינו, ולכן, אנו רואים מלמעלה רק את נקודת חודו העליון של הציר, כנקודה זעירה א׳. המעגל שסביב ציר זה מראה, במבט מלמעלה, את מסלול הסיבוב היומי של כדור הארץ סביב עצמו. על מסלול זה סִימַנוּ שתי ארצות, א״י וספרד, שראינו בתמונה 2. הרבה יותר רחוק מכדור הארץ, רואים את הגלגלים של החמה והלבנה (מצד ימין בתמונה). כיון שכדור הארץ סובב סביב עצמו ממערב למזרח (בחלק התחתון של המסלול שלהם בתמונה), כפי שהחיצים על מעגל הסיבוב מראים, לכן, השמש, הירח והכוכבים נראים כולם נעים ממזרח למערב. כלומר, כאשר א״י סובבת במעגל כביציור, ממערב למזרח, אז השמש והירח נראים לצופה על כדור הארץ, שהם נעים בכוון הפוך, ממזרח למערב, היינו, זורחים במזרח, ושוקעים במערב, כפי שרואים בפועל בכל יום. כך גם הכוכבים, גם הם זורחים במזרח, ושוקעים במערב.

תמונה 4 מראה שוב, במבט מלמעלה, את הסיבוב היומי של א״י במעגל סביב ציר כדור הארץ, כמו בתמונה 2. קו האופק של הצופה בא״י מיוצג על ידי הקו הישר המשיק למעגל, בנקודה בה נמצאת ארץ ישראל. כאשר כדור הארץ מסתובב סביב צירו, אז א״י סובבת במעגלה לכוון שמאל (מזרחה), וגם קו האופק שלה, שהוא תמיד דבוק אליה, גם הוא מסתובב יחד איתה, וגם הוא סובב סביב הנקודה בה נמצאת א״י. תוך כדי סיבוב זה, חלקו הימני של קו האופק סובב כלפי מעלה, וחלקו השמאלי יורד כלפי מטה, וכאמור, הוא תמיד דבוק בנקודה בה נמצאת ארץ ישראל. תוך כדי כך, א״י גולשת על פני המעגל שלה על פני כדור הארץ. בתמונה זו שרטטנו גם את השמש והירח, כל אחד בגלגלו, ושניהם נעים בתנועתם העצמית, בכוון ממערב למזרח (בצד התחתון של סיבובם). יתר על כן, רואים כי השמש נמצאת מתחת לאופק של הצופה בא״י, אבל, הירח נמצא עדיין מעל האופק שלו, לפני שקיעתו. כאשר א״י תנוע מעט שמאלה על המעגל היומי שלה, אז הצד הימני של קו האופק מתרומם מעט (וצידו השמאלי יורד מעט), ואז הירח נראה לצופה, כאילו הוא הולך ושוקע בהדרגה מתחת לאופק. אמנם השמש נמצאת מתחת לאופק, והירח נמצא מעליו, אבל, הירח עדיין קרוב מאד לאופק, וגם קרוב מדי לשמש הנמצאת שמתחתיו, לכן, במצב זה, אין עדיין אפשרות לראות את הירח החדש הקטן בארץ ישראל.

בתמונה 5 הוספנו גם את ספרד לתמונה 4 הנ״ל, והיא נמצאת מערבה יותר מא״י (כי ספרד נמצאת אחרי א״י בסיבוב היומי, ראה כווני חיצי הסיבוב בתמונה), והוספנו גם בה את האופק של הצופה שם, המשיק גם הוא באותו מעגל של הסיבוב היומי, אבל, בנקודה מערבית יותר. לכן, כיון שספרד נמצאת מערבה מא״י, השמש נמצאת שם עדיין מעל האופק. לכן, באותו זמן שהשמש זה עתה שקעה בא״י (והירח נמצא קרוב מאד, ומעל האופק, כמו בתמונה 4), עדיין לא שקעה בספרד (וגם לא הירח הנמצא מזרחה ממנה), אלא, השמש תשקע אחרי ארץ ישראל בכשעתיים. לכן, הן השמש והן הירח בתמונה 5, עדיין לא שקעו שם כלל, והם נמצאים שניהם מעל האופק של ספרד, כפי שרואים בתמונה 5. אבל, מפאת זוהרה של השמש, בודאי שבאותו זמן אי אפשר לראות כלל את הירח החדש בספרד.

תמונה 6 מראה שוב את אותה תמונה כמו 5, אלא, שעתיים מאוחר יותר: ארץ ישראל המשיכה לנוע בסיבובה היומי מזרחה, ולכן, הן השמש והן הירח, שניהם נמצאים מתחת לאופק. אבל, עבור הצופה בספרד, הוא רואה שהשמש רק עתה שקעה אצלו, והירח נמצא עדיין מעל האופק. יתר על כן, במשך השעתיים שחלפו, התרחק הירח מהשמש בעוד כמעלה אחת (כי בכל שעה הוא מתרחק ממנה בכחצי מעלה), ולכן, רקע השמש שמתחתיו נחלש עוד יותר, ויתכן שאפשר יהיה לראות בספרד את הלבנה החדשה.

כלומר, בזמן שאי אפשר היה לראות כלל את הלבנה החדשה בארץ ישראל, הנה, יתכן לראות את הירח החדש בספרד. ככל שנרחיק מערבה יותר ויותר, הירח החדש יספיק להתרחק עוד יותר ויותר מזרחה מהשמש, בכחצי מעלה בכל שעה, ואז הוא יימצא גבוה יותר ויותר מעל השמש, ויש סיכוי גדול יותר לצופה שם, לראות את הירח החדש שם, מיד אחרי השקיעה. בארץ מערבית עוד יותר, כמו מדינת ניו יורק בארה״ב, ששקיעת השמש שם מאחרת בכשבע שעות אחרי ארץ ישראל, הרי הירח כמעט ודאי שייראה שם מיד אחרי השקיעה, כי הוא הספיק להתרחק מהשמש מזרחה עוד כשלוש מעלות וחצי.

בכדי להבין את המשך דברי המפרש, נסביר שלושה ענינים:

א. כל אחד מהצופים באי״י ובספרד, רואה חצי אופק שלו לצד המזרח, וחצי האופק השני שלו הוא לצד מערב, כמו בתמונה 7.

ב. ברור, כי אם הירח החדש נראה בארץ ישראל, בודאי שייראה גם בספרד, שהרי הצופה בספרד רואה את הירח החדש כשעתיים מאוחר יותר מאשר בארץ ישראל, לכן, הירח החדש יהיה בספרד עוד יותר גבוה מהשמש, כך הוא ייראה באופן ברור עוד יותר שם.

ג. כפי שהסברנו זאת בפרקים הקודמים, ראיית הירח הדק החדש תלויה, באיזה מידה עוצמת אורו של הירח החדש, בולטת מעל הרקע של השמים באיזור האופק המערבי. הרקע המואר נובע מקירבתה היתירה של השמש אל הירח, אפילו אחרי שקיעתה. כי קרניה, היינו, ״הניצוצות״ שלה, כלשון המפרש, מגיעות אפילו מעל האופק, והן מהוות את הרקע המואר, אשר על הרקע שלו, רואים את הירח החדש, במידת האפשר. לרקע הזה, המשתרע ״מתחת״ לירח, שהוא הילת השמש, קורא המפרש בשם ״הניצוצות של השמש״, זאת כאשר השמש כבר שקעה מתחת לאופק, כי לפעמים רואים את קרני השמש האלו, מבעד לעננים שבאופק המערבי, ואולי המראה שלהן הוא כניצוצות בוקעות מהאופק המערבי, היכן שהשמש שקעה שם קודם לכן.

תמונה 8 מראה שני מצבים, האחד אשר בו הירח עדיין נמצא <u>בתוך</u> רקע הניצוצות של השמש, כלומר, אור הירח בלוע בתוכן, מפאת אורו החלש יותר ביחס לאור הרקע, ולכן, אי אפשר עדיין להבחין בו. המפרש קורא למצב זה בשם ״הירח לא יצא מתחת לניצוץ השמש״, כלומר, שעוצמת אור הירח היא פחות מאור ההילה של השמש, ולכן, היא אור הירח החלש נמצא <u>מתחת</u> לאור ההילה, כלומר שאור ההילה גובר על אור הירח שמתחתיו. רק אחרי שתהיה עוצמת אור הירח גדולה מאור ההילה שברקע (״ניצוצות השמש״), היינו, שהוא ״יוצא״ מעל לאור הרקע, רק אז ניתן להבחין בו. ובמצב השני, רקע הניצוצות דעך, עד שהירח יצא מתחת לניצוצות, כלומר, עוצמת אורו היא עתה גדולה מעוצמת רקע האור של הניצוצות, ולכן, הוא נראה לצופה. זה מה שהמפרש קורא בשם ״הירח יצא מתחת לניצוץ השמש״

נחזור לדברי המפרש:

לפי שהמדינה המערבית, חצי האופק שלה המערבי הוא **נמוך** יותר **מחצי אופק א״י לצד מערב** (ראה תמונה 7)**. לפיכך,** כפי שהסברנו זאת בתמונות 1-6 לעיל, וכן על פי הערתנו ב׳ לעיל, **כשייראה הירח בא״י, נדע בודאי** שכיון **ש**הירח **יצא מתחת ל<u>ניצוץ</u> השמש,** כפי שהסברנו לעיל בהערה ג׳, והסהר נראה באי״י, לכן, אם הוא כבר נראה במדינה המזרחית יותר, בארץ ישראל, הרי **כל שכן שיראה באופק הנמוך המערבי** בספרד, **לפי** שבודאי **ש**גם בספרד **יצא** וייראה שם הירח, <u>וכבר</u> עלה ממקומו שהיה **מתחת ל<u>ניצוץ</u> השמש** גם בספרד, שהרי הוא כבר יצא ונראה, לפני כן, בארץ ישראל. **ועוד**, לא רק זה, אלא, **שהוא** עוד יותר **גבוה על האופק המערבי** בספרד, **יותר מאופק ארץ ישראל,** כי חלפו עוד שעתיים, מאז שכבר נראה בארץ ישראל.

<u>ומכוונת כנגדה וכו׳</u>

שהרי אפשר שיהיו שתי מדינות, האחת מזרחית והאחרת מערבית, והם שונים ברוחב גיאוגרפי **הרבה, ו**יתכן, כפי שנראה לקמן, כי **יראה הירח בא״י, ו**בניגוד לדוגמאות שהבאנו לעיל, **<u>לא ייראה במדינה שהיא מערבית מא״י</u>, כמו שנבאר אח״כ,** בדברי המפרש לקמן להלכה ט״ז.

אבל, עתה אנו מדברים דווקא **על המדינות המכוונת** בדיוק **זו כנגד זו ברוחב** גיאוגרפי**, או במדינות שהן מתקרבין בריחוק קירוב מעט כמו ו׳ או ז׳ מעלות, ואע״פ שאין רוחבם אחד** (כמו בתמונה 1)**.**

עתה, מסביר המפרש בציור נ״ט (תמונה 12), מדוע שלוש מדינות סמוכות מאד בקו הרוחב הגיאוגרפי שלהן, יתכן שבזו המזרחית אין רואים את הירח החדש, בשעה שבמערבית, ניתן לראותו, כפי שכבר ביארנו לעיל.

אבל, ציור נ״ט של המפרש אינו מספיק בהיר, לכן, נקדים לו מספר שרטוטים.

תמונה 9 מראה שוב את הענין שהסברנו לעיל, אשר דנה בראיית הירח החדש <u>בשתי</u> מדינות סמוכות זו לזו (תמונה 6). אבל, כאן שרטטנו את המקרה, אשר בו דן המפרש, של <u>שלוש</u> מדינות סמוכות. אבל, ברור שאת הענין בשלוש מדינות מסבירים על פי אותם השיקולים של שתי מדינות כדלעיל.

בדוגמה של המפרש לקמן, הוא דן בשלושה מקומות שונים בתחומי ארץ ישראל, שכולם בעלי קוי רוחב קרובים מאד זה לזה, דהיינו, רוחב כ״ט (29 מעלות), ל״ב (ירושלים, 32 מעלות), ול״ה (35 מעלות).

תמונה 9 מראה את תמונה 3, היינו, מעגל סיבוב יומי, אלא, שעליו נמצאות <u>שלוש</u> מדינות א׳ ב׳ ג׳ (ולא שתיים), הנמצאות בשלושה קוי רוחב סמוכים מאד זה לזה.

האופק של כל אחד מהצופים בשלושת הנקודות ה׳ ב׳ ג׳ הם, משורטטים במבט מן הצד, ונראים כקוים ישרים, שקצותיהם הם פ״ק, נ״ע, כ״מ בהתאמה (תמונה 9). ברור, כי יתכן שהירח נמצא מתחת לאופק א״ג, של צופה הנמצא בנקודה רביעית ש׳, ואז הוא <u>לא</u> ייראה אותו. לעומתו, ייתכן שהירח נמצא מעל האופק נ״ע של הצופה בנקודה ב׳, ולכן הוא <u>יראה</u> אותו. אבל, יתכן גם ששני הצופים האלה בנקודות ש׳ או ב׳, הם סמוכים כל כך, עד שגם צופה ב׳ עדיין אינו רואה את הירח החדש. אבל, יתכן שהצופה בנקודה ג׳ יראה אותו. זוהי תמצית ביאורו של המפרש בציור נ״ט לקמן.

כאמור, כל אחד מהאופקים הישרים כ״מ, נ״ע או פ״ק הם, בעצם, שרטוט מן הצד, של עיגול של האופק מסביב לכל אחד משלושת הצופים ה׳ ב׳ ג׳, כמו בתמונה 6. תמונה 10 מראה את המציאות של <u>שלושת</u> האופקים העגולים שמסביב לאותם שלושת הצופים ה׳ ב׳ ג׳. האופקים האלה הם משטחים עגולים, וכל אחד הוא נמוך מחבירו, ככל שהוא יורד עמוק יותר מתחת לאופק המערבי. האופק של הצופה בנקודה ה׳ הוא העיגול פצ״ק, האופק של הצופה בנקודה ב׳ הוא העיגול נס״ע, והאופק של הצופה בנקודה ג׳ הוא העיגול כל״מ. והקוים הישרים פ״ק, נ״ע, כ״מ הם מייצגים של אותם שלושת קוי האופק בתמונה 9. שים לב, כי שלושת האופקים האלה, משיקים גם הם למעגל היומי של שלושת המדינות האלו, כמו בתמונה 11.

ציור נ״ט (תמונה 12) מראה את אותו מצב, אבל, ממספר נקודת מבט שונות, באותו ציור. נקודת מבט אחת מראה מעגל הנמצא במרכז התמונה, והוא מייצג את הסיבוב היומי, של מספר מדינות הנמצאות כולן על אותו רוחב גיאוגרפי, או סמוכים מאד לרוחב זה, וזאת במבט מעל הקוטב הצפוני של כדור הארץ (כמו בתמונה 3, אבל, עם שתי מדינות בלבד). על היקפו של סיבוב יומי זה נמצאות ארבעת הנקודות ש׳ ה׳ ב׳ ג׳, של ארבע מדינות שונות, והן כולן כמעט על אותו רוחב גיאוגרפי, כאמור, כמו בתמונות 1, 3. לכן, הן כולן גם סובבות את הסיבוב היומי, במעגל זהה לקו הרוחב הגיאוגרפי עצמו, כמו בתמונה 2 לעיל. הנקודה ש׳ נמצאת

באמצע היישוב בו שוכנים בני אדם על כדור הארץ, כפי שגבולותיו היו ידועים בזמן המפרש, היינו, בין ספרד במערב, לבין סין במזרח (תמונה 1). מאידך, באותו שרטוט, מביא המפרש את ארבעת משטחי האופקים של ארבעת הנקודות האלו שהב״ג, כמו אלה בתמונות 10, 11. היינו, מישטח האופק של הנקודה ש׳ הוא המעגל אבג״ד (אף על פי שהוא נמצא במישור ניצב לגליון הדף). באותה מידה, מישטח האופק פצ״ק שייך למדינה בנקודה ה׳, ומישטח האופק נס״ע שייך למדינה בנקודה ב׳, ומישטח האופק כל״מ שייך למדינה בנקודה ג׳. כל אחד מהמישטחים האלה שורטט מנקודת מבט הנמצאת, כל אחת בנפרד, מעל לכל אחד משלושת המשטחים האלה. בניגוד למישטח אבג״ד השייך לאופק של המדינה בנקודה ש׳, שאר המישטחים שורטטו רק החצאים העליונים שלהם. נקודות המבט האלו, לא רק שאינן זהות לנקודת המבט מעל הקוטב הצפוני, אלא, גם כל מישטח כזה פונה בכוון אחר במרחב, בהתאם להתעגלות על פני כדור הארץ (תמונה 10). עם כל זאת, מביא המפרש את השרטוטים מכל נקודות המבט, באותו שרטוט עצמו נ״ט (תמונה 12). לכן, יש לדון בכל חלק בציור זה בנפרד, בהתאם לנקודת המבט בה נראה אותו חלק.

נחזור לדברי המפרש:

והמשל, נניח {**ציור נ״ט**} (תמונה 12) כי **עגולת אבג״ד עוברת על שני** ה**קצוות** א״ג של האופק **של** הנקודה ש׳ הנמצאת באמצע **היישוב** המשתרע **מן** קצה **המזרח** (סין) ועד **ל**קצה **מערב** (ספרד)**, והוא** גם **אופק** של נקודת **אמצע היישוב** ש׳. מדוע? **לפי ש**הנקודה ש׳ היא **אמצע היישוב**, **מרחקו מן המזרח** (סין) הוא **צ׳ מעלות, ומן המערב** (ספרד) **ג״כ צ׳ מעלות.** כלומר, העיגול אבג״ד ״מייצג״ את האופק של צופה הנמצא בנקודה ש׳, הנמצאת באמצע היישוב, בין סין לבין ספרד. אופק זה הוא רק ״מייצג״, כי אין זה מקובל לשרטט את עיגול האופק סביב הנקודה ש׳, ובאותו גליון הדף עצמו שלפנינו, היינו, להראות גם את מעגל הסיבוב היומי, אשר עליו הנקודה ש׳, ועוד שלושה מקומות ה׳ ב׳ ג׳, כי שני ציורים כאלה הם מנקודות מבט שונות (פרספקטיבות שונות).

ואפשר שתהיה המדינה ש׳ **שבאמצע היישוב, על קו השווי** (קו המשווה <u>הארצי</u>, ראה תמונה 1), **ותהיה עגולת משוה היום עוברת על נוכח ראשם, ואפשר שתהיה רחוק מהשווי, לפי שיש לה רוחב** גיאוגרפי, מעל או מתחת לקו המשווה הארצי**. ונניח סימן אמצע היישוב** הוא **נקודת ש׳,** כמו בתמונה 12. **וגם נניח שלש מדינות אחרות** הב״ג **מתקרבין** (קרובות) **ברוחב,** היינו, ברוחב של ל״ב מעלות (של ירושלים), וכן שני רוחבים גיאוגרפיים קרובים משני צידי הרוחב של ירושלים, כ״ט, ול״ה מעלות, **ו**שלושתן **משתנות ב**קו ה**אורך** שלהן, כמו בתמונה 1, או 11**.**

ונניח שהרוחב הגיאוגרפי של הנקודה האחת, שהיא בעלת האופק כל״מ (ראה תמונה 13), הוא כ״ט מעלות, וקו האורך הגיאוגרפי שלה הוא ס״ג מעלות מפאת מערב, הנספרת מנקודת האפס, הנמצאת בספרד, אשר ממנה, היינו, מקו האורך הגיאוגרפי שלה, מודדים את קוי האורך, ולכן, תהיה נוטה מאמצע היישוב לצד מערב כ״ז מעלות, שהיא התשלום של ס״ג מעלות ל צ׳ מעלות (ראה תמונה 13). ונניח שהאופק שלה הוא עגולת כל״מ (לכן, קראנו למקום בו נמצא הצופה במדינה זו, בשם המקוצר כל״מ, על שם עגולת האופק שלה כל״מ.

ונניח רוחב המדינה האחרת בנקודה ב׳, שמחצית האופק שלה הוא הקשת נס״ע, הוא ל״ב מעלות, וארכה מן המערב ס״ו מעלות וחצי, והיא ירושלים. לפיכך, היא נוטה מאמצע היישוב כנגד רוח מערב כ״ג מעלות וחצי (שהוא תשלום הרוחב ל 90 מעלות) ויהיה האופק שלה עגולת נס״ע, וכינויה של מדינה זו בקיצור נס״ע.

ונניח רוחב המדינה האחרת, אשר נכנה אותה בקיצור פצ״ק, הוא ל״ה מעלות וארכה ס״ט מעלות. לפיכך, היא נוטה מאמצע היישוב לרוח מערב כ״א מעלות (ראה תמונה 13), והאופק שלה פצ״ק.

כל הדיון הבא של המפרש, הסברנו כבר לעיל, כמו בתמונה 9:

לפיכך, כשיראה הירח גבוה מעל האופק של **אמצע היישוב** ש׳, **והיא עגולת אבג״ד, אחר שיצא מתחת ניצוץ השמש,** שהלבנה החדשה נראתה בולטת מעל לרקע האור של הילת השמש, כך שתיראה לצופה בנקודה ש׳, **היא נראית בהכרח על כל אופק מערבי מזה האופק, לפי שהוא נמוך ממנו בפאת מערב** (כמו בתמונה 9)**, מפני שהוא גבוה בראייה אצלם, ועוד, שיצא מתחת ניצוץ השמש,** והוא כבר נראה שם לצופה**. לפיכך, הוא נראה בהכרח על אופק כל״מ, ועל אופק נס״ע ועל אופק פצ״ק. וכן הדין, בכל אופק שהוא נמוך מחברו לצד מערב, לפי שהארץ כדורית. וכן דין אופק ירושלים, והוא אופק נס״ע עם אופק כל״מ, כגון זו הצורה** {**ציור נ״ט**} (תמונה 12)**.**

<u>ואם יתן החשבון שלא יראה בארץ ישראל, אפשר שיראה במדינות אחרות שהן ממערב לארץ ישראל וכו׳</u>

כלומר, שאם יתן החשבון, כשתהיה השמש על אופק ירושלים, והוא אופק נס״ע (אופק נ״ע בתמונה 9)**, והיא מתחלת** שם השמש **לשקוע,** עד **שלא יראה** עדיין **הירח, לפי שלא יצא מתחת ניצוץ השמש,** כלומר, עדיין לא נראה הירח החדש, **מפני שמרחקה מן השמש** היא **קשת** ראייה **קטנה,** ולכן, **תהיה** הלבנה עדיין נחבאת **תחת ניצוץ השמש,** ולא תיראה. **לפיכך, אין בני א״י רואין אותה. וכשתגיע השמש אל אופק המדינה, שהיא למערב א״י, כלומר למערב ירושלים, והוא אופק כל״מ, יצא הירח מתחת ניצוץ השמש,** והוא ייראה שם, **לפי שהירח כבר נתרחק מן השמש, בזמן שבין שתי השקיעות, שמעל שתי האופקים. פירוש, בין אופק נס״ע וכל״מ. לפיכך, יראה באופק** של הצופה הנמצא במדינה הנמצאת בצד **המערבי** של ירושלים, **ואינו נראה** לצופה **באופק ירושלים.**

ואפשר גם שאפילו **לא יראה באופק כל״מ** (כ״מ)**, המערבי מירושלים, כמו שאינו נראה בירושלים, באופק נס״ע** (נ״ע)**.** מדוע?

לפי שיהיה המרחק בין ב׳ האופקים, כלומר, אופק ירושלים ואופק המדינה המערבית, מרחק מעט מדי, **ולא יתן החשבון שיראה במדינה המערבית, כמו שאינו נראה בירושלים, לפי שלא יצא,** היינו, אור הירח החדש אינו ניכר, כי הוא נמצא עדיין **מתחת** לעוצמת האור של **ניצוץ השמש, לפי שהזמן שבין שתי השקיעות** הוא **מעט, ואינו מספיק ליציאת הירח מתחת ניצוץ השמש. שהרי על דרך הנחה, כשתהיה השמש על אופק ירושלים, ויהיה בינו ובין הירח ז׳ מעלות, שהרי בודאי אין הירח נראה בירושלים, לפי שלא יצא מתחת ניצוץ השמש, וכשתשקע החמה מעל אופק ירושלים, יהיה בינה ובין שקיעתה באופקים המערביים זמן, פעם יהיה קצר, ופעם יהיה ארוך. אם יהיה הזמן ארוך, עד שיתרחק הירח ריחוק שיראה בה, מפני שיצא מניצוץ השמש, בעת שהגיע השמש אל האופק המערבי,** אז **הוא נראה בזה האופק** נ״ע, **אע״פ שאינו נראה באופק ירושלים** (כ״מ)**, כמו שאנו אומרים,** למשל, **שנתרחק** הירח מהשמש **יותר על הז׳ מעלות,** נאמר **ח׳ מעלות אחרות,** וכך בסך הכל, **יהיה בין הירח והשמש בעת שקיעתה באופק המערבי ט״ו מעלות,** שאז **בודאי יראה באופק המערבי, לפי שיצא** הירח החדש **מתחת ניצוץ השמש. ואם יהיה בין שני האופקים ריחוק מעט, שיעור שלא יתרחק הירח מן השמש, בעת שתהיה השמש על האופק המערבי, כגון שלא יהיה ביניהם מן הנטיה, שיעור שיוסיף ריחוק הירח מן השמש, אלא, כמו** רק

מעלה אחת יותר (ולא שמונה מעלות) **על הז׳ הראשונות, יִוַּדַע בודאי שאינו נראה באופק המערבי, כמו שאינו נראה באופק ירושלים, לפי** שעדיין **לא יצא** הירח החדש **מתחת ניצוץ השמש.**

לפיכך, אם יראה הירח במדינה שהוא למערב א״י, אין בזה ראייה שנראה הירח בא״י, שהרי כבר אמרנו בתחילה, שאפשר שיראה במדינה המערבית, מפני שיצא מן הניצוץ, ולא יראה במזרחית, לפי שלא יצא עדיין מן הניצוץ.

הלכה י״ד

אבל, אם לא ייראה הירח בראשי ההרים במדינה המערבית, המכוונת כנגד ארץ ישראל, היינו, שלשתי המדינות יש רוחב גיאוגרפי קרוב מאד, אז **בידוע שלא נראה בארץ ישראל,** כפי שהסביר המפרש בהלכה י״ג.

הלכה ט״ו

וכן אם לא ייראה הירח בארץ ישראל, בידוע שלא נראה בכל מדינות העולם, שהן למזרח ארץ ישראל, ומכוונות כנגדה (ברוחב גיאוגרפי קרוב לה)**; ואם ייראה בארץ ישראל, אפשר שייראה במדינות מזרחיות, ואפשר שלא ייראה. לפיכך, אם ייראה במדינה שהיא למזרח ארץ ישראל ומכוונת כנגדה, בידוע שנראה בארץ ישראל; ואם לא נראה במדינה המזרחית, אין בזה ראייה, אלא אפשר שייראה בארץ ישראל,** כפי שהסביר המפרש בהלכה י״ג.

המפרש להלכה ט״ו

<u>וכן אם לא נראה הירח בא״י וכו׳</u>

דין זה החלק הוא **כדין החלק שלפניו** בהלכה י״ד, היינו, **שאם תערוך,** היינו, תשקול את השיקולים, אם הירח ייראה או ייראה, ותשווה בין **א״י** למדינות **המזרחיות** אליה, **תהיה ערכה** של ארץ ישראל, **כערך המדינה המערבית לירושלים.**

הלכה ט״ז

וכל אלו הדברים, בשהיו המדינות שבמערב ושבמזרח מכוונות, כגון שהיו נוטות לצפון העולם משלושים מעלות עד חמש ושלושים מעלות, כפי שהסביר כבר המפרש בהלכה י״ג **; אבל, אם היו נוטות לצפון** ברוחבים גיאוגרפיים **יותר** גדולים **מזה או פחות,** הרי **משפטים <u>אחרים</u> יש להן, שהרי אינן מכוונות כנגד ארץ ישראל** כפי שיסביר המפרש לקמן.

ודברים אלו שביארנו בערי מזרח ומערב, אינן אלא להגיד כל משפטי הראייה, בכדי להגדיל תורה ולהאדירה. לא שיהיו בני מזרח, או בני מערב, סומכין על ראיית הירח, או תועיל להם כלום; אלא, לעולם אין סומכין, אלא, על קידוש בית דין שבארץ ישראל, כמו שביארנו כמה פעמים.

המפרש להלכה ט״ז

<u>וכל אלו הדברים כשהיו וכו׳</u>

עד עתה דנו הרמב״ם והמפרש באפשרות הראייה של הלבנה החדשה במדינה מערבית יותר, כאשר היא נמצאת באותו רוחב גיאוגרפי, או קרוב אליו, כמו המדינה המזרחית לה. עתה, מבאר המפרש את המקרה המענין, שהרמב״ם רק הזכירו, אבל, לא פירט אותו, בו המדינה המערבית יותר, אינה נמצאת באותו קו רוחב, כמו המדינה המזרחית לה.

כיון שדברי המפרש הם קצרים, כדרכו, לכן, נביא לקמן הקדמה אשר תבהיר את דבריו.

תמונה 14 מציגה את כדור הארץ, ועליו קוי האורך וקוי הרוחב הגיאוגרפיים. הוא סובב סביב צירו, כך שהשמש נראית זורחת במזרח, ושוקעת במערב, בסיבובה היומי. שים לב כי בתמונה זו, כוון צפון הוא משמאל, ודרום – מימין. בשתי הנקודות צ׳ פ׳ על פני כדור הארץ, נמצאים שני צופים שונים. הצופה בנקודה פ׳ נמצא במדינה <u>מערבית</u> יותר מהצופה בנקודה צ׳. בלשון אחרת, המדינה בנקודה צ׳ היא מדינה <u>מזרחית</u> יותר מהמדינה בנקודה פ׳. רואים גם כי המדינה המערבית בנקודה פ׳ נמצאת ברוחב גיאוגרפי, רחוק מהרוחב הגיאוגרפי של המדינה צ׳, וזהו המקרה שהרמב״ם הזכיר לעיל, היינו, שלמקרים כאלה, אשר בהם הרוחבים הגיאוגרפיים הם שונים מאד, כדבריו, ״משפטים אחרים יש להם״ (ולא פירט יותר), כיון שהם אינם מכוונים זה כנגד זה, באותו רוחב גיאוגרפי, כפי שתיארנו בהלכות הקודמות. המפרש יסביר ענין זה בהרחבה, לקמן.

תמונה 15 מראה את שני האופקים המעגליים סביב שני הצופים בנקודות צ׳ פ׳.

יש לשים לב, כי שני מעגלי האופק האלה, אינם נמצאים באותו מישטח, אלא, המשטח המישורי של כל אחד מהאופקים האלה, פונה בכוון שונה במרחב, כי הם משיקים כל אחד בנקודה אחרת על פני כדור הארץ, כמו בתמונה 16.

באופן מעשי, צופה הנמצא בנקודה צ׳, רואה שצורת האופק סביבו היא מעגלית, כמו בתמונה 17. השמש זורחת בנקודה א׳, הנמצאת בפינה דרום מזרחית של האופק שלו, ושוקעת בנקודה ב׳, בפינה צפון מערבית (בקיץ). או, היא זורחת בנקודה ג׳ בפינה צפון מזרחית, ושוקעת בנקודה צפון מערבית בנקודה ד׳ (בחורף).

תמונה 18 מראה תמונה תלת מימדית של מסלול השמש היומי כל״ט על כיפת השמים, כפי שהיא נראית לצופה בנקודה צ׳. אבל, מנקודת מבט הנמצאת למעלה (וגם מעט באלכסון), כביכול, מעל כיפת השמים, כפי שרואים בתמונה, הרי מסלול השמש היומי ייראה כקו ישר כ״ט המשתרע על פני מישטח האדמה, והשמש נעה על פניו בקו ישר מנקודת הזריחה כ׳ במזרח, לעבר שקיעתה בנקודה ט׳ במערב.

תמונה 19 מראה מנקודת מבט זו מלמעלה, את האופק המעגלי שסביב הצופה צ׳, (כמו בתמונה 17), וכן המסלול בקו ישר כ״ט של השמש, במשך היום, על פני האדמה.

תמונה 20 מראה את שני האופקים של שני הצופים א׳ ב׳, כמו בתמונה 15, מנקודת מבט מלמעלה. האופק של הצופה בנקודה א׳ הוא המעגל העובר דרך הנקודות כדחי״ו, והוא המעגל המשורטט בנקודות. האופק של ב׳ הוא המעגל כזחט״ל, והוא בקו המרוסק. שני האופקים חותכים זה את זה, בשתי הנקודות כ׳ ח׳. שים לב, כי המדינה של צופה א׳ נמצאת מזרחית מזו של הצופה ב׳, וגם דרומית ממנה. השמש זורחת במדינה זו, בנקודה ו׳ על האופק המזרחי שלה, והיא שוקעת בנקודה י׳ על האופק המערבי שלה, לאורך הקו (המושלך על האדמה) ולט״י. אבל, כיון שהמדינה

המערבית, של הצופה ב׳, נמצאת בצפון מערב של המדינה המזרחית של הצופה א׳, לכן, האופק שלה הוא כולו מוזז בכוון צפון מערב. לכן, המסלול היומי של השמש, מזריחתה ועד שקיעתה שם, היינו, הקטע ל״ט, נמצא בתוך גבולותיו של הקטע ו״י של הקו של מסלול השמש היומי ולט״י של המדינה המזרחית א׳, ולכן, הוא קטן יותר מהקטע ו״י, הנמצא כולו בתוך גבולותיו של הקטע הגדול יותר ו״י. הקטע ל״ט הוא ההשלכה של המסלול היומי של השמש, מזריחתה, ועד שקיעתה, כפי שרואים אותו על פני מישטח האדמה, מנקודת מבט מלמעלה. גם רואים בתמונה 20, כי הזריחה של השמש במדינה המערבית ב׳ בנקודה ל׳, תחול בזמן מאוחר יותר, מזמן הזריחה של השמש בנקודה ו׳, שעל האופק של המדינה המזרחית א׳, והאיחור הוא בגודל הקטע ו״ל. באותה מידה רואים גם, כי הנקודה ט׳, הנמצאת על האופק המערבי של המדינה המערבית, נמצאת לפני הנקודה י׳. לכן, שקיעת השמש במדינה המערבית בנקודה ט׳, מקדימה את השקיעה של השמש, על האופק המערבי של המדינה המזרחית בנקודה י׳, וההקדמה בזמן היא בגודל הקטע ט״י.

תמונה 21 מראה ציור דומה לתמונה 20, אלא, על פי אותה שיטה, רואים כאן מקרה בו, הן הזריחה והן השקיעה, בנקודה ז׳ ובנקודה י׳, שתיהן מאחרות במדינה המערבית שבנקודה ב׳, ביחס לנקודות ו״ט של המדינה המזרחית בנקודה א׳.

דברי המפרש יהיו עתה מובנים יותר:

דע, שזה הדין, כדברי הרמב״ם, שאם המדינות אינן קרובות ברוחבן, אז חלים כללים אחרים של הראייה זו ביחס לזו, כדלקמן, על זה כותב המפרש, **פלא הוא, ולא נודע** לו **כעין דמיון השכל, לפי שהמפורסם,** שכידוע, בדרך כלל, **שהכוכבים שוקעין במדינות המזרחיות קודם המערביות, וזה** היה **הדין** שראינו בהלכות הקודמות. כלומר, שֶם זה היה **על תנאי שיהיו מכוונות** שתי המדינות **ב**אותו **רוחב, או קרובים ברוחב.**

אבל, אם יהיו שתי המדינות משתנים ברוחבן הגיאוגרפי **הרבה,** אז תתכן **אפשר**ות, של שתי מדינות, **ש**יזרח **הכוכב באופק** המזרחי של מדינה **מערבי**ת, **קודם עלייתו באופק** המזרחי של המדינה **המזרחי**ת יותר. **וכן** במקרה אחר, של שתי מדינות אחרות, ש**הוא שוקע** (הכוכב) **באופק מערבי** של המדינה המערבית **קודם שישקע מן האופק** המערבי של המדינה **המזרחי**ת יותר והענין של השקיעה מענין אותנו יותר, ולא כל כך הזריחה, כי שם חלה ראיית הלבנה החדשה, שגם הבאנו בתמונה 20, וגם המפרש יתאר אותו לקמן.

כוונת המפרש היא, שסדר הזריחות או סדר השקיעות האלו, לא ייתכנו ביחד דווקא באותן שתי מדינות, אלא, בשני זוגות שונים של מדינות, כפי שיראה לנו המפרש לקמן: בזוג אחד של מדינות, הזריחה במדינה מערבית, קודמת לזריחה במדינה מזרחית לה; ובזוג אחר, השקיעה במדינה המערבית קודמת לזו שבמזרחית. אבל, המפרש מתרכז דווקא בהשוואת סדר זמן השקיעה בין שתי מדינות, כאמור לעיל, ולא בסדר הזריחות שלהן, כלשונו:

ונניח {**ציור ס׳**} (תמונה 22), ובו מצוירים שלושה אופקים:

א. מדינה ראשונה שהצופה בה נמצא בנקודה א׳, **רוחבה מ׳ מעלות וארכה ל׳** מעלות, **ויהיה אופק המדינה** הזו, שהיא **המזרחית,** במעגל העובר דרך הנקודות **בד״ס יו״ב** (זהו המעגל המורכב מנקודות).

ב. **ומדינה אחרת** מערבית יותר, שהצופה בה נמצא בנקודה ב׳, **רוחבה חמישים מעלות ואורכה נ׳ מעלות, ואופקו** של הצופה ב׳ במדינה **המערבי**ת הזו, עובר במעגל דרך הנקודות **בז״ס טל״ב** (זהו מעגל המורכב מקו מרוסק).

שני האופקים האלה זהים למצב שראינו כבר בתמונה 20 לעיל, בה הקטע ל״ט נמצא כולו בתוך הקטע ו״י, והמשמעות היא, שהזריחה במדינה המערבית יותר בנקודה ל׳, מאוחרת יותר מהזריחה בנקודה ו׳, של המדינה המזרחית יותר. וכן, שהשקיעה בנקודה ט׳ במדינה המערבית יותר, מקדימה את השקיעה בנקודה י׳ במדינה המזרחית יותר.

ג. **ואופק** שלישי הוא של צופה בנקודה מ׳, הנמצא על **הקו השוה,** והאופק שלו עובר במעגל הנקודות **עבנ״ג הכ״ע** (המעגל העליון מימין, משורטט בקו המלא), וההשלכה על פני האדמה של עגולת **משוה היום** נמצאת על הקטע **עמ״ג,** כלומר, המשווה השמימי עצמו הנמצא מעל לראשו של הצופה, מיוצג בהשלכה למטה על פני האדמה, על הקו עמ״ג, כמו בתמונות 18 19 לעיל, היינו, הקשת שלו יוצאת מהגליון שלפנינו בנקודה ע׳, עולה למעלה מעל הגליון עד למקסימום גובהו מעל הנקודה מ׳ (תמונה 18), וחוזרת חזרה בקשת אלכסונית לנקודה ג׳. כלומר, במבט מלמעלה, נראה קו המשווה השמימי כקו ישר עמ״ג על פני האדמה (תמונה 19).

אם השמש נמצאת במזל גדי, **וראש מזל גדי סובב עליהם** בקשת על כיפת השמים, ובסיסה על פני האדמה הוא הקטע הישר **כו״ל ט״י** (תמונה 22, גם כמו תמונה 18, 19). **לפיכך, כשיהיה הירח או השמש בזו המסיבה,** על קשת זו, על רקע מזל גדי, **הם שוקעים,** השמש והירח בתחילת החודש, **על אופק** המערבי של **המדינה המערבית** בנקודת **ט׳, קודם שתשקע באופק המזרחי** (צ״ל המערבי) **מנקודת י׳.** זהו המקרה שהזכיר הרמב״ם בהלכה זו, שיש למקרה זה ״משפטים אחרים״, היינו, שבמדינה מערבית יותר, תתכן שקיעה מוקדמת יותר, מאשר במדינה מזרחית לה.

והמפרש מסביר, כי **עילת זה הדין** הוא **שינוי הרוחב הרבה. וזהו שאמר** הרמב״ם, **משפטים אחרים יש לה, פירוש בזריחתה או בעריבתה** של השמש או הלבנה או כל כוכב אחר. **והעילה** היא, **לפי ש**המדינות **אינן מכוונות** במערב **כנגד ארץ ישראל, אלא, רוחבן משתנה הרבה.**

ומן הצורה הזאת (תמונה 22), **יתבאר שהכוכב שוקע בנקודת ט׳ מן האופק** של המדינה **המערבי**ת, **קודם שתשקע מנקודת י׳ מן האופק** של המדינה **המזרחי**ת. **לפיכך, בזו הצורה, יראה הכוכב שוקע מעל** ראש הצופים **המערביים, קודם** לאלה **המזרחיים.**

פרפראות לחכמה לפרק שמונה עשר

מים עליונים ומים תחתונים

על פי דברי המפרש בפרק האחד עשר, רובו של כדור הארץ מורכב ממים, ורק כרבע ממנו הוא יבשה. והנה כידוע, הצבע של המים, היינו, האוקיאנוסים, הוא כחול, כצבע שהם מחזירים מהאטמוספרה, הנמצאת עליהם (שהיא בצבע תכלת, בגלל גז החמצן שבה). לכן, האסטרונאוטים השטים בחלל, רחוק מכדור הארץ, רואים שצבע כדור הארץ הוא כחול. זו הסיבה שקוראים לו גם בשם ״כוכב הלכת הכחול״. גם כוכב הלכת מַרְס (שהוא שם של ע״ז הממונה על המלחמות) נקרא בעברית בשם ״מאדים״, בגלל צבעו האדום. גם לשאר כוכבי הלכת יש צבעים טיפוסיים להם.

הנכד שלי יהודה (נ.ו.), שנולד בירושלים, ראה את הים התיכון בפעם הראשונה רק בגיל חמש. הגענו לגבעה גבוהה מעל הים, וראינו את הים כולו, ברוב הדרו. יהודה עמד נפעם, ושאל: סבא, מהיכן באו כל המים האלה, מי הביא אותם לכאן?! עניתי לו, שהקב״ה ברא אותם, וגם שם אותם כאן כבר במעשה בראשית, לפני כששת אלפים שנה, יחד עם האדמה שאנו עומדים עליה, והוא ברא גם את השמים שמעל לראשנו. הוא שאל עוד, אבל, השמים מתעקמים ויורדים בהדרגה רחוק רחוק, עד שהם נוגעים במי הים (בקו האופק). עניתי לו, כן. הוא נעשה מהורהר ושתק. לאחר כחצי שעה, הוא פנה אלי שוב ואמר, סבא, מצאתי דרך איך להגיע לשמים, והוא תיאר זאת: אני אשיג סירה, ואשוט בה עד שאגיע עד הקו, אשר בו השמים נוגעים בים, ואח״כ, אני אטפס על השמים, עד שאגיע למעלה. אמרתי לו, השמים אינם כמו אדמה, שאתה יכול ללכת עליה. הרהרתי לעצמי, אם הוא ימשיך לשאול שאלות כאלה כל חייו, יש לו סיכוי טוב להגיע ״לשמים״.

ובאמת, זוהי גם השאלה הראשונה שאדם שואל, כיצד כל זה נברא. אנחנו, עם ישראל, אמונים על התורה שקבלנו בסיני. קבלנו גם הסבר מפורט כיצד כל דבר נברא בזמנו ובמקומו. עד עכשיו, עם כל ההתקדמות המדעית והטכנולוגית העצומה, עדיין מדשדשים האסטרונומים בנושא זה, מהיכן, וכיצד כל זה נברא. על כל תשובה שהם מוצאים, מתעוררות אלף שאלות אחרות. עד כדי כך הגיעו הדברים (בשנת ה׳תשע״ו), שענין בריאת העולם הפך להיות, לא תיאוריה רציונאלית אחת מאורגנת היטב, אלא, אוסף של טלאים, זה על גבי זה. עורך חשוב של עיתון באסטרונומיה, כתב, שהמצב נעשה כל כך מבולבל, עד שהוא מעדיף כבר את הסיפור של מעשה בראשית. אבל, כל זה אינו מופיע בתקשורת, כי אם היתה הצלחה מכרעת כל שהיא, היינו מוצאים לה הרבה אבות, אבל, כידוע, הכשלון הוא יתום, והיתום, פשוט, אינו מדבר.

נושא המים והאוקיאנוסים, וכל מעשה בראשית, נחקרו רבות על ידי חז״ל, ראשונים ואחרונים. כידוע, למעשה בראשית יש פשט, ויש גם סוד. ננסה להעמיד כאן את מעשה בראשית, בתוך מסגרת של פשט רציונאלי, עד כמה שהדבר ניתן להיעשות. מכל המפרשים (ראה סקירה מקיפה בסדרת הספרים ״שערי אהרון״) התברר כי המלבי״ם סיכם, והוסיף גם משלו, הסבר פשוט (יחסית), לסדר המהלכים

שהיו במעשה בראשית. הוא גם מנסה לענות על כל הקושיות שהמפרשים מעלים זו אחר זו, ובפרט, אלו שהובאו על ידי רש״י.

למשל, אחת השאלות שמעלה רש״י בפשט היא, אם השמים והארץ נבראו ביום הראשון, אז כיצד זה אנו מוצאים, כבר בפסוק השני, שרוח אלוקים מרחפת על פני המים? וכי מתי נבראו המים?!

לקמן נביא סיכום רהוט לדבריו של המלבי״ם, מבריאת השמים והארץ בתחילת היום הראשון, ועד להקוות המים בימים ובאוקיאנוסים ביום השלישי. אחרי כן, נתאר את הממצאים האסטרונומיים של מציאות מים בכוכבים, בערפיליות, ובגלקסיות הרחוקות במרחבי החלל.

ובכן, הבסיס להבנת הדברים, עומד על מה שנברא ביום הראשון. רבים מהמפרשים הגיעו למסקנה, שבריאת השמים והארץ ביום הראשון, היתה המאורע היחיד אשר בו היתה בריאה בכלל. אחרי כן, בשבעת ימי בראשית, היתה יצירה ועשיה של תולדות הארץ עצמה בלבד, זאת כיון שבריאת השמים ביום הראשון, היתה כולה מושלמת כבר עם בריאתם, לעומת הארץ, שאמנם נבראה ביום הראשון יחד עם השמים, אבל, תולדותיה נעשו בהמשך ששת ימי הבריאה, כלשון המלבי״ם:

העיקר במה שאמר, שברא את השמים, היינו, כל מה שֶׁמְּגַלְגֵּל הירח ולמעלה, שכולל, בין המון רבי רבבות כוכבים ושמשות, אשר בעולם הגלגלים, ובין העולמות העליונים עליהם, עולם המלאכים, ועולם הכסא, וגבוה מעל גבוה. שכולם נבראו יש מאין, ברגע הראשון. מזה מוכרח, שבמה שאמר שברא אלהים את השמים, ר״ל שהוציא תיכף (גם) את כדורי השמש והירח, וכל הכוכבים, כמו שהוציא כדור הארץ (יחד עם השמים, שניהם ביום הראשון). ומן הסברא, שתיכף התחילו (הכוכבים) ללכת (גם) במעגלותיהם (בגלגליהם), ולרוץ במרוצתם, כמו שילכו (אחרי כן) כל ימי עולם. רק שכדור השמש לא נמצא בו עדיין החומר המאיר. שזה לא נִתַּן בּוֹ, עד יום הרביעי, כמו שיתבאר.

וכן הארץ, נאמר ג״כ בכלל וביחוד, שאחר שקרא ליבשה ארץ, ולמקוה המים קרא ימים, בא לפעמים שם ארץ רק על חלק היבשה. אבל, במעשה בראשית, שעדיין לא קוו המים אל מקום אחד, נקרא בשם ארץ, כל הד׳ יסודות (שנבראו ביום הראשון מעורבבים זה בזה), שהיה מקומם אז מן התהום, עד קערורית הירח (הצד הקעור של גלגל הירח הפונה אל כדור הארץ), כמו שנבאר. לפי זה, נכלל בזה (במושג ״הארץ״ שבתחילה), כל הבריאה מראש ועד סוף (כלומר, כבר בתחילה נברא כל מה ששייך לגשמיות, מן התהום למטה, ועד גלגל הירח למעלה. אלא, שעדיין העולם של הגשמיות לא תוקן, והוא יתוקן כולו אחרי כן, בששת ימי בראשית. אבל, לעומת הארץ, השמים נבראו כבר בתחילה בשלמותם, עם כל תולדותיהם, עוד בתחילת מעשה בראשית, ולא נתווסף עליהם דבר אחרי כן. אבל, הארץ, שנבראה בתחילה יחד עם השמים, היתה רק חומר היולי המורכב מארבעת היסודות, שנקראו כולם בשם הכללי ״ארץ״, שהיו מעורבבים זה בזה, ומעשה בראשית בכל שבעת הימים היה תיקון של ״הארץ״ הכללית הזאת לכל תולדותיה).

ובכל מעשה בראשית (כאשר היה הולך ונתקן העולם, בימים, ביבשות, בצומח, בבעלי חיים, ובאדם) נזכר שם אלקים בלבד, וכתב בספר העיקרים, ששם אלקים שבא בלשון רבים, מציין הכוחות הרבות המתפשטים בכל הבריאה (בששת ימי בראשית), שכבר התפלאו (הבריות), איך יצאו כחות רבות משונות, מהאל המיוחד בתכלית הפשיטות; וע״כ תעו עובדי ע״ז, לְיַחֵס לכל כח מכחות הבריאה, אֵל ממונה עליו, והם אלהים אחרים הנזכרים תמיד, וְלִמְדַנו ה׳ יתברך בכל מעשה בראשית, כי

כל הכחות האלה יצאו מהאל המיוחד; וכמ״ש בב״ר (פ׳ ח׳)׳ שאלו המינים את ר׳ שמלאי, כמה אלהות בראו את העולם? אמר להם וכו׳, אני ואתם, נשאל לימים ראשונים, (שהרי כתוב) אשר ברא אלהים, אשר בָּרְאוּ אין כתיב, אלא אשר בָּרָא, שכמו שנפש האדם תַּרְאֶה פעולות רבות וכוחות משונות, עם היותה אחת בעצמה. לכן, לא נזכר בכל מ״ב (הפסוקים הראשונים), רק שם אלקים.

והארץ היתה תהו ובהו. מבואר מפשט הכתובים, שהיה הבדל גדול בין השמים ובין הארץ, שהשמים נבראו יש מאין ביום הראשון, ולא הוסיף בהם שום דבר לתיקונם, כי הרקיע (המבדיל בין מים למים) שנעשה בשני, היה באויר, במקום העננים שהוא מתיקוני הארץ (ראה בהמשך), והמאורות שנעשו ברביעי, הם כבר נבראו יש מאין ביום הראשון, ולא הוסיף בם דבר (ביום הרביעי), רק מה שנתקבץ האור שהיה מפוזר במרחבי העולם, והושם בכדור השמש, וגם זה היה לצורך הארץ כמו שיתבאר. לפי זה, היה בשמים בריאה לבד יש מאין, אבל, בארץ (שנבראה במצב של תוהו ובוהו בתחילה), נעשו תיקונים בכל ששת ימי המעשה, אם במה שתקן התהו והבהו, (ובפרט), במה שנקוו המים ונעשה היבשה, שזה נקרא יצירה, שנתקן צורתה המתדבקת (שצורתה היתה דבוקה ומעורבת עם יסוד המים), אם מה שעשה עליה צומח ובעלי חיים והאדם, שבזה נגמר תיקונו, שזה נקרא עֲשִׂיָה, וכמ״ש (ישעיה מה) ״כה אמר ה׳, בורא השמים, הוא האלהים, יוצר הארץ וְעוֹשָׂהּ, הוא כּוֹנְנָהּ, לא תהו בראה, לשבת יצרה״, ר״ל, שהשמים לא נוצרו ונעשו (כמו הארץ, אלא השמים) רק נבראו בלבד, כי כמו שנבראו יש מאין, כן נשארו, ולא נוצר בהם צורה, ולא עשה בהם שום תיקון (אחרי שנבראו בתחילת היום הראשון). אבל בארץ, מלבד הבריאה הראשונה שנבראה יש מאין, יצר הארץ (היבשה), ע״י שאמר, יקוו המים, ואח״כ עוֹשָׂהּ, ע״י שאמר תדשא הארץ דשא, ואח״כ כּוֹנְנָהּ, וגמר בנינה, ע״י יצירת בעלי חיים והאדם. עכ״ל המלבי״ם.

תורף המשך דבריו הוא, שביום השני לבריאה, התקין הבורא, בתוך המים, את הרקיע, שיבדיל בין מים שמעל הרקיע, לבין המים שמתחתיו. המים התחתונים ברורים לנו, כי מהם נעשו האוקינוסים, לאחר שנקוו למקום אחד, ובכך נבדלו מן היבשה. אבל, הרקיע עצמו, והמים העליונים שמעליו, הם מושגים שאין להם פשט. המלבי״ם בחר להתאים פשט לענין זה, בתופעה אטמוספירית ידועה לחכמי הטבע, בה אדי המים עולים באויר, עד גובה מסוים, ואינם עולים יותר, כמו העננים המגיעים עד לשם ועומדים, ואינם עולים יותר מגובה זה. האויר העומד מעל לגובה זה, הוא כל כך דק, עד שאין בו (לחץ אויר) מספיק לצורך נשימה של בעלי חיים. המלבי״ם מכנה את שכבת האויר, בגובה זה, בשם ״סגריר״, ולדעתו, היא היא הרקיע המבדיל בין המים התחתונים לבין המים העליונים. מעל הרקיע הזה, יש אמנם ״מים״, אבל הם ״דקים מאד״, כדבריו, ושונים בטיבעם מהמים התחתונים. המים העליונים האלה, הם המקור עצמו של השפע והברכה למים התחתונים, על ידי ההשגחה העליונה, ולכן, גם הם נקראים בשם ״מים״.

מפשט הדברים משמע, שרקיע זה אינו אחד, וגם לא חלק, מאחד מתשעת הרקיעים, שלמדנו עליהם, בפרק הלכות יסודי התורה, בכרך צה״ט. אם כך, מדוע קרא אלקים לרקיע המבדיל בין מים למים, בשם ״שמים״? שהרי כבר למדנו (שם), כי ״שמים״ הם אחד מארבעת הכינויים לכל מכלול תשעת הגלגלים, המתחילים בגלגל הירח, ומסתיימים בגלגל התשיעי, ומה כוונת ״השמים״ כאן? על זה משיב המלבי״ם, כי השמים של תשעת הגלגלים מתחילים, לא מגלגל הירח, אלא, מהרקיע המבדיל בין מים למים, שהוא רקיע בפני עצמו, ואינו נמנה עם התשעה האחרים.

נראה לנו, כי הסיפא של הסבר זה, בו מתוארת פעולת ההשגחה על המים התחתונים, דרך המים העליונים, חוצה את הגבול של הפשט.

לכן, אם במופשט עסקינן, מצאנו בזוהר הקדוש תיאור פשוט (חלק א׳ דף ריט.), הכולל את דעת המלבי״ם לעיל, וגם נראה לנו יאה יותר, לגודל המעמד של מעשה בראשית.

בתהילים פרק ק״ח נאמר, כי גדול מעל שמים חסדך, ולעומתו, בפרק נ״ז (שם), כי גדול עד שמים חסדך, ונראה שיש סתירה בין ״על שמים״, לבין ״עד שמים״. הראשון אומר, מעל השמים, והשני – עד מתחת לשמים. אמר רבי יוסי (בזהר שם), יש חסד ויש חסד, חסד עליון וחסד תחתון, חסד עליון – מעל השמים הוא, חסד תחתון הוא שכתוב (ישעיהו נ״ה), חסדי דוד הנאמנים, וכתוב בהם ״עד שמים״, כלומר מתחת לשמים, בעולם הזה, בו תיקן דוד את מלכותו.

והנה ידוע כי הסמל המובהק ביותר של החסד הוא המים, כי הוא הסמל של החיים, וחסד גדול עשה האלקים, שהתקין את המים בכל מקום על פני האדמה, לצורך החיים, המצויים בכל מקום. גם המים העליונים הם בחסד, כי הם המקור הרוחני המזין את המים התחתונים, ובלעדיהם אין ברכה במים התחתונים. כלומר, המים העליונים הם החסדים בכח, ומאידך, המים התחתונים הם החסד המידי לחיים, בעולמנו זה. אכן, ללא ברכה של המים העליונים, המים התחתונים היו יכולים להיהפך למים זידונים, כמו מי המבול.

על פי זה, הרקיע המבדיל בין המים העליונים למים התחתונים, הוא השרעפת המבדילה בין החסדים של העולם הרוחני, לבין החסדים של העולם הגשמי, שמרגישים אותם בחוש. לכן, ביום השני, הבדיל הקב״ה בין מעשה החסד בעולם הזה, לבין החסד הרוחני בכח בעולמות שמעליו. לפני כן, כאילו שימשו שניהם בעירבוביא.

בכך השלמנו את ענין המים העליונים, המים התחתונים, והרקיע שביניהם.

מאידך, זה כבר כמה עשרות שנים, שהאסטרונומים משתמשים, לא רק בטלסקופ הרגיל, בו נראים גרמי השמים לעיניים, מה שמכונה בשם ״טלסקופ אופטי״, אלא, הם פיתחו גם מיתקן אחר, הקולט גלי רדיו מהחלל ומגרמי השמים, המכונה בשם ״טלסקופ רדיו״ (ראה ספר צה״ב). טלסקופ כזה, ״שומע״, כביכול, את ״אוושת״, היינו, ״הלחש״ של גרמי השמים ברדיו. אבל, לחש זה אינו בתחום השמיעה שלנו כלל, אלא, אלה הם גלי רדיו באורך גל שונה מאד, מגלי הרדיו שאנו שומעים בעזרת מַקְלֵט רדיו.

מתברר, כי בעזרת טלסקופ רדיו, אפשר לגלות חומרים שאנו מכירים פה על האדמה. כל חומר כזה משדר לחלל גלי רדיו טיפוסיים לו, לכל חומר וחומר, אבל, בעוצמה חלשה מאד. (ראה פרק א׳ בספר צה״א). עד היום זוהו חומרים רבים, ובין השאר, נתגלו גם חומרים אורגניים טיפוסיים לחיים. אבל, אלה הם רק חומרים מפוזרים ללא קשר ביניהם, ללא צורה של ארגון תפעולי שאנו רואים בגופים חיים על פני האדמה.

נזכיר כי על הירח שלנו, על מאדים, על הטבעות של שבתאי, וכן בכוכבי שביט, ועל ירח של צדק המכונה בשם ״אירופה״, ועל גופים אחרים במערכת השמש שלנו, ישנם צילומים רגילים המראים באופן עקיף, כי יש שם מים בצורת שלג או קרח. יתר על כן, נצפו גושי קרח גדולים מאד, שממש נפלו על פני כדור הארץ מגובה החלל.

אבל, בטלסקופי הרדיו, נתגלו מים שאינם נראים לנו כלל בעיניים, כי הם משדרים רק גלי רדיו טיפוסיים למים, אשר הגיעו כמעט מכל כוון בחלל, אליו כוונו את טלסקופ הרדיו. באחד המקרים, נתגלו מאגרים ענקיים של מולקולות של מים, בגלקסיה (מסוג קואזאר), רחוקה מאד מאתנו, בקצה היקום הנראה (ראה כרך צה״ב). המאגר הזה אינו מאגר מים, כמו שאנו מכירים על האדמה, אלא, הוא מפוזר בצורת ענן גדול מאד של מולקולות של מים, על פני עשרות שנות אור בתוך הגלקסיה, ובטמפרטורה של כחמישים מעלות מתחת לאפס. כמות המים שנמצאה שם היא פי מליארדים מכמות החומר בכל מערכת השמש כולה, ומן הראוי היה לקרוא להם בשם ״היפר אוקיאנוסים בחלל״. יתר על כן, לא רק בגלקסיות, אלא, מולקולות של מים נמצאו גם בתוך ענני גז ענקיים, השטים בין הכוכבים, הנקראים גם בשם ״ערפיליות״, שהגודל הטיפוסי שלהן הוא כעשרות שנות אור.

הנה כי כן, ״נמצאו״, כביכול, המים העליונים של מעשה בראשית. אבל, אין זה כל כך פשוט. כי המים שנמצאו שם, הם קודם כל, גשמיים ממש, כמו המים שלנו על האדמה, זאת בדיוק כפי שנאמר בזוהר (פרשת צו) ״הכל עשוי מעפר, אפילו גלגל חמה״. כלומר, כל החומרים על האדמה, הנקראים יחד בשם הכללי ״עפר״, נמצאים בכל היקום כולו, והמים בכללם משדרים גם משם, בדיוק את גלי הרדיו האופיניים למים, שאנו מכירים במעבדות על כדור הארץ. לכן, אולי היה ראוי לקרוא למים העליונים, גם הם, בשם ״מים תחתונים״ דווקא, שנקוו שם ב״היפר אוקיאנוסים״, שהרי יש להם תכונות גשמיות בדיוק כמו המים התחתונים. מאידך, יתכן שגם המים העליונים של מעשי בראשית, גם הם משדרים גלי רדיו כמו המים התחתונים, שהרי גם הם נקראו בשם ״מים״, ואולי יש למים האלה למעלה, משהו נוסף, שאינו נראה בגשמיות, במים התחתונים שעל פני האדמה.

אם כך הדבר, שאולי המים התחתונים הם האוקיאנוסים שנקוו על פני האדמה, ביום השני לבריאה, ומאידך, המים העליונים שנתגלו בגרמי השמים כנ״ל, הם אולי המים שנפרדו מהם ביום השני. אם כך, היכן נמצא הרקיע המפריד ביניהם, הנקרא גם בשם ״שמים״, ככתוב שם? אולי גם זה ניתן לתרץ בפשטות: התחתית של גלגל הירח, שהוא ההתחלה של השמים שמעליו בכלל, כפי שהסברנו בהלכות יסודי התורה בכרך צה״ט, יכול לשמש כרקיע המבדיל בין המים התחתונים, היינו, כל המים שמתחת לגלגל הירח, שנקוו בעיקר באוקינוסים כאן, לבין המים העליונים, שנמצאו בכל שמונת הגלגלים, המכילים את שבעת כוכבי הלכת, והגלגל השמיני המכיל את כל שאר הכוכבים (כוכבי השבת), הגלקסיות והערפיליות.

אבל, אין זו אלא ספקולציה, שאולי נראית אפילו כמוצלחת. יתר על כן, חלילה לחשוב שספקולציות כאלו ״מאשרות״ (כמה שהן מוצלחות), את דברי תורתנו, או דברי חז״ל, כי לתורה שלנו אין צורך כלל בהסכמות, או בהכרזה על זכות ראשונים על תגליות מדעיות, או במה שנוהגים לכנות כיום בשם ״הוכחות״, או ״עובדות״ מדעיות, כי כל אלו הדברים מתבססים לכתחילה על הלכי תרבות מסוימים, ובודאי גם שאין לנו צורך כל כך בהול ב״ראיות ספקולטיביות״ גשמיות מן הסוג הנ״ל. לכן, בינתיים, אין בזה יותר מאשר קוריוז של התאמה מענינת, בין מעשה בראשית, לבין תצפיות אסטרונומיות, ולא יותר מזה.

פרק תשעה עשר

הלכה א

לפי שאמרו חכמים, שבכלל דברים, שהיו בודקין בהן את העדים (ראה הלכה ד׳ פרק ב׳ לעיל)**, אומרין להן: להיכן היה הירח נוטה** (ראה המפרש לקמן), לכן, **כשר בעיני להודיע דרך חשבון דבר זה; ואין אני מדקדק בו** בחשבון זה במיוחד**, לפי ש**דיוק יתר בחישוב הנטיה של הירח, **אינו מועיל בראייה כלל,** ומספיק שהעדים יעידו באופן כללי להיכן היה נוטה הירח החדש, כפי שיבאר המפרש לקמן**. ותחילת חשבון זה, לידע נטיית המזלות תחילה.**

המפרש להלכה א

<u>לפי שאמרו חכמים וכו׳ להיכן היה הירח נוטה וכו׳</u>

ה**פירוש** של ״היכן היה הירח נוטה״ הוא, אם <u>מקום</u> הירח היה **לצפון השמש או לדרומה וכו׳.** זו גם לשון הגמרא בענין חקירת העדים ר״ה כ״ג.. אבל, בהלכה י׳ לקמן, כותב הרמב״ם כי יש לדעת את מקום הירח, לא ביחס למקום <u>השמש</u>, כדברי המפרש, אלא, כלשונו (שם), ״אם תרצה לידע כמה מעלות הוא הירח נוטה מעל קו השווה, כנגד צפון העולם, או כנגד דרום העולם״, כלומר, הרמב״ם מחשב (בהלכה י׳ לקמן), לא את מקום הירח החדש, אם הוא לצפון או לדרום <u>החמה</u>, כלשון הגמרא ר״ה כ״ג., אלא, ביחס לנקודת <u>אמצע האופק המערבי</u> (וזהו ״לצפונו או לדרומו של עולם״, כי בזמן השקיעה, זה היינו הך, כמו צפונה או דרומה לאמצע האופק המערבי), והרמב״ם מכנה את הצד הצפוני של אמצע המערב בשם ״צפונו של עולם״, והצד הדרומי בשם ״דרומו של עולם״ (ראה תמונה 1). אנו נחזור לענין זה בהלכה י׳ לקמן.

המשך דברי המפרש, שייכים להלכה ד׳ לקמן. לכן הבאנו אותם שם, במקומם הנכון.

הלכה ב

לפני שנביא את הלכה ב׳ של הרמב״ם, נזכיר שוב מספר דברים בקשר לגלגל המזלות, גלגל המשווה השמימי, והאופק של הצופה, שתיארנו פעמים רבות בפרקים הקודמים.

1. תמונה 2 מראה את השמש ש׳ מקיפה את כדור הארץ הנמצא בנקודה כ׳. מסלול השמש ש׳ סביב הארץ הוא המעגל בקו המרוסק, שמרכזו הוא בנקודה כ׳. תמונה זו היא מנקודת מבט חיצונית לכל המערכת. צופה הנמצא על כדור הארץ כ׳, רואה את השמש בקו הראייה כ״ש. בהמשך קו ראייה זה, הוא רואה את דמות השמש ש׳, על גלגל המזלות, בנקודה ג׳. גם המסלול של דמות השמש, על גלגל המזלות, מסומן בקו מרוסק. השמש עצמה נעה על פני הגלגל שלה בקו המרוסק במשך השנה, והצופה רואה את הדמות שלה בנקודה ג׳, הנעה גם היא על פני גלגל המזלות. דמות השמש ג׳ נמצאת תמיד באמצע <u>רוחבו</u> א״ב של גלגל המזלות, היינו, דמות השמש מהלכת במשך השנה לאורך גלגל המזלות, על פני <u>העגולה בקו המרוסק</u> הנמצאת באמצע רוחבו של גלגל המזלות (עצם ההגדרה של גלגל המזלות היא קבוצות הכוכבים הנמצאים, במרחק שווה, משני עבריו של מסלול השמש במשך

השנה, ולכן, השמש נמצאת תמיד באמצע הרוחב של גלגל המזלות, מעצם ההגדרה). מעכשיו והלאה, בכל מקום שנזכיר את ״העגולה״ של גלגל המזלות, הכוונה היא לעגולה של הקו המרוסק, הנמצא באמצע רוחבו של גלגל המזלות, כמו בתמונה 2 כאן. בדרך כלל, אותה ״העגולה״ גם מייצגת את הפס כולו של גלגל המזלות בכל השרטוטים, כיון שהיא נמצאת באמצע רוחבו, אף על פי שהיא רק קו מעגלי דק, וגלגל המזלות הוא פס בעל רוחב א״ב, כמו בתמונה 2.

2. חציו של קו המשווה השמימי נמצא מעל האופק של הצופה, ונוטה מעט לדרום (בירושלים), וחציו השני נמצא מתחת לקו האופק, והוא נוטה מעט לצד צפון, כמו בתמונה 3. כפי שראינו בתמונה 1 לעיל, המשווה השמימי חוצה את כיפת השמים של הצופה לשני חלקים: החלק הצפוני נקרא בשם ״צפון העולם״, והדרומי – ״דרום העולם״, ושתי הנקודות שלו אשר בהן הוא חותך את האופק, היינו, נקודת אמצע המערב ונקודת אמצע המזרח, מחלקות גם הן את האופק המערבי והמזרחי, לשני חלקים: החלק הצפוני של האופק המערבי נמצא צפונה לנקודת אמצע המערב, והחלק הדרומי שלו נמצא דרומה לנקודת אמצע המערב. כך הוא גם לחלק הדרומי והצפוני של האופק המזרחי, שנקודת אמצע המזרח מחלקת אותו לשני חצאים שוים.

3. תמונה 4 מראה את המערכת כולה, מנקודת מבט חיצונית למערכת. רואים שגלגל המזלות נוטה בזוית של כ 23.5 מעלות, ביחס לגלגל המשווה השמימי. נוכל לראות את אותו הציור, אבל, מנקודת מבט של צופה על כדור הארץ. לצורך זה, נשרטט בתמונה 4 את האופק של הצופה, כמו בתמונה 4א׳. במשך הסיבוב היומי, גם האופק של הצופה סובב גם הוא סיבוב שלם, והאופק ששירטטנו בתמונה 4א׳, הוא אחד מהם, ברגע מסוים של היום. עתה, נסובב את התמונה 4א׳ לכוון ימין, כך שקו האופק של הצופה יהיה עתה בכוון אופקי לגליון הדף, כמו בתמונה 4ב׳. כך רואים שחצי השמים שמעל ראש הצופה, נמצא בצד העליון של הציור. שים לב כי בתמונה 4ב׳ שרטטנו את האופק של הצופה על ידי קו ישר חד מימדי. אבל, בפועל, רואה הצופה את האופק שלו כמעגל גדול מסביבו. לכן, הבאנו בתמונה 5 (כמעט) את אותו הציור שבתמונה 4ב׳, אלא, עם אופק תלת מימדי של הצופה, שהוא מעגל, כאמור. אכן, הוא רואה (בירושלים) כי גלגל המשווה השמימי נוטה מעט כלפי דרום, והוא גם חותך את האופק של הצופה בשתי נקודות הנמצאות, האחת בדיוק באמצע האופק המזרחי, והשניה בדיוק באמצע האופק המערבי שלו.

4. בתמונה 5 רואה הצופה, לא רק את המשווה השמימי מעל לראשו, אלא, גם את גלגל המזלות, החותך גם הוא את האופק בשתי נקודות ד׳ ה׳. אבל, שתי נקודות אלו אינן, בהכרח, נקודות האמצע של האופק המערבי או המזרחי, כמו נקודות החיתוך של קו המשווה השמימי, אלא, הוא חותך את האופק בשתי נקודות אחרות ד״ה. אמנם, בתקופות ניסן ותשרי, הנקודות האלו ד׳ ה׳ נופלות בדיוק על נקודות אמצע המזרח והמערב, אבל, בשאר ימות השנה, הן שונות מהן, ראה תמונות 44,45 בפרק י״ז.

5. שים לב כי גלגל המזלות חותך את גלגל המשווה השמימי בנקודה ג׳, בזוית של 23.5 מעלות, כפי שראינו כבר בתמונה 4, אבל, שם נקודת המבט היתה חיצונית לכל המערכת, ולא מנקודת מבט של הצופה בתמונה 5.

6. כידוע, הצופה גם רואה מעל האופק שלו, בכל רגע, רק מחצית משנים עשר המזלות, והמחצית השניה נמצאת מתחתיו, ואינה נראית לו כלל באותו רגע. ששת המזלות הנמצאים מעל האופק, מתחלפים בהדרגה במשך השנה עם ששת המזלות שמתחת לאופק.

7. יתר על כן, רואים מתמונה 4, כי שישה מזלות נמצאים בחצי הכדור הצפוני (מעל גלגל המשווה, צפונה), ושישה אחרים נמצאים בחצי הכדור הדרומי (מתחת לגלגל השמימי, דרומה)

נחזור להלכה ב׳:

הלכה ב

העגולה, היינו, עגולת הקו המרוסק שבתמונה 2, **שהיא עוברת ב**אמצע **מחצית** גלגל **המזלות** לרוחבו, **שבה** נמצא **מַהֲלַך** דמות **השמש** במשך השנה, **אינה עוברת** תמיד **באמצע העולם, מחצי המזרח לחצי המערב,** כמו גלגל המשווה השמימי בתמונה 5, **אלא,** היא חותכת את האופק של הצופה בשתי נקודות אחרות ד״ה כנ״ל, כי עגולה זו אינה זהה תמיד לגלגל המשווה עצמו, אלא, **נוטה היא** ביחס אליו בזוית של כ 23.5 מעלות **מעל הקו השווה** (קו המשווה השמימי), כמו בתמונה 3 **המסבב באמצע העולם** (ראה גם תמונה 1)**.** ועגולה זו (הקו המרוסק בתמונה 5) חציה הוא **כנגד צפון, וחציה** השני הוא כנגד **דרום,** היינו, חציה **נוטה לצפון** הגלגל המשווה השמימי, **וחצייה נוטה לדרום** שלו, כפי שרואים זאת בתמונה 4, היינו, כיון שהמשווה השמימי מחלק את השמים לשני חצאי כדורים, צפוני או דרומי, אז שישה מזלות (מצד ימין בתמונה 4) נמצאים בחצי הכדור הצפוני, היינו, ב״צפון העולם״, וששת המזלות האחרים נמצאים בחצי הכדור הדרומי, היינו, ב״דרום העולם״.

הלכה ג

ושתי נקודות יש בה בעגולת המזלות (א׳ ג׳ בתמונה 4)**, שפוגעת בהן בעגולת הקו השווה המסבב באמצע העולם, הנקודה האחת** היא **ראש מזל טלה, והנקודה השנייה שכנגדה, ראש מזל מאזניים. וכך נמצאו שישה מזלות נוטות לצפון** (ראה סעיף 6 לעיל)**, מתחילת טלה עד סוף בתולה** (הקשת הצפונית מהנקודה ג׳ לעבר הנקודה א׳, בתמונה 4)**, ושישה** מזלות אחרים **נוטות לדרום, מתחילת מזל מאזניים עד סוף מזל דגים** (הקשת הדרומית מהנקודה א׳ לעבר הנקודה ג׳ בתמונה 4)**.**

הלכה ד

ומראש מזל טלה (מהנקודה ג׳ בתמונה 4) **יתחילו המזלות לנטות,** היינו, להגביה **מעט מעט, ולהתרחק מעל הקו השווה כנגד** (לעבר כוון) **הצפון עד ראש סרטן** (בנקודה ז׳ בתמונה 4)**.** כך **יהיה ראש סרטן** בגובה ה**רחוק** ביותר **מעל הקו השווה לרוח צפון,** היינו, **שלוש ועשרים מעלות וחצי מעלה בקירוב.** ואחרי מזל סרטן, **יחזרו המזלות להתקרב** בחזרה **לקו השווה מעט מעט, עד ראש מאזניים** (בנקודה א׳)**, שהוא על הקו השווה. ומראש מאזניים יתחילו לנטות ולהתרחק כנגד רוח דרום, עד ראש גדי** (בנקודה ה׳)**; ויהיה ראש גדי רחוק מעל הקו השווה לרוח דרום, שלוש ועשרים מעלות וחצי מעלה.** ואחרי מזל גדי, **יחזרו המזלות להתקרב מעט מעט כנגד הקו השווה,** שוב **עד ראש טלה** בנקודה ג׳**.**

המפרש להלכה ד

המפרש מבאר שוב את מסלול השמש במשך השנה ביחס לגלגל משווה השמים, כפי שתיאר הרמב״ם לעיל (כפי שראינו בתמונה 4 לעיל), אבל, השרטוט שלו (תמונה 6) הוא מנקודת מבט של ״מעוף ציפור״, היינו, מנקודת מבט מלמעלה.

נניח {**ציור ס״א**} (תמונה 6) **עגולת משוה היום** היא **אבג״ד, ועגולת המזלות** היא **אהג״ז** (שתי העגולות נראות במבט מלמעלה, כאמור), **והנקודה ג׳ ראש טלה, וא׳ ראש מאזנים, וז׳ ראש סרטן, וה׳ ראש גדי.** במקום לציין את הגובה של גלגל המזלות מעל המשווה השמימי, כמו הרמב״ם לעיל, המפרש מתאר את גובה השמש (״הנטיה״) במשך מהלכה השנתי מעל גלגל המשווה השמימי, לאורך גלגל המזלות (כמו בתמונה 4): **ומנקודת ג׳ תתחיל השמש לנטות** (להגביה מעל גלגל המשווה) **עד** נקודה **ז׳,** שהיא **סוף הנטייה** (גובה גלגל המזלות) **בצפון, וחוזרת ומתקרבת עד נקודת א׳ ממשוה היום.** ואחר כך, **חוזרת ומתרחקת ממנה** (מגלגל המשווה) **אל הדרום, עד סוף הנטייה** בדרום, **והוא ראש גדי, והיא נקודת ה׳, ומתקרבת עד שתגיע לראש טלה.**

הקדמה להלכה ה׳

בהקדמתנו לסעיף ב׳ בפרק י״ב, ציינו כי, עבור כל צופה, במדינה כלשהי על כדור הארץ, המשווה השמימי עובר תמיד בנקודת אמצע המזרח ואמצע המערב, של צופה באותה מדינה (תמונות 1,5 כאן). אבל, הזוית בה חותך קו המשווה השמימי את האופק (המזרחי או המערבי) היא שונה בכל אחד מקו הרוחב של כל מדינה ומדינה. למשל, ראינו בפרק י״ז, כי בירושלים, זווית זו היא 58 מעלות, ביחס לאופק. ככל שהמדינה היא צפונית יותר, כך תלך ותקטן זוית זו (תמונה 3).

יתר על כן, הסברנו בפרוטרוט (שם), כי בכל מדינה שהיא על כדור הארץ, נקודת האביב נמצאת תמיד באמצע האופק המערבי שלהן. כלומר, באותו יום שחל בו שויון היום והלילה, היינו, ביום הראשון של האביב, רואים כי הסיבוב היומי של השמש, בכל מדינה, הוא בדיוק על קו המשווה השמימי, ואז השמש שוקעת בדיוק בנקודת אמצע המערב, על רקע נקודת האביב, בתקופת ניסן, הנמצאת על רקע הכוכבים של תחילת מזל טלה (של הגלגל התשיעי), או במזל מאזניים ביום תקופת תשרי. גם הסברנו שם כי בימינו, ביום הראשון של האביב, השמש אינה זורחת ושוקעת על פני הרקע של קבוצת טלה (כי היא זזה בינתיים במעלה אחת בכל שבעים שנה, ביחס למזל טלה של הגלגל התשיעי, הנמצא תמיד בנקודת אמצע המערב), אלא, היא נמצאת כיום, בתקופת ניסן, על הרקע הכוכבים בסוף קבוצת דגים, וזאת בכל המדינות כולן. אמנם אין רואים כלל כיום את מזל טלה הישן, אלא, אנו רק יודעים, על פי ההסכם שהניחו הקדמונים, כי תחילת מזל טלה נשארת תמיד בנקודת אמצע המערב, ורק קבוצת טלה היא היא שזזה, כפי שהרחבנו בענין זה בפרק ג׳ בהלכות יסודי התורה בספר צה״ט, ובפרק י״ב בספר צהי״ב.

הסיבה לכך, שבכל המדינות, היינו, בכל קוי הרוחב הגיאוגרפיים על פני כדור הארץ, חל יום האביב בדיוק באותו יום, כלומר, שיום השויון של היום והלילה חל בכולם באותו יום, וכן שבאותו תאריך של השנה, הסיבוב היומי של השמש בכל מדינה, זהה עם קו המשווה השמימי, כפי שהוא נראה באותה מדינה, ולכן, השמש גם זורחת בדיוק בנקודת אמצע האופק המזרחי שם, ושוקעת בנקודת אמצע האופק המערבי, כל זה בדיוק כמו, למשל, בארץ ישראל, נובעות מהעובדה שהשמש, בסיבובה השנתי סביב כדור הארץ (על פי התמונה הישנה. אבל הנימוק דומה, גם אם כדור הארץ הוא הסובב סביב השמש, כדלקמן), מגיעה לנקודה מסוימת על מסלול זה, אשר בו חל על כדור הארץ שויון היום והלילה, ואז, באותו יום שהשמש מגיעה לשם, כל הצופים על כדור הארץ רואים את השמש (כחצי שעה אחרי שקיעתה בכל מקום) על רקע הכוכבים של תחילת מזל טלה, כפי שרואים בתמונה 6א׳. כי קו הראייה לעבר הרקע בו נמצאת השמש באותו יום, של כל הצופים על כדור הארץ, בכל קוי הרוחב הגיאוגרפיים הוא, למעשה, זהה עבור כולם (תמונה 6א׳) (כי כדור הארץ הוא רק נקודה זעירה ביחס למרחק אל השמש, ולכן, למעשה,

אין הבדל בין קוי הראייה אל השמש בין צופים שונים על פני כדור הארץ) והוא מראה כי השמש, בכל אותו היום של שויון היום והלילה, נמצאת על אותו הרקע של הכוכבים שבתחילת מזל טלה, עבור כל הצופים על כדור הארץ, ורקע זה מלווה את השמש בכל אותו יום, וכן גם, שהשמש זורחת אצל כל אחד על פי הרוחב הגיאוגרפי שלו, באמצע האופק המזרחי, ושוקעת באמצע האופק המערבי שם. היינו, כאשר השמש מגיעה לאותה נקודה על מסלולה השנתי סביב כדור הארץ, אז כדור הארץ סובב שם את סיבובו היומי, ואז היום והלילה שם שוים באותה מידה לכולם, וכן גם שאר התופעות שמנינו לעיל, כלשון הרמב״ם בהלכה ה׳ לקמן, היינו, ״בכל היישוב״.

הלכה ה

נמצא, כי **ראש** מזל **טלה וראש** מזל **מאזניים** (ולא קבוצת טלה או קבוצת מאזניים) הנמצאים תמיד באמצע המערב, בתחילת תקופת ניסן או תשרי, **מסבב**ים שניהם **על הקו השווה,** הן ראש טלה בתחילת האביב, **והן ראש** מאזנים בתחילת הסתיו; **ולפיכך, כשתהיה השמש ב**רקע הכוכבים של **שני ראשים אלו, לא תהיה** השמש **נוטה לא לצפון ולא לדרום, ותזרח מ**נקודת **חצי מזרח ותשקע ב**נקודת **חצי מערב** (אם כי במשך מהלכה היומי היא פונה מעט דרומה, למשל, בירושלים כנ״ל), **ויהיה היום והלילה שווין בכל היישוב,** היינו, בכל המדינות שיש בהן יישוב בני אדם, כפי שהסברנו לעיל.

המפרש להלכה ה

ויהיה היום והלילה שוים בכל היישוב

עתה, בניסיון לתת גוון הנדסי מתימטי יותר, למה שציין כאן הרמב״ם בסוף הלכה זו, מציין המפרש כמה מושגים יסודיים מתחום ההנדסה המרחבית על פני כדור, כדלקמן:

תמונה 7 מראה את כדור השמים בשלושה מימדים. על פני כדור זה, שרטטנו שלושה מעגלים, מהם שנים גדולים המסומנים באותיות א׳ ב׳, ומעגל שלישי קטן, הנמצא מעל שניהם. שים לב כי מעגלים אלה נמצאים על פני הכדור, ולא בתוכו. לכן, הם מתוחים על פני הכדור, והם נכנסים במרחב לעומק הדף, וכן גם בולטים כלפינו, זאת כיון שהם מתעקמים על פני הכדור עצמו, שחציו האחד נכנס לעומק הדף, והחצי השני בולט כלפינו.

כל עיגול על פני כדור, שמרכזו נמצא על מרכז הכדור עצמו, נקרא בשם ״מעגל גדול״ או כלשון המפרש, ״עגולה גדולה״. למשל, שתי העגולות הגדולות א׳ וב׳ בתמונה 7, אכן, מרכזיהן נמצאים במרכז הכדור עצמו א׳. אפשר לשרטט אלפי עגולות גדולות כאלו בכל הכוונים על פני הכדור, ומרכזיהן נמצאים כולם על נקודת מרכז הכדור א׳. לעומת זאת, כל מעגל על פני כדור, שנקודת מרכזו אינה נמצאת על נקודת מרכז הכדור א׳, אלא, מרכזה נמצא מחוץ למרכז הכדור א׳, נקרא בשם ״עגולה קטנה״, כמו זו בתמונה 7. רואים מיד, כי העגולות הגדולות הן תמיד בעלות מחוג (רדיוס) זהה לזה של הכדור, ולכן, הן המעגלים הגדולים ביותר על פני הכדור, בשעה שהמעגלים הקטנים הם תמיד קטנים יותר מהם, כיון שהמחוג שלהן הוא תמיד קטן יותר.

מתמונה 7 רואים גם, כי ככל שנקודת המרכז של העגולה הקטנה תזוז לעבר מרכז הכדור הגדול, כך תלך ותגדל העגולה הקטנה עצמה על פני הכדור, עד למצב שבו

נקודת המרכז שלה מגיעה ממש אל נקודת מרכז הכדור, ואז העגולה הקטנה נעשית עגולה גדולה, ממש כמו העגולות הגדולות א׳ ב׳.

על פי כללי ההנדסה המרחבית (בשלושה מימדים), כל שתי עגולות גדולות על פני כדור, הן תמיד חוצות זו את זו בדיוק לשני חצאים שווים, כפי שרואים בפועל בתמונה 7. למשל, שתי העגולות הגדולות א׳ וב׳ חוצות זו את זו בדיוק לשני חצאים גדולים, ונקודות החצייה הן ג׳ ד׳. כלומר, על גבי העגולה ב׳, אורך הקשת גה״ד שווה לאורך הקשת גו״ד, וכן גם שתי הקשתות האחרות שעל העגולה הגדולה א׳, והן גז״ד גח״ד, גם הן שוות זו לזו, וכל ארבעת הקשתות גם כן שוות ביניהן.

היכן רואים בשמים את העגולות הגדולות השייכות לענינינו?

תמונה 8 מראה את כדור השמים, ובתוכו כדור הארץ, אשר עליו משורטט קו המשווה הארצי, וכן ההשלכה שלו על כדור השמים, שהוא קו המשווה השמימי. כיון שנקודת המרכז של קו המשווה הארצי נמצא על נקודת מרכז כדור השמים כולו, לכן, גם המרכז של קו המשווה השמימי, שהוא ההשלכה שלו על פני כדור השמים, גם הוא נמצא במרכז כדור השמים. אי לכך, קו המשווה השמימי הוא ״עגולה גדולה״ על פני כדור השמים.

שים לב גם לעובדה, כי קו המשווה השמימי של הצופה הוא גם קו המשווה של הגלגל התשיעי עצמו.

שהרי הקדמונים טענו, כי כיון שאין להם שום תצפית המוכיחה בבירור שכדור הארץ הוא הוא הסובב את הסיבוב היומי סביב עצמו, ובפרט, גם קו המשווה שעל כדור הארץ, גם הוא, אינו סובב סביב עצמו, לכן, הם נאלצו להניח, כי יש גלגל תשיעי המסובב בסיבוב יומי את כל הכוכבים סביב כדור הארץ (והארץ נחה), ובפרט קו המשווה שלו, היינו, קו המשווה השמימי, הוא הוא הסובב סביב עצמו אחת ליום.

עתה נראה, שלא רק קו המשווה השמימי הוא עגולה גדולה, אלא, גם <u>האופק</u> של כל אחד מהצופים על פני כדור הארץ, בכל היישוב כולו, הם כולם ״עגולות גדולות״ על פני כדור השמים.

תמונה 9 מראה את כדור הארץ, וסביבו כדור השמים. צופה עומד על פני כדור הארץ, ולרגליו נמצא משטח האופק שלו. אופק זה, כידוע, הוא מעגל גדול מאד סביבו. מישטח האופק נמשך עד לכדור השמים, כמו בתמונה 10.

אבל, הגודל של כדור הארץ ביחס לכדור השמים הוא אפסי, ואפשר לתארו כנקודה זעירה ביותר ביחס לכדור זה. אכן, תמונה 11 מראה את כדור הארץ, כנקודה בלבד, בתוך כדור השמים סביבו. כיון שכך, עגולת האופק של הצופה בתמונה 10 היא, למעשה עגולה גדולה, שמרכזה נמצא גם הוא ממש על מרכז כדור השמים.

לא רק אופק אחד, אלא, כל אופק ואופק, של כל צופה שהוא מן היישוב, הוא למעשה עגולה גדולה על פני כדור השמים (תמונות 12, 13) , כמו קו משווה השמים, כאמור לעיל.

המפרש משתמש במושגים הנ״ל, בכדי להסביר את דברי הרמב״ם בסיפא של הלכה זו:

לפי שכל שתי עגולות גדולות על פני כדור, **כל אחת חותכת חברתה על מחציתה,** על ידי שתי נקודות החיתוך כנ״ל, לשני חצאים שוים (תמונה 7), **וכל אופק ואופק** של כל צופה בכל מדינה ומדינה הוא **עגולה גדולה** (תמונה 11), וכן **עגולת משוה היום** גם היא **עגולה גדולה** (תמונה 8). **והראיה שעגולת משוה היום** היא **עגולה גדולה**, **לפי שהיא חגורת גלגל תשיעי** האחראי לסיבוב היומי, כפי שהסברנו לעיל.

ולכן, **בראש טלה ומאזנים תהיה השמש** ברקע הכוכבים של **אלו שתי הנקודות,** היינו, רקע הכוכבים של נקודת תחילת מזל טלה (נקודה ט1 בתמונה 14), ותחילת מזל מאזניים (נקודה ט2 שם), **נוכח,** היינו, עומדות מול, או ברקע שמאחורי **משוה היום על מחציתה,** בנקודות אמצע המזרח והמערב ט1 ט2. **לפיכך, עגולת כל אופק ואופק** של כל צופה וצופה מן היישוב, **חולקת עגולת משוה היום על מחציתה.** תמונה 14 מראה גם כיצד חותכת העגולה של האופק את עגולת המשווה השמימי לשני חצאים שווים, ומאידך, **חציה האחד** של עגולת המשווה השמימי **הנסתר תחת הארץ**, היינו, מתחת לאופק, **הוא זמן הלילה.**

עתה נסביר מדוע המהלך של השמש ביום ובלילה הוא שווה, כלומר 12 שעות כל אחד, כאשר היא נמצאת במזל טלה או מאזניים, היינו, ביום הראשון של האביב או של הסתיו:

תמונה 15 מראה שוב את עגולת האופק האלכסונית של הצופה, שראינו בתמונה 14 לעיל, אבל, הפעם סימנו שהיא עוברת דרך שש הנקודות ר1, ט1, ג1, ר2, ט2, ג2. בתמונה 15 רואים את השמש סובבת את הסיבוב היומי שלה, בשלוש עונות של השנה, על רקע של כל אחד משלושת המזלות טלה, סרטן וגדי. ניתן לראות באופן ברור יותר את המסלולים היומיים בשלוש העונות האלו, אם נסובב את התמונה כולה בכוון משמאל לימין, עד שהאופק של הצופה, היינו, העגולה האלכסונית כולה תגיע למצב אופקי (ראה גם תמונות 19 ו 20 בפרק י״ז). עתה קל לראות את הזריחה והשקיעה היומיות של השמש, בכל עונה, ביחס לאופק של הצופה. בכל מקרה, שתי העגולות של הסיבוב היומי על רקע סרטן וגדי הן עגולות קטנות, ורק העגולה האמצעית שביניהן, על רקע טלה, היא עגולה גדולה, כי המרכז שלה נמצא ממש בנקודת מרכז הכדור כ׳. מאידך, גם המרכז של עגולת האופק של הצופה, שם הוא נמצא, הוא גם כן המרכז כ׳ של כדור השמים כולו. לכן, על פי משפטי ההנדסה של כדור, שציינו לעיל, שתי העגולות הגדולות, של האופק של הצופה, ושל המסלול היומי של מזל טלה, חוצות זו את זו לשני חצאים שוים, היינו, עגולת האופק של הצופה, חוצה את המהלך היומי של מזל טלה לשני חצאים בדיוק. כיון שבתקופת ניסן, מסלול השמש היומי נמצא בדיוק על רקע מזל טלה, לכן, אופק הצופה חוצה את מהלך השמש, באותו יום, לשני חצאים שוים, היינו, השמש תשהה מחצית אחת של העגולה, במשך 12 שעות, מעל האופק של הצופה, ו 12 שעות בקשת שמתחת לאופק שלו. כך הוא גם לגבי תקופת תשרי, אבל, במזל מאזניים.

בתקופת תמוז, זורחת השמש מהנקודה ר1 על רקע מזל סרטן, מגיעה לשיא גובהה בנקודה ס׳, ואחרי כן שוקעת בנקודה ר2 אל מתחת לאופק. לכן, הצד הימני של האופק (״מעל האופק״) הוא יום (ארוך), והצד השמאלי שלו הוא לילה (קצר).

לעומת זה, כאשר נעה השמש את הסיבוב היומי שלה על רקע מזל גדי, היא זורחת בנקודה ג1, מגיעה לשיא גובהה בנקודה ג׳, ואחר כך, היא שוקעת בנקודה ג2 במערב. לכן, הקשת של היום (ג׳1)(ג׳)(ג׳2), הנמצאת מעל האופק של הצופה, היא קצרה, והיום קצר. לעומתה, החלק השני של המסלול היומי של השמש, הנמצא מתחת לאופק של הצופה, הוא ארוך, ולכן, הלילה הוא ארוך היותר.

כלשון המפרש, **לפיכך, יהיה היום והלילה שוים בכל היישוב, כשתהיה השמש בראש טלה** על הגלגל התשיעי, בתחילת האביב, **או בראש מאזנים,** בתחילת הסתיו. כי כל המדינות, בכל היישוב, רואים את הסיבוב היומי של השמש על רקע מזל טלה, ולכן, כל אופק של הצופה, בכל מדינה שהיא, חוצה את מסלול השמש היומי על רקע מזל טלה (ראה תמונה 6א׳), לשני חצאים שווים, ובכולם יהיו היום והלילה שוים.

כיון שכאשר השמש נעה על פני המשווה השמימי היא מהלכת 12 שעות מעל האופק, ו 12 שעות מתחתיו, לכן, המפרש מכנה את המשווה השמימי גם בשם ״משווה היום״, היינו, זהו הקו המחלק את היום והלילה באופן שווה, זאת לעומת המסלולים היומיים האחרים של השמש במשך השנה, שהם ארוכים או קצרים יותר ביום או בלילה, כמו בתמונה 15.

הלכה ו׳

נקדים מספר הערות להלכה זו.

תמונה 16 מראה שוב את המשווה השמימי המסומן באותיות אח״ד גז״ו, ומעליו גלגל המזלות המסומן באותיות בכ״ז הט״ח. כאמור, מישטח גלגל המזלות נוטה בזוית של 23.5 מעלות, ביחס למשטח המשווה השמימי.

נסתכל בנקודה ב׳ הנמצאת על גלגל המזלות. נקודה זו היא הגבוהה ביותר מכל הנקודות שעל גלגל המזלות ביחס למשווה השמימי. גובהה, היינו, ״נטייתה״ מעל המשווה השמימי היא 23.5 מעלות. כלומר, הזוית של הקשת ב״ד, היא 23.5 מעלות, כפי שהיא נראית לצופה הנמצא על כדור הארץ בנקודה מ׳.

לעומתה, הגובה, או ״הנטייה״ של הנקודה כ׳ מעל המשווה השמימי, שגם היא נמצאת על גלגל המזלות, היא הזוית של הקשת כ״ג, שוב כפי שהיא נראית לצופה העומד בנקודה מ׳. אם נשווה את שתי הקשתות ב״ד ו כ״ג, רואים כי הקשת כ״ג היא קטנה יותר, היינו, ״הנטיה״ של הנקודה כ׳ היא קטנה יותר מהנטיה של הנקודה ב׳, מעל המשווה השמימי. לעומתן, לנקודות ז׳ ח׳ אין כל נטיה, כי הן נמצאות ממש גם על המשווה השמימי, היינו, הנטיה שלהן היא אפס.

לשתי הנקודות ב׳ וכ׳, אנו אומרים שיש להן ״נטיה לצפון״, בשעה שלשתי הנקודות ה׳ וט׳ יש ״נטיה לדרום״, בגודל ה״ו וט״א, ביחס למשווה השמימי.

כך יוצא, שלכל נקודה ונקודה על גלגל המזלות, יש נטיה לצפון או לדרום. יתר על כן, כיון שלכל נקודה ונקודה על גלגל המזלות שייך, גם מספר המעלות מתחילת מזל טלה, לכן, אפשר לומר, שלכל מעלה ומעלה על גלגל המזלות יש נטיה ביחס למשווה השמימי, כלשון הרמב״ם:

הרי נתברר לך, שכל מעלה ומעלה ממעלות המזלות, נוטה לצפון או לדרום, ויש לנטייתה שיעור; ורוחב הנטייה, לא תהיה יותר על שלוש ועשרים מעלות וחצי בקירוב, כמו בנקודה ב׳ בתמונה 16.

למשל, סוף מזל טלה, שהוא 30 מעלות על גלגל המזלות מתחילת מזל טלה, נוטה בזוית של 11.5 מעלות צפונה מהמשווה השמימי. לעומתו, תחילת מזל עקרב, שהוא 210 מעלות על גלגל המזלות מתחילת מזל טלה, נטייתו היא גם כן 11.5 מעלות, אבל, דרומה מהמשווה השמימי, כפי שנראה לקמן.

הלכה ז

ואלו הם השיעורים של הנטיות**, לפי מניין המעלות של מזלות;**

וההתחלה, מתחילת מזל טלה: עשר מעלות במזל טלה**, נטייתם ארבע מעלות,** מעל המשווה השמימי;

עשרים מעלות על גלגל המזלות**, נטייתם שמונה מעלות** מעל המשווה השמימי;

שלושים מעלות, נטייתם אחת עשרה מעלות ומחצה;

ארבעים מעלות, נטייתם חמש עשרה מעלות;

חמישים מעלות, נטייתם שמונה עשרה מעלות;

שישים מעלות, נטייתם עשרים מעלות;

שבעים מעלות, נטייתם שתיים ועשרים מעלות;

שמונים מעלות, נטייתם שלוש ועשרים מעלות;

תשעים מעלות, נטייתם שלוש ועשרים מעלות וחצי מעלה.

הטבלה הבאה מסכמת את הנטיות הנ״ל:

<u>טבלת נטיית גלגל המזלות ביחס למשווה השמימי (במעלות)</u>

מקום על גלגל המזלות 10 מעלות	גובהו מעל המשווה השמימי 4 מעלות
20	8
30	11.5
40	15
50	18
60	20
70	22
80	23
90	23.5

מדוע לא הובאו הנטיות של המעלות שבין 90 – 360 ?

מתמונה 16 ברור כי אם נחלק את גלגל המזלות לארבעה רביעים של הגלגל, היינו, ח״ב, ב״ז, ז״ט, ט״ח, נראה כי הגובה של כל רביע מתרומם מעל המשווה השמימי,

באותו שיעור בכל ארבעת הרביעים, דהיינו, שיעורי הנטיות של כל הנקודות הנמצאות על רביע אחד, זהות לנטיות של הנקודות הסימטריות להן, הנמצאות על שאר שלושת הרביעים. בפרט, שיעורי הנטיות של כל הנקודות ברביע ז״ב, הן זהות לאלו של הנקודות ב״ח, וכולן צפוניות; וכן גם שיעורי הנטיות של הנקודות ברביעים ח״ט ט״ז גם הן זהות לנטיות של הרביע ז״ב, אלא, שהן דרומיות. זוהי הסיבה שהרמב״ם מביא את השיעורים של הנטיות של הנקודות במרווח 0 – 90 בלבד, כי ניתן להסיק את השאר על ידי חישוב פשוט, כדלקמן בהלכה הבאה.

כך יוצא כי הנטיות של כל הנקודות שבין ארבעת הרביעים במעלות: 0 – 90, 90 – 180, 180 – 270, 270 – 360 הן כולן נטיות שוות בשיעוריהן, אלא, שאלו שבמרווח 0 – 180 הן נטיות צפוניות, ואלו שבמרווח 180 – 360 הן נטיות דרומיות.

הלכה ח

ראינו בטבלה לעיל, כי שיעורי הנטיות ניתנו בדילוגים של 10 מעלות בלבד; **ואם יהיו אחדים במניין,** כגון 5 או 23 מעלות? אז **תיקח להם מנתם מבין שתי הנטיות** השכנות בטבלה, **כמו שביארנו בשמש ובירח** בטבלאות שבפרקים י״ב - ט״ז. **כיצד?**

נניח שאנו רוצים לדעת את הנטיה של **חמש מעלות.** מתברר כי **נטייתם** היא **שתי מעלות.** מדוע? כי מהסתכלות בטבלה, אנו רואים ששני הערכים השכנים לחמש מעלות, הם 0 ו 10 מעלות, ושיעורי הנטיות שלהם על פי הטבלה הם 0 ו 4 מעלות, לכן, השיעור של הנטיה של 5 מעלות יהיה באמצע, היינו, 2 מעלות.

ואם היה מניין המעלות שלוש ועשרים, נטייתם תשע מעלות. מדוע? כי המעלות השכנות של 23 מעלות בטבלה הן 20 ו 30, ששיעורי הנטיות שלהן הם 8 ו 11.5 מעלות, כלומר הפרש שיעורים של 3.5 מעלות. עתה, אם בהפרש בין 20 ל 30, שהוא עשר מעלות, יש הפרש נטיה של 3.5 מעלות, אז כמה תהיה הנטיה של 23 מעלות? כיון ש 23 מעלות הן בשלוש מעלות יותר מאשר 20 מעלות, שהן כשליש מתוך ההפרש של 10 מעלות שבין 20 ל 30 מעלות, לכן, ה 3 מעלות האלו יהיה הפרשן שליש מההפרש בנטיות של 3.5. לכן, הנטיה של 23 מעלות תהיה כשליש מ 3.5, שהוא כמעלה אחת יותר מהנטיה של 20 מעלות, היינו, כ 9 מעלות.

ועל דרך זו, בכל האחדים שעם העשרות.

הלכה ט

ומאחר שתדע הנטייה של מעלות מאחת עד תשעים, כפי שראינו בטבלה לעיל, **תדע נטיית כולן, כדרך שהודענוך ברוחב הירח.**

שאם היה המניין יותר על תשעים עד מאה ושמונים, תגרע אותו ממאה ושמונים (ראה דוגמאות במפרש לקמן).

ואם היה יותר על מאה ושמונים עד מאתיים ושבעים, תגרע ממנו מאה ושמונים.

ואם היה יותר על מאתיים ושבעים עד שלוש מאות ושישים, תגרע אותו משלוש מאות ושישים.

והנשאר מהחיסורים האלה, **תדע נטייתו** מהטבלה לעיל, **והוא נטיית אותו המניין שבידך, בלא גירעון ולא תוספת.**

המפרש להלכה ט

<u>ומאחר שתדע הנטיה של מעלות וכו׳</u>

המפרש מביא שלוש דוגמאות מספריות להלכה ט׳:

בתחילה נבהיר כי המפרש משתמש כאן באותיות כסימונים של נקודות בציור, ולפעמים הוא משתמש בהן כמספרים. למשל האות ק׳ מסמנת נקודה, וגם את המספר 100 (מעלות). אנו מבהירים בכל מקום את כוונת המפרש.

א. שאם יהיה הקשת על גלגל המזלות, למשל, **ק״כ** מעלות (120), כגון **מתחילת מזל טלה עד סוף סרטן** {**ציור ס״ב**}(תמונה 17, או תמונה 18, שהיא תמונה תלת מימדית עם אותן האותיות), **והוא קשת ג״ש** (או גדז״ש), ולכן, בכדי לקבל את הנטיה שלה מעל למשווה השמימי, נפעל באופן הבא: כיון שסופן של ה 120 המעלות אלו הוא בנקודה ש׳, לכן, סוף הקשת ג״ש נמצאת בין 90 ל 180 מעלות, לכן, הנקודה ש׳ נמצאת ברביע השני שבין 90 ל 180 מעלות, ונטיתה היא ש״ת (ראה תמונה 18) תהיה כמו הנטיה ק״ד, הנמצאת גם היא במרחק של 60 מעלות מהנקודה ג׳. כי אם נחסר את 120 מ 180, נקבל 60 מעלות, וזוהי בעצם הנטיה של הנקודה ד׳ שמרחקה מהנקודה ג׳ היא 60 מעלות גם כן, רק שהיא נמצאת ברביע הראשון שבין 0 ל 90 מעלות. כלשון המפרש, **תגרע אותו** את ה 120 מעלות **מק״פ** מעלות, כלומר את הקשת ג״ש מהקשת גז״א, **והפרש** זה **הוא הקשת ג״א, וישאר ס׳ מעלות, והוא קשת ש״א, ובגלל** הסימטריה של הרביעים כנ״ל, הרי **נטייתה** של הקשת ש״א, היא **כמו נטיית קשת ג״ד, והוא** גם כן **ס׳** מעלות, **ונטייתה** של ג״ש **היא קשת ק״ד, שהיא כמו** נטיית **קשת ש״ת,** דהיינו, הנטיות ת״ש וק״ד הן שוות, כאמור, בגלל הסימטריה של הרביעים. לכן, נסתכל בטבלה הנ״ל, ונקבל שהנטיה של 60 מעלות היא 20 מעלות, וזו היא הנטיה ק״ד, שהיא גם הנטיה של ג״ש, שרצינו לחשב.

ב. ואם יהיה הקשת על גלגל המזלות היא **ר״י** (210) מעלות, **והוא קשת גזא״ח** על גלגל המזלות (תמונה 18), ובמקרה זה מדובר על חישוב הנטיה של הנקודה ח׳, היינו, הקשת ח״י, הנמצאת בסוף מזל מאזניים, **נגרע ממנו** (מהקשת גזא״ח) **ק״פ** מעלות, **והיא הקשת גז״א,** ואז **ישאר** הקשת א״ח, שהיא **ל׳** מעלות, **והנקודה** ח׳ היא, כאמור בסוף **מזל מאזנים.** לכן, כיון שהנטיה של הנקודה ח׳, כלומר הקשת ח״י, היא כמו זו של 60 מעלות, היינו, ק״ד, לכן גם הנטיה של הנקודה ח׳ היא 20 מעלות.

ג. ואם יהיה הקשת על גלגל המזלות **ש׳** (300) מעלות, **והוא קשת גזא״מ** (תמונה 18), **תגרע אותו מש״ס,** וכך תקבל את הקשת ג״מ על גלגל המזלות, שנטייתה היא מ״ו, והיא דרומית למשווה השמימי. מהחיסור הזה של 360 פחות 300 מעלות, **ישאר ששים** מעלות, **והוא קשת מ״ג,** אשר נטיתה היא כמו של 60 מעלות, היינו, ק״ד, שהיא כזכור 20 מעלות, לכן, גם הנטיה של הנקודה מ׳ גם היא 20 מעלות.

ועל הדרך הזאת, תחשב את הנטיה **בכל קשת וקשת.**

בכדי לפשט את החישובים האלה, הבאנו בטבלה הבאה את הנטיות של כל המעלות מ 0 ועד 360 מעלות על גלגל המזלות, על פי נוסחה חשבונית, גם עבור שברי מעלה. לכן, בעזרת טבלה זו, אין צורך לחסר 180 מעלות או 360 מעלות כנ״ל, אלא, ניתן למצוא את התוצאה, על ידי עיון ישיר בטבלה, כפי שעשינו זאת בטבלאות דומות בפרקים הקודמים.

ראה טבלה של הנטיות של גלגל המזלות ביחס למשווה השמימי

(נמצאת אחרי תמונה 18)

למשל, קל לראות בטבלה שהנטיה של 74 מעלות היא 22.54 מעלות, והיא צפונית (על פי כוון החץ מעל הטבלה, כי הקריאה של המספר 74 היתה משמאל לימין בטורי הטבלה). או הנטיה של 300 מעלות היא 20.20 דרומית (כיון שהקריאה היתה משמאל לימין), שהוא על פי הנוסחה החשבונית. לעומתו, זה של הרמב״ם הוא 20.00. או הנטיה של 253 מעלות היא 22.42 מעלות והיא דרומית.

הקדמה להלכה י׳

תמונה 19 מראה את כדור השמים, ועליו קו המשווה השמימי, וכן גלגל המזלות, ומעליו הגלגל הנוטה, היינו, גלגל הירח, ועליו מסומן מקום הירח עצמו י׳. אם אנו רוצים לדעת מה הוא המרחק של הירח מהמשווה השמימי, עלינו לחשב תחילה את המרחק י״מ מגלגל המזלות, היינו, הרוחב השני י״מ של הירח י׳, ואחרי כן, להוסיף עליו את המרחק של מקום הירח מ׳ על המזלות עד למשווה השמיים בנקודה פ׳. אמנם אין זה בדיוק המרחק המבוקש של הירח י׳ עד למשווה השמימי, אבל, דיוק זה הוא מספיק לצרכינו.

היכן אנו זקוקים למרחק הזה של הירח ממשווה השמים?

תמונה 20 מראה את האופק המערבי של הצופה, הרואה שם את הירח, שיעיד על ראייתו בבית הדין, כפי שנראה לו, בליל השלושים לחודש, בירושלים או בסביבתה. אמנם, המשווה השמימי נמתח מעל לראשו כמו בציור, אבל העד אינו מכירו, כי זהו קו שמימי שניתן לראותו רק בלילה, ביחס לרקע הכוכבים. מאידך, בשעת הראיה של הירח החדש השמים עדיין מוארים באור של בין הערביים, וכמעט שאין רואים כוכבים. לכן, העדים צריכים לדעת מראש, היכן שוקעת השמש ביום השויון של היום והלילה, ונקודת השקיעה ביום זה, היא כידוע, אמצע האופק המערבי, המבדיל בין החצי הצפוני של העולם, לבין דרומו, כמו בתמונה 1. כך, בשעת הראיה הוא יכול לדעת אם הירח החדש, שהוא קרוב מאד לאופק, נמצא ימינה או שמאלה לנקודת אמצע המערב, שם עובר המשווה השמימי, כאמור. דהיינו, הוא יכול לראות אם הירח החדש היה לצפונו או לדרומו של קשת המשווה השמימי הקרובה לאופק, על ידי הבטה בירח ביחס לנקודת אמצע המערב שעל האופק שלו, הידועה לו מקודם.

כלומר, הרמב״ם אינו מחשב את מקום הירח החדש, אם הוא לצפונה או לדרומה של החמה, כלשון הגמרא בר״ה כ״ג:, אלא ביחס לאמצע המערב, דהיינו, אם הירח נמצא מצפון או מדרום לאמצע המערב. גם בפירוש על מסכת ראש השנה המיוחס להרמב״ם, מצאנו, כי גם שם השאלה היתה אם הירח נמצא בצפון או בדרום סתם, ולא ביחס לחמה דווקא (ראה שם, בתחילת הדיבור ״ולאן היה נוטה״, שהרמב״ם משנה מלשון הגמרא את המילים ״לצפונה״ או ״לדרומה״ של החמה, לסתם ״לצפון״ או ״לדרום״, ולא ביחס לחמה. כך הוא נקט גם בהלכה ד׳ בפרק ב׳ לעיל). ברור כי רק ביום השויון והלילה, כיון שהשמש שוקעת באמצע המערב, אז אין הבדל בין נטית הירח מהשמש, לבין נטיתו לאמצע המערב.

שים לב, כי בתמונה 19 שרטטנו את המשווה השמימי בכוון אופקי, בשעה שבתמונה 20 שרטטנו את מקום המשווה השמימי כפי שהוא נראה לצופה במציאות, דהיינו, מעל לראשו ונוטה מעט דרומה.

לכן, אם נדע לחשב את המרחק של הירח החדש מהמשווה השמימי, נדע לא רק את שיעורו, אלא בעיקר, אם הוא לצפונו או לדרומו של המשווה השמימי, או ביחס לנקודת אמצע המערב של הצופה, כמו בתמונה 1. לכן, כותב הרמב״ם בהלכה הבאה:

הלכה י׳

אם תרצה לידע כמה מעלות הוא הירח נוטה מעל הקו השווה, וכן אם שיעור נטייה זו היא **כנגד צפון העולם, או אם כנגד דרום העולם** (תמונה 20), **תדע תחילה כמה** היא **נטיית המעלה** של הירח י׳, **שהיא מקום הירח האמיתי** מ׳ (תמונה 19)**, ולאיזו רוח היא נוטה, לצפון או לדרום; ותחזור ותחשב ותוציא רוחב הירח הראשון, ותראה אם הוא צפוני או דרומי. אם נמצאו רוחב הירח ונטיית מעלתו ברוח אחת, כגון שהיו שניהם צפוניים או דרומיים,** אז **תקבץ שניהם; ואם נמצאו בשתי רוחות, כגון שהיה האחד דרומי והאחד צפוני,** אז **תגרע המעט משניהם מן הרב, והנשאר הוא מרחק הירח מעל הקו השווה באותה הרוח שהיה בה הרב משניהם.**

המפרש להלכה י

<u>אם תרצה לידע כמה מעלות הוא הירח נוטה מעל וכו׳</u>

המפרש מביא מספר דוגמאות לדבריו של הרמב״ם בהלכה זו.

לפי שהגלגל הנוטה הוא רחוק ממעל עגולת המזלות, היינו, הגלגל הגדול של הירח אינו על גלגל המזלות, אלא, הוא רחוק ממנו בזוית של כחמש מעלות, **ומאידך, גלגל המזלות** עצמו **נוטה מעל עגולת משוה היום,** כפי שראינו בתמונה 19 לעיל. לכן, הנטיה של הירח ביחס לגלגל המזלות, תחושב בשני שלבים: בתחילה נחשב את גובה הנטיה של הירח שעל גלגל הנוטה, ביחס לגלגל המזלות, ואחרי כן, נחשב את גובה הנטיה של מקום הירח האמיתי שעל גלגל המזלות, ביחס לגלגל המשווה השמימי, ואחרי כן, נוסיף אותם זה על גבי זה, או שנחסרם זה מזה, כפי שכתב הרמב״ם לעיל.

וננית {**ציור ס״ג א׳**}(תמונה 21א׳) **לעגולת משוה היום** שתהיה **עגולת אבג״ד, ועגולת המזלות אהג״ז, וגלגל הנוטה אחג״ט; וגלגל הנוטה,** יתכן ש**פעם יפגע בעגולת המזלות** בדיוק **ב**שתי **נקודות** א״ג **שפוגעות** בהן גם **עגולת המזלות בעגולת משוה היום** (תמונה 21א׳), אבל, בדרך כלל, הוא אינו פוגע בדיוק בשתי נקודות אלו, אלא, כדברי המפרש, **ופעם פוגעת בה ב**שתי **נקודות** כ״ל **אחרות** (תמונה 21 ב׳).

וננית בתחלה, שפוגעת בה על שתי נקודת השווי, והן א״ג {ציור ס״ג א׳} (תמונה 21 א׳), **ופעם** אחרת **תפגע בה על ב׳ נקודות אחרות והם ח״ט** (תמונה 21ב׳), **ותהיה נקודת סוף הנטיה בצפון בצורה השניה** {**ציור ס״ג ב׳**}(תמונה 21ב׳) **נקודת כ׳ ובדרום נקודת ל׳.**

וכשיהיה הירח על קשת אח״ג על הגלגל הנוטה **בצורה הא׳, יהיה נוטה לצפון, וכשיהיה על קשת אט״ג, יהיה בדרום, וכשיהיה בנקודה ח׳, תהיה נטייתו בצפון כ״א מעלות, ול״ה חלקים.** מדוע?

לפי שסוף נטיית המזלות מעל משוה היום, והוא קשת ה״ב, היא כידוע, **כ״ג מעלות וי״ה חלקים,** ומאידך, **סוף נטיית גלגל הנוטה מעל המזלות,** הוא כידוע, **חמש מעלות, והוא קשת ה״ח. לפיכך, יהיה קשת מרחק הירח ממשוה היום,** בסך הכל, תהיה **קשת בה״ח,** היינו, כ״א מעלות וי״ה חלקים.

וכשיהיה בנקודה אחרת, כמו נקודת כ׳ (באותה תמונה 21א׳), **יהיה רחבו מעל המזלות קשת כ״ל, ומרחק המזלות** באותו מקום **ממשוה היום ל״מ. לפיכך, יהיה מרחק הירח ממשוה היום,** בסך הכל, **קשת כל״מ,** שהיא החיבור של שתי הקשתות, כ״ל ול״מ. **וכן הדין בכל קשת וקשת. לפיכך, אמר** הרמב״ם, **אם נמצאו רוחב הירח ונטייתו ברוח אחת,** אז מחברים אותן. **כמו זה המשל, לפי ששניהם צפוניים, כי קשת ה״ח,** וגם **קשת כ״ל** היא **צפונית מעל המזלות,** ובסך הכל ה**קשת ח״ב** וגם ה**קשת כ״מ** היא **צפונית מעל משוה היום.** לכן, כיון ששתי הקשתות הן באותה רוח, היינו, צפוניות, לכן יש לחברן אחת לשניה, וסכומם יהיה הנטיה של הירח ביחס למשווה השמימי.

וכן הדין בדרום, כמו שנאמר בדוגמאות **לעיל** עבור הצפון, **שהיה רחבו** של הירח **מעל המזלות,** למשל, **קשת ט״ז או קשת ס״ע, ונטיית המזלות מעל משוה היום גם לדרום, קשת ז״ד או קשת פ״ע. לפיכך, כשיהיה הירח בנקודת ט׳ בדרום, תהיה נטייתו מעל משוה היום אל הדרום, קשת טז״ד. וכשיהיה הירח בנקודת ס׳, תהיה נטייתו מעל משוה היום אל הדרום קשת פע״ס.**

ואם תפגע עגולת הנוטה בעגולת המזלות על ב׳ נקודות אחרות, זולתי שתי נקודות השווי א״ג, **והיא הצורה השניה** (תמונה 21ב׳), **והם שתי נקודות ח״ט, ותהיה סוף הנטיה בצפון** בנקודה **כ׳ ובדרום** בנקודה **ל׳,** אז **אם יהיה הירח בנקודת הראש או הזנב, והם נקודת ח׳, או נקודת ט׳, יהיה מרחקו ממשוה היום הוא מרחק מעלתו, לפי שאין לו רוחב, לפי שהוא על גלגל המזלות, מפני שהוא במקום הפגיעה.**

ואם יהיה בנקודה אחרת, כמו נקודת מ׳ מן הצורה השניה (תמונה 21ב׳), **יהיה רחבו מעל המזלות מ״נ, ומרחק ממשוה היום מ״צ, ושניהם בצפון,** ולכן יש לחברם זה על זה. **ואם יהיה רוחב בצפון ע״ס, ומרחקו ממשוה היום פ״ס, פחות מן הרוחב בקשת ע״פ, לפיכך, אמר** הרמב״ם, כי במקרה זה, **אם נמצאו בשתי רוחות, כגון שהיה האחד דרומי, והשני צפוני,** אז **תגרע המעט** מבין **שניהם, מן הרב. לפיכך, בזו הצורה, תגרע קשת ע״פ, והוא מרחק המזלות ממשוה היום,** וכך **ישאר מרחק הירח, והוא קשת ס״פ ממשוה היום.**

וכן הדין בכל קשת וקשת. כיצד? כבר ידעת, שאם מקום הירח האמיתי של **הירח** (בתמונה 19) **היה** בנקודה מ׳ **במזל שור בי״ח מעלות, תהיה נטייתה** י״מ של הלבנה מעל גלגל המזלות **בצפון, על הדרך שלמדנו** בתמונה 19. על פי הטבלה בהלכה ז׳ לעיל, **אם יהיו אחדים עם העשרות,** ולא עשרות מעלות בלבד, כמו בטבלה בהלכה ז׳ לעיל, אלא יש להביא בחשבון גם את השמונה מעלות הנוספות על העשר, ולכן, יש לחשב את הנטיה על פי חישוב הביניים כפי שתיאר הרמב״ם לעיל בהלכה ח׳. לאחר חישוב כזה, יהיה הגודל של קשת הנטיה י״מ, זוית של **י״ז מעלות ומ״ב חלקים, ולפי שרוחב הירח** מעל גלגל המזלות **בזה המקום,** היינו, ב 18 מעלות במזל שור, **היה צפוני,** בזוית נטיה של **ב׳ מעלות ונ״ו חלקים,** על פי מה שלמדנו בפרק ט״ז, **והרי שניהם ברוח אחת, הרוחב והנטייה,** לכן, **נקבץ אותם** יחד, **ויהיה כללם כ׳ מעלות ול״ח חלקים בצפון, וזהו מרחק הירח ממשוה היום.**

הלכה י״א

כיצד? באנו לידע, כמה הירח נוטה מעל הקו השווה, בליל הראייה, שהוא שני לחודש אייר משנה זו (ד׳תתקל״ח). **וכבר ידעת** (מחישוב הדוגמה הזו בפרק ט״ז), **שמעלת הירח הייתה תשע עשרה** מעלות **ממזל שור**, **ונטייתה בצפון כמו שמונה עשרה מעלות, ורוחב הירח היה בדרום כמו ארבע מעלות. תגרע המעט מן הרב, יישאר ארבע עשרה מעלות. ונמצא הירח רחוק מעל הקו השווה ארבע עשרה מעלות לרוח צפון, שהרי המניין הרב, שהוא שמונה עשרה מעלות, היה צפוני; וכל חשבון זה** הוא רק **בקירוב בלא דקדוק**, עד כדי מעלה אחת לכל היותר, **לפי ש**דקדוק נוסף על זה **אינו מועיל בראייה**, כי בהעדר כוכבים לצורך הערכת זויות (שהרי השמש זה רק שקעה), אין לצופה אפשרות מעשית לשער זוית שגודלה פחות מכמעלה אחת, ללא ראיית כוכבים.

שים לב, כי אם נחשב גם את מקומה של השמש בזמן שקיעתה ביחס לאמצע המערב, וכבר חישבנו לעיל את מקום הירח גם הוא ביחס לאמצע המערב, כך נוכל לחשב בדיוק את מקום שקיעת הירח ביחס למקום שקיעת השמש, היינו, אם לצפונה או לדרומה. זו היתה השאלה המקורית לעדים כפי שהובאה בר״ה כ״ג:, אבל, כאמור לעיל, הרמב״ם חישב רק את מקום הירח ביחס לאמצע המערב.

הקדמה להלכה י״ב

עתה מביא הרמב״ם את השיטה לדעת, להיכן היו נוטות קרניה של הלבנה, או פגימתו. לשם כך, נקדים הקדמה קצרה, המבארת את דבריו:

כבר הסברנו לעיל, כי ״נטית הירח״, הוא המרחק של הירח מאמצע המערב, כשהוא קרוב לשקיעתו. אבל, עתה אנו מגדירים מושג חדש, העוסק בנטיה של קרנות הירח, מה שאנו מכנים כאן בשמות ״נטיית קרנות הירח״, או בלשון אחרת ״נטיית פגימתו״.

תמונה 22א׳ מראה מצד שמאל של עיגול הירח, את הסהר הדק המאיר של הירח החדש, וממולו, מצד ימין של הירח, היא ״פגימתו״ של הירח, היינו, החלק האפל שלו, היינו, אותו חלק אפל שאנו מוסיפים לירח הנראה, על מנת שישלים את צורת הסהר שלו לצורת עיגול. שני הקצוות החדים של צורת הסהר של הירח החדש, למעלה ולמטה, נקראים בשם ״קרני הירח״.

עתה, בתמונה 22ב׳, אנו מחברים את שני הקצוות של קרנות הירח, בקו מרוסק. בנקודת האמצע של קו זה, אנו מעלים קו אנכי (זקוף) לקו המרוסק. הקו האנכי מראה לנו, להיכן נוטות קרנותיו של הירח (כוון החץ).

בכדי להבין טוב יותר את הכוון הזה, הבאנו מקרה אחר, בתמונה 22ג׳, המראה כיצד יכול להשתנות כוון הנטיה של קרנות הירח, ביחס לתמונה 22ב׳.

ההגדרה של נטיית הפגימה של הירח, היא זהה לנטיית קרנותיו, כפי שרואים משלושת הציורים בתמונה 22.

עתה, נדגים שני מקרים מעשיים, של נטיית קרנות הירח:

תמונה 23 מראה את כיפת השמים מעל לראשו של הצופה. הבסיס של כיפת השמים הוא עיגול מסביב לצופה, והיא האופק שלו לארבעת רוחות השמים. ביום מסוים, הוא רואה את הירח החדש בכוון צפון מערב. אם נחבר שוב בקו מרוסק את קצות הקרנות של הירח, ונשרטט באמצעו קו אנכי, כפי שתיארנו לעיל, נקבל את כוון

קרנותיו של הירח, היינו, נטייתו, כמו בתמונה 23. עתה, כיון שכוון זה, אף על פי שהוא קו ישר, בכל זאת, הוא מתעגל (בציור זה) על פני כיפת השמים, ולכן, הוא יגיע לנקודה הנמצאת בדרום מזרח של כיפת השמים. אנו אומרים כי במקרה זה, כאשר הירח החדש נראה בצפון מערב, הרי קרנותיו פונות לכוון הנגדי, היינו, לדרום מזרח.

תמונה 24 מראה ארבעה מצבים של הירח החדש, בהתאם לעונות השנה, לפני שקיעתו באופק המערבי:

במצב א׳, בתקופת ניסן, הירח נמצא בדיוק באמצע המערב. רואים כי קרנותיו פונות בדיוק לכוון הנגדי לאמצע המערב, היינו, לאמצע המזרח.

במצב ב׳, בתקופת תמוז, הירח שוקע בצפון מערב. קרנותיו פונות לכוון הנגדי, לדרום מזרח.

במצב ג׳, בתקופת טבת, הירח שוקע בדרום מערב. רואים כי קרנותיו פונות לכוון הנגדי, לצפון מזרח.

במצב ד׳, בתקופת תשרי, הירח שוקע בדרום, קרוב מאד לאמצע המערב. רואים כי קרנותיו פונות בדיוק לאמצע המזרח.

הלכה י״ב

אם תרצה לידע לאיזו רוח מרוחות העולם ייראה לעדים **הירח נוטה,** היינו, להיכן היו נוטות קרנותיו, אז תחילה **תחשב ותדע מרחקו מעל הקו השווה,** כפי שהסביר לעיל בהלכות י׳ י״א; **אם יהיה על הקו השווה** (המשווה השמימי), **או קרוב ממנו בשתיים או שלוש מעלות, בצפון או בדרום,** אז הירח **ייראה מכוון** קרנותיו **כנגד אמצע מערב, ותיראה פגימתו מכוונת כנגד מזרח העולם בשווה,** כמו בתקופת ניסן, או תשרי בתמונה 24.

המפרש להלכה י״ב

<u>אם תרצה לידע לאיזה רוח מרוחות העולם וכו׳</u>

המפרש מביא מספר דוגמאות של כוון קרנותיו של הירח החדש.

{**ציור ס״ד א׳**}(תמונה 25), **נניח שעגולת אב״ג דה״ו** היא **אופק ירושלים,** וכידוע, **רוחבה** הגיאוגרפי הוא **ל״ב מעלות,** וראיית הירח היתה קרובה לתקופת ניסן, כדברי המפרש לקמן, שאז המסלול היומי של השמש קרוב אל המשווה השמימי, והשמש שוקעת קרוב לאמצע המערב, וגם הירח החדש קרוב גם הוא לאמצע המערב. **ועגולת המזלות גז״ו, ועגולת משוה היום בז״ה** והנקודה **ב׳** היא **חצי המזרח** (בראשי תיבות חמ״ז), והנקודה **ה׳** היא **חצי מערב** (בראשי תיבות חמ״ע). **ועגולת אז״ד הוא גלגל הירח הנוטה, והשמש שוקעת בנקודת ו׳,** קרוב לאמצע המערב ה׳, **והירח גבוה על האופק המערבי י׳ מעלות על נקודת ח׳, והוא,** הירח, **<u>קרוב מחצי מערב</u>,** וקרנותיו מכוונות, היינו, שצורת הסהר של הירח **מכוון** קרוב **כנגד חצי מערב,** כלומר, **שתי קרניו מן** החלק **המאיר** של הירח **פונים** קרוב **לנ**קודת **חצי מזרח** חמ״ז, כי כיון ששלושת הנקודות דה״ו קרובות מאד זו לזו, קרוב לתקופת ניסן, אז קרני הירח פונות קרוב מאד לנקודת חצי מזרח, **כגון זו הצורה** {**ס״ד א׳**}(תמונה 25), כפי שהסברנו זאת גם בתמונה 24.

בזו הצורה הב׳ {**ציור ס״ד ב׳**}(תמונה 26) **הירח** נמצא **רחוק מעל,** היינו, צפונה יותר **מעל הקו השוה,** ש**הוא עגולת גז״ו, והוא נראה,** הירח, **בין** חצי **מערב העולם, והוא נקודת ו׳, אל** (לכוון) **הצפון,** הנמצא בכוון הנקודה כ׳, והירח נמצא **על נקודת ח׳,** כמו בתקופת תמוז, ראה תמונה 24. **וגם בזו הצורה האופק** הוא **אב״ג דה״ו, ועגולת משוה היום,** כאמור, היא **עגולת גז״ו, והמזלות בט״ה, והנוטה אזח״ד, והירח נראה בין מערב העולם, והוא נקודת ו׳, ובין צפונו, והיא פאת** (הַקָצֶה) **כ׳,** ולכן, קרנותיו פונות לעבר נקודה א׳, לדרום מזרח. כלומר, **ופגימתו נוטה מן** אמצע **המזרח** (חצי מזרח, חמ״ז)**, והוא נקודת ג׳,** ופונה מאמצע המזרח ג׳, מעט דרומה, **כנגד דרום העולם, והוא פאת ל׳,** כלומר, הוא פונה לכוון דרום מזרח, כמו בתקופת תמוז בתמונה 24.

ובצורה השלישית {**ציור ס״ד ג׳**}(תמונה 27)**, האופק אב״ג דה״ו, ומשוה היום אז״ד, והמזלות בז״ה, וגלגל הנוטה גח״ו, והירח בנקודת ט׳, והשמש בנקודת ה׳ שוקעת, והירח נראה בין** חצי **מערב העולם** (חמ״ע)**, והיא נקודת ד׳, ובין דרומו, והיא פאת** (צד) **כ׳, ופגימתו נוטה מן** אמצע **מזרח העולם** (חמ״ז)**, והיא נקודת א׳,** מעט **לצד צפון העולם, והוא פאת** (לצד) **נקודת ל׳, ושני קרניו** נמצאות **(כנגד) בין מזרח העולם, והוא נקודת א׳, ובין צפונו, והיא ל׳.**

המשך דברי המפרש שייכים להלכות י״ג י״ד, לכן, נביא אותם במקומם לקמן.

הלכה י״ג

ואם יהיה הירח **רחוק מעל הקו השווה, לצפון העולם,** אז **ייראה בין מערב העולם ובין צפונו, ותיראה פגימתו נוטה מכנגד** אמצע **מזרח העולם כנגד דרום העולם,** כמו בתקופת תמוז בתמונה 24.

הלכה י״ד

ואם היה רחוק מעל הקו השווה לדרום העולם, כמו בתקופת טבת בתמונה 24, אז **ייראה בין מערב העולם ובין דרומו, ותיראה פגימתו נוטה מכנגד מזרח העולם כנגד צפון העולם. ולפי רוב המרחק, לפי רוב הנטייה.**

המפרש להלכה י״ד

<u>ולפי רוב המרחק ולפי רוב הנטייה.</u>

שאם יהיה הירח **רחוק** מאמצע המערב**, הרבה** לכוון **צפון, תהיה נטייתו ופגימתו מכנגד המזרח, לצד הדרום הרבה** של האופק המזרחי. **ואם יהיה הריחוק** מאמצע מערב **לצפון** רק **מעט, תהיה הנטייה** למזרח רק **מעט** לדרומו. **וכן הדין ברחקו בדרום. לפיכך, אמר הרמב״ם ז״ל, ולפי רוב המרחק ולפי רוב הנטייה.**

הלכה ט״ו

ומחקירת העדים, שאומרין להם כמה היה גבוה. ודבר זה ייוודע מקשת הראייה, היינו, **שבזמן שתהיה קשת הראייה קצרה, ייראה הירח כאילו הוא קרוב מן הארץ, ובזמן שתהיה ארוכה, ייראה גבוה מעל הארץ: ולפי אורך קשת הראייה, לפי גובהו מעל הארץ בראיית העיניים.**

הרמב״ם אינו מראה כיצד לחשב את גובה הירח. הוא רק מציין שקשת הראיה עצמה מעידה גם על הגובה, כי על פי הגודל של קשת הראיה שחישב בית הדין, הם יכולים להעריך באיזה גובה של הירח ייראה לעיני העדים, ואפילו לחשבו במדויק.

הלכה ט״ז

הרי ביארנו חשבונות כל הדרכים שצריכין להם בידיעת הראייה, ובחקירת העדים, כדי שיהיה הכול ידוע למבינים, ולא יחסרו דרך מדרכי התורה ולא ישוטטו לבקש אחריה בספרים אחרים, ״דרשו מעל ספר ה׳, וקראו, אחת מהנה לא נעדרה״ (ישעיהו ל״ד ט״ז).

האם הקב״ה לוקח שוחד מהרשעים?!

הדיין הגאון הרב חיים ו׳ וידאל שליט״א
דרשה מיום ב׳ דראש השנה ה׳תשע״ו

בבית הכנסת מאורות משה, רמות ג׳, ירושלים

הקב״ה הוא, שופט כל הארץ, אינו נושא פנים, ואינו לקוח שוחד, כמו שנאמר בדברים (פרק י (יז)) כִּי יְקֹוָק אֱלֹהֵיכֶם הוּא אֱלֹהֵי הָאֱלֹהִים, וַאֲדֹנֵי הָאֲדֹנִים, הָאֵל הַגָּדֹל הַגִּבֹּר וְהַנּוֹרָא, אֲשֶׁר לֹא – יִשָּׂא פָנִים, וְלֹא יִקַּח שֹׁחַד.
נשיאת פנים הוא ענין של ויתור, דהיינו, שהשופט עובר על הכלל, ש״אין מרחמין בדין״, ובמקום זה, השופט מרחם על הנאשם, מעבר לשורת הדין. לעומת זאת, לקיחת שוחד היא, כאשר השופט נוטל טובת הנאה, בכדי להטות ולעוות את הדין.
מאידך, כתוב, שהקב״ה נושא פנים לישראל. וכבר הקשו על כך, בגמרא ברכות כ״ב: ״דרש רב עוירא, זמנין אמר לה משמיה דרבי אמי, וזמנין אמר לה משמיה דרבי אסי: אמרו מלאכי השרת לפני הקדוש ברוך הוא: רבונו של עולם, כתוב בתורתך, אשר לא ישא פנים, ולא יקח שחד. והלא אתה נושא פנים לישראל, דכתיב: ישא ה׳ פניו אליך. אמר להם: וכי לא אשא פנים לישראל?! שכתבתי להם בתורה: ואכלת ושבעת וברכת את ה׳ אלהיך, והם מדקדקים [על] עצמם עד כזית ועד כביצה״.
תשובת הקב״ה אינה ברורה דיה, דעדיין קשה. כיצד יתכן מושג של נשיאת פנים, במערכת של משפט?
אבל, גם אם נסביר שהדבר בא מצד מידת הרחמים, דהיינו, שהקב״ה פועל במידת הרחמים, על חשבון מידת הדין, בכל זאת, האם יתכן שהקב״ה ייקח שוחד? אכן, לכאורה, רואים שהקב״ה לוקח שוחד, על פי הפסוק (משלי פרק יז פסוק כג), ״שֹׁחַד מֵחֵיק רָשָׁע יִקָּח, לְהַטּוֹת אָרְחוֹת מִשְׁפָּט״.
אפשר לפרש פסוק זה, כפשוטו, שמדובר בשופט רשע הנוטל שוחד, כדי להצדיק את הרשע. אבל, רש״י מפרש אחרת (שם): ״שוחד מחיק רשע יקח - הקדוש ברוך הוא מקבל דברי הכנעה ופיוס מחיק הרשעים, כלומר, בסתר, בינו לבינם: להטות ארחות משפט - להפוך דינו מרעה לטובה.
וכי על איזה שוחד מדובר? איך משחדים את הקב״ה? מדברי רש״י נראה, שאם הרשע נכנע לפני הקב״ה, לכאורה, זהו שוחד שהקב״ה נוטל ממנו.
עוד מבואר בילקוט שמעוני (תהלים רמז תרע): ״ד״א. מלפניך משפטי יצא, אמר רבי לוי, אמר הקדוש ברוך הוא לדוד, על חנם עשיתי סנהדרין לך?! ודון לפניהם! (ואין מקום שתִידוֹן לְפָנָי). אמר ליה דוד, רבש״ע, כתבת בתורתך, ושחד לא תקח, והן מתיראין (הסנהדרין) ליקח שחד ולדון אותי. אבל, אתה שאתה נוטל שחד, שנאמר שחד מחיק רשע יקח. ומהו השחד שהקב״ה נוטל מן הרשעים בעולם הזה? תשובה ומעשים טובים. אמר הקדוש ברוך הוא לישראל, בני, עד ששערי תשובה פתוחים – עשו תשובה, שאני נוטל שחד בעוה״ז. אבל, משאני יושב בדין לעולם הבא, איני נוטל שחד, שנאמר לא ישא פני כפר״.
ויש לשאול, האם אין זה חילול השם? האם אין כאן משפט מכור מראש?
וכבר שאלו כך בפרקי דר״א: ״אמרו לו תלמידיו לר׳ אליעזר: רבינו, אמור לנו, היאך נעשה תשובה ונחיה? מיד פתח, יענך ה׳ ביום צרה, ז״ש ברוח הקדש, [על ידי] שלמה בן דוד מלך ישראל, דודי שלח ידו מן החור, ומעי המו עליו. כנגד מי אמר שלמה המקרא הזה? כנגד כנסת ישראל אמרו. (אמרה לפניו), רבונו של עולם, אלמלא רחמיך הרבים, שאתה מרחם עלי, וידך פרושה תחת כנפי החיות, ומקבל אותי

בתשובה שלימה, אין לי כח לעמוד לפני מדת הדין, לפי ש(מידת הדין) מתגברת ואומרת לפני הקב״ה, רבונו של עולם, כתבת בעצמך, האל הגדול הגבור והנורא. הגדול – שגדולתך על כל מעשה בראשית, הגבור – שמתגבר להפרע מעוברי רצונך, והנורא – שהכל יראים מדינך שהוא אמת. (וכנסת ישראל אומרת לקב״ה בתמיהה, ויאמרו הבריות עליך) ואתה נושא לה פנים! וכי לא יהיה חילול השם בדבר זה״?

ועל זה באה תשובתו של הקב״ה: ״אמר לה, אל תהרהרי אחר(י) כנסת ישראל, שכל מעשה בראשית, לא נברא אלא בזכותם, שנאמר, אם לא בריתי יומם ולילה, חוקות שמים וארץ לא שמתי, ואין ברית, אלא, מילה שישראל עסוקים בה, שנא׳ והיתה בריתי בבשרכם. ולא עוד, אלא, קבלו תורתי בסיני בלב שלם, ועוסקים בתורה, ונוטלים שכר, ומלמדין את בניהם תורה, ואת (כנסת ישראל) אומרת, יש לפני חלול השם בדבר זה?!

ונראה שדברי הגמרא בברכות, וכן הפרקי דר״א, מושתתים על ההנחה הבסיסית, שיש הבדל גדול, בין שוחד שניתן לשופט בשר ודם, לבין שוחד שניתן לקב״ה. השוחד שניתן לשופט בשר ודם, הוא פסול, משום שאין כל קשר, בין טובת ההנאה שמקבל השופט, לבין הצדקת הדין לנאשם. מה שאין כן, השוחד הניתן לקב״ה, שהוא מעשה הכנעה של הרשע, לפני הקב״ה, כפרש״י לעיל, וכי המעשה של החזרה בתשובה, נועד לאזן, ואולי אף למחוק כליל, את עוון המרידה בקב״ה. שוחד כזה, הוא רצוי מאד לפני הקב״ה.

נמצא שיש הבדל גדול בין משפט מכור מראש, בעקבות קבלת שוחד של הנאשם, שמראש לא היה כאן כל משפט, אלא עשיית רצונו של המשלם שוחד. אבל, אצל הקב״ה, זהו שוחד מסוג אחר. כי באמת, שורת הדין, שמי שחטא לפני הקב״ה, סלל במו ידיו, דרך של אל חזור. כפי שנאמר במדרש לעיל, שתיקון הנפש החוטאת היא למות. אך הקב״ה, המציא את דרך התשובה, עוד לפני בריאת העולם, שהיא דרך לתקן את המעוות, כמבואר בפרקי דר״א, ולכן, מה שנקרא שוחד לפני הקב״ה, הוא רק דומה לשוחד, במובן שהוא מהפך את היוצרות, היינו, שהקב״ה מהפך את מידת הדין, מרעה לטובה, בזכות התשובה. ויתכן, שהדברים אמורים, בפרט, בתשובה מאהבה, שאז הזדונות הופכות לזכויות, וזה דומה לשוחד, שמהפך את היוצרות כנ״ל.

אך תנאי יש בדבר, שאם החוטא מוסר את נפשו על התשובה, אז הקב״ה מבטיחו להפוך את דינו. וזהו שהקב״ה נותן לישראל, מעבר למגיע להם, לפי שורת הדין. כי מחובתה היא, שתיפגע בחוטא. אבל, הקב״ה, כביכול, מתעלם מהחטאים, ונושא פנים לישראל. ויש לבאר: שהרי אמרו בב״ק נ א: אמר ר׳ חנינא: כל האומר הקב״ה ותרן הוא - יותרו חייו, שנאמר: (דברים ל״ב) הצור תמים פעלו, כי כל דרכיו משפט. אכן, כמבואר בברכות כ, וכן בפרקי דר״א, דרק אחרי שישראל עושים דבר של מסירות נפש, כמו שחוזרים בתשובה, בבחינת כי בצרה גדולה אנחנו, וכן כאשר מחמירים על עצמם לברך ברכת המזון, אפילו שלא אכלו כדי שביעה, הקב״ה מתגלה אליהם ביתר שאת, ויתר עוז, כאוהב גדול, דאין זה שוחד, אלא, רק בעבור מסירות נפשם של ישראל, כנ״ל. ולפ״ז, מה שנאמר, האומר הקב״ה ותרן, יוותרו חייו, מדובר באופן שלא עושה שום צעד משלו, כדי להתקרב אל הקב״ה. אבל, מי שעושה צעד להתקרב, הקב״ה מקרבו עוד יותר.

ויתכן מאד, שזה ביאור, מה שישראל שמחים ובטוחים, שיעשה להם נס. וכבר הקשו, א״כ, אין כאן משפט כלל. אך, כאמור לעיל, הנפש החוטאת, דינה למות, ועל זה יש לקיים משפט. אך ישנה עצה בטוחה, שאפשר להינצל, ללא משפט והיא, ע״י עשיית תשובה. ועל זה אנו בטוחים שיעשה לנו נס, אם רק נבחר בדרך הזו, ונקיים אותה כדבעי.

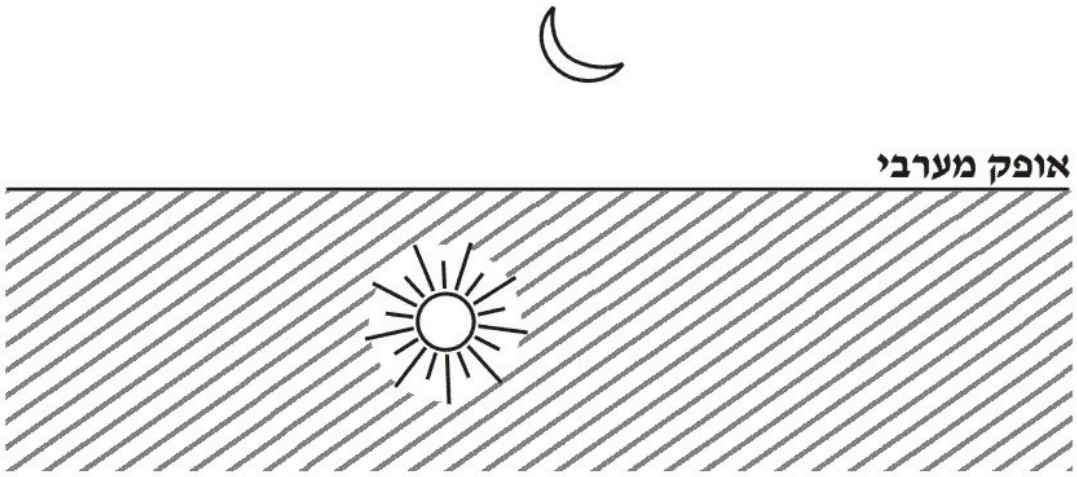
וכל האמור לעיל, נוגע ביותר לשעת תקיעת שופר, וכמו שכבר כתבנו במקום אחר: נקודת השיא בכח ההשפעה הזו מאת ד׳ על ברואיו, באה לידי ביטוי בראש השנה. ״עלה אלוקים בתרועה ד׳ בקול שופר״. ביום זה, בשעת תקיעת השופר, הקב״ה, כביכול, מתעלה עוד יותר מכל ימות השנה, שבמשך כל השנה, הקב״ה משתף את

מידת הרחמים עם מידת הדין, כנזכר, אבל, זמן תקיעת השופר הוא זמן סגולי מקודש, שכביכול, אין בו כלל עשיית דין (ואין הכוונה שמידת דין איננה קיימת כלל, אלא שביום זה באופן יחסי, מידת הדין נראית כמזערית לעומת מידת הרחמים), כי הקב״ה מתעלה למקום גבוה יותר, וכבר אין בכוחו של השטן המקטרג, לפרוס לפני הקב״ה את חטאיהם ועוונותיהם של עמ״י. וזהו שכתוב: ״לא הביט און ביעקב, ולא ראה עמל בישראל, ד׳ אלוקיו עמו, ותרועת מלך בו״, והיינו, דמה הטעם, שהקב״ה אינו שת ליבו לחטאיהם וחסרונותיהם של עמ״י? משום שתרועת מלך בו, דזמן התרועה הופך להיות זמן של רחמים, ואין מקום לקטרוג כלל בזמן כזה. וכן אנו מברכים בתפילת מוסף: באי״ה שומע תרועת עמו ישראל היום ברחמים.

כך אנו למדים גם מדברי הפסיקתא דרב כהנא (כג, ג): יהודה בר נחמן, בשם ריש לקיש פתח: ״עלה אלוקים בתרועה״ (תהלים מז ו). בשעה שהקב״ה עולה ויושב על כסא הדין, בדין הוא עולה, דכתיב, ״עלה אלהים בתרועה״. ובשעה שישראל נוטלין שופרות ותוקעין, הקב״ה עומד מכסא דין ויושב על כסא רחמים, דכתיב, ״ה׳ בקול שופר״ (שם), ומתמלא עליהם רחמים, ומרחם עליהם, והופך להם מידת הדין למידת רחמים.

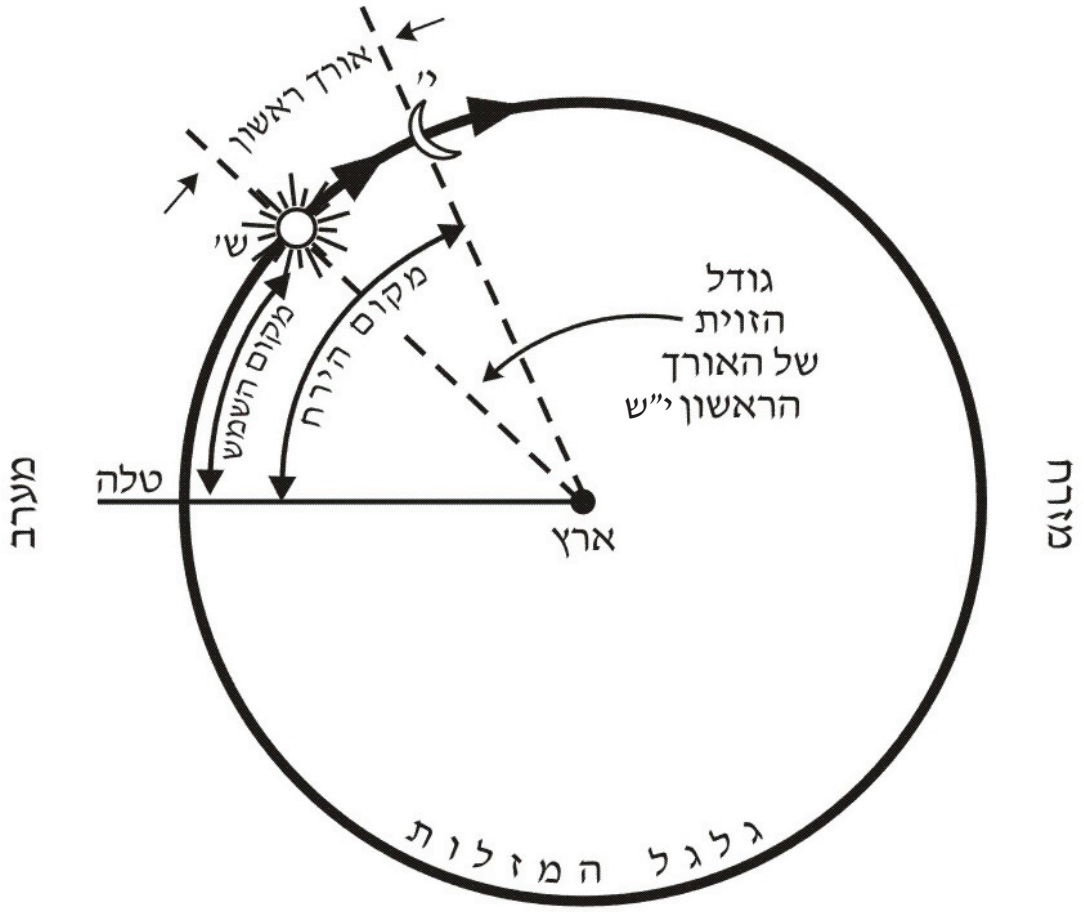
שרטוטים לכרך י״ג

פרק י"ז
תמונה 1



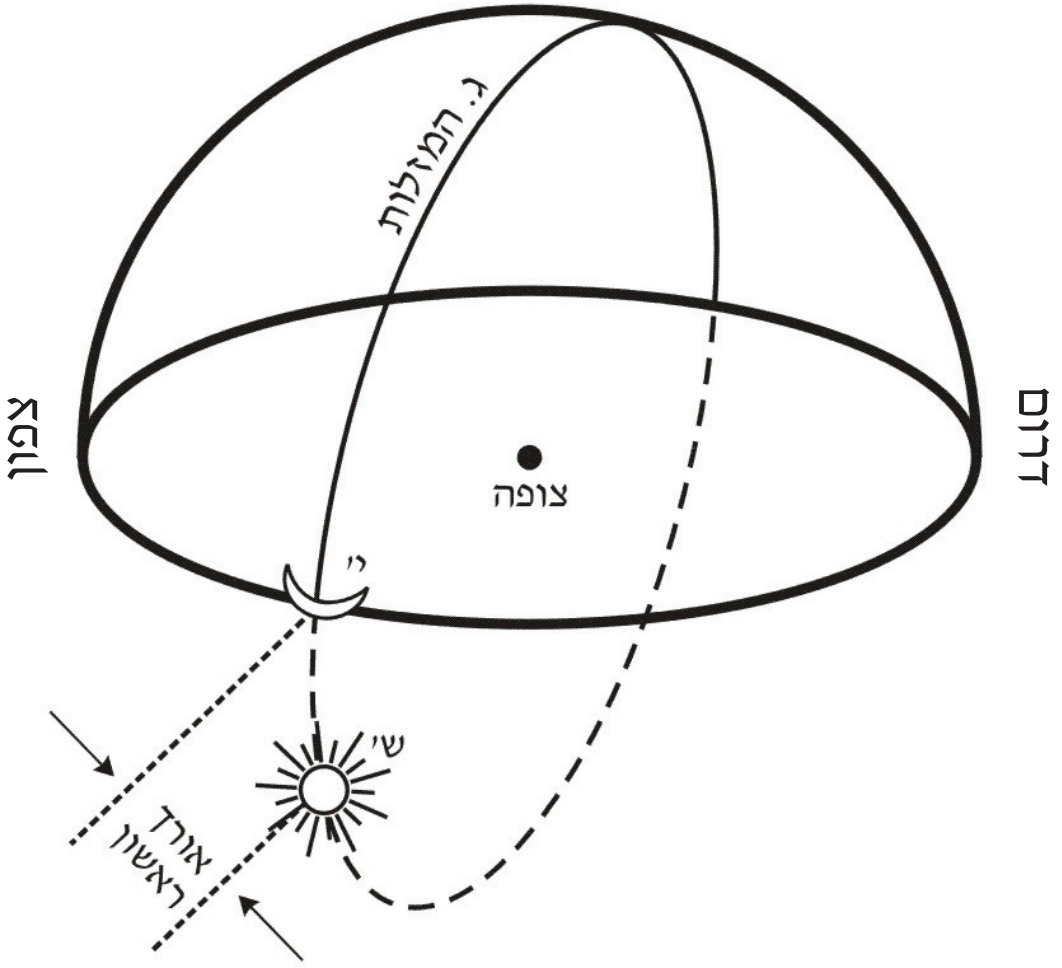
<u>תמונה 1:</u> הלבנה החדשה נראית מעל האופק, כאשר השמש נמצאת כבר מתחת לאופק.

פרק י"ז
תמונה 2

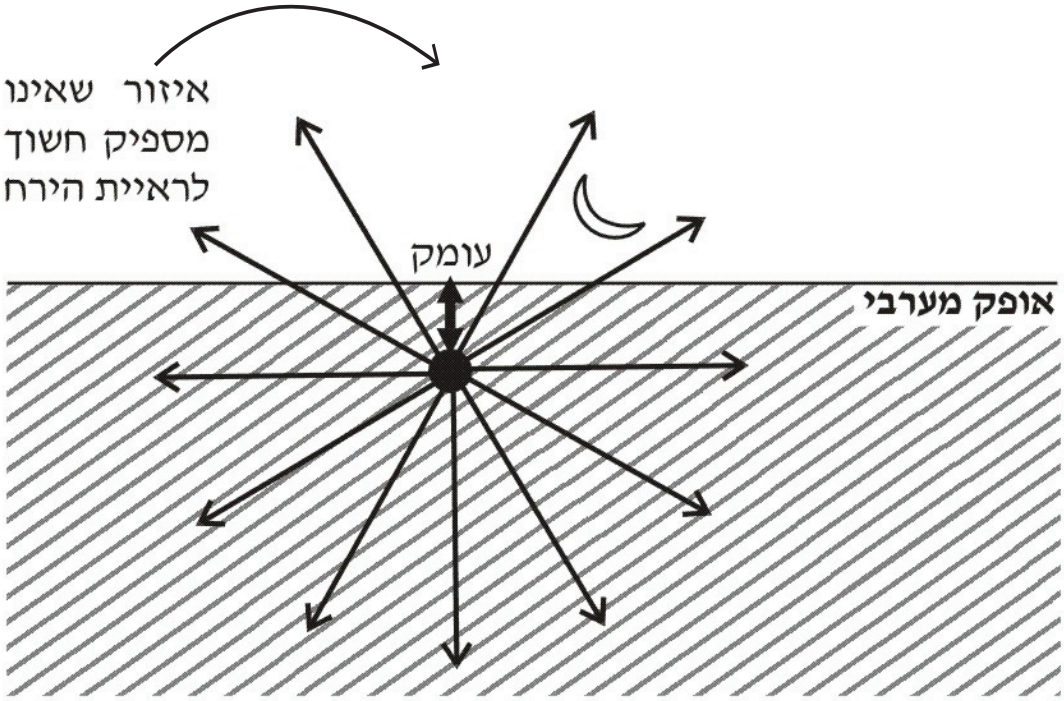


<u>תמונה 2:</u> האורך הראשון הוא הזוית שרואים בה את המרחק בין השמש לירח על מישור גלגל המזלות, ברגע הראיה: כאן הירח עבר את השמש בכוון ממערב למזרח. שים לב כי שרטוט זה אינו מה שהצופה רואה מכדור הארץ, אלא מה שיראה אם הוא רחוק מחוץ לכדור הארץ, ואז הוא יראה המערכת מכילה את הארץ, השמש, הירח וגלגל המזלות.

פרק י"ז
תמונה 3

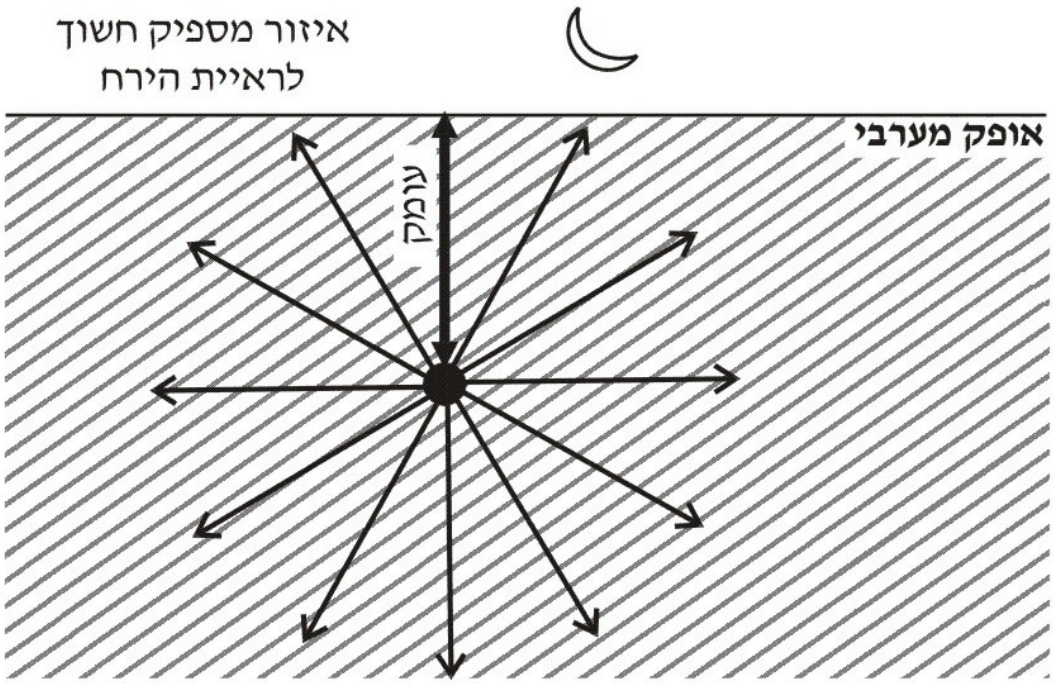


פרק י"ז
תמונה 4



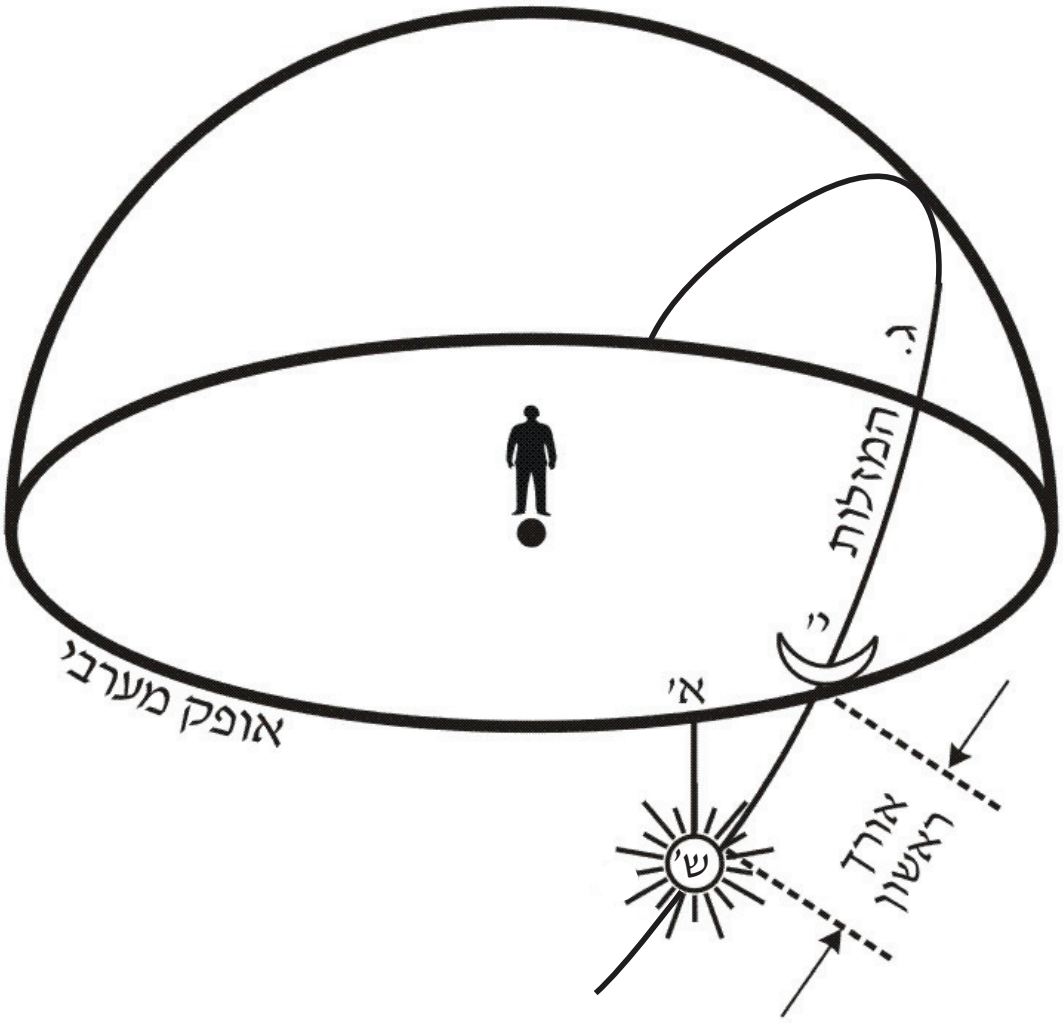
<u>תמונה 4:</u> השמש לא שקעה מספיק לעומק מתחת לאופק, לכן קרניה המגיעות מעל האופק הן עדיין חזקות מדי, ולכן אין רואים את הירח הדק.

פרק י"ז
תמונה 5



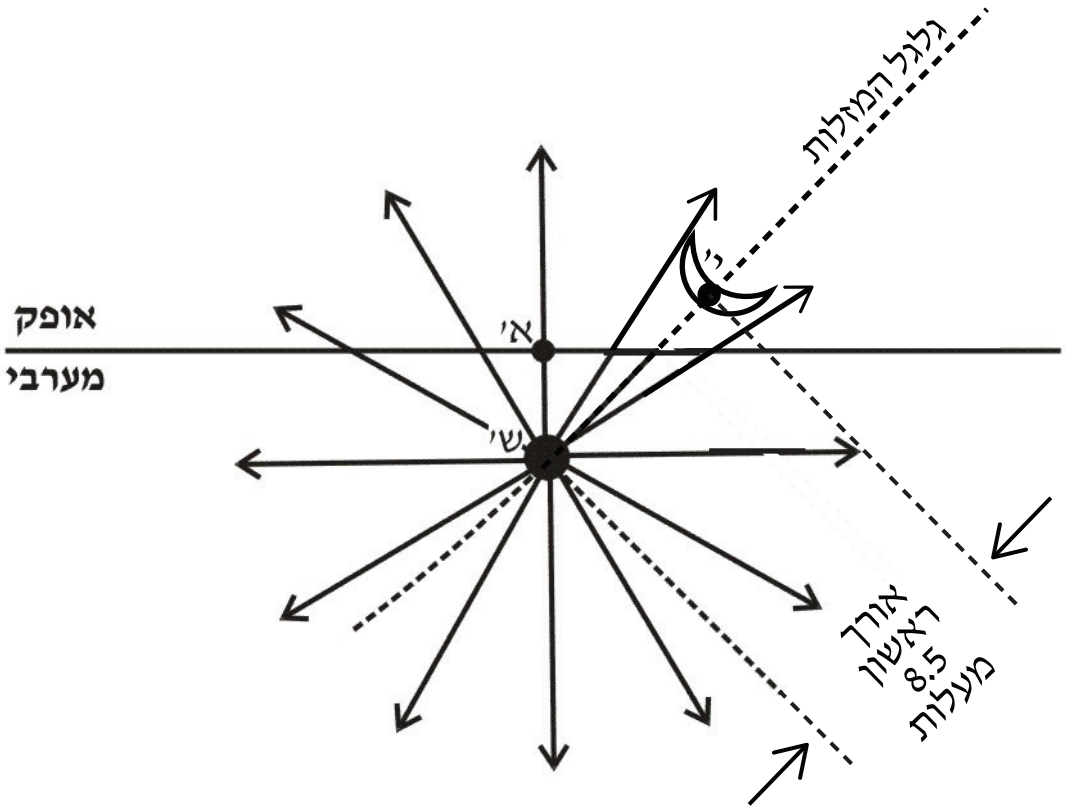
<u>תמונה 5:</u> כאשר השמש נמצאת עמוק מתחת לאופק, קרניה שמעל האופק אינן מספיק חזקות, ולכן ניתן לראות את הירח הדק על רקע חשוך יחסית.

פרק י"ז
תמונה 6



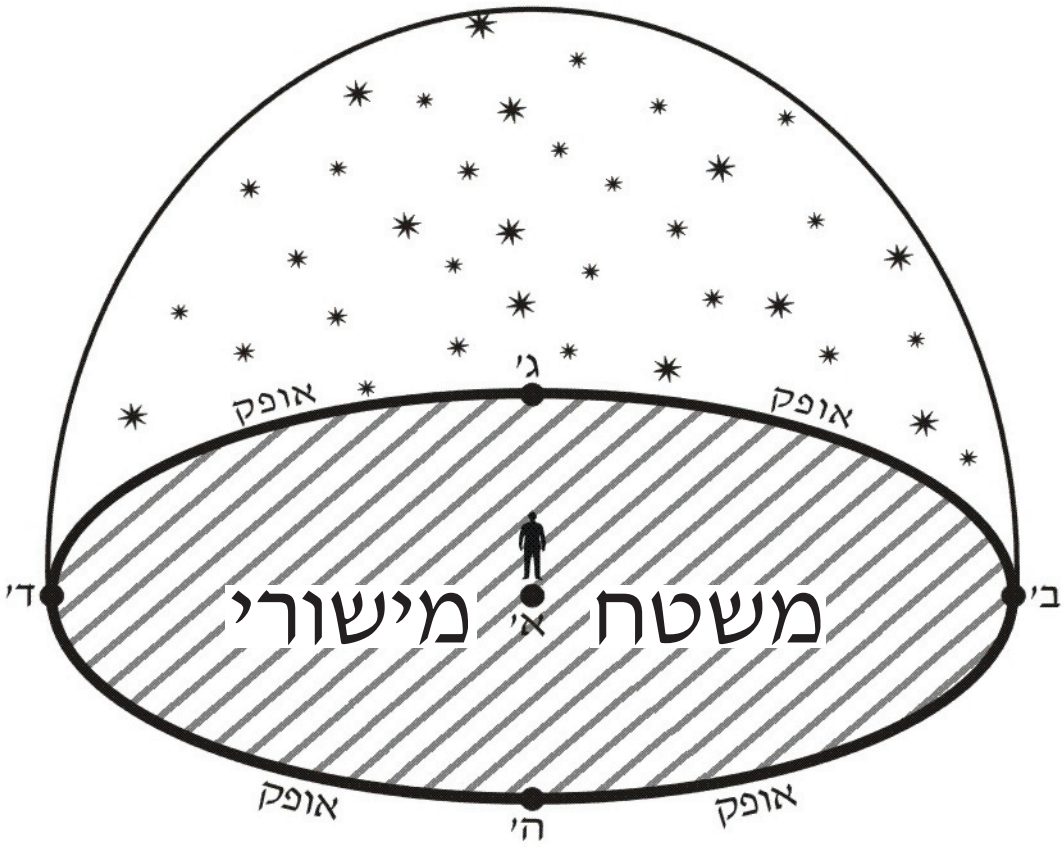
<u>תמונה 6:</u> השמש נמצאת מתחת לאופק <u>בעומק</u> א"ש, בשעה שהאורך הראשון מהשמש לירח י"ש עומד בכוון אלכסוני יותר מהעומק. בכל זאת, האורך הראשון הוא מדד מקורב לראיית הלבנה החדשה.

פרק י"ז
תמונה 7

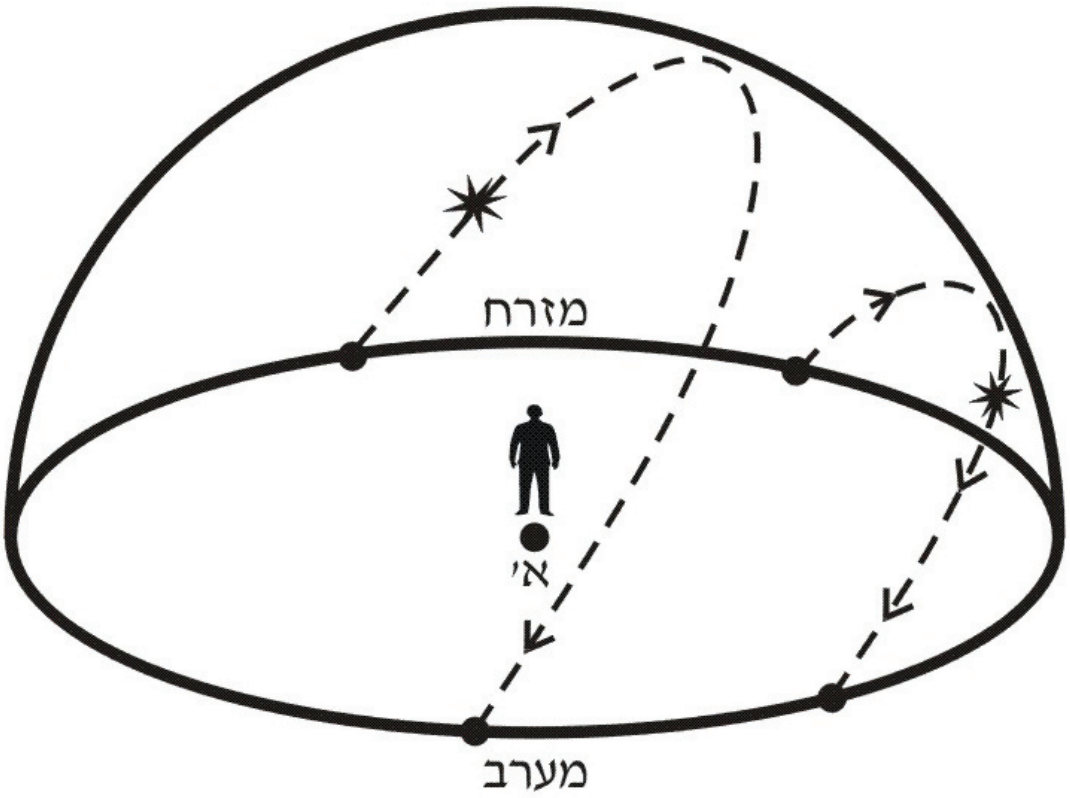


<u>תמונה 7:</u> אם האורך הראשון י"ש הוא, למשל, 8.50 מעלות בלבד, הרי העומק א"ש יהיה קטן מדי, וקרני האור של השמש עדיין מאירות חזק מדי מעל האופק.

פרק י"ז
תמונה 8

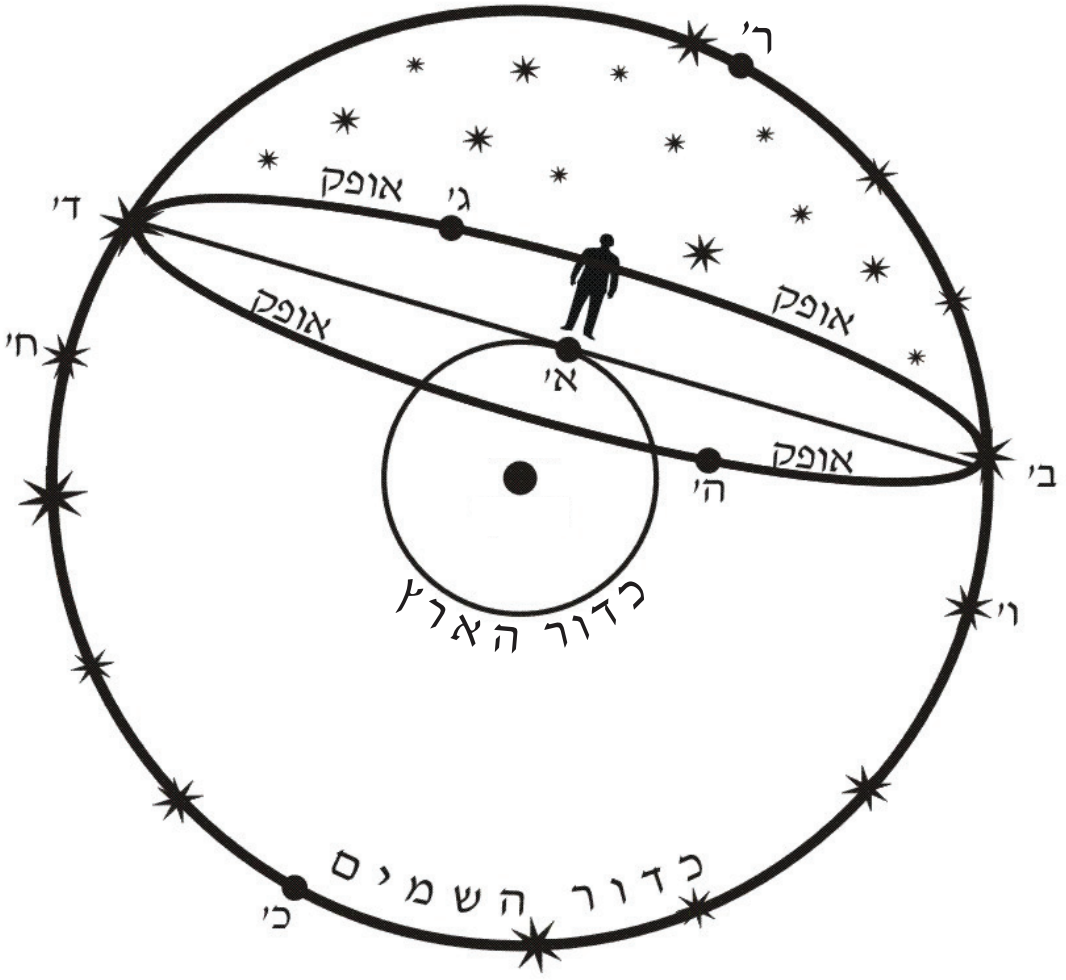


פרק י"ז
תמונה 9



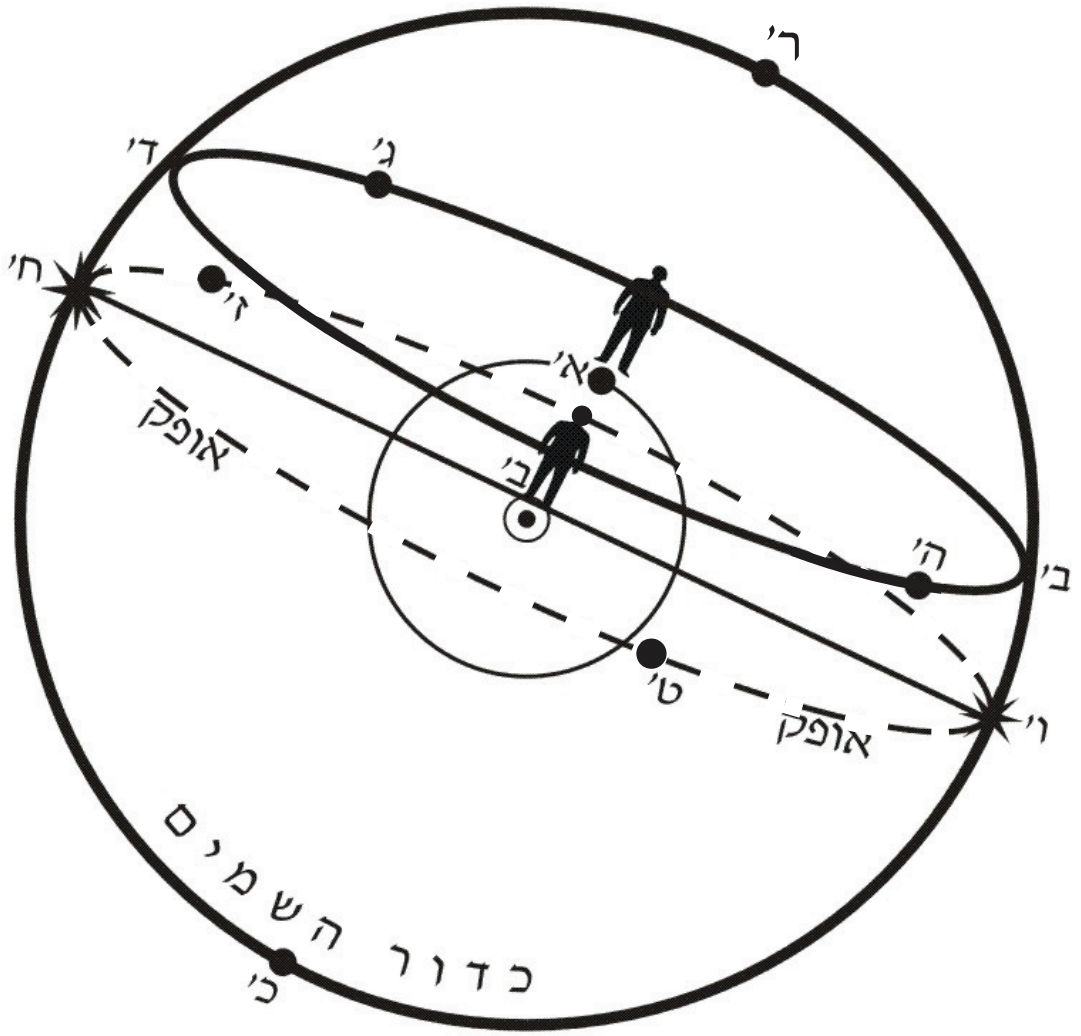
<u>תמונה 9:</u> כוכבים זורחים במזרח ושוקעים במערב, וחוזרים חזרה למזרח במשך הלילה.

פרק י"ז
תמונה 10



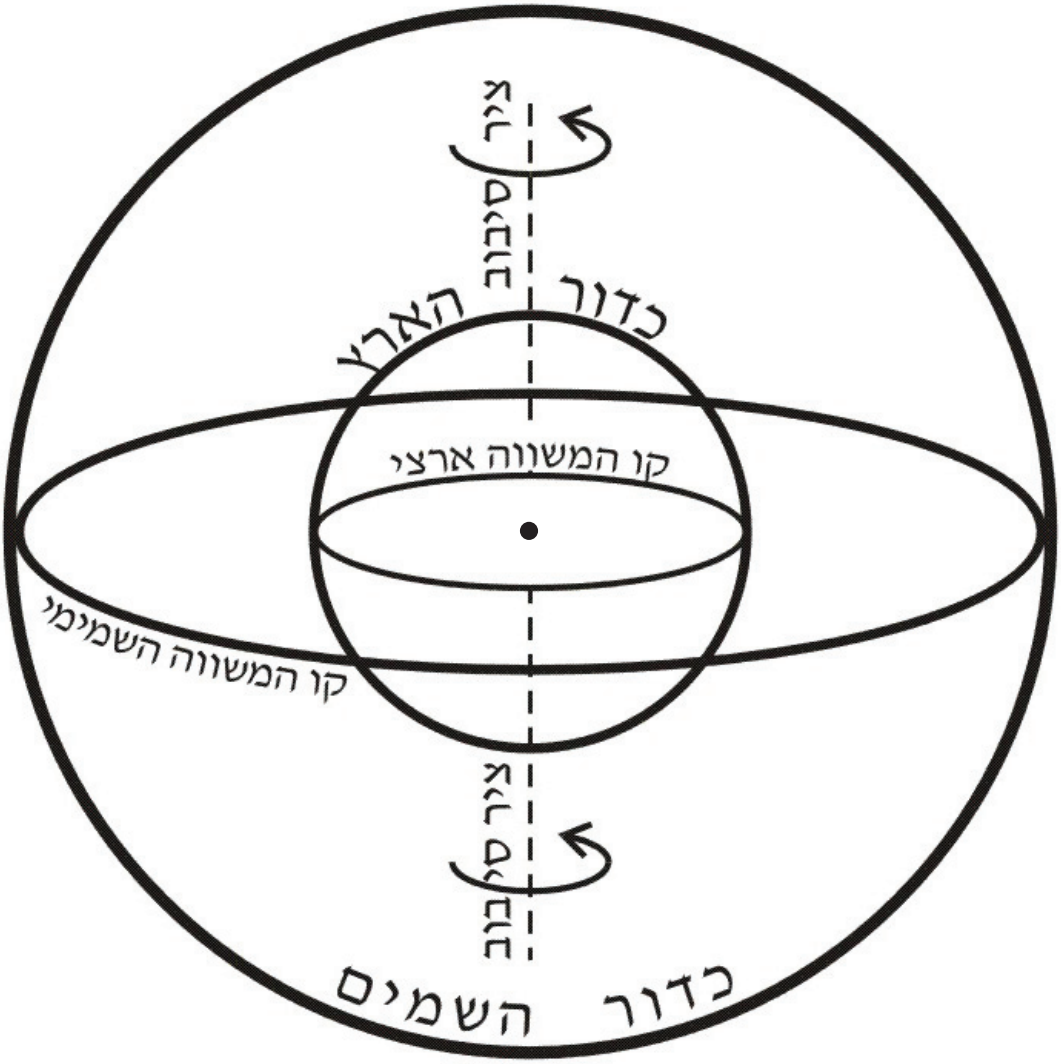
<u>תמונה 10</u>: עבור צופה הנמצא על פני כדור הארץ בנקודה א', האופק שלו משתרע לאורך המעגל בגד"ה, והוא רואה רק את הכוכבים שמעל לאופק בלבד, ולא יראה את הכוכבים בנקודה ו' וח'.

פרק י"ז
תמונה 11

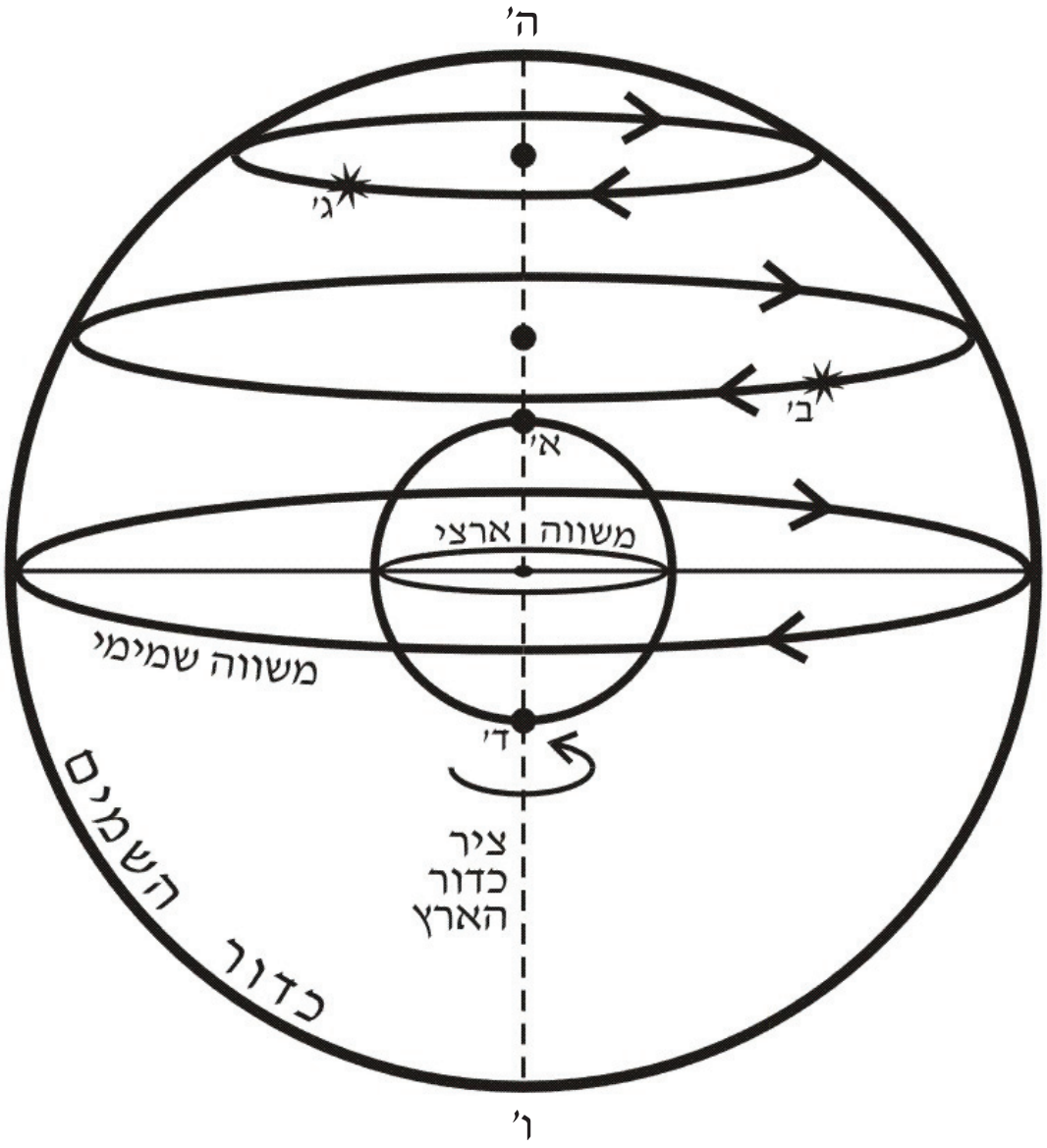


<u>תמונה 11:</u> מפאת גודלו הקטן של כדור הארץ, הצופה בנקודה ב' רואה ממש את מחצית השמים, והוא רואה גם את הנקודות ו"ח ממש על האופק שלו.

פרק י"ז
תמונה 12

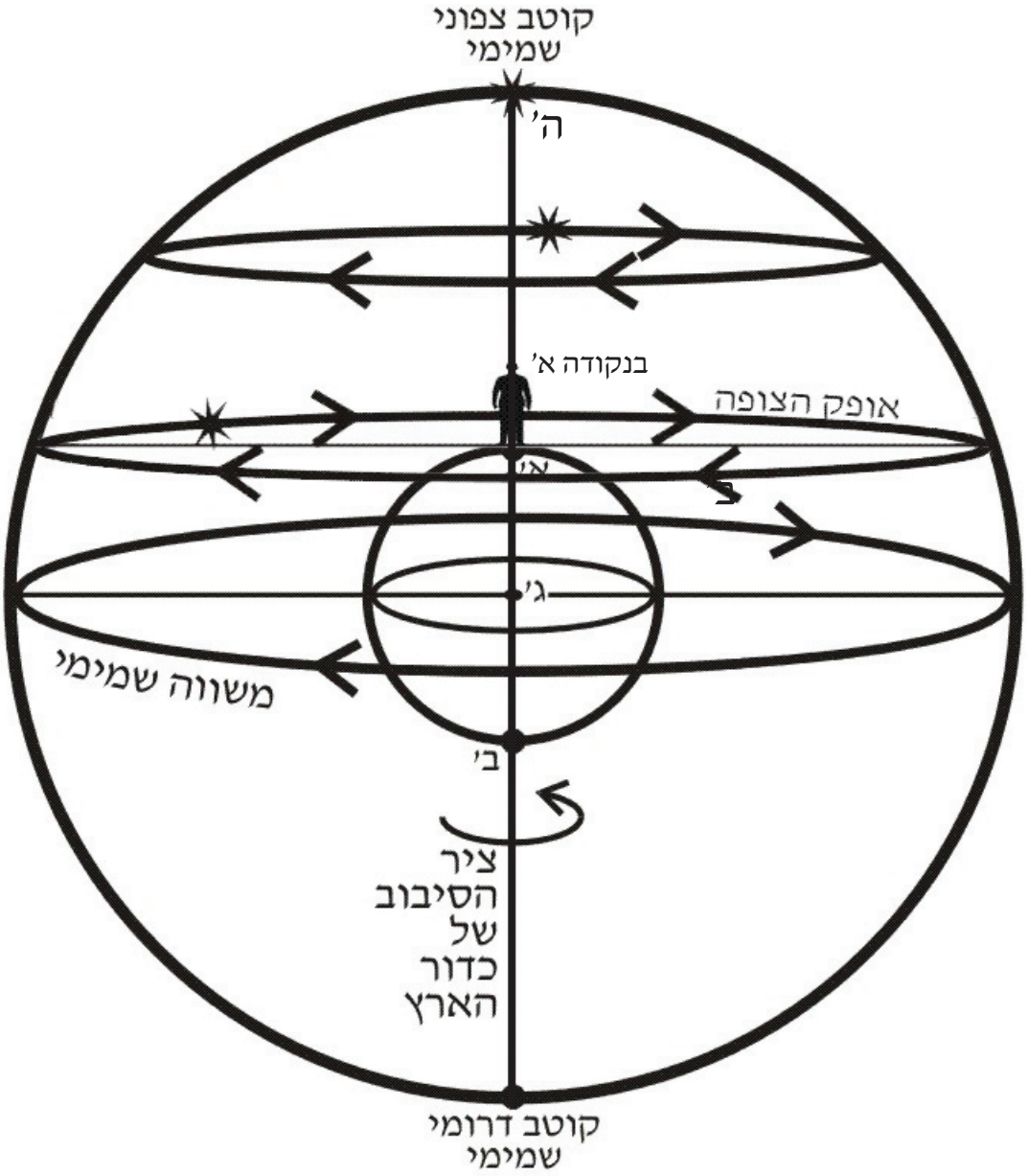


פרק י"ז
תמונה 13



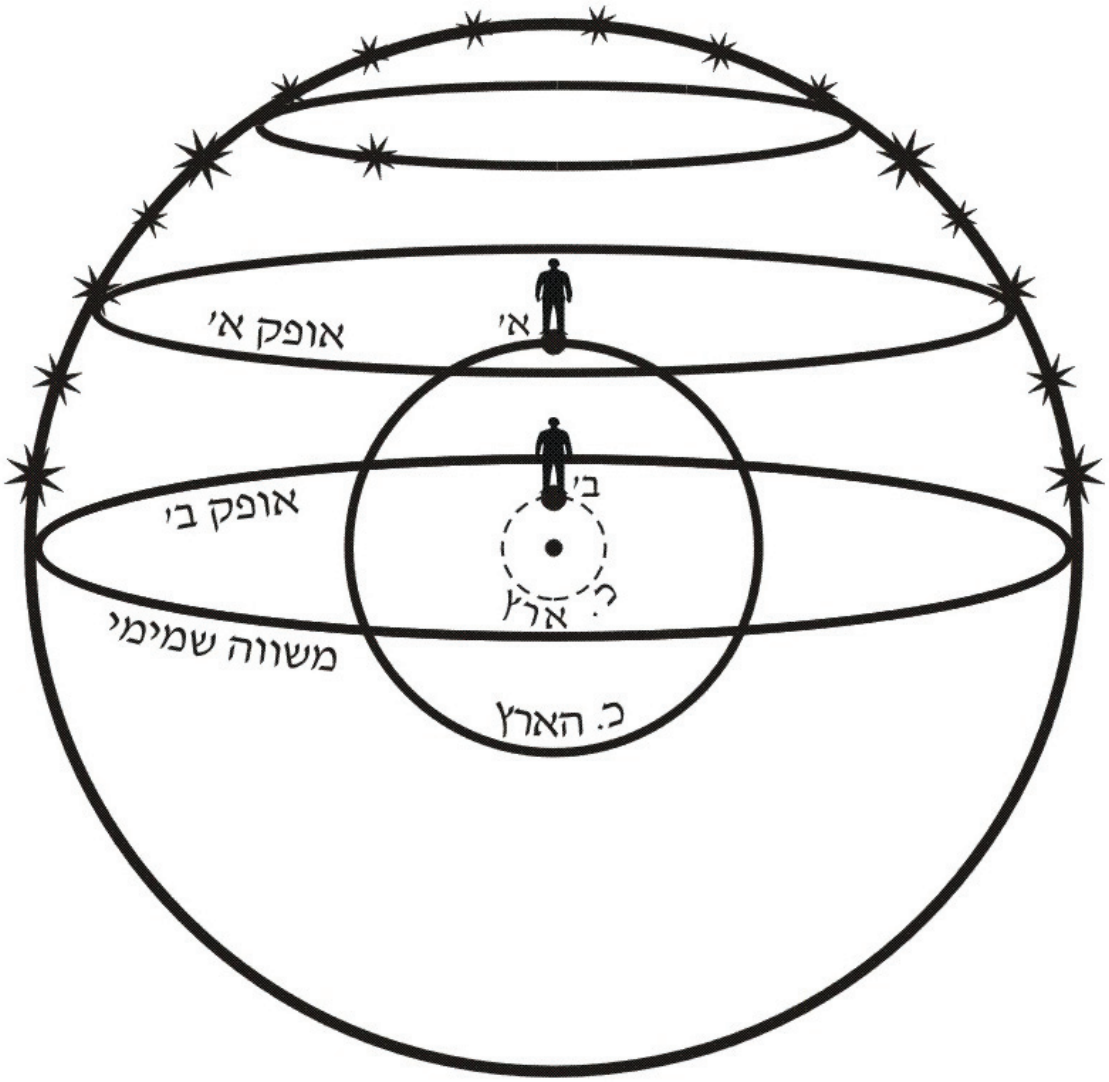
<u>תמונה 13:</u> קו המשווה השמימי הוא השלכה של קו המשווה הארצי על רקיע השמים. הכוכבים ב', ג' חגים גם הם במעגלים מקבילים למשווה השמימי, סביב ציר כדור הארץ.

פרק י"ז
תמונה 14



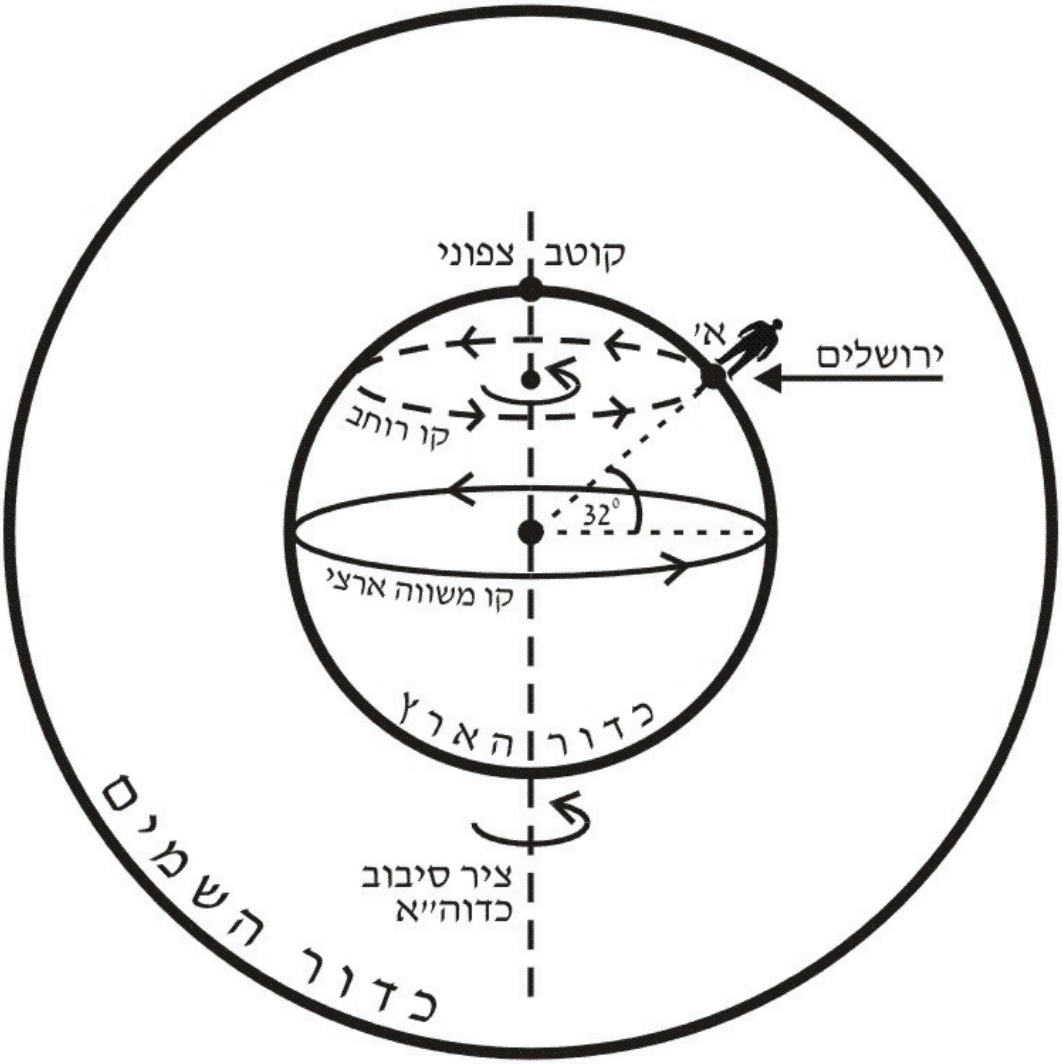
<u>תמונה 14:</u> צופה העומד על הקוטב הצפוני בנקודה א' רואה שכל הכוכבים בשמים סובבים סביבו במעגלים מקבילים, בגלל סיבוב כדור הארץ סביב צירו.

פרק י"ז
תמונה 15

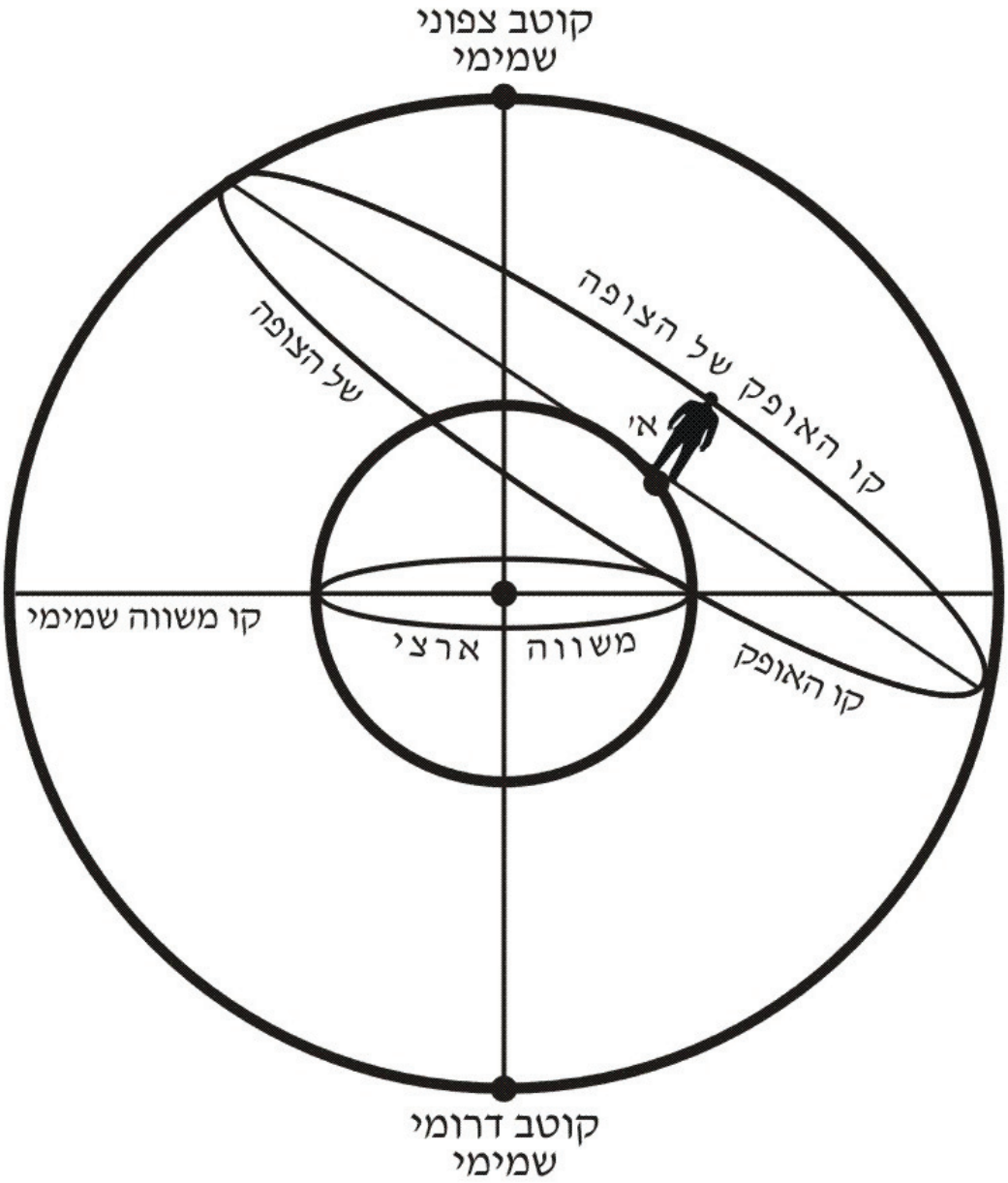


<u>תמונה 15:</u> מכדור הארץ הגדול רואה הצופה את אופק א' מסביבו. על כדור הארץ הקטן (מקוקו) רואה הצופה את אופק ב', הזהה <u>כמעט</u> לקו המשווה השמימי עצמו.

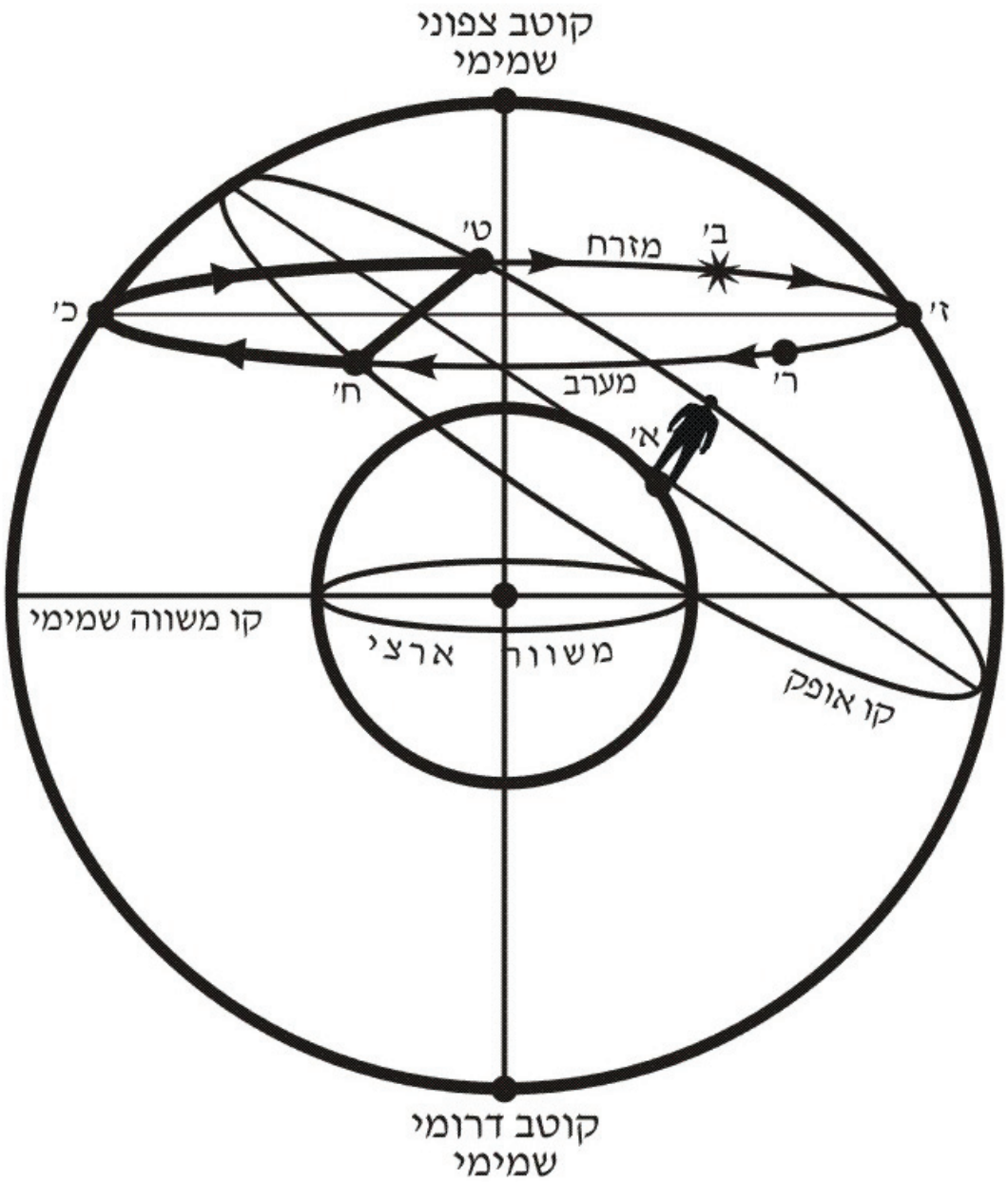
פרק י"ז
תמונה 16



פרק י"ז
תמונה 16 א'

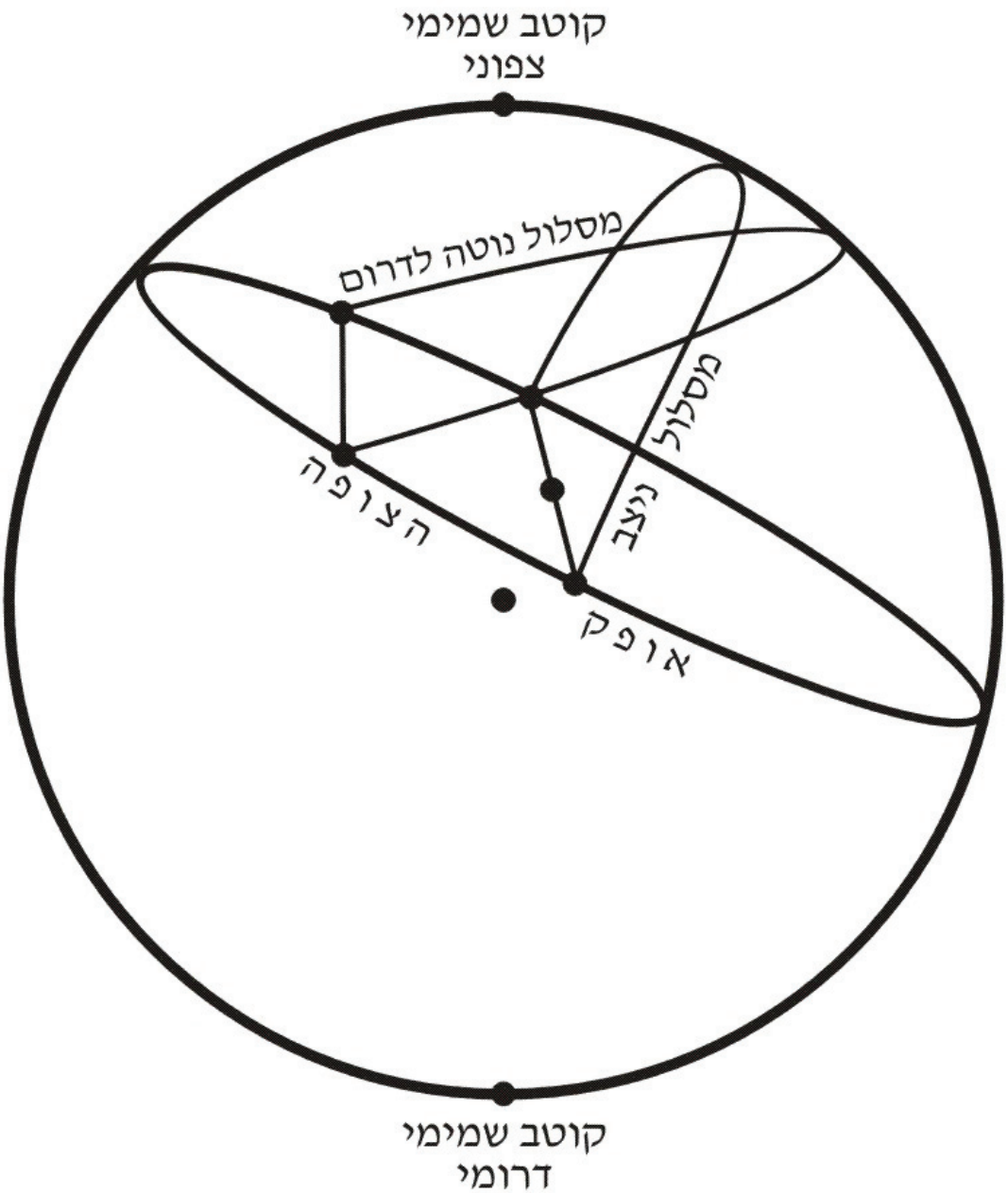


פרק י"ז
תמונה 16 ב'

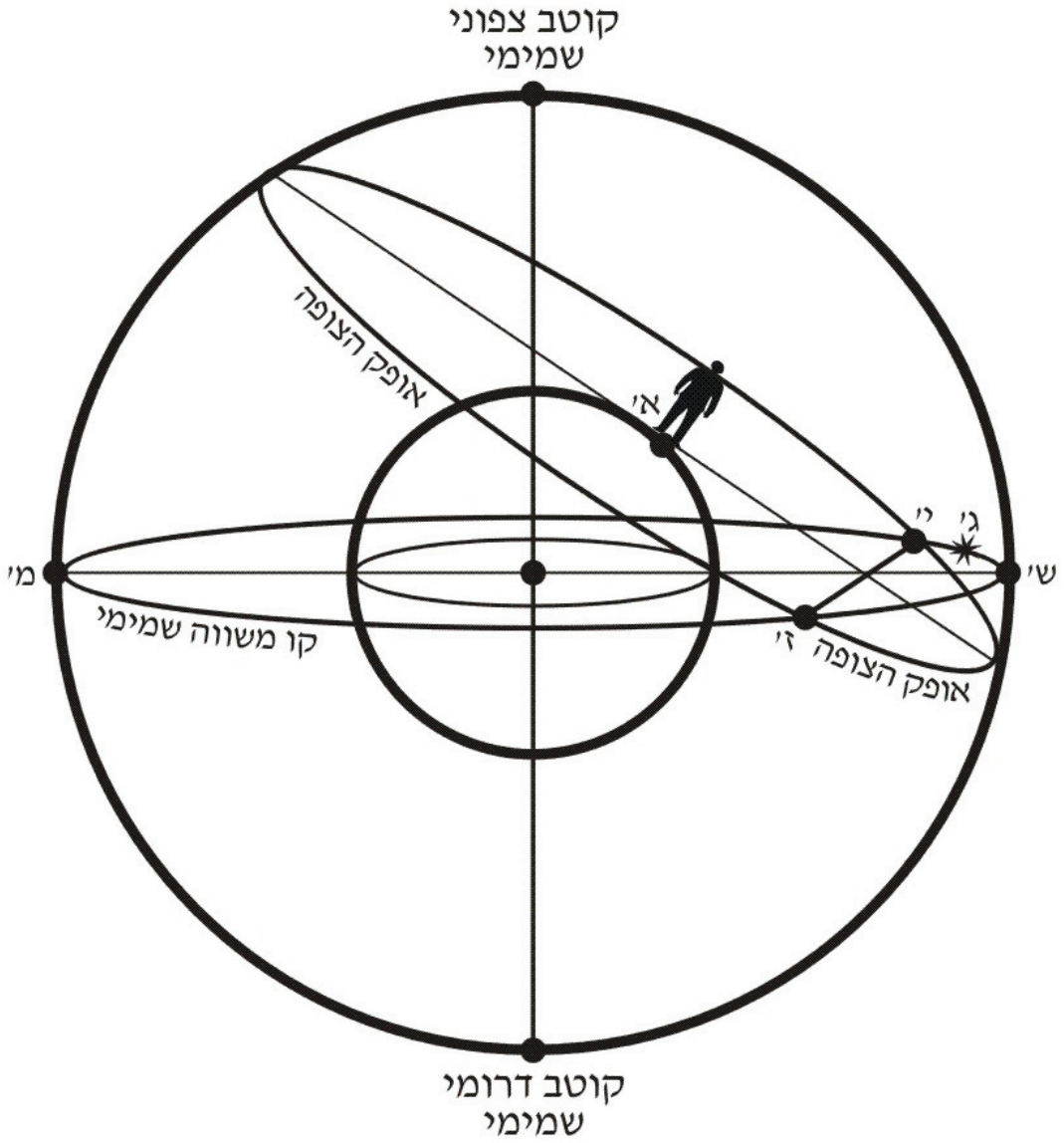


<u>תמונה 16ב':</u> כאשר הכוכב ב' חג מסביב לראשו של הצופה א', הוא זורח במזרח בנקודה ט', ושוקע במערב בנקודה ח', ואח"כ הוא יורד מתחת לאופק וחוזר שוב לזרוח במזרח בנקודה ט'.

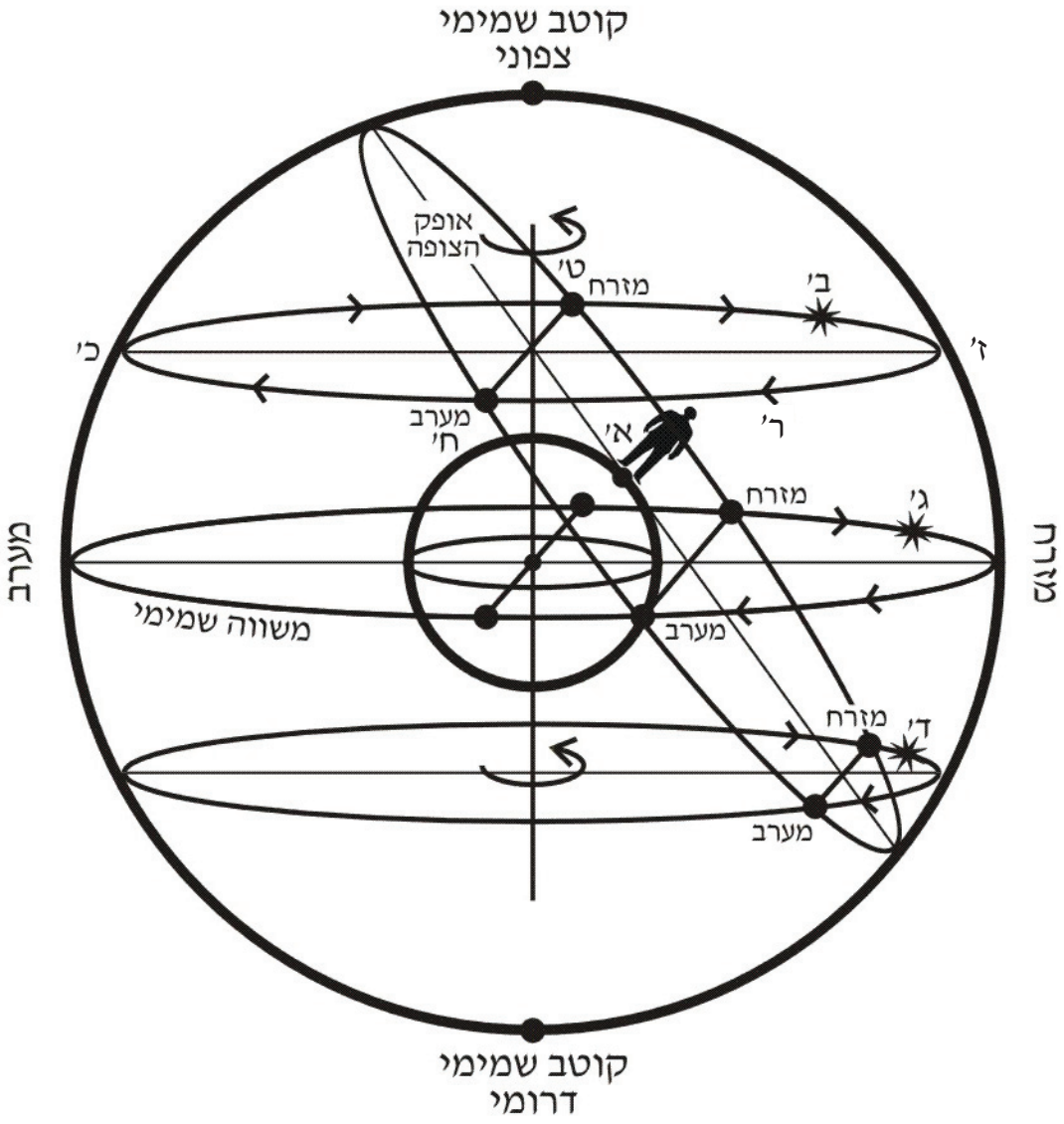
פרק י"ז
תמונה 16 ג'



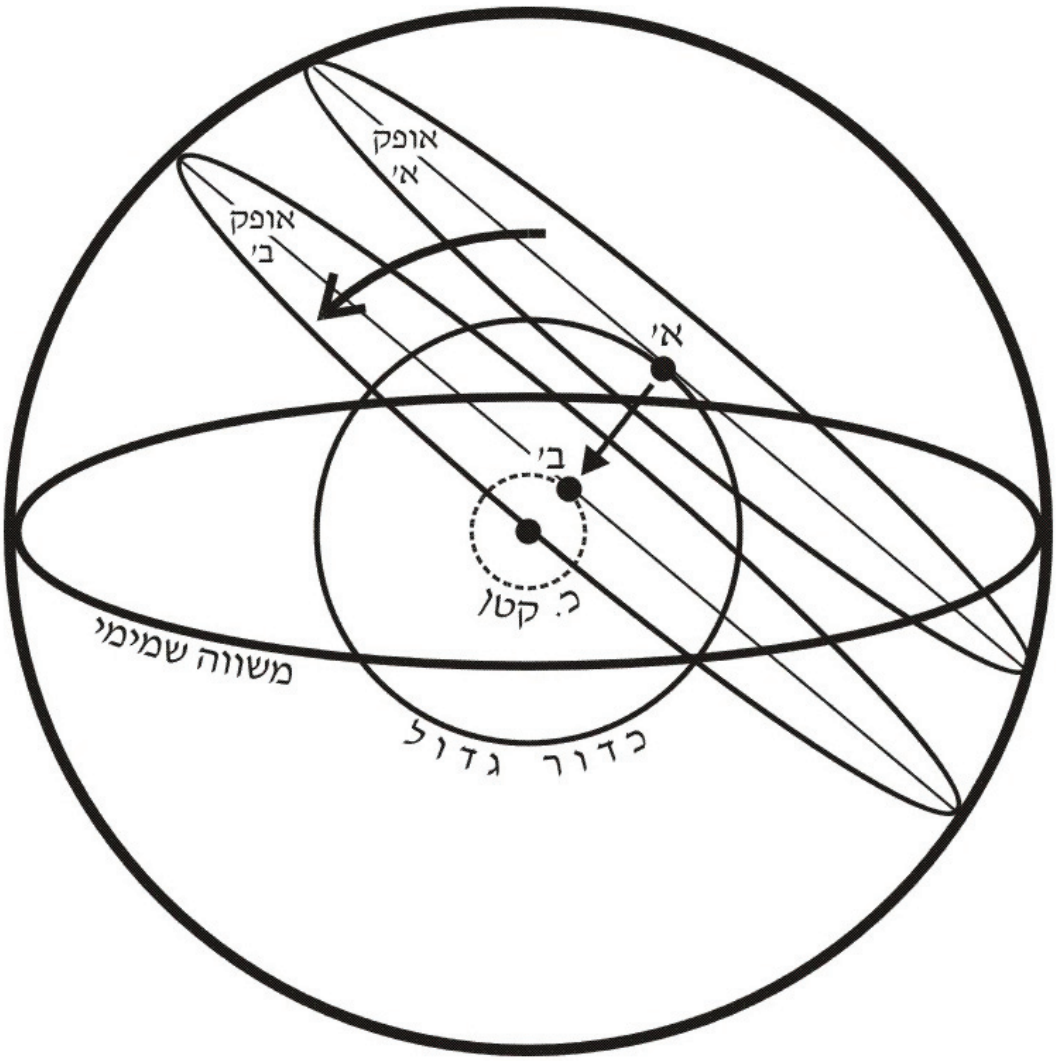
פרק י"ז
תמונה 16 ד'



פרק י"ז
תמונה 17

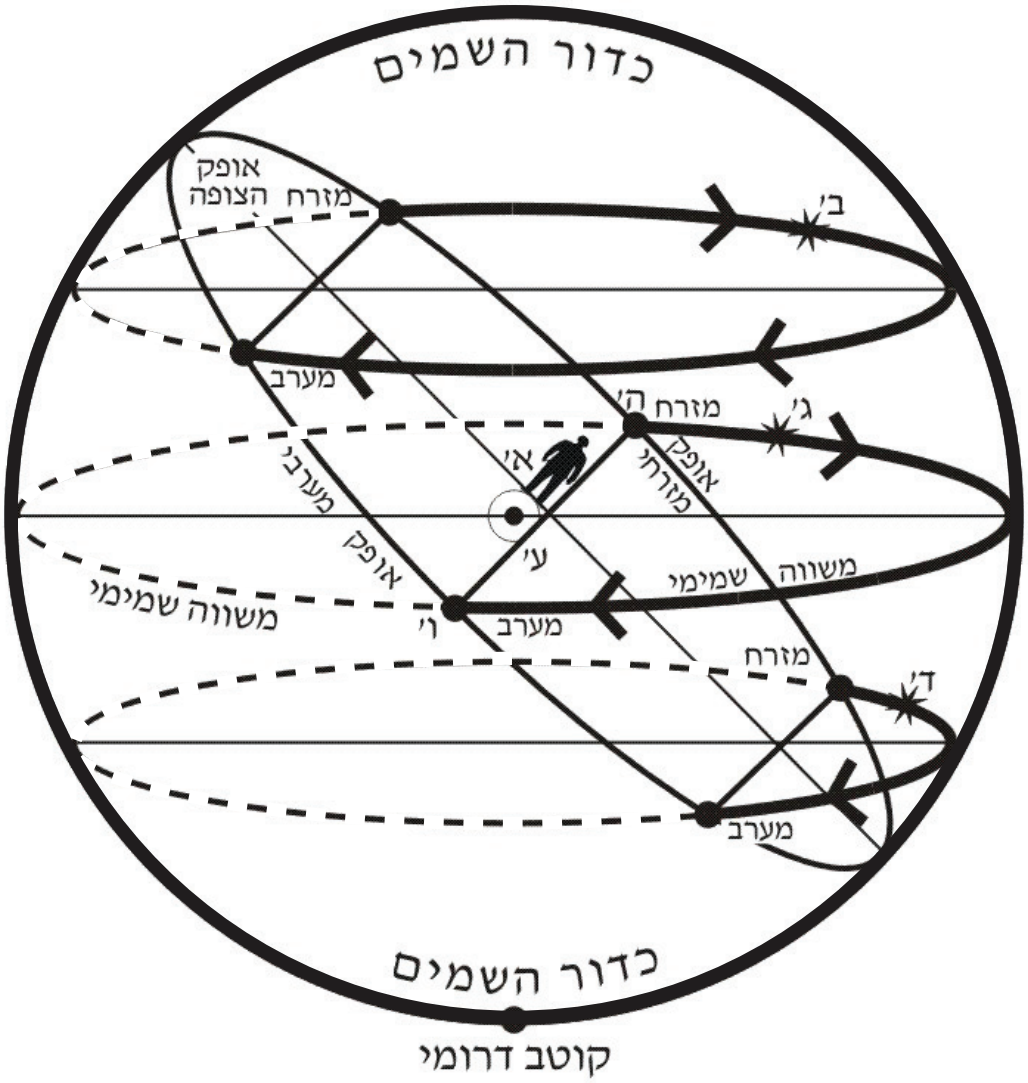


פרק י"ז
תמונה 18



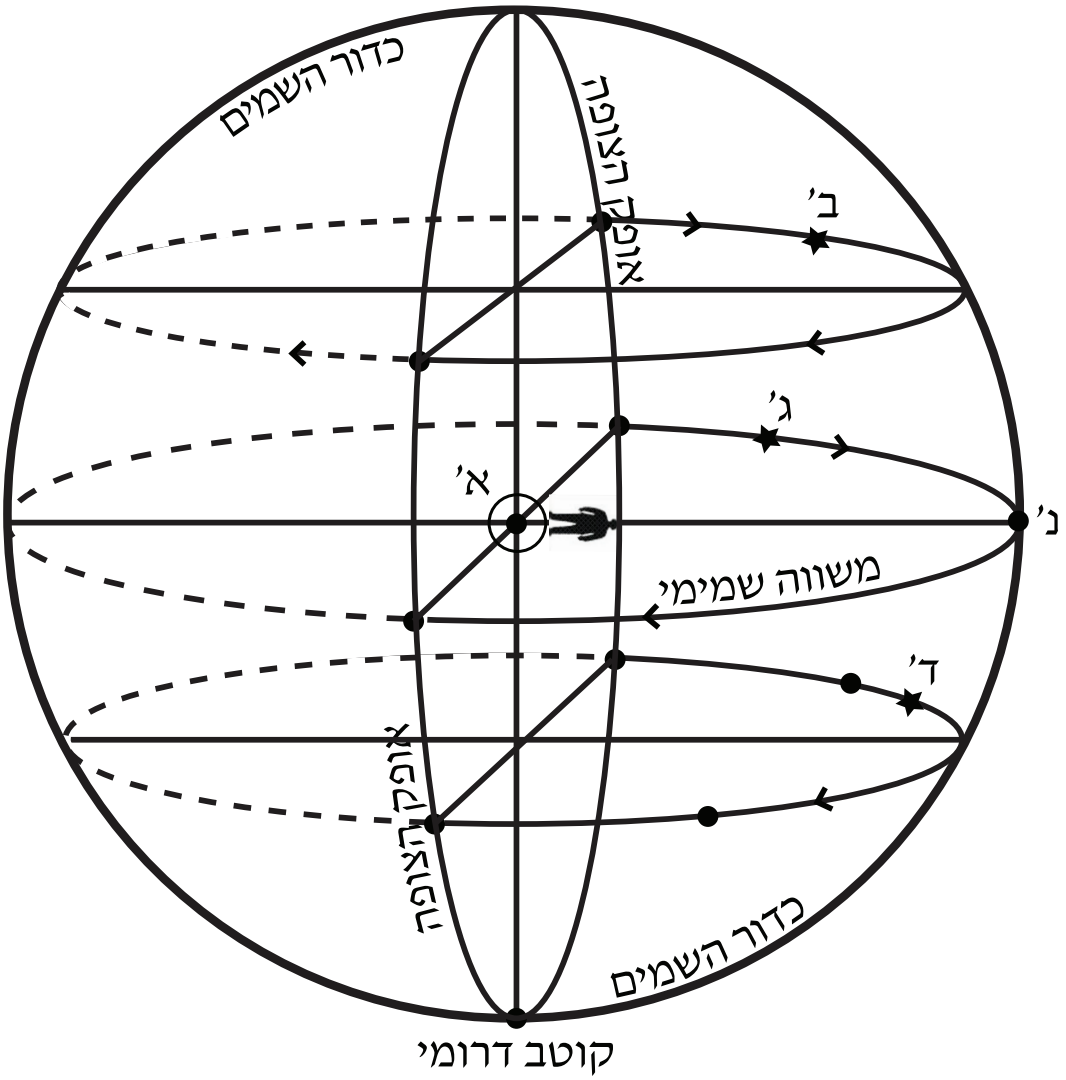
<u>תמונה 18:</u> ככל שכדור הארץ נעשה קטן יותר ביחס לכדור השמים, האופק של הצופה 'שוקע' לעבר כדור הארץ הקטן יותר.

פרק י"ז
תמונה 19



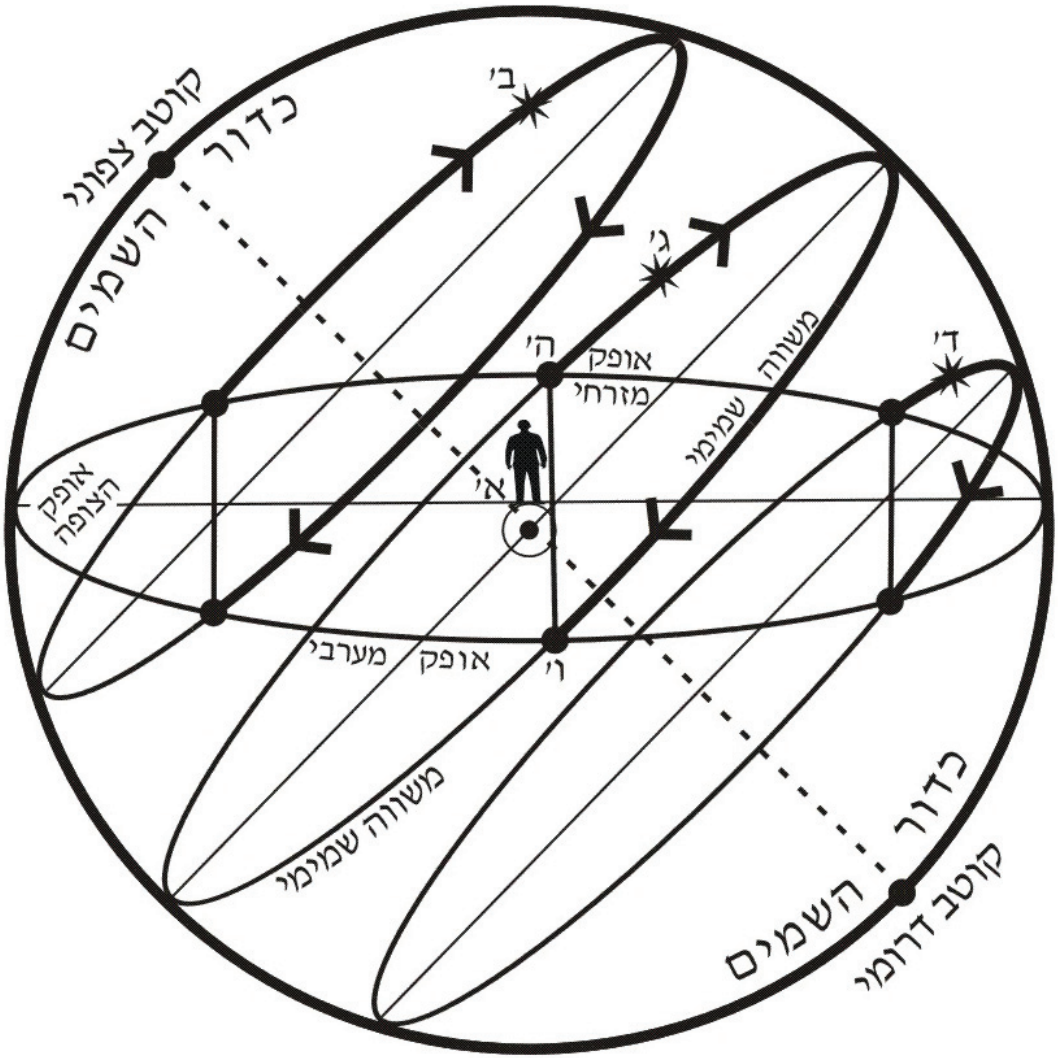
תמונה 19: עבור הצופה בנקודה א', כל מסלולי הכוכבים ב', ג', ד' נוטים מעט כלפי דרום. שים לב כי קו המשווה השמימי עובר בדיוק בתווך בין שני המסלולים של הכוכב הצפוני ב' לבין הכוכב הדרומי ד'.

פרק י"ז
תמונה 19 א'

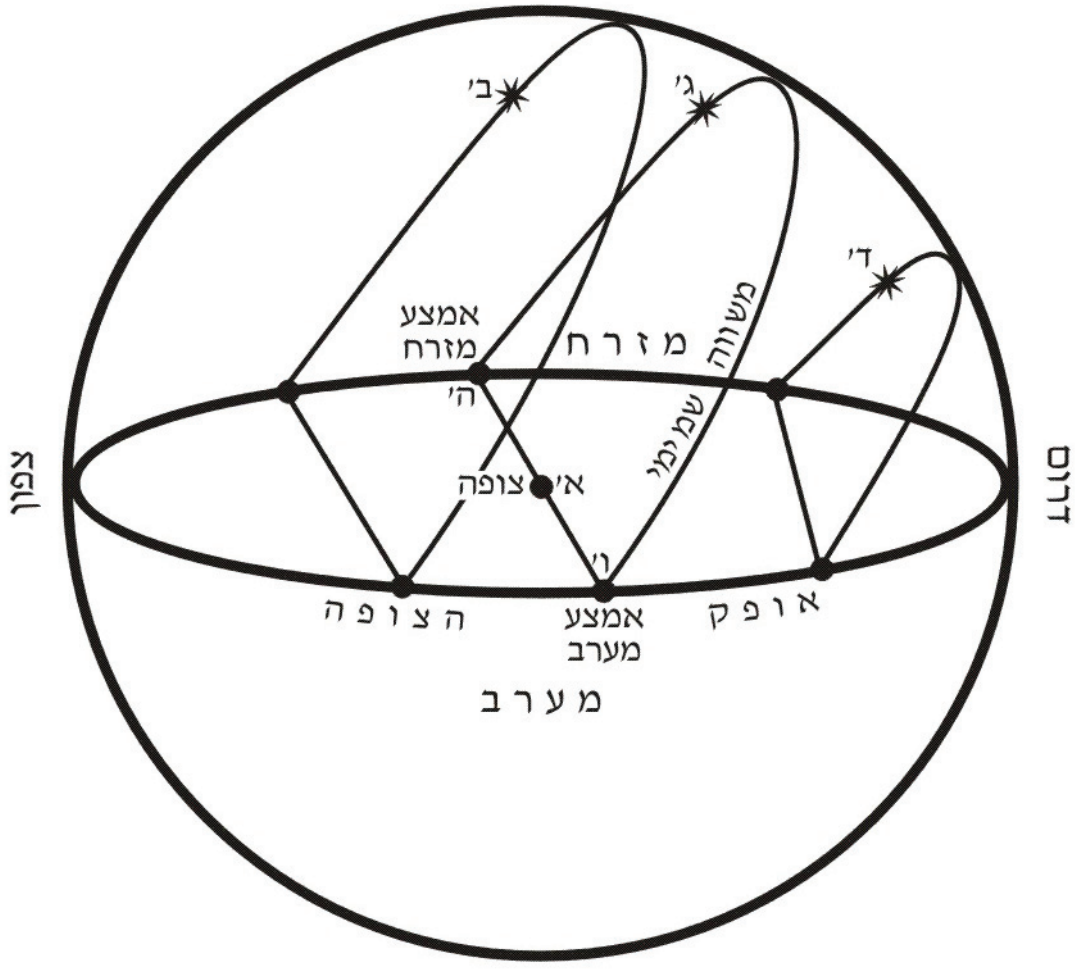


<u>תמונה 19 א':</u> צופה הנמצא על קו המשווה הארצי, בנקודה א', וראשו פונה לעבר הנקודה נ', רואה את המסלולים של שלושת הכוכבים ב' ג' ד', ניצבים לאופק שלו.

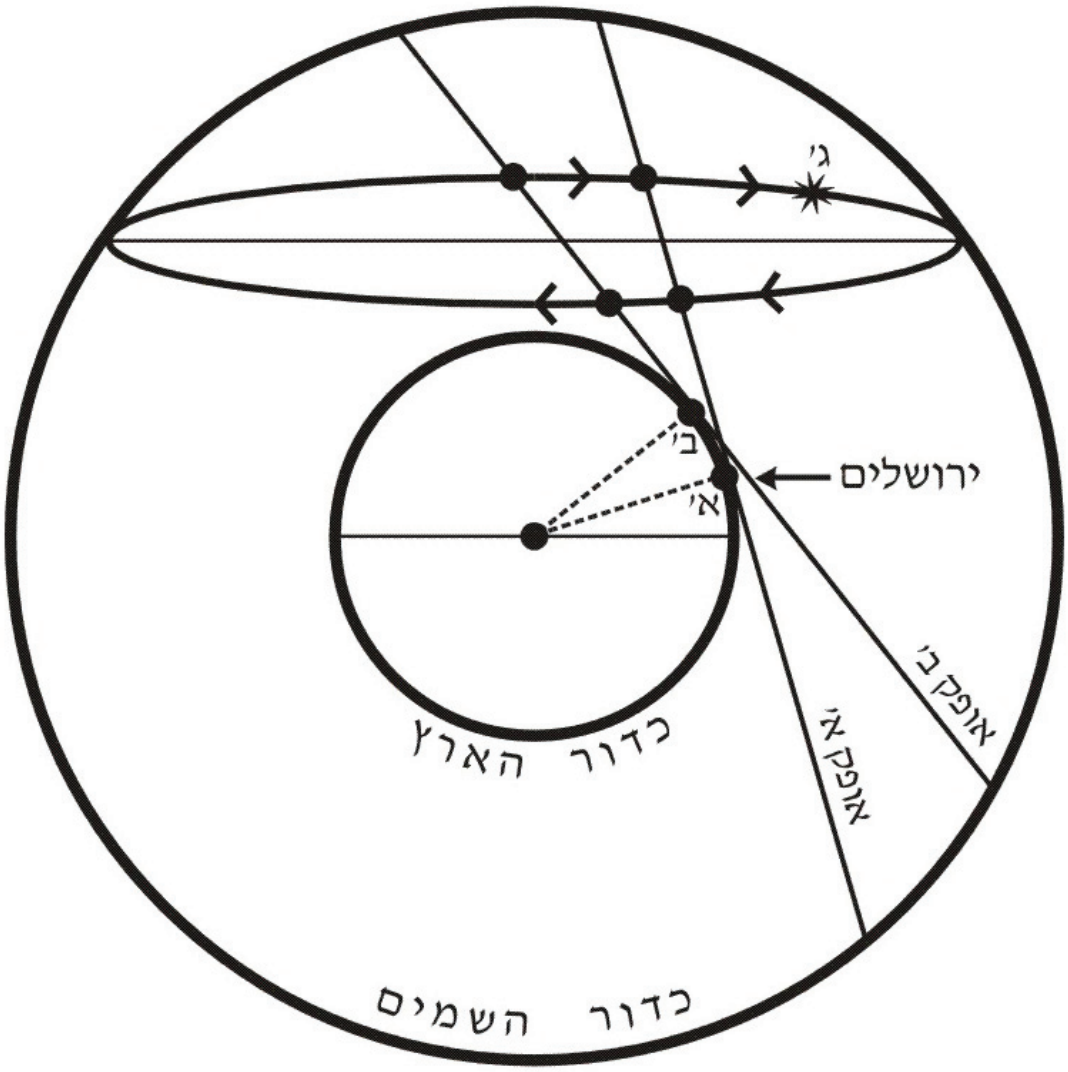
פרק י"ז
תמונה 20



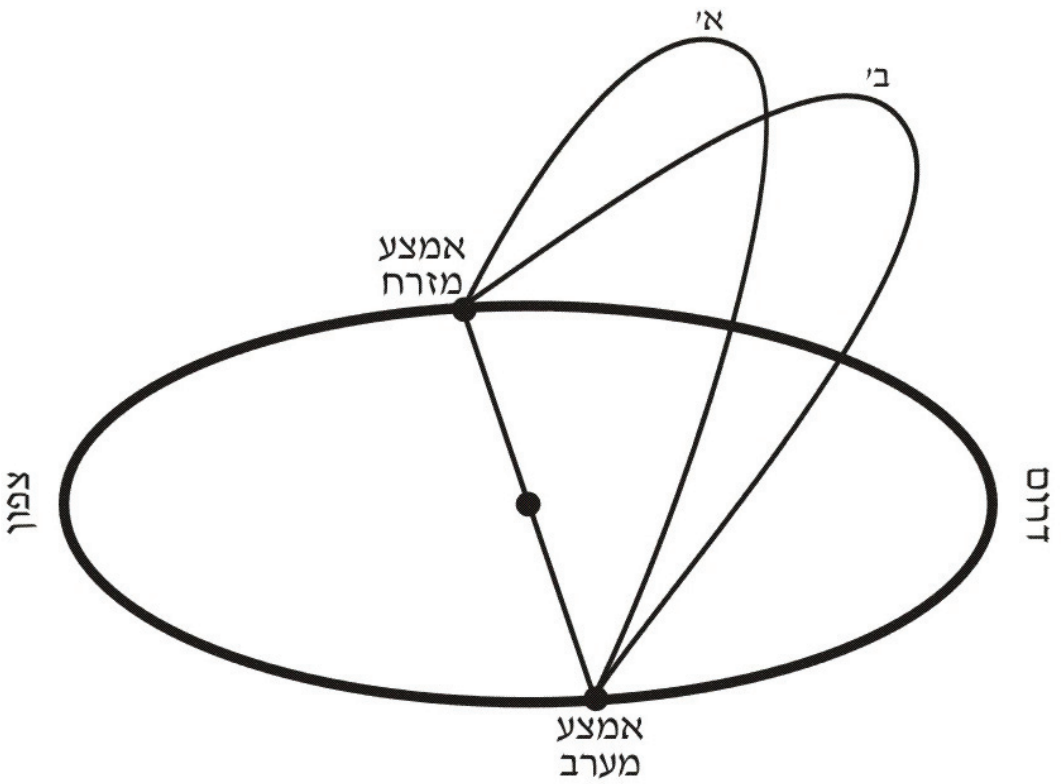
פרק י"ז
תמונה 21



פרק י"ז
תמונה 22

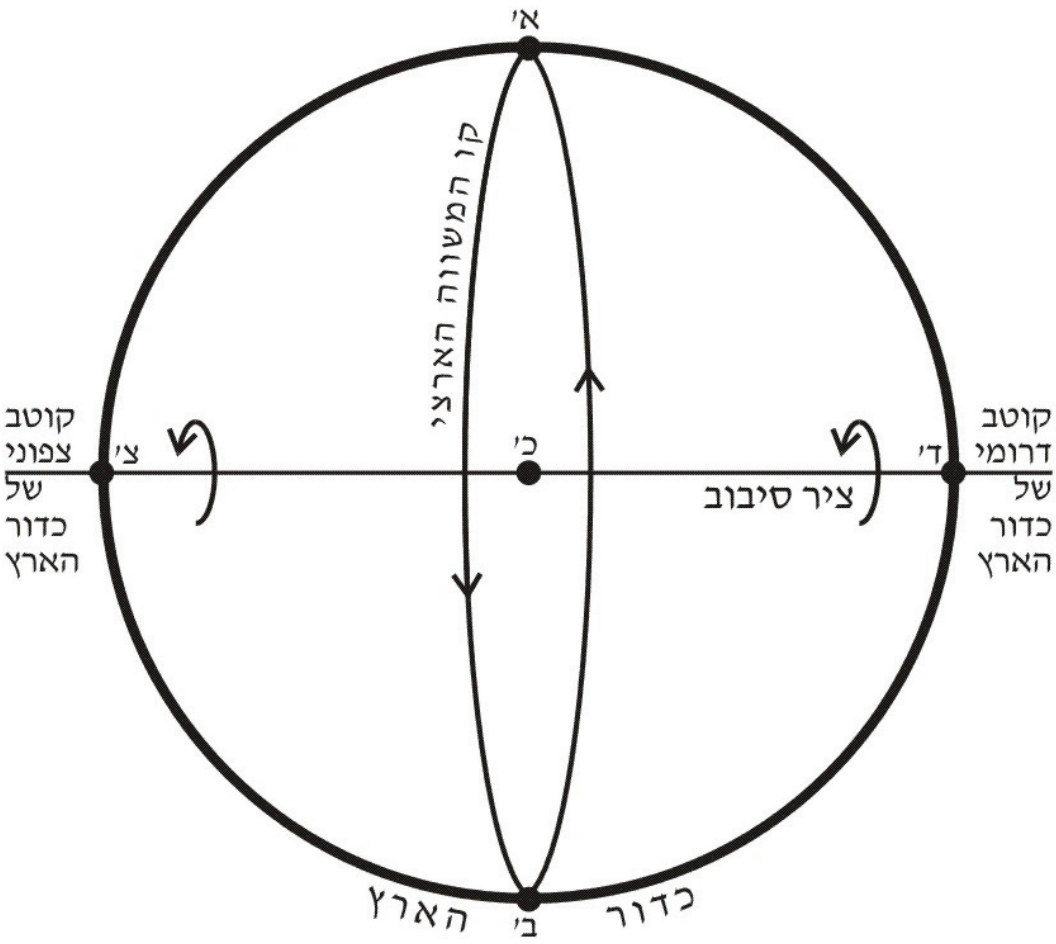


פרק י"ז
תמונה 22 א'

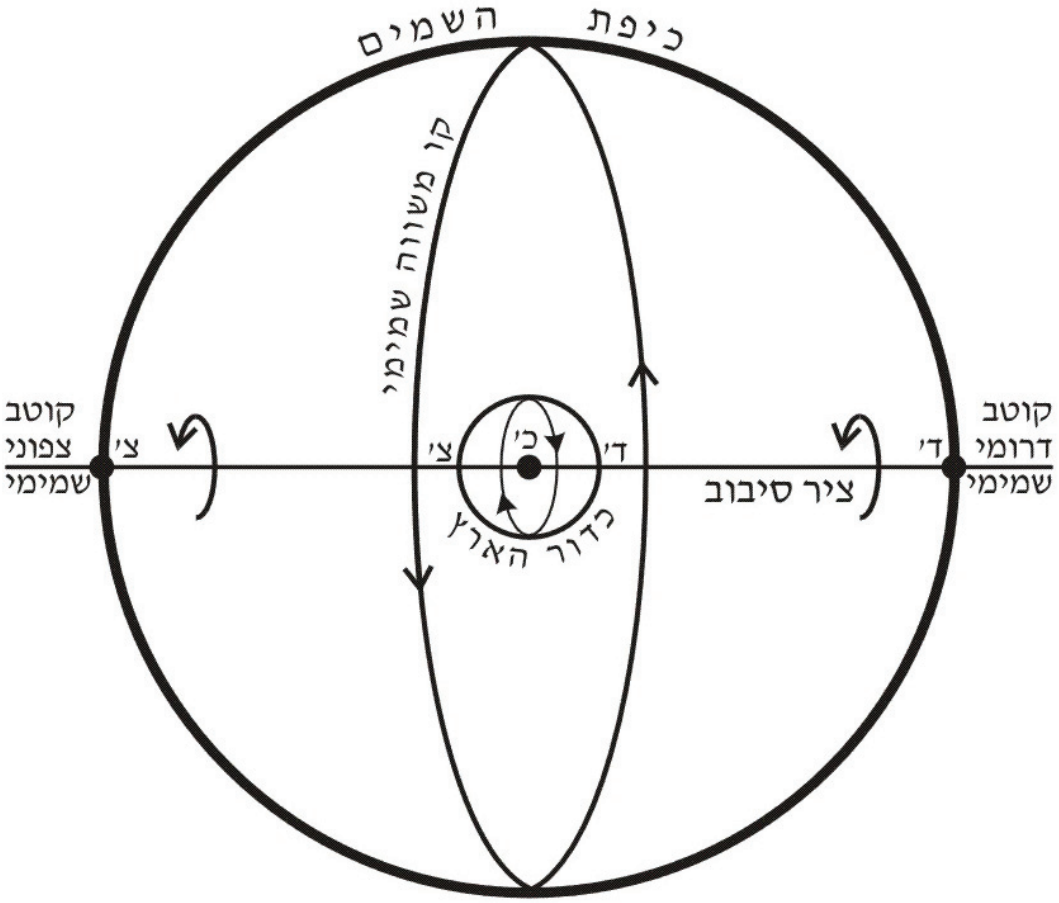


<u>תמונה 22 א':</u> המשווה השמימי במדינה (ב'), צפונית יותר מירושלים (א') נוטה יותר כלפי דרום. והמשווה השמימי הוא אחיד תמיד בשתי הנקודות, של אמצע המזרח, ואמצע המערב, של כל צופה.

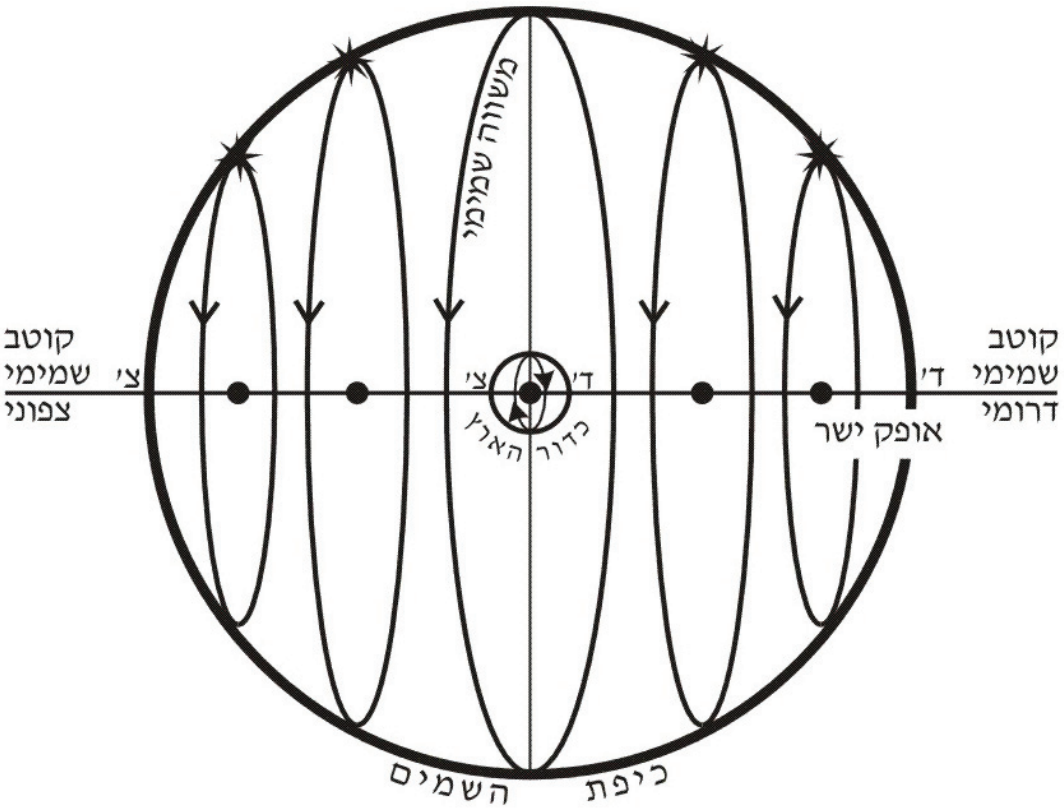
פרק י"ז
תמונה 22 ב'



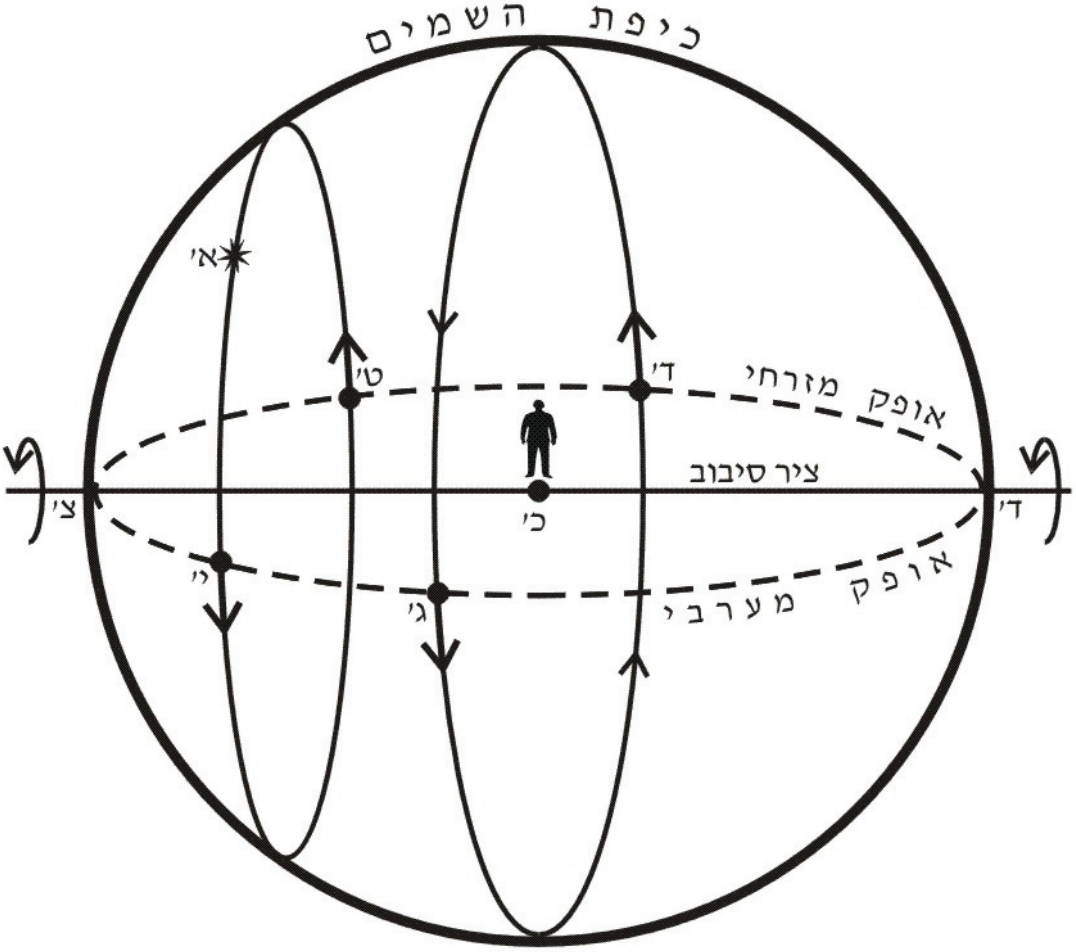
פרק י״ז
תמונה 22 ג׳



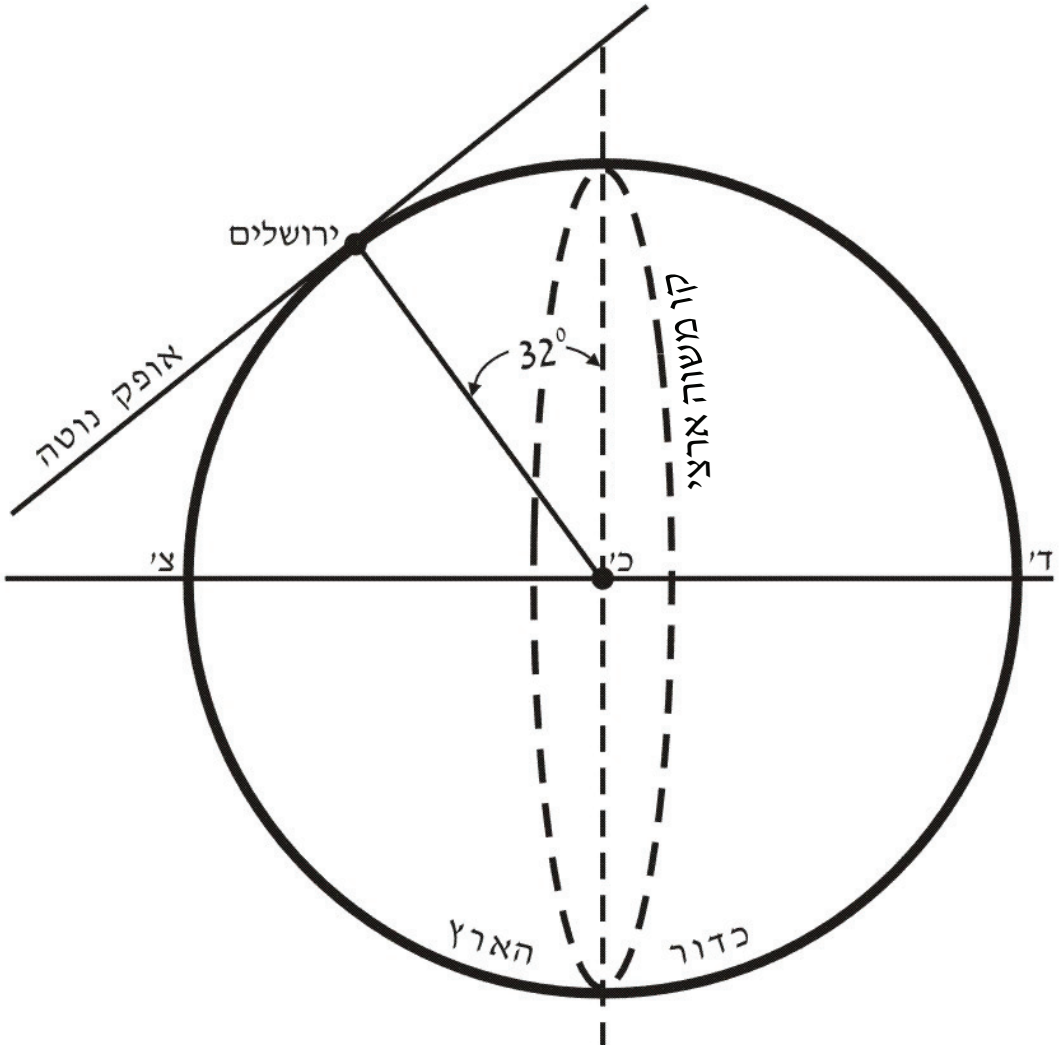
פרק י״ז
תמונה 22 ד׳



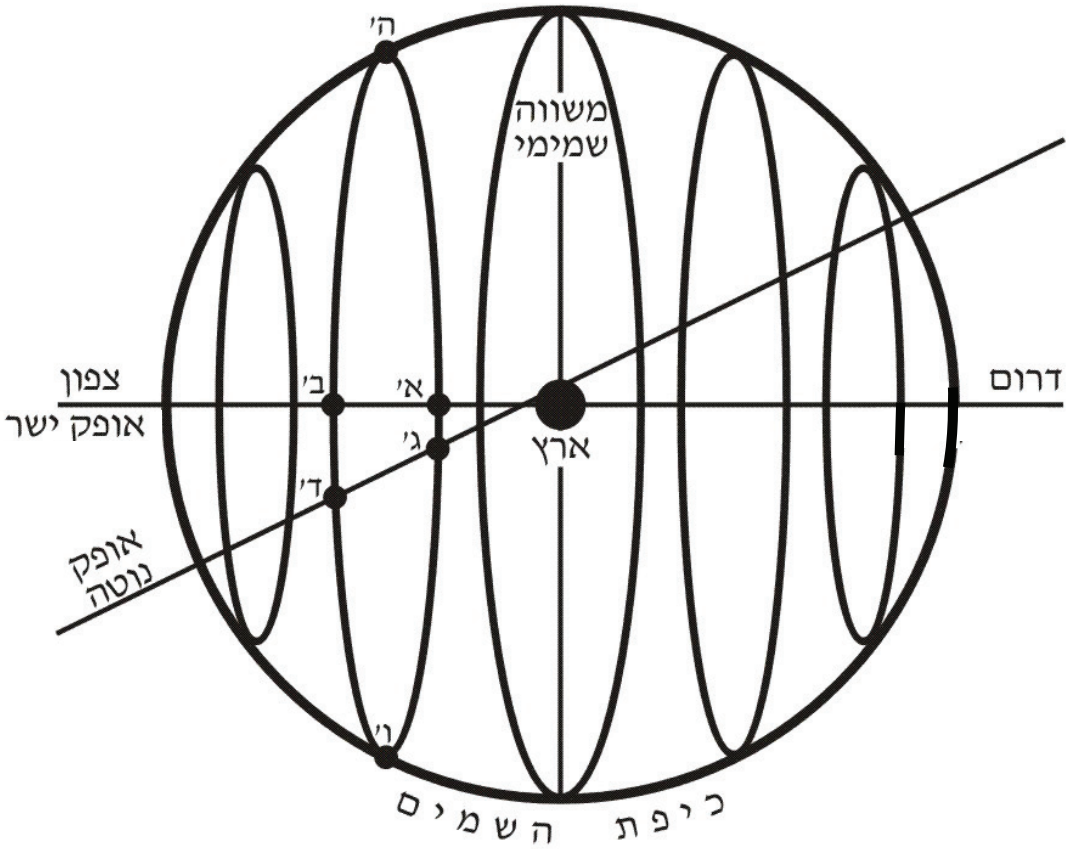
פרק י"ז
תמונה 22 ה'



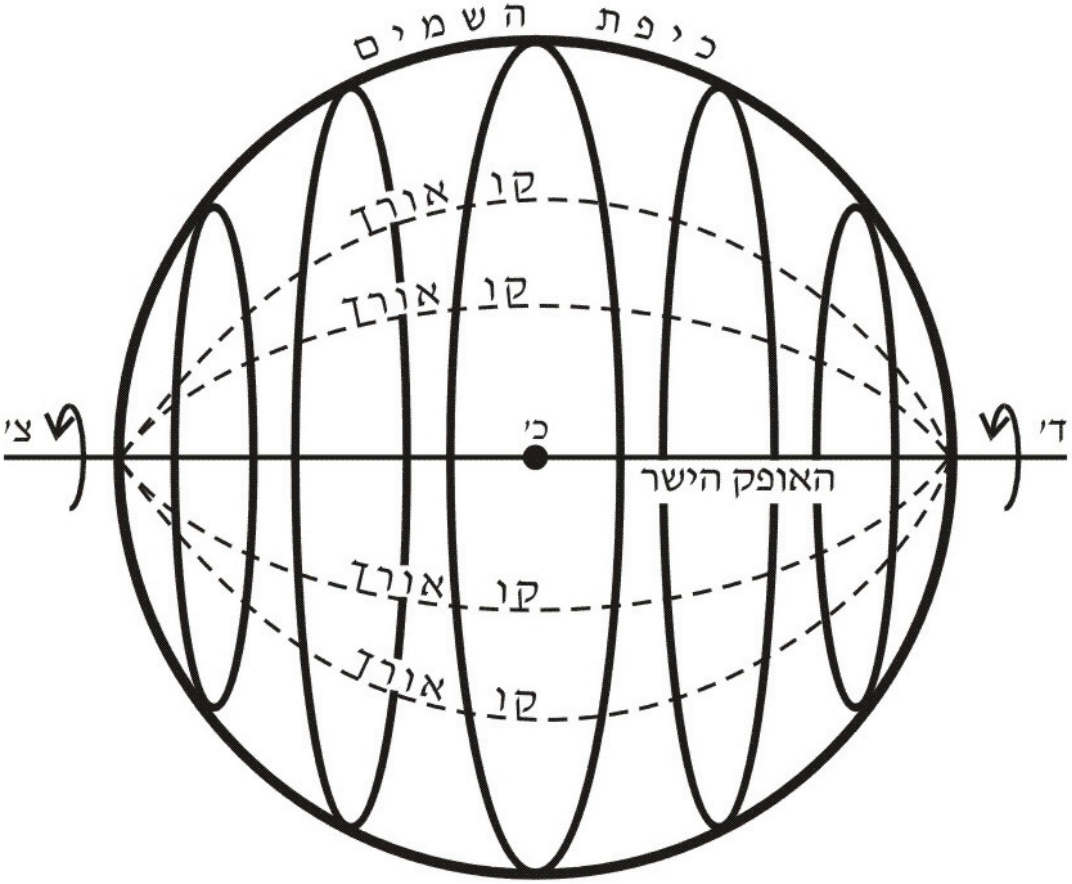
פרק י"ז
תמונה 22 ו'



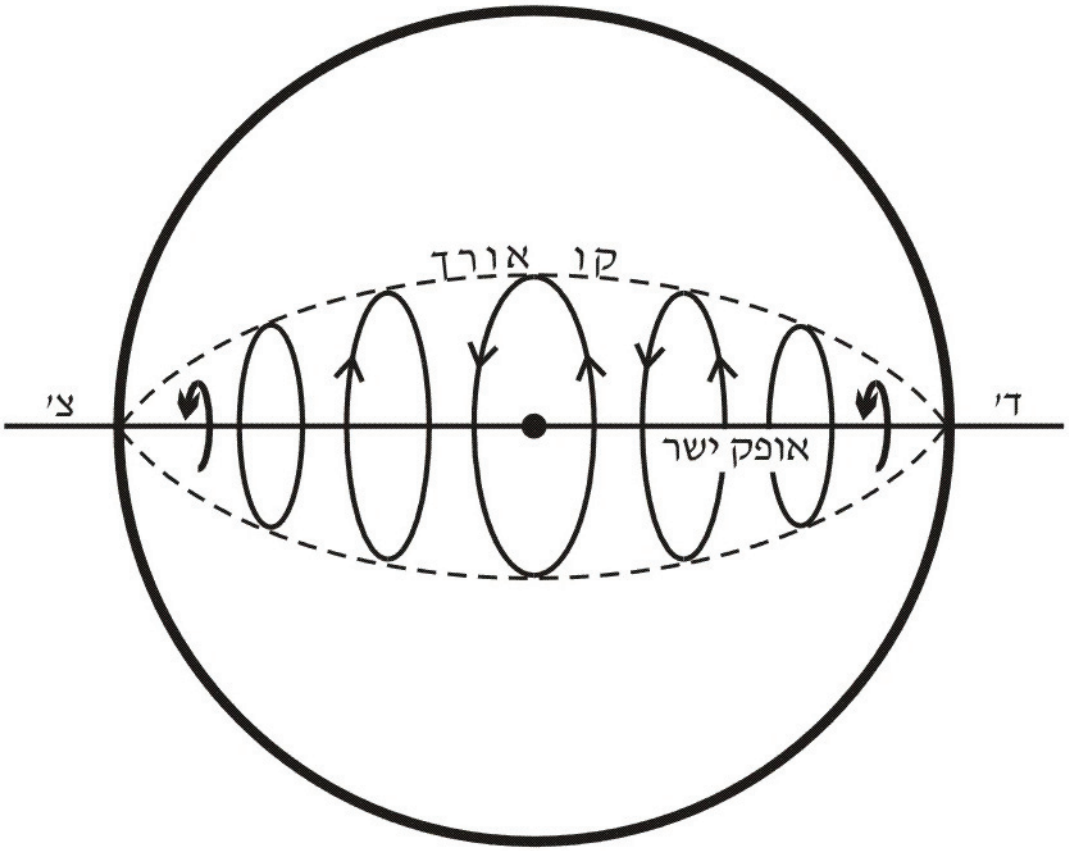
פרק י"ז
תמונה 22 ז׳



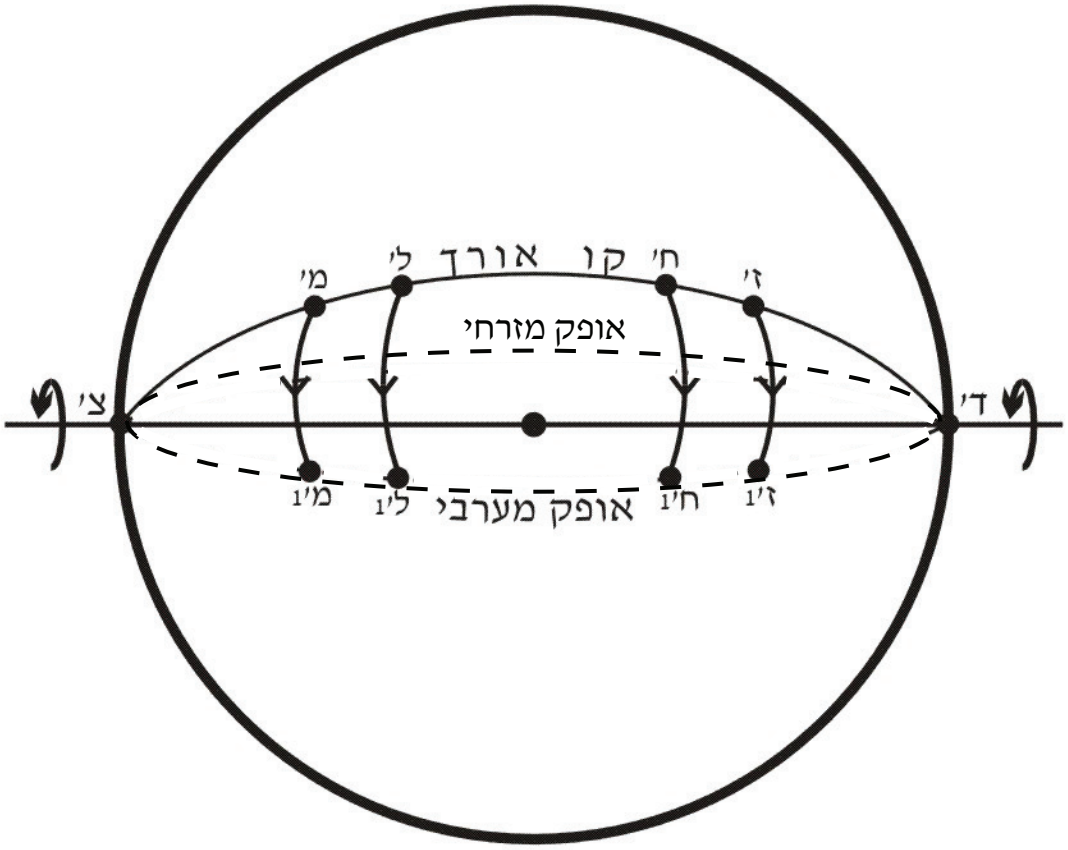
פרק י"ז
תמונה 22 ח'



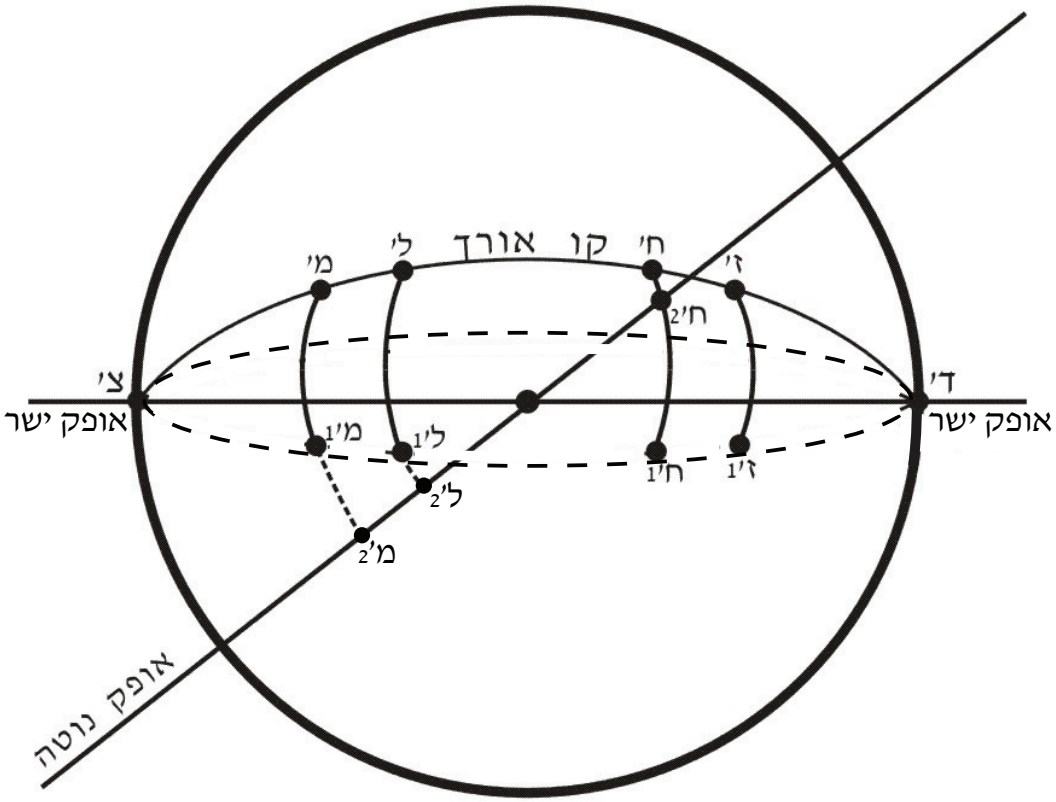
פרק י"ז
תמונה 22 ט'



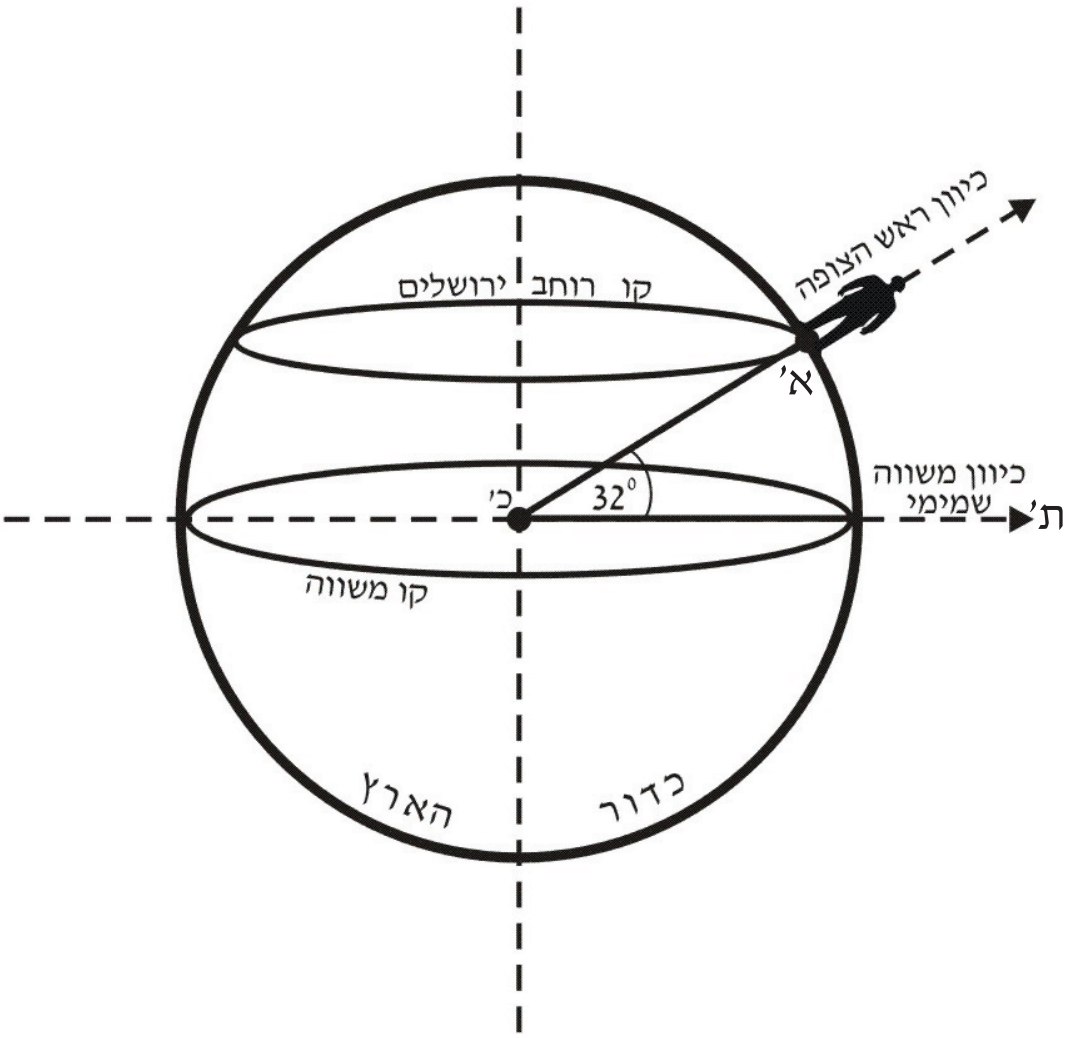
פרק י"ז
תמונה 22 י'



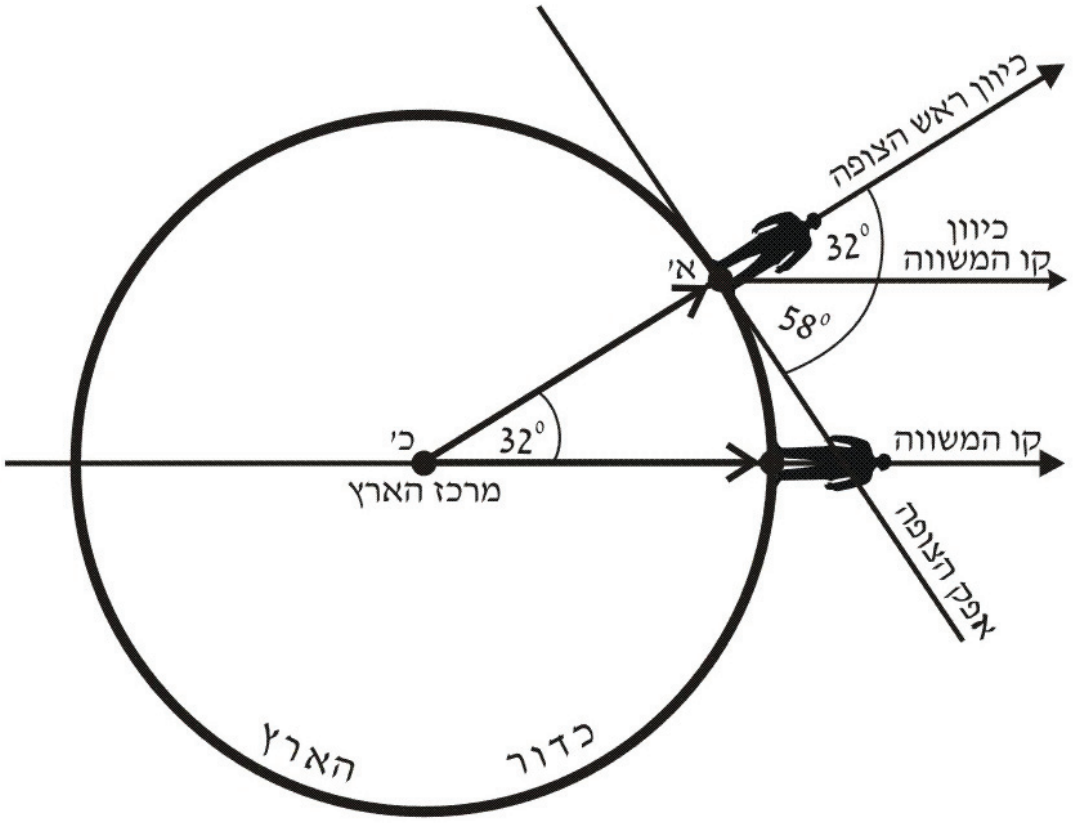
פרק י״ז
תמונה 22 י״א



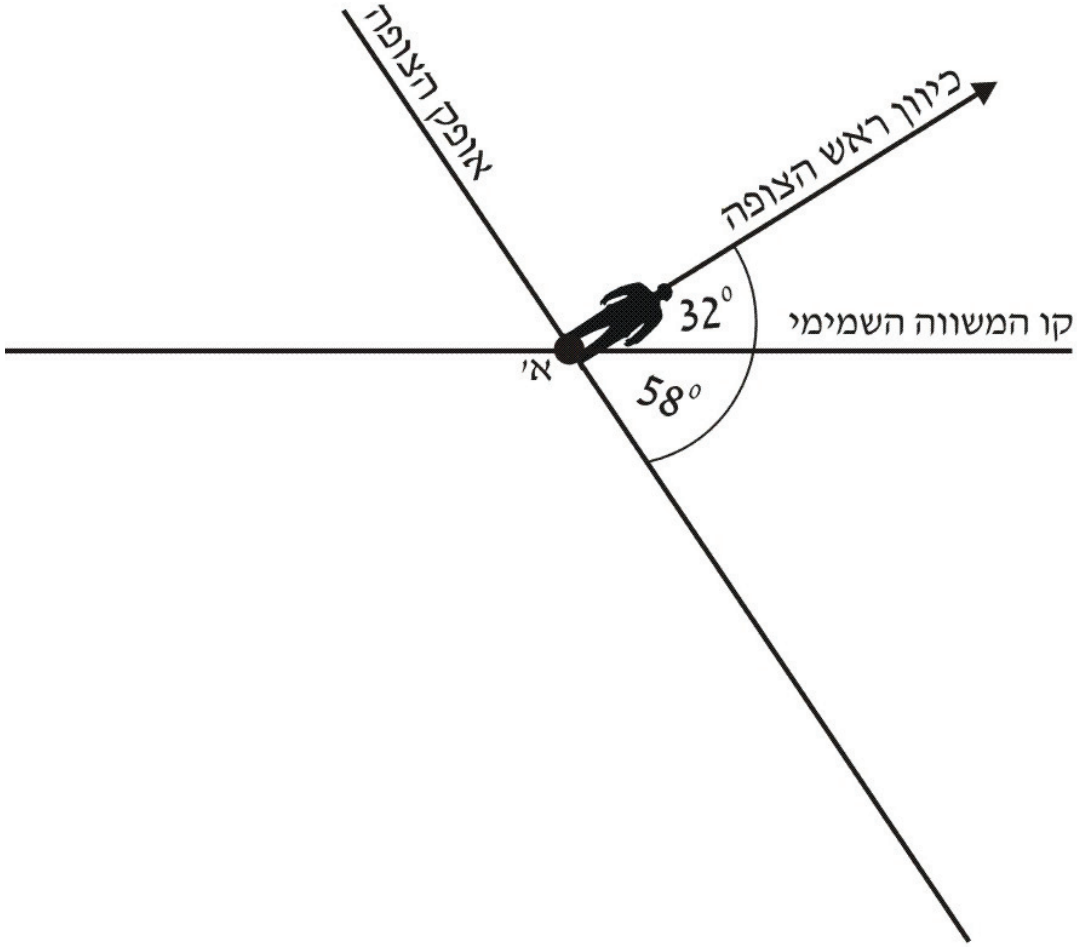
פרק י"ז
תמונה 23 א'



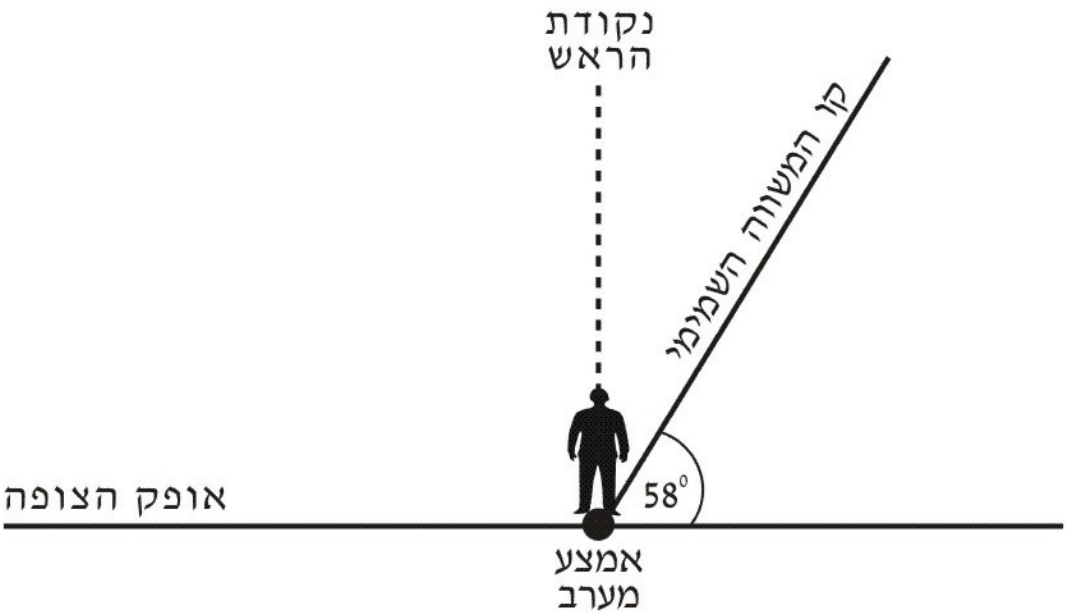
פרק י"ז
תמונה 23 ב'



פרק י"ז
תמונה 23 ג'

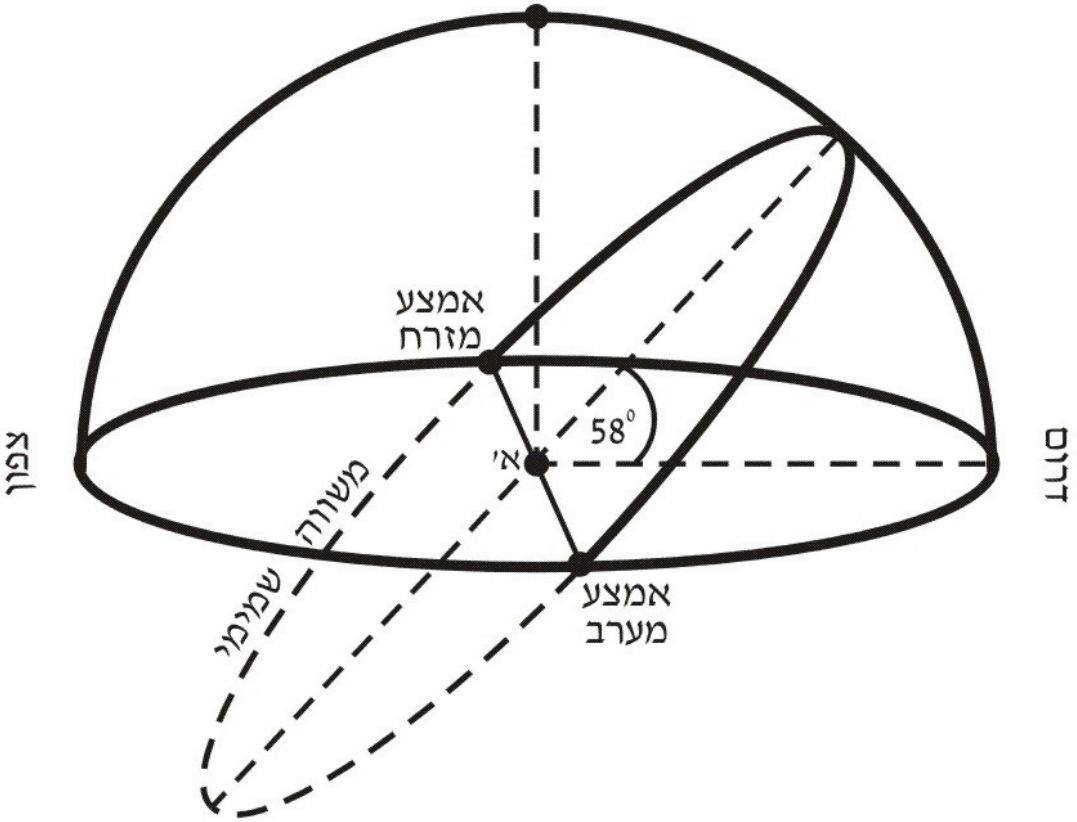


פרק י"ז
תמונה 23 ד'

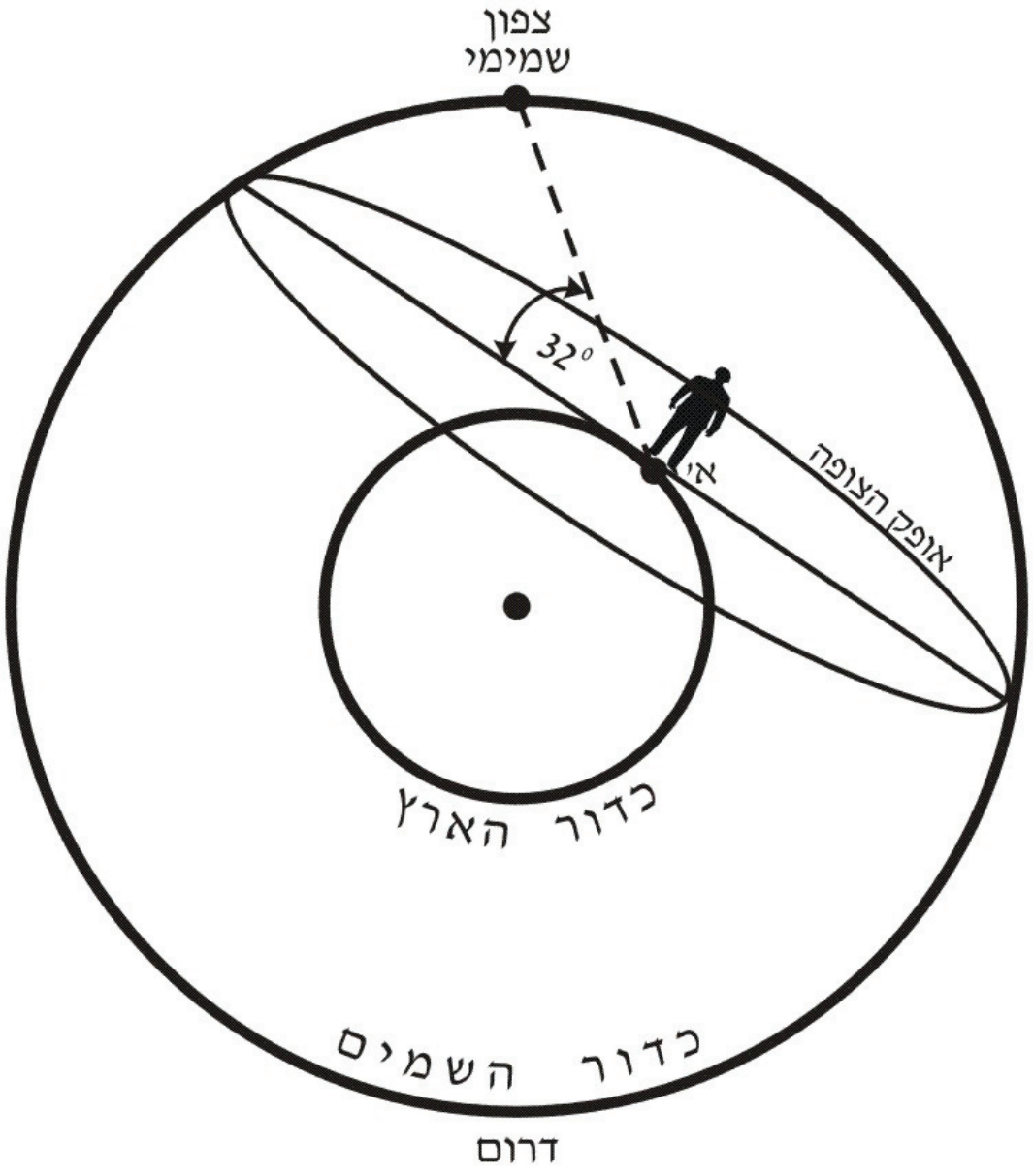


<u>תמונה 23ד':</u> כיוון קו המשווה השמימי ביחס לאופק ירושלים.

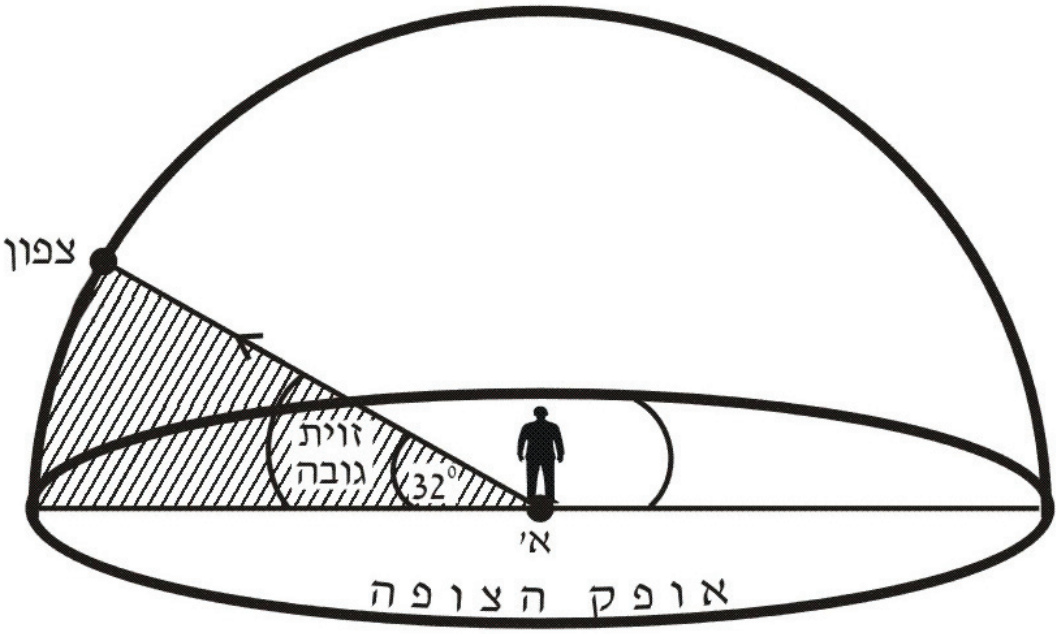
פרק י״ז
תמונה 23 ה׳



פרק י"ז
תמונה 24 א'

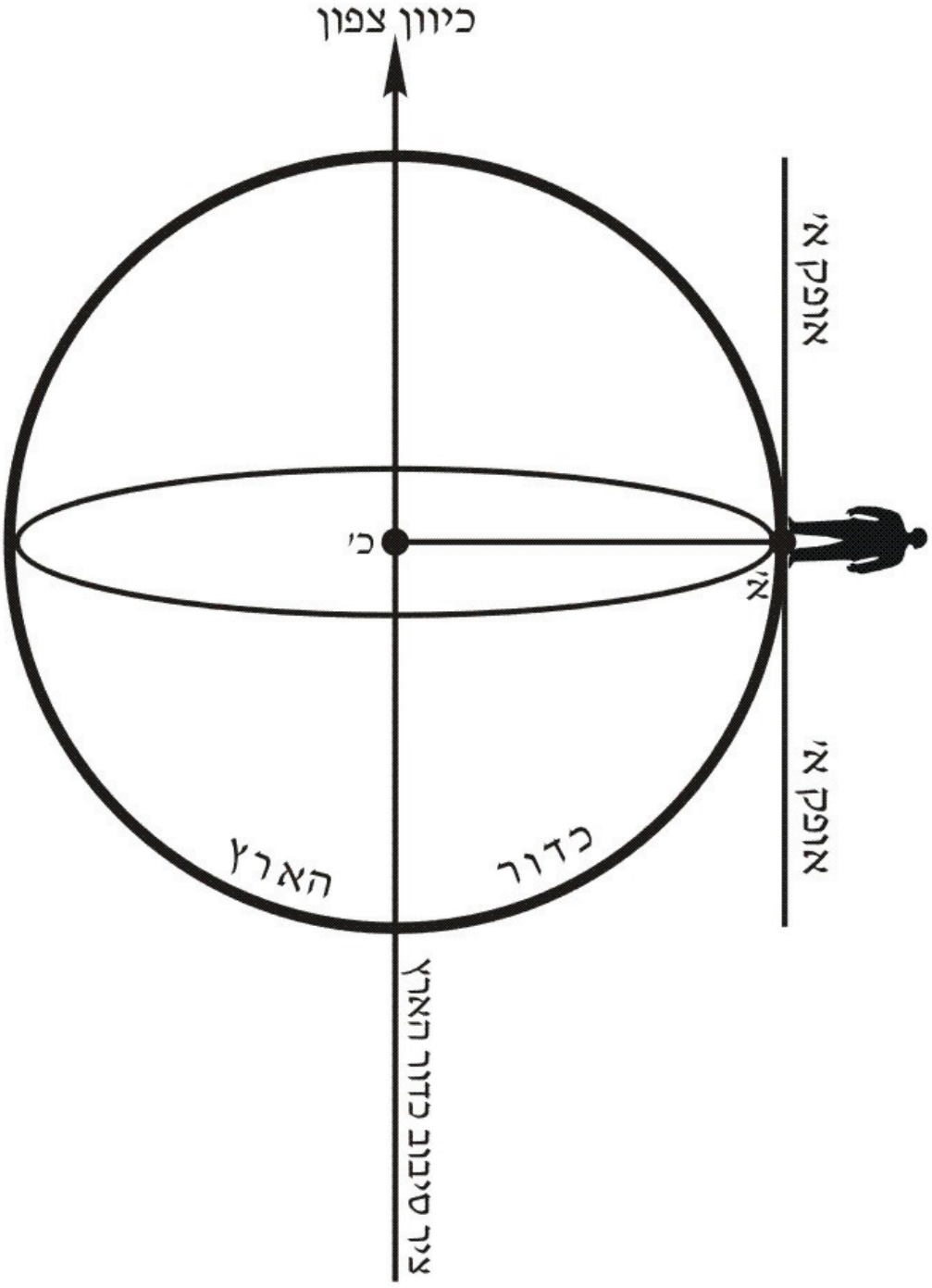


פרק י"ז
תמונה 24 ב'

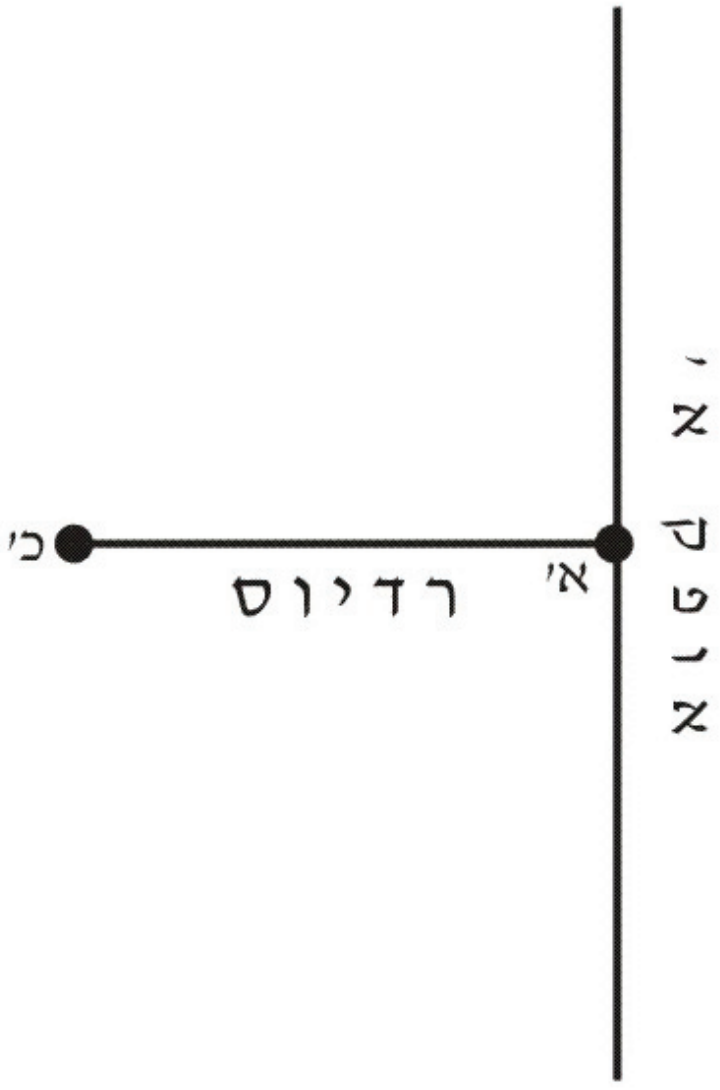


<u>תמונה 24ב':</u> זוית הגובה של כיוון הצפון מעל האופק בירושלים, היא זוית הרוחב של ירושלים על כדור הארץ.

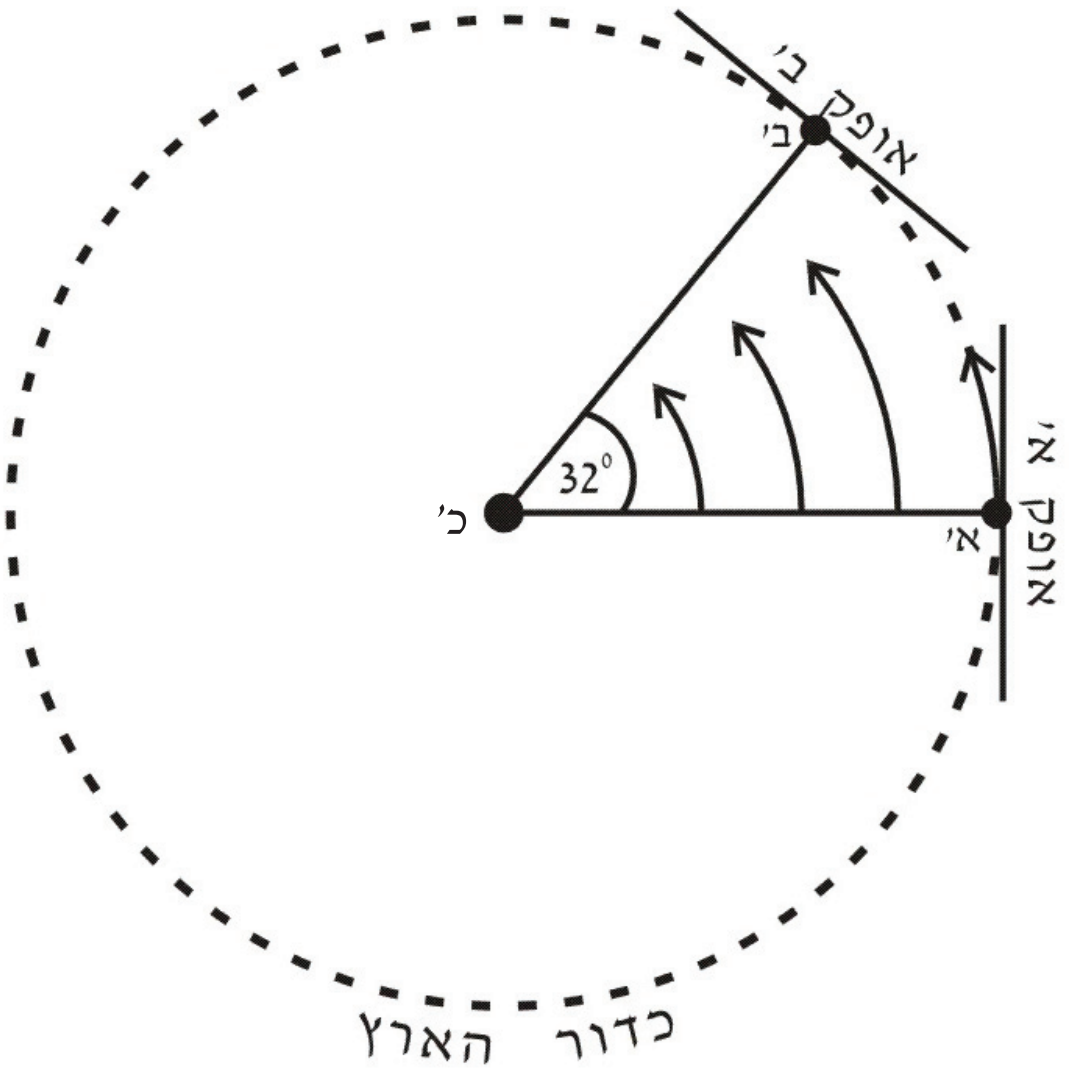
פרק י"ז
תמונה 25



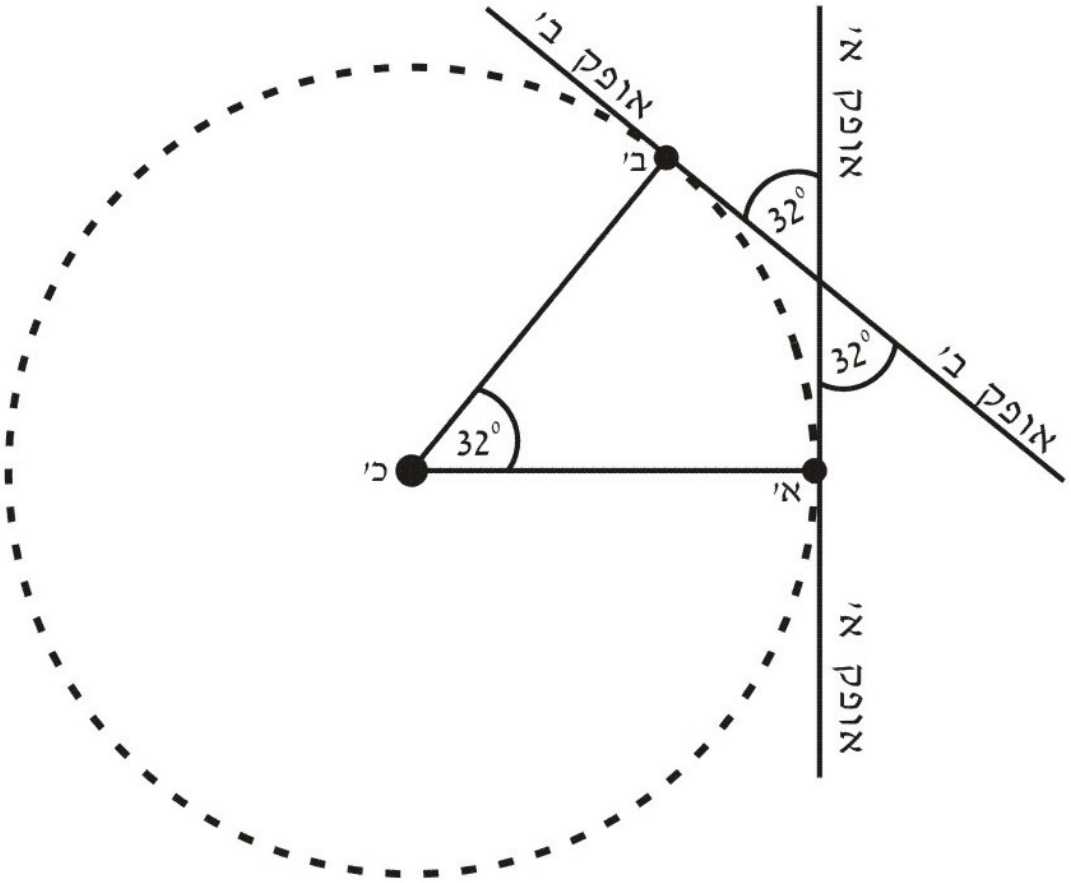
פרק י"ז
תמונה 26



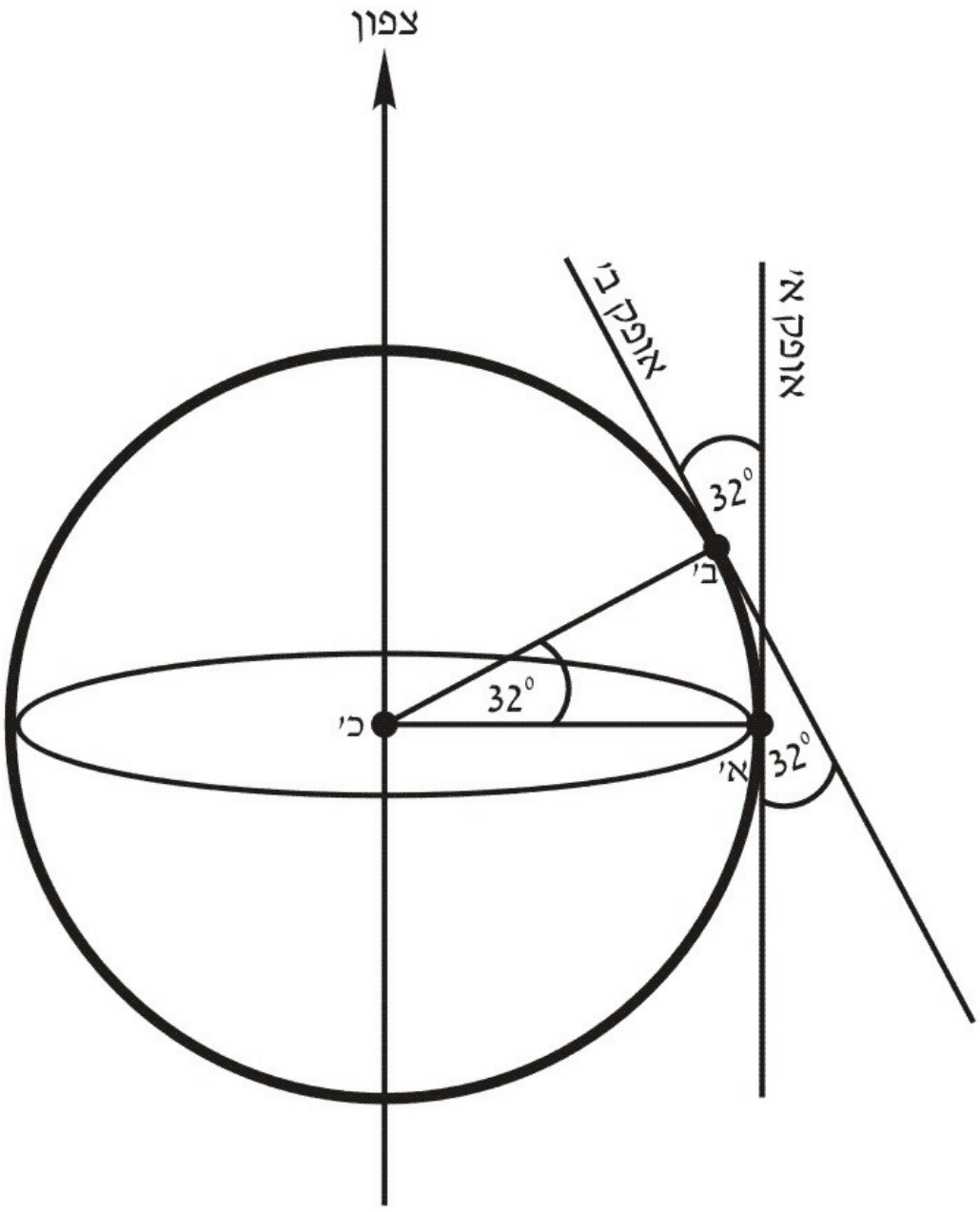
פרק י"ז
תמונה 27



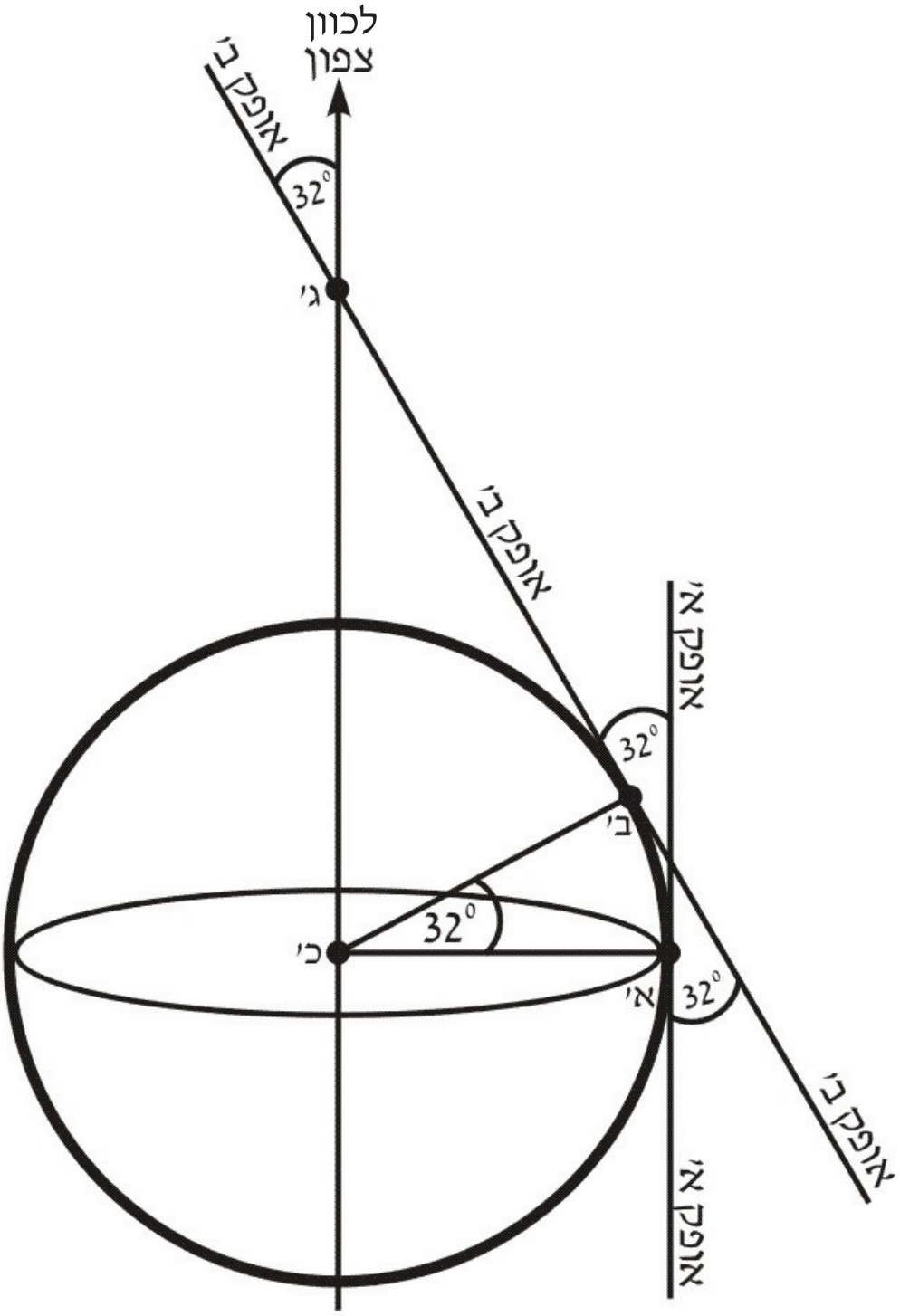
פרק י"ז
תמונה 28



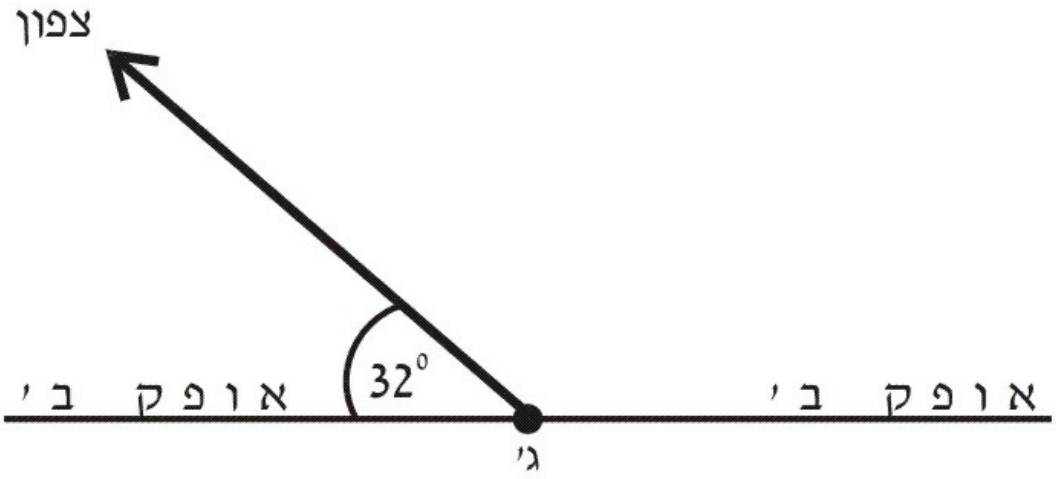
פרק י"ז
תמונה 29



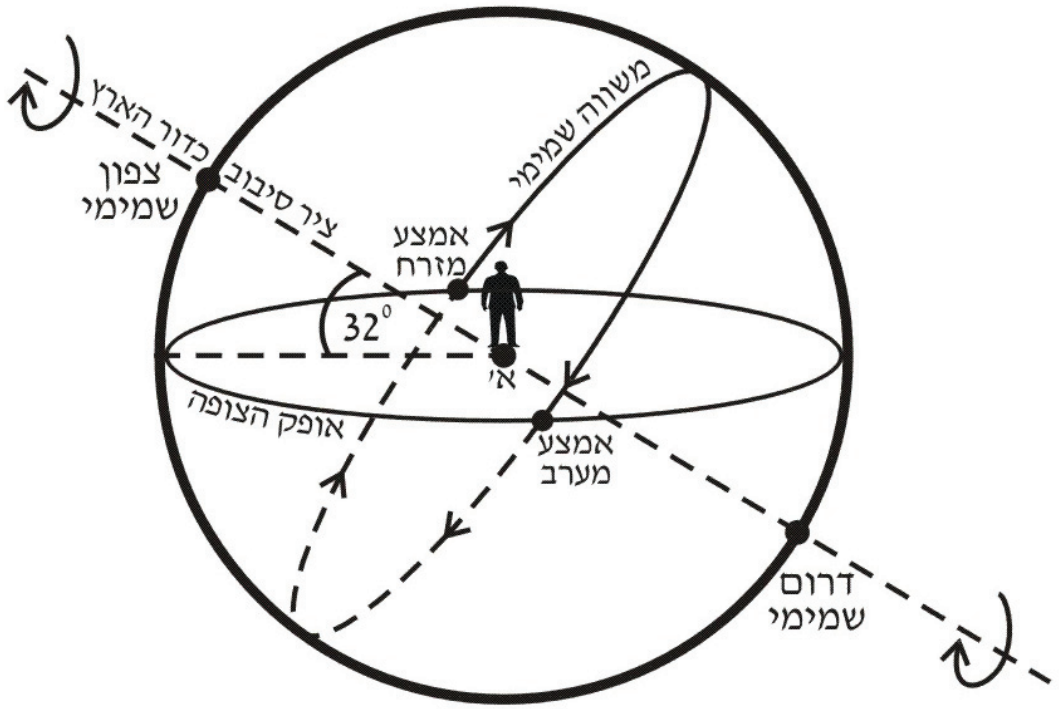
פרק י"ז
תמונה 30



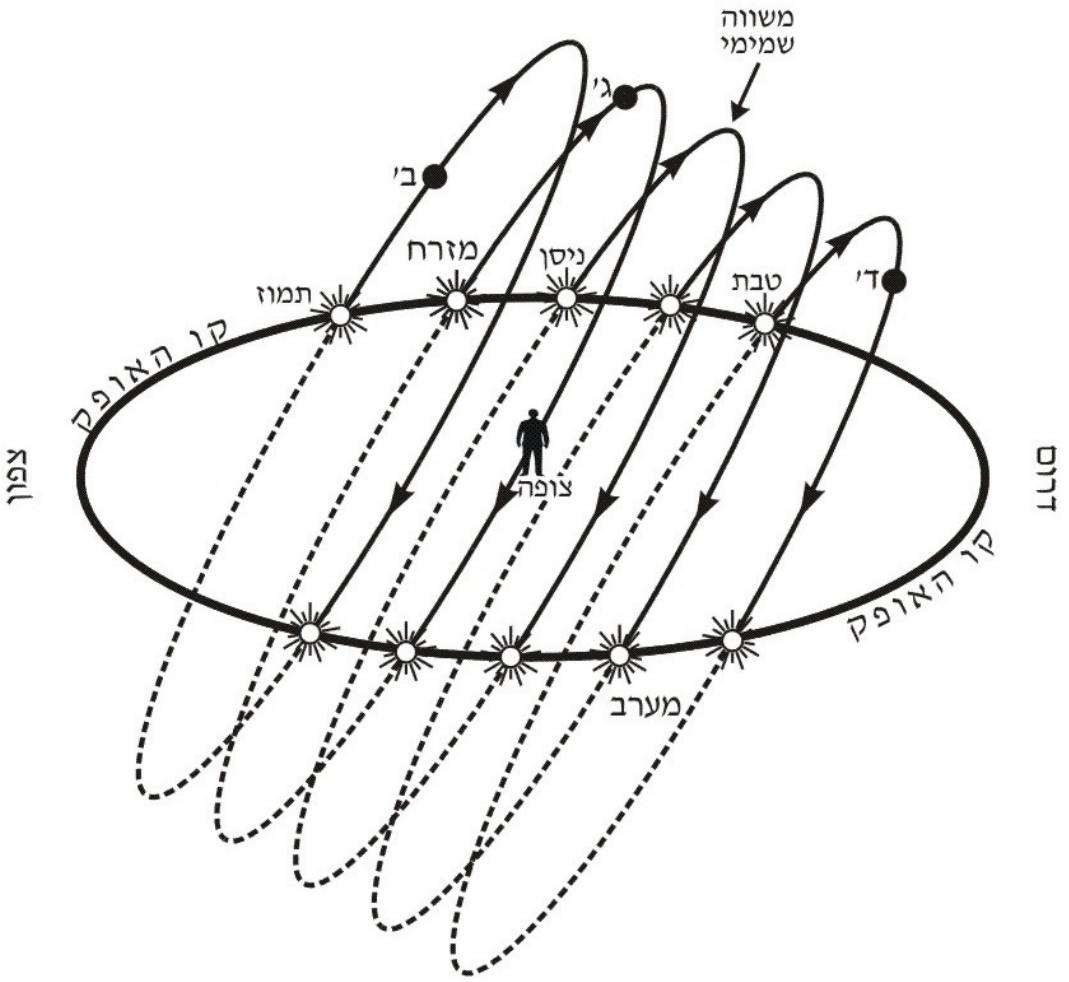
פרק י"ז
תמונה 31



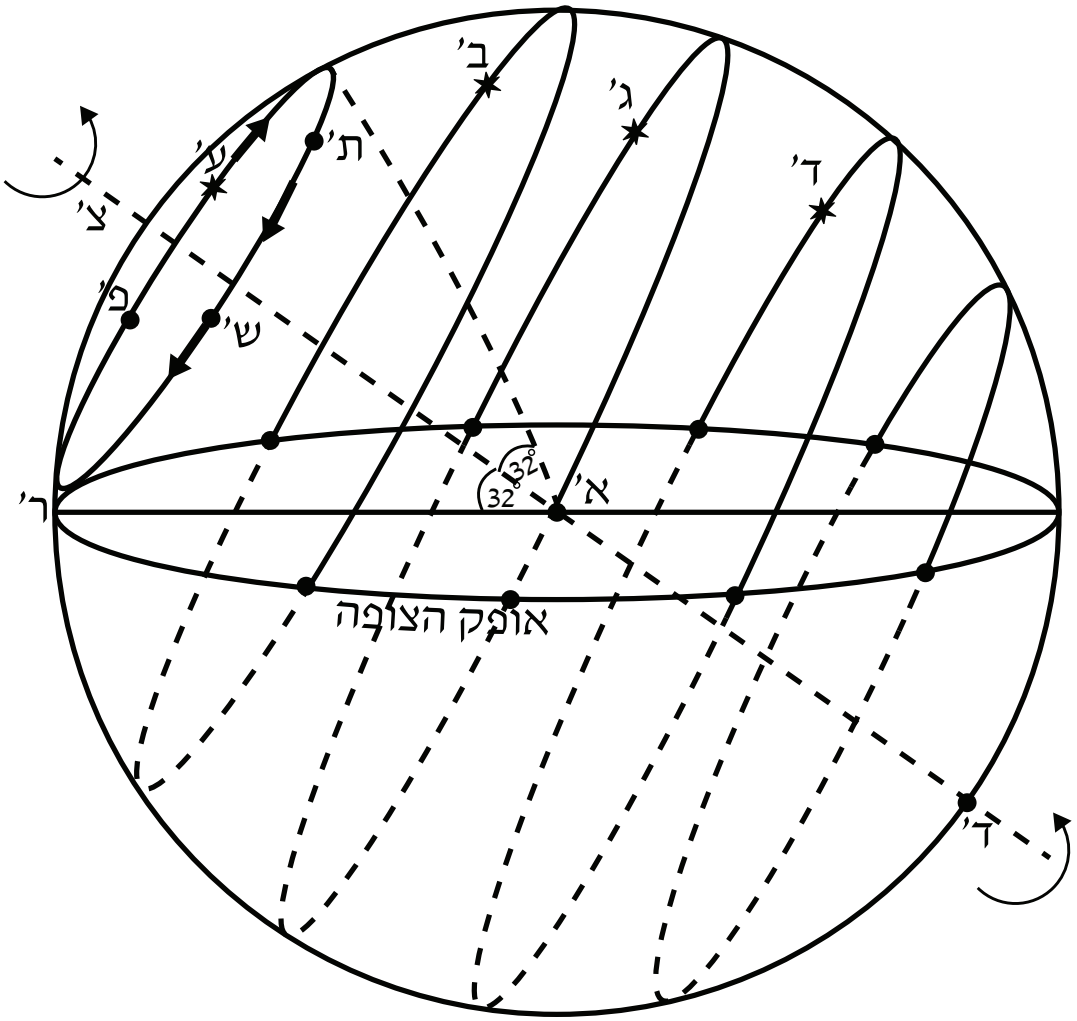
פרק י"ז
תמונה 32



פרק י"ז
תמונה 33 א'

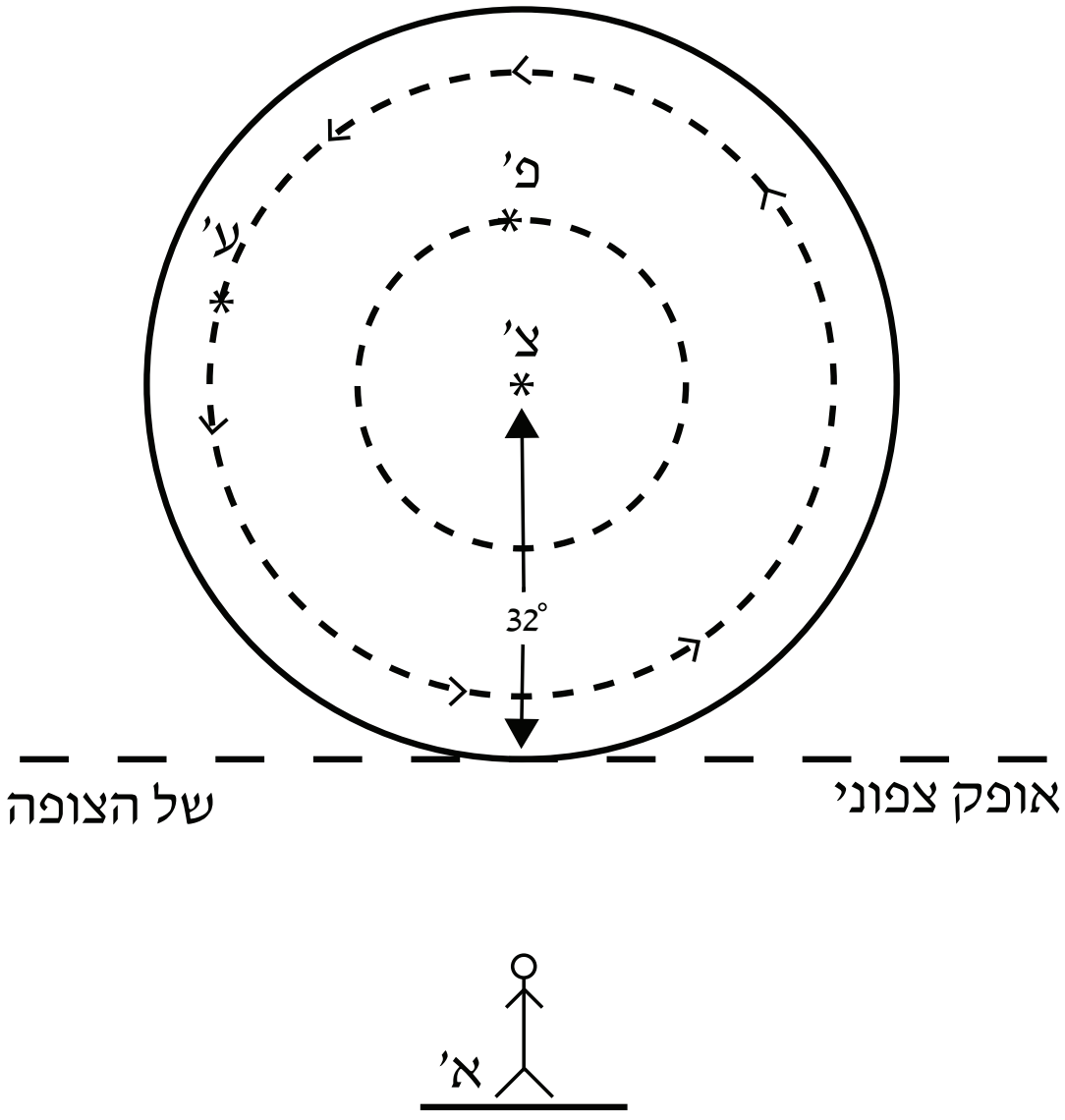


פרק י"ז
תמונה 33 ב'



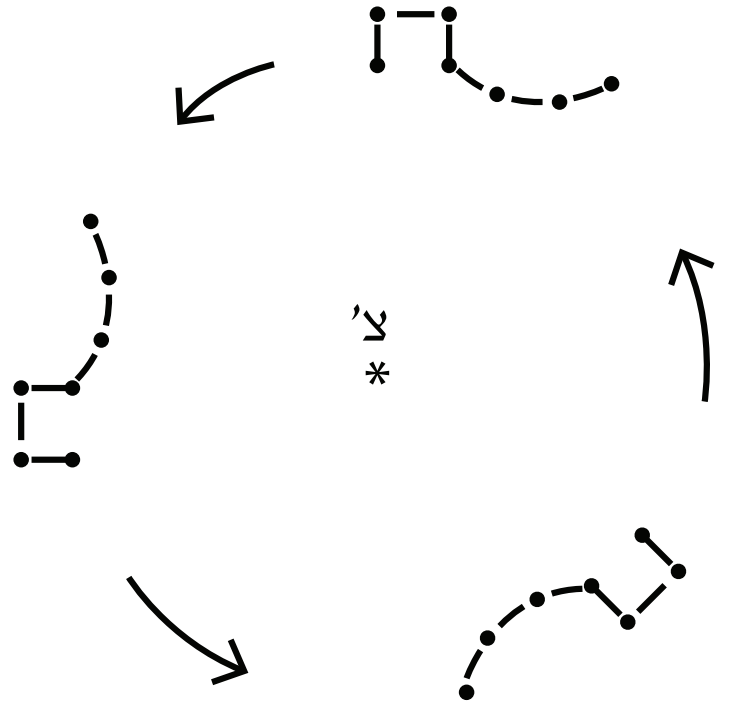
<u>תמונה 33 ב':</u> שלושת הכוכבים בג"ד סובבים סביב הציר צ"ד, והם משלימים את סיבובם היומי מעל לאופק של הצופה א', או מתחתיו. אבל, הכוכב ע' משלים את כל הסיבוב היומי שלו במעגל המסומן באותיות עתשרפ"ע, מבלי שירד כלל מתחת לאופק הצופה. אבל, שלושת הכוכבים ב', ג', ד' יורדים גם מתחת לאופק.

פרק י"ז
תמונה 33 ג'



<u>תמונה 33 ג':</u> מבט של הצופה א' לכיוון צפון. שני הכוכבים ע', פ' אינם זורחים או שוקעים לעולם (בירושלים).

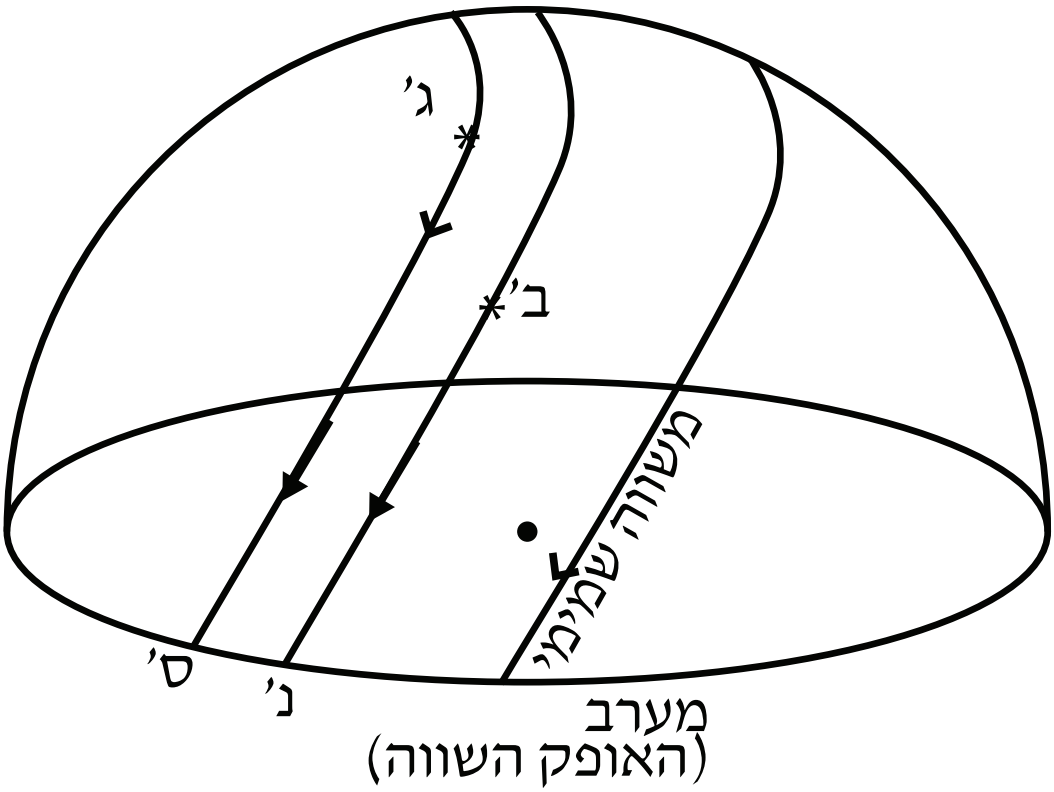
פרק י"ז
תמונה 33 ד'



אופק צפוני של הצופה

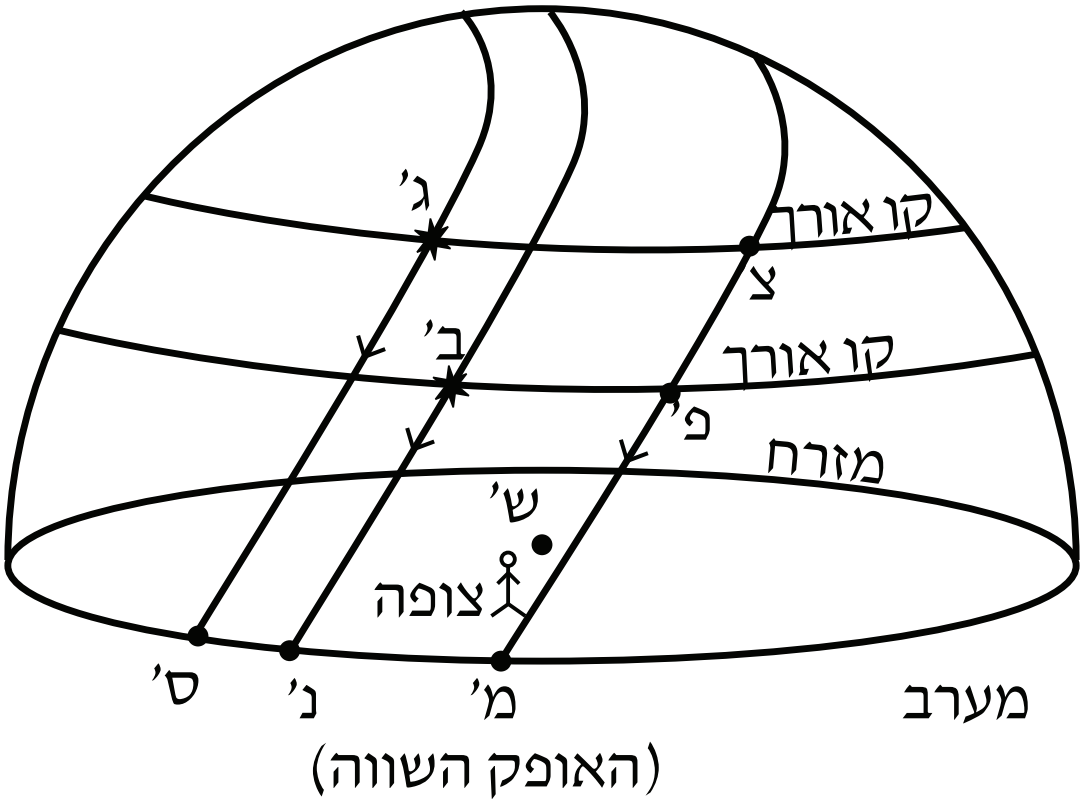
<u>תמונה 33 ד':</u> העגלה הגדולה אינה שוקעת לעולם באופק ירושלים.

פרק י"ז
תמונה 34 א'



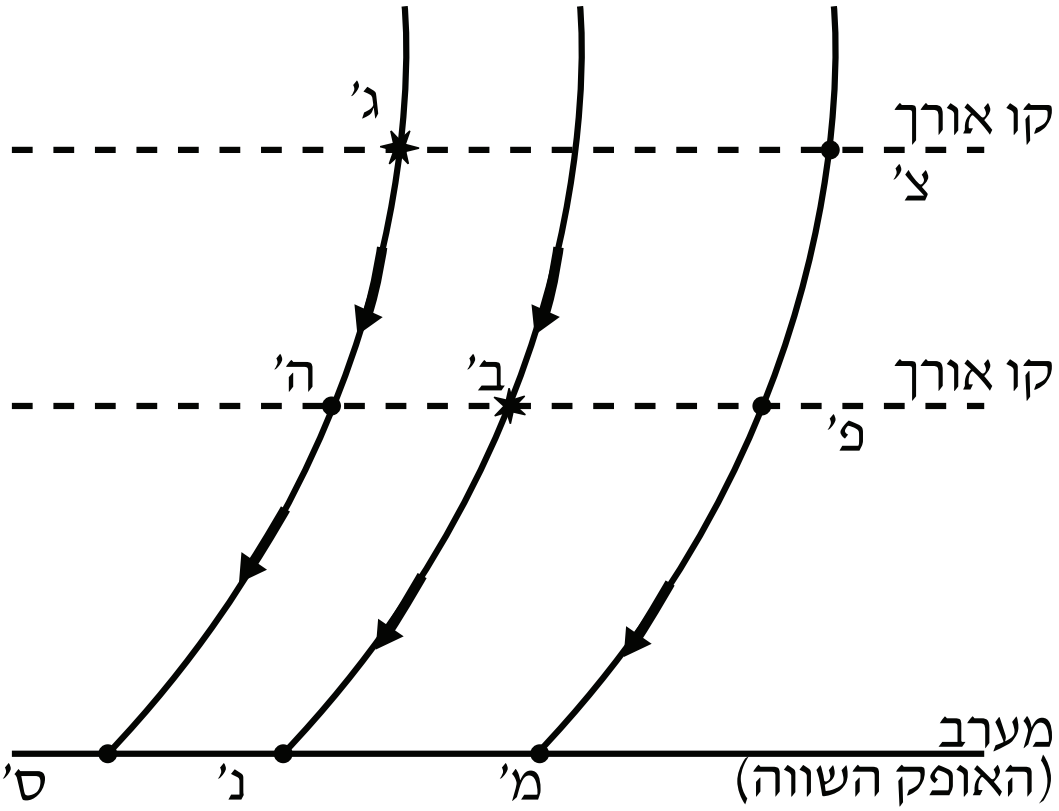
<u>תמונה 34 א:</u> תנועת הכוכבים ב' וג', לקראת שקיעתם, מקבילה לתנועת המשווה השמימי. שלושת התנועות נגרמות בגלל סיבוב כדור הארץ עצמו.

פרק י"ז
תמונה 34 ב'

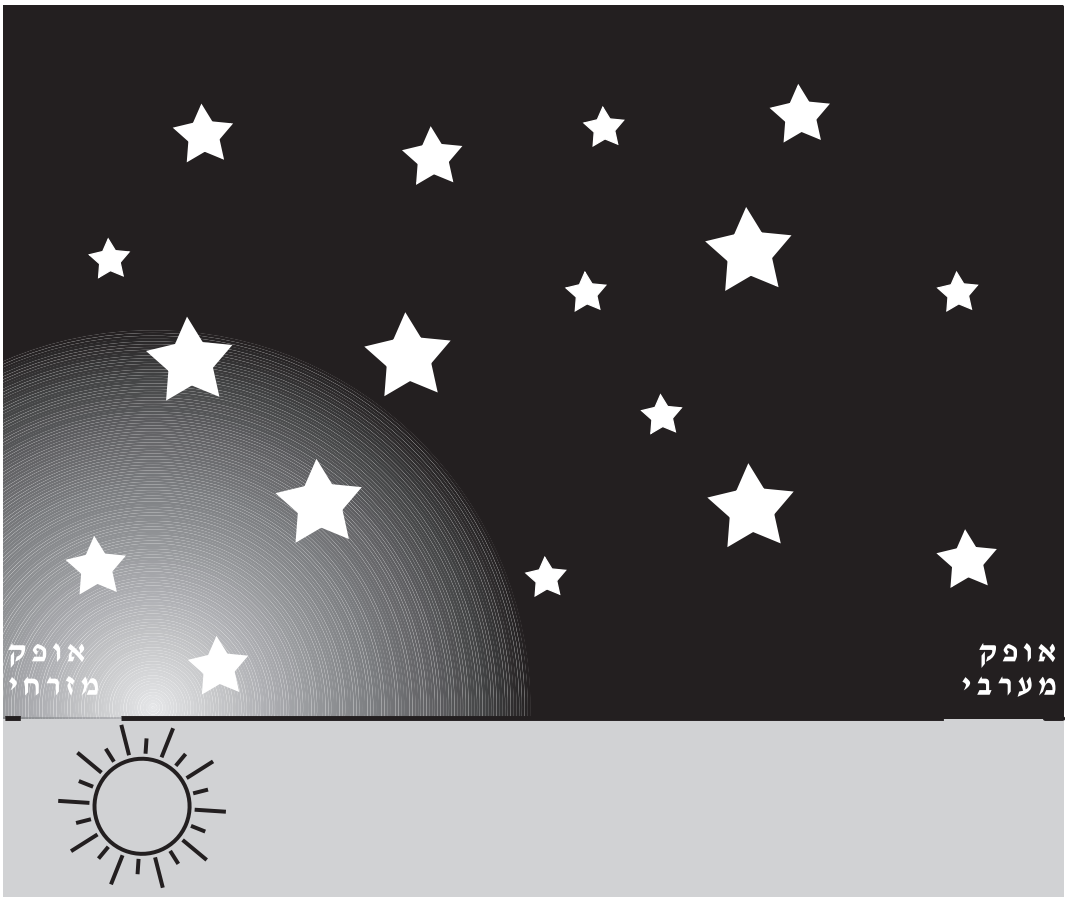


<u>תמונה 34 ב:</u> הכוכב ב' ישקע בנקודה נ', מוקדם יותר מכוכב ג', השוקע בנקודה ס'.

פרק י"ז
תמונה 34 ג'

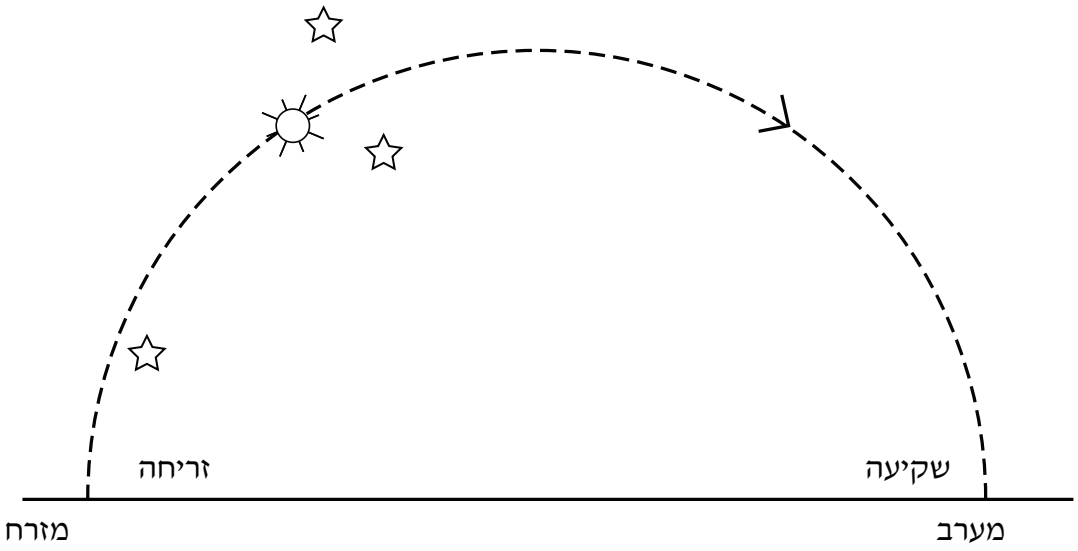


פרק י"ז
תמונה 35 א'



<u>תמונה 35א':</u> כשהשמש נמצאת עדיין מתחת לאופק, ועומדת לזרוח, היא מאירה גם את האופק המזרחי. האורות הראשונים שאפשר לראות הם אורות השחר. ברקע אפשר עדיין לראות כוכבים. רקע הכוכבים הולך ונעלם, ככל שאורות השחר מתחזקים עד לזריחת החמה.

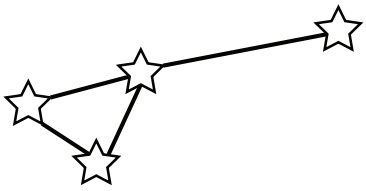
פרק י"ז
תמונה 35 ב'

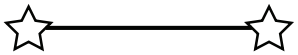


<u>תמונה 35ב':</u> אותו רקע של כוכבים משמש את השמש במשך כל היום והלילה, אף שהכוכבים אינם נראים בגלל זוהר השמש.

פרק י"ז
תמונה 35 ג'

יום ראשון



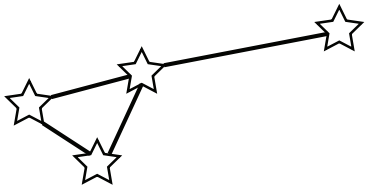


אופק מערבי



אופק מערבי

יום שני

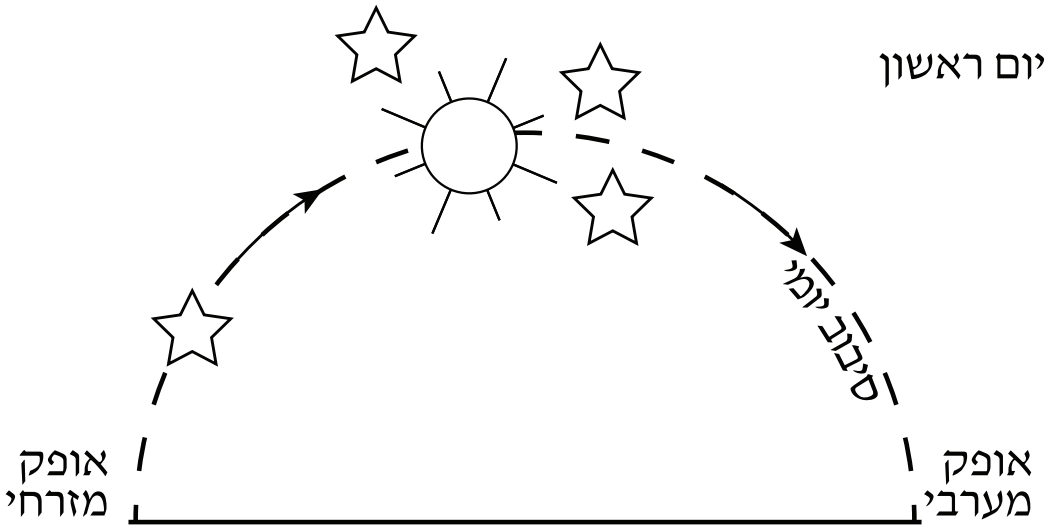


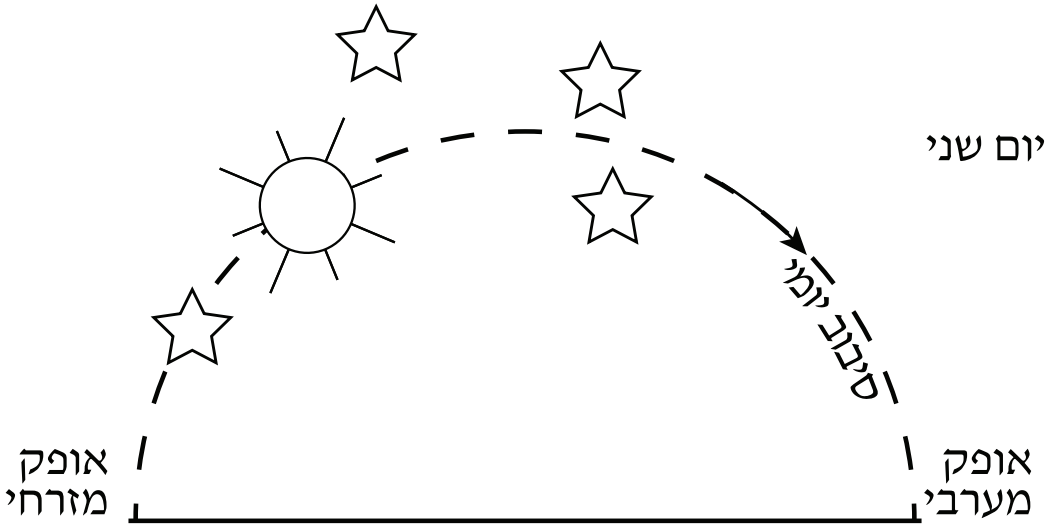
אופק מערבי



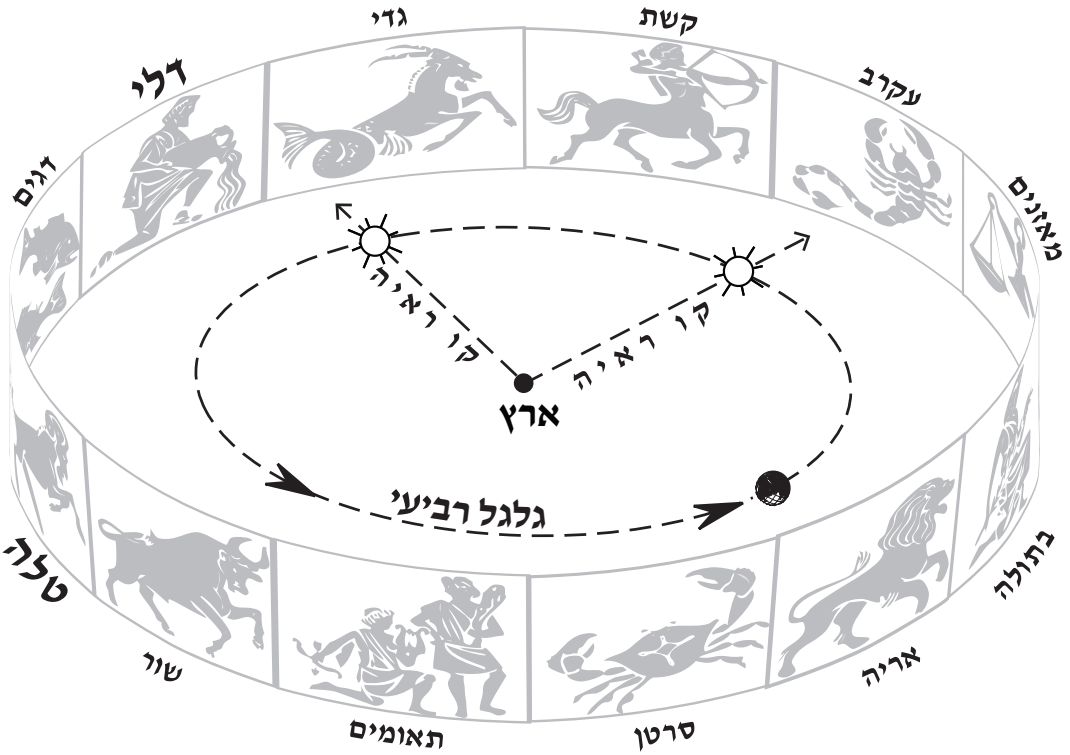
אופק מערבי

פרק י"ז
תמונה 35 ד'





פרק י"ז
תמונה 35 ה'



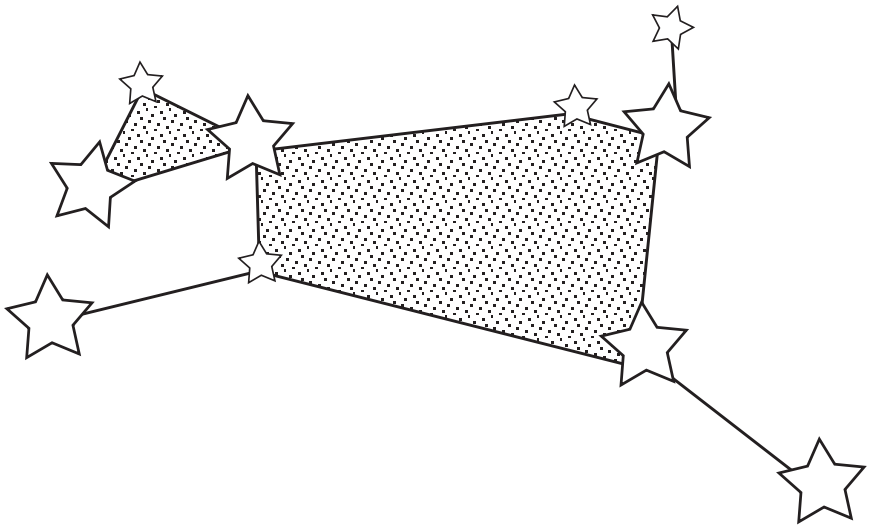
<u>תמונה 35ה':</u> בכל חודש מחודשי החמה רואה הצופה מכדור הארץ את השמש על רקע הכוכבים של מזל אחר משנים עשר המזלות. למשל, בחודש חשוון, כאשר אנו מסתכלים מכדור הארץ לעבר השמש, היא נמצאת על רקע הכוכבים במזל עקרב, ובחודש טבת היא נמצאת על רקע הכוכבים במזל גדי.

פרק י"ז
תמונה 35 ו'

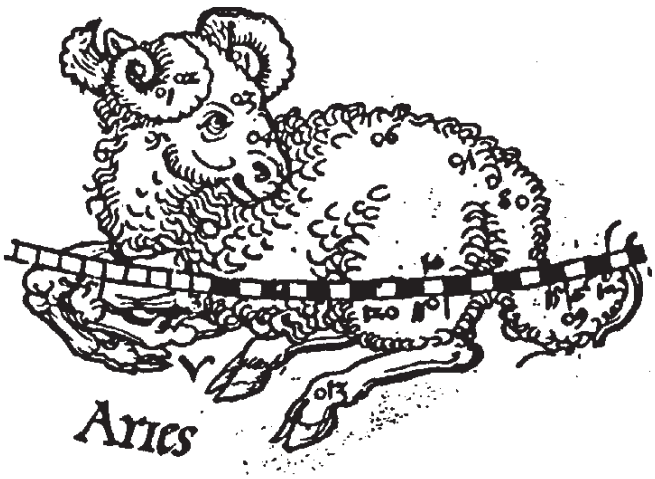
①



②



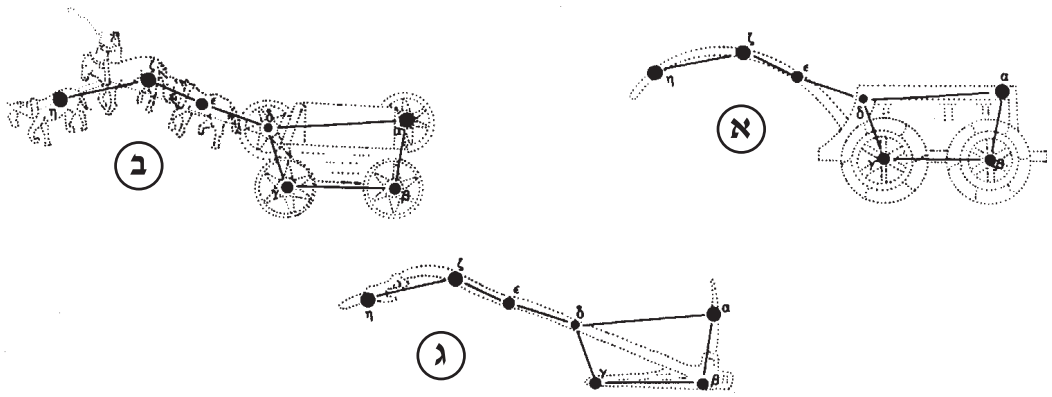
③



<u>תמונה 35ו':</u> מזל טלה. צורה זו של הטלה אינה נראית כלל בשמים, אלא קיימים שם מספר כוכבים (ציור 1) שאפשר לחברם בקוים דמיוניים המסמלים דמות של טלה (ציור 2)

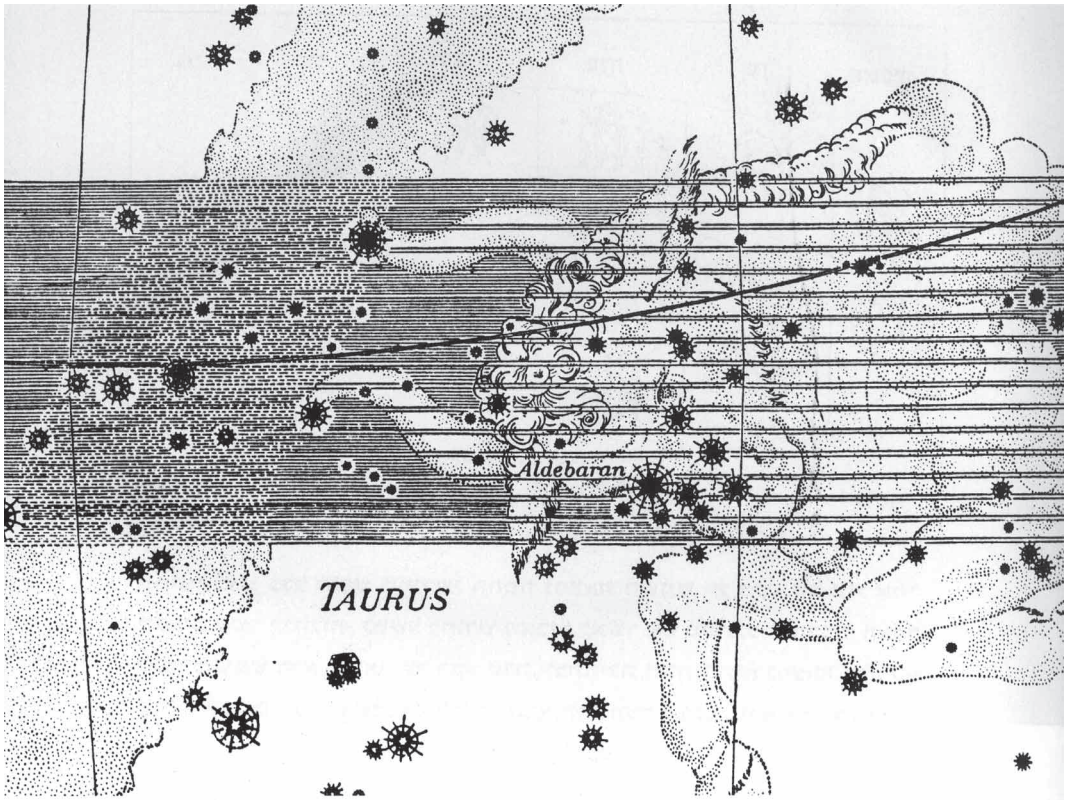
פרק י"ז
תמונה 35 ז׳





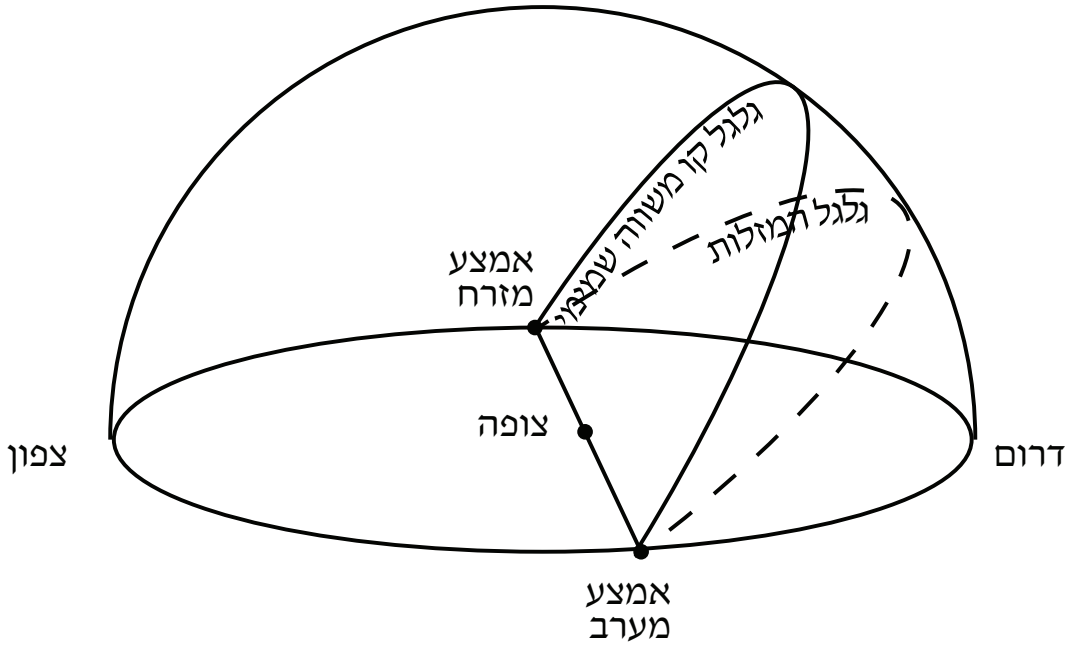
<u>תמונה 35ז׳:</u> התמונה העליונה היא צילום של קבוצת הכוכבים המכונה בשם "העגלה הגדולה". מתחתיה מספר שרטוטים דמיוניים המחברים כוכבים מסוימים לצורות שאכן נראות, כביכול, כמו עגלה (א) או כרכרה הרתומה לסוסים (ב) או אפילו מחרשה (ג). העגלה הגדולה אינה אחד משנים עשר המזלות.

פרק י"ז
תמונה 35 ח'



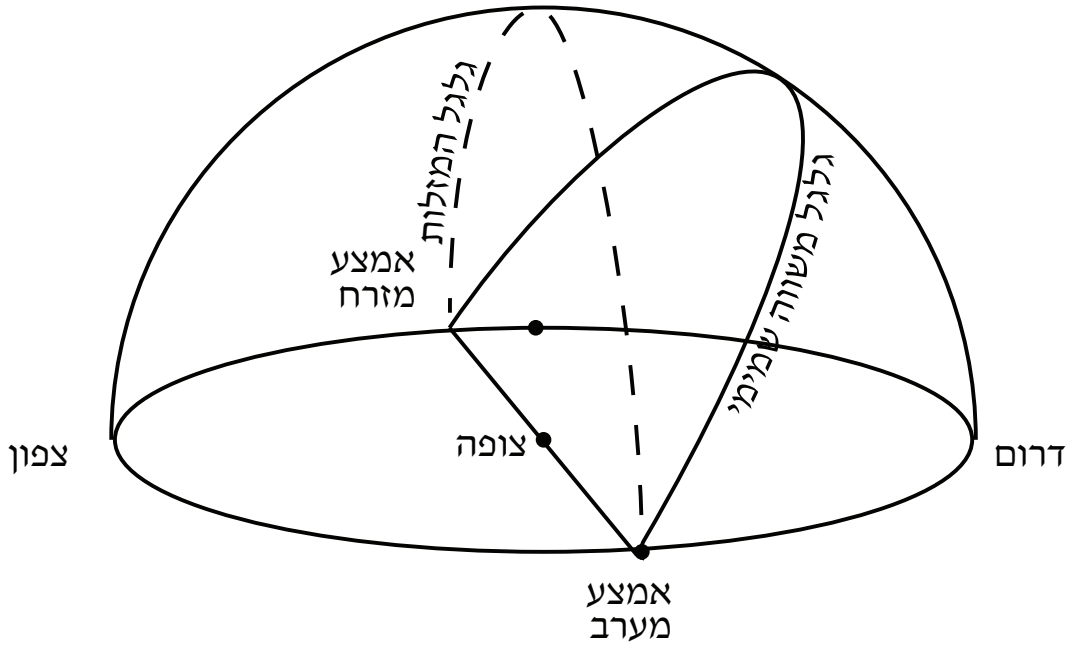
<u>תמונה 35ח':</u> מזל שור.

פרק י"ז
תמונה 35 ט'



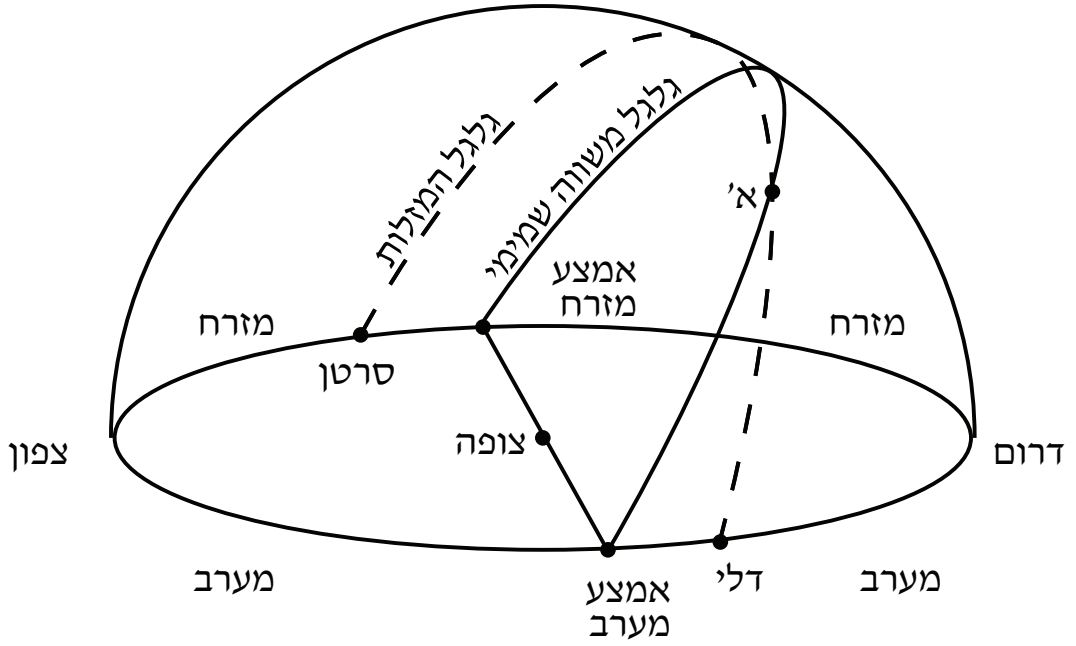
<u>תמונה 35ט':</u> בתקופת תשרי של החמה, נוטה גלגל המזלות כולו דרומה מגלגל המשווה השמימי.

פרק י"ז
תמונה 35 י'



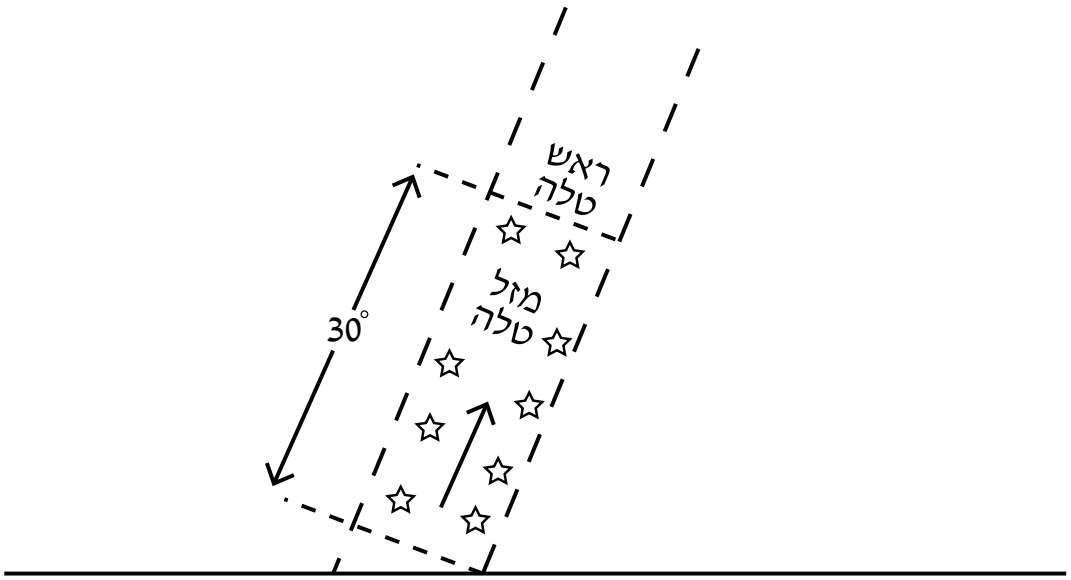
<u>תמונה 35י':</u> בתקופת ניסן של החמה, נוטה גלגל המזלות כולו צפונה מגלגל המשווה השמימי.

פרק י"ז
תמונה 35 י"א

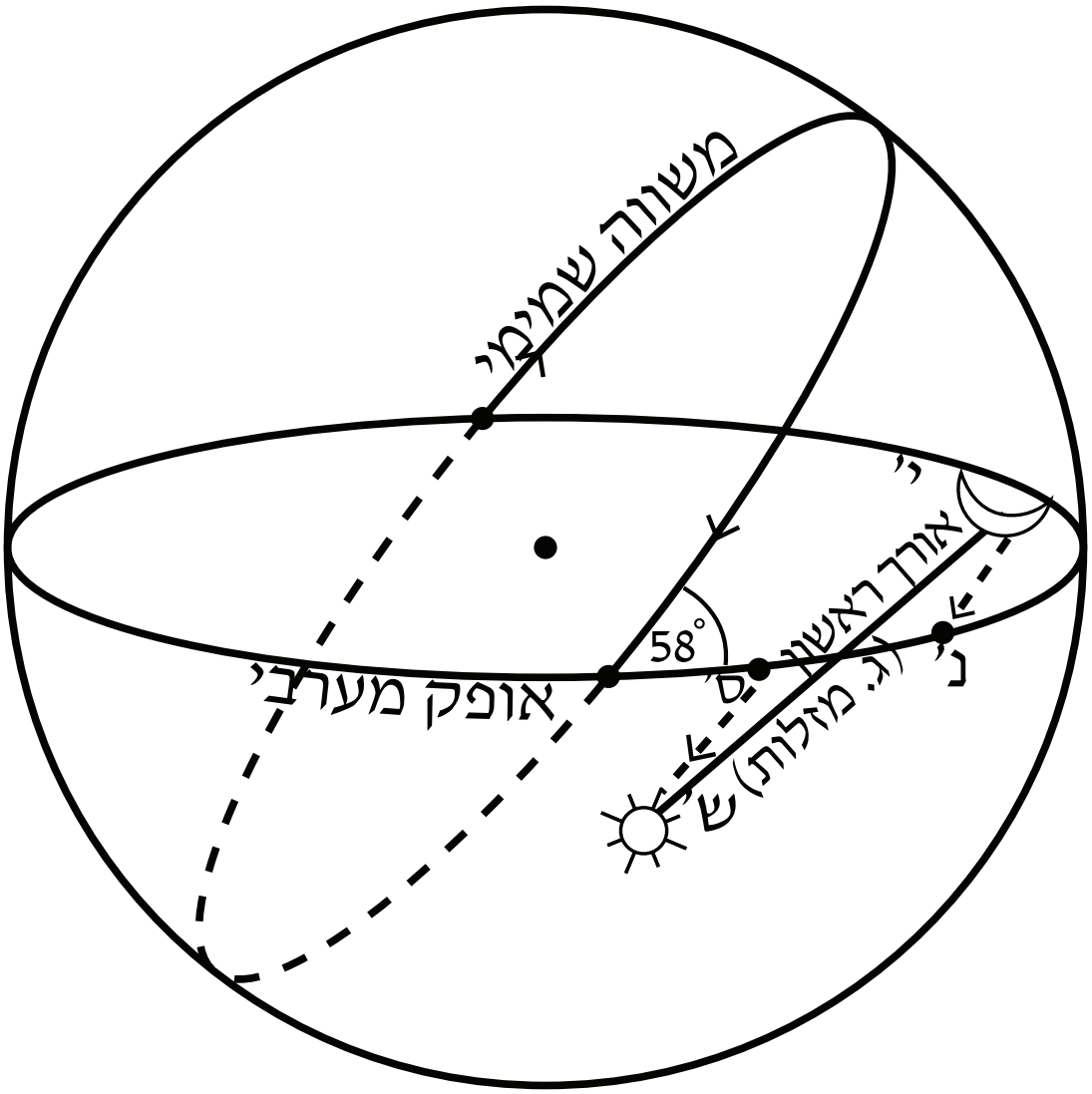


<u>תמונה 35י"א:</u> בחודש טבת של חמה חותך גלגל המזלות את גלגל המשווה השמימי בנקודה א' הנמצאת מעל האופק המערבי.

פרק י"ז
תמונה 35 י"ב

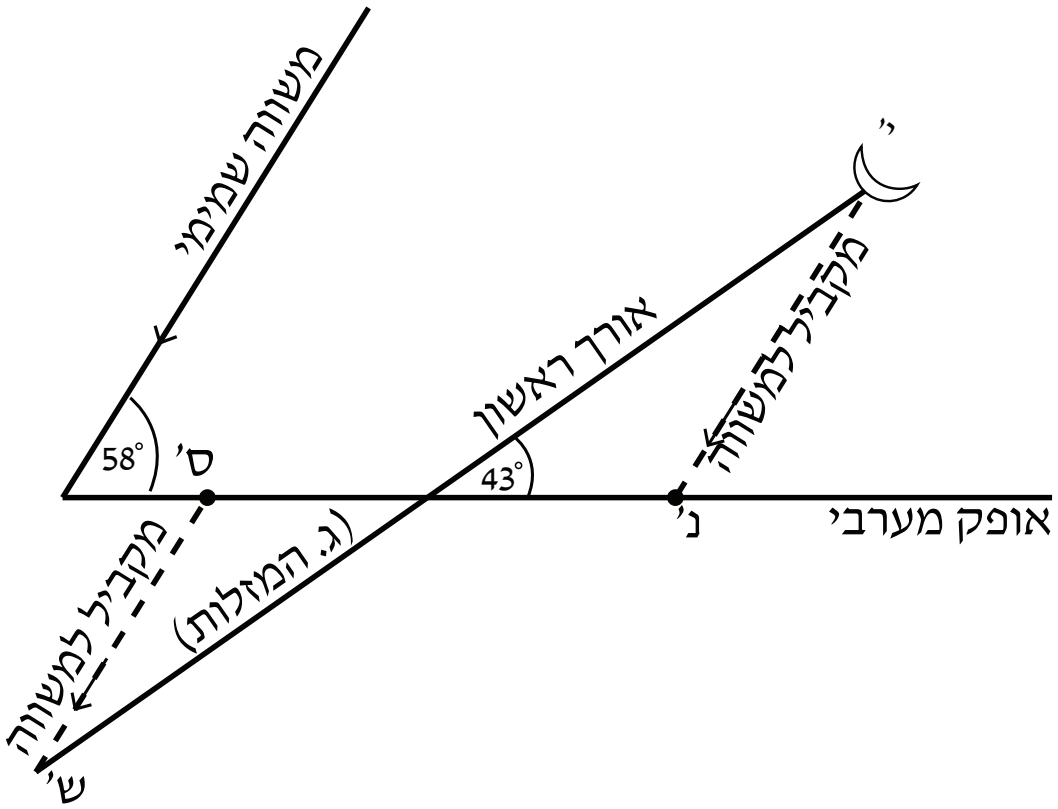


פרק י"ז
תמונה 36



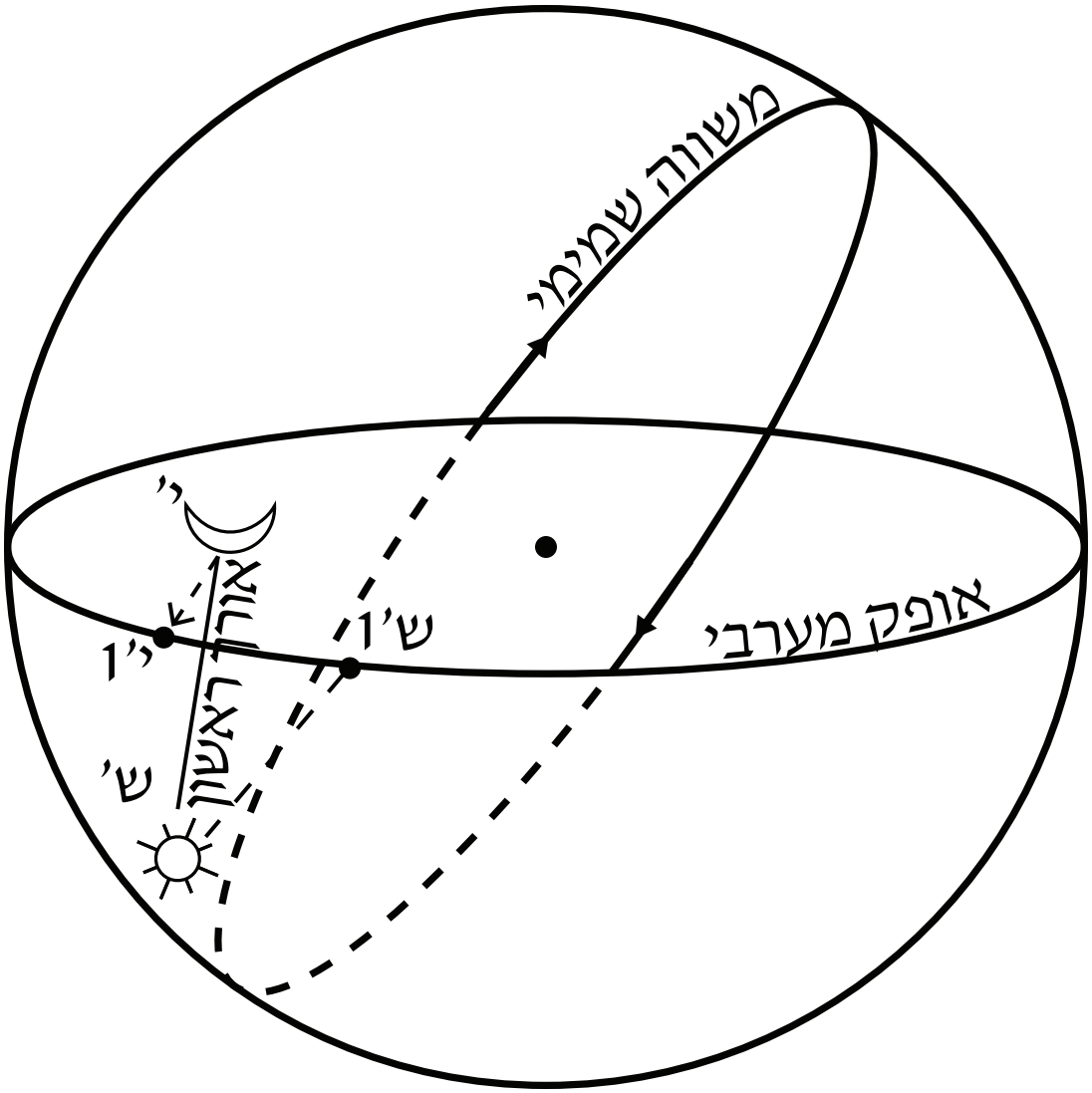
<u>תמונה 36:</u> גם ברגע הראיה, השמש והירח, שניהם נעים במסלול יומי (בקוים מרוסקים), כל אחד במקביל לקו המשווה השמימי.

פרק י"ז
תמונה 37

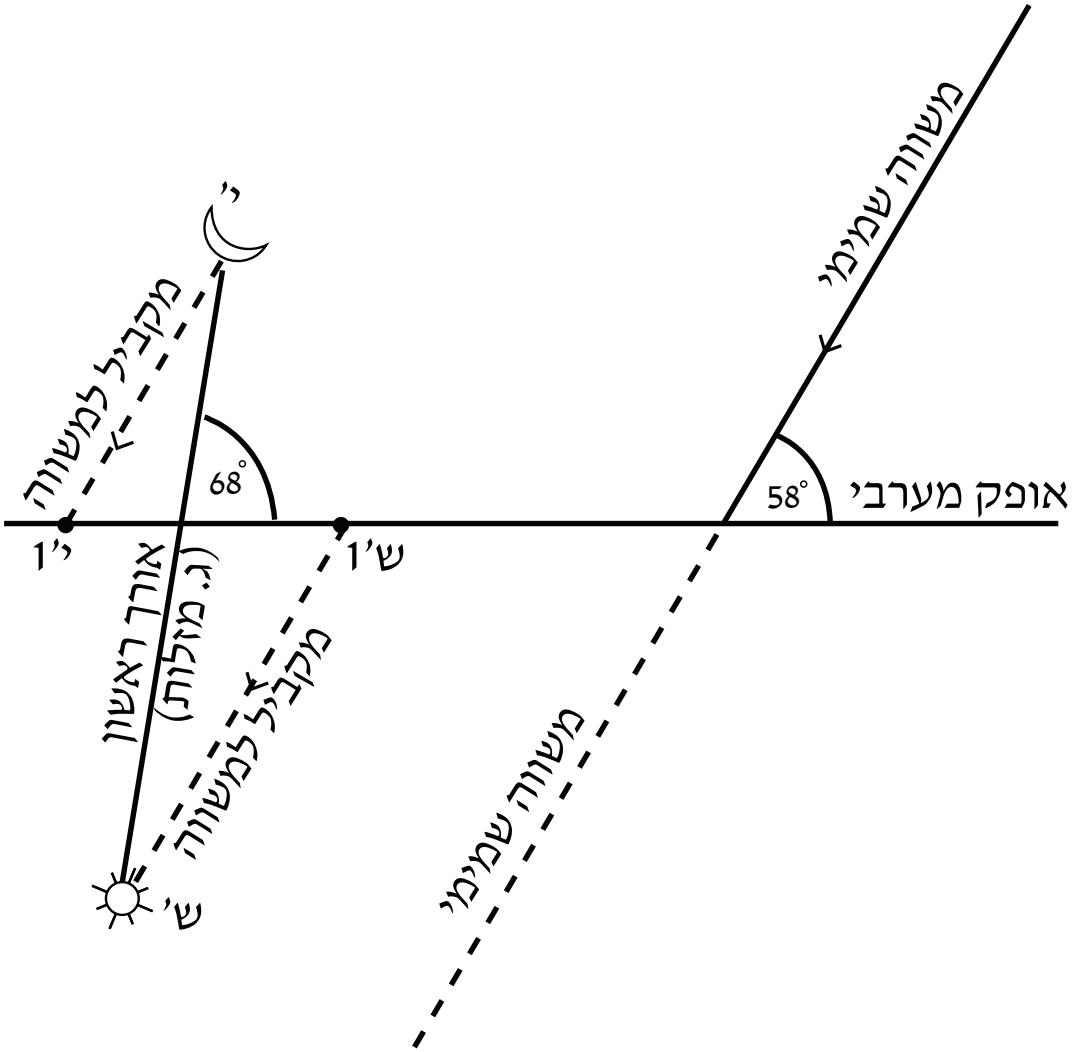


<u>תמונה 37:</u> כיוון גלגל המזלות הוא בכיוון הקו י"ש (אורך ראשון). אבל הירח י' שוקע בכיוון המשווה השמימי י"נ, ולא בכיוון גלגל המזלות י"ש. גם הנקודה ש' שוקעת בכיוון מקביל למשווה השמימי.

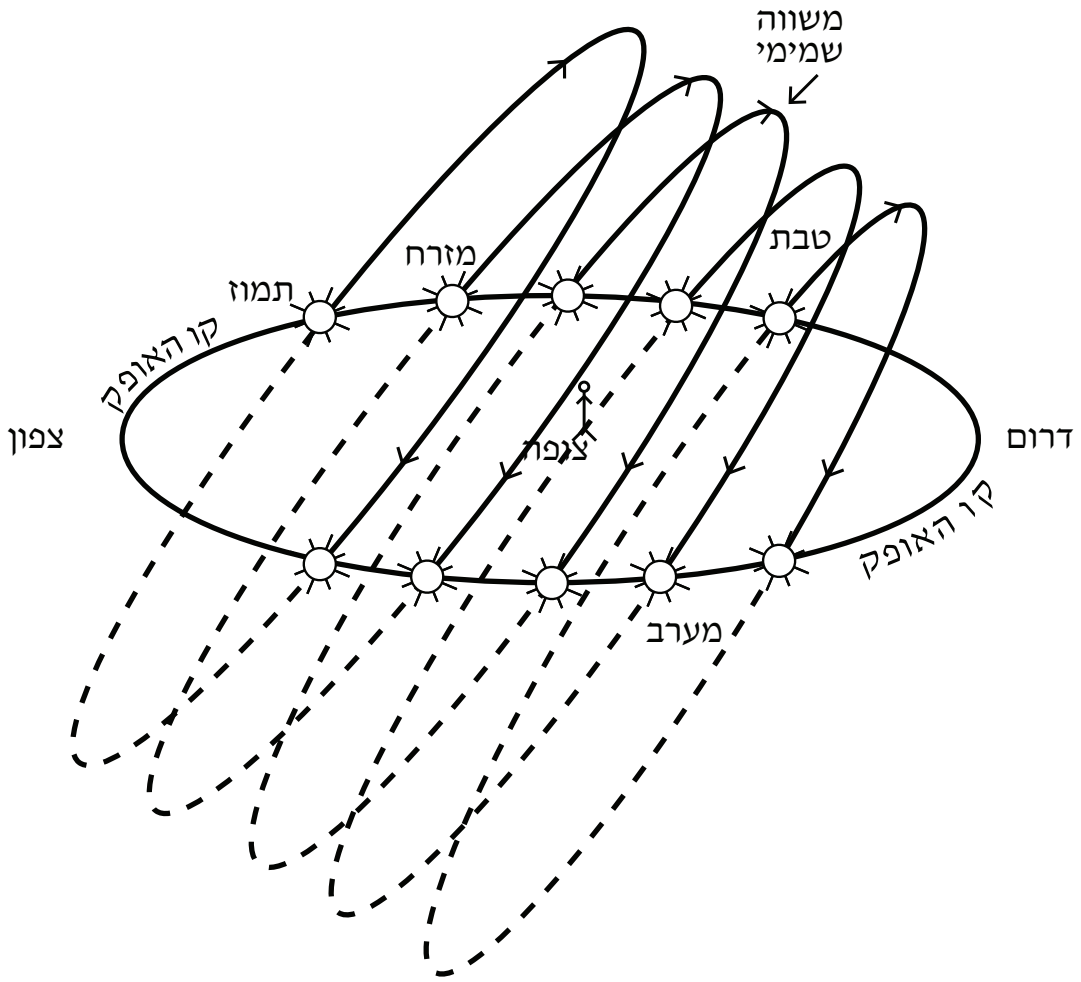
פרק י"ז
תמונה 38



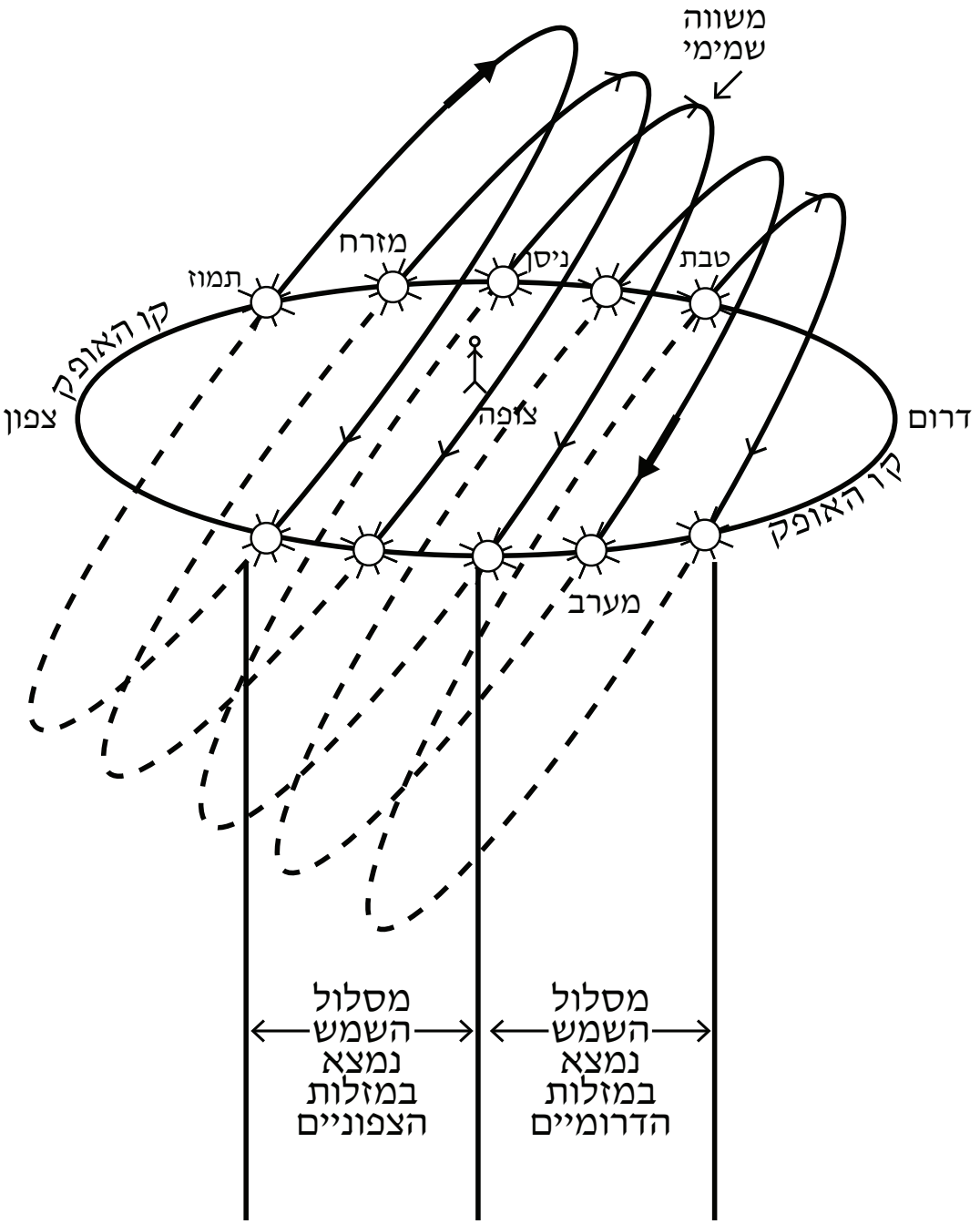
פרק י"ז
תמונה 39



פרק י"ז
תמונה 40



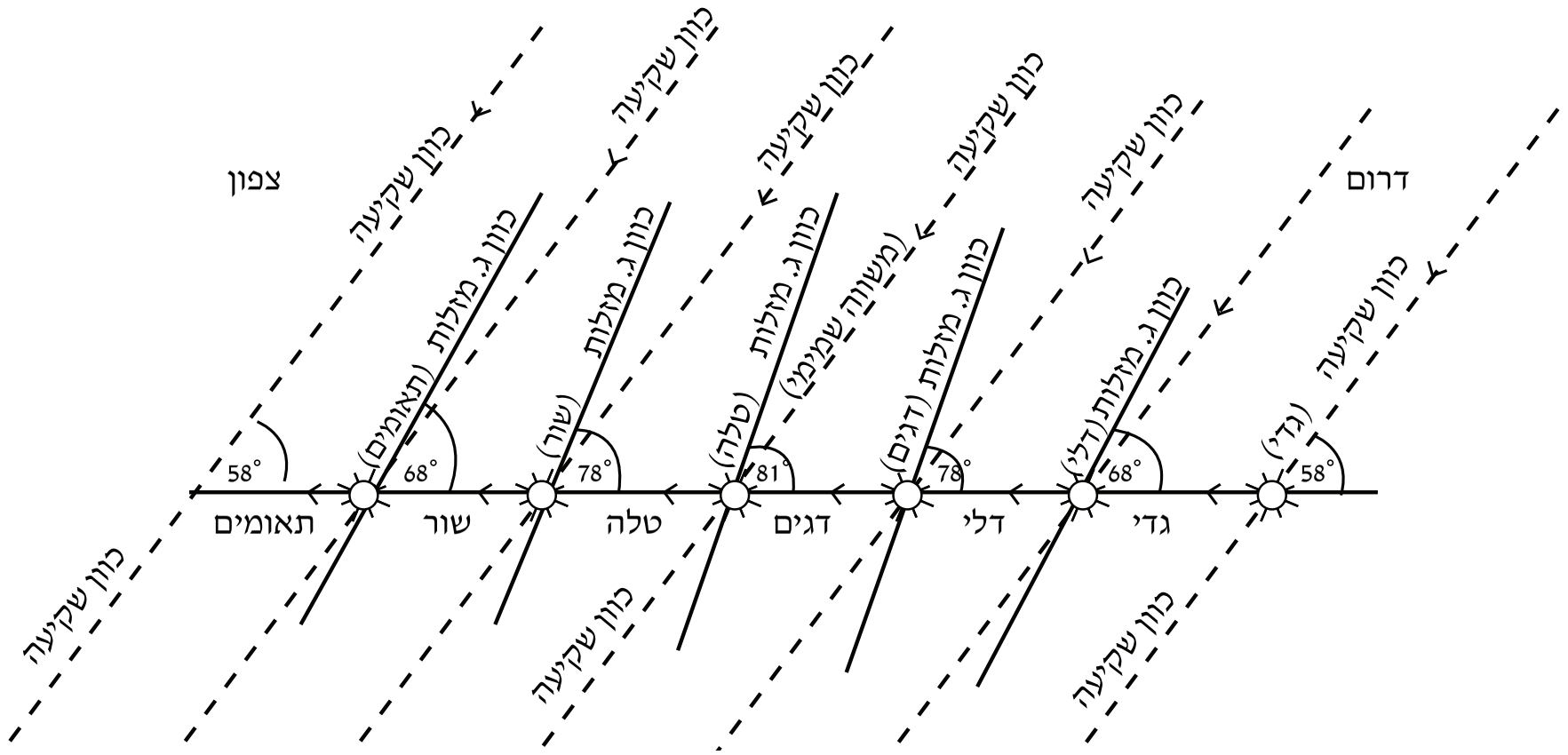
פרק י"ז
תמונה 41



<u>תמונה 41:</u> בכל מקום שהשמש נמצאת במזל דרומי, גם הירח הראשון ברגע הראיה נמצא מדרום למשווה השמימי, ובמזלות הצפוניים - מצפון לו.

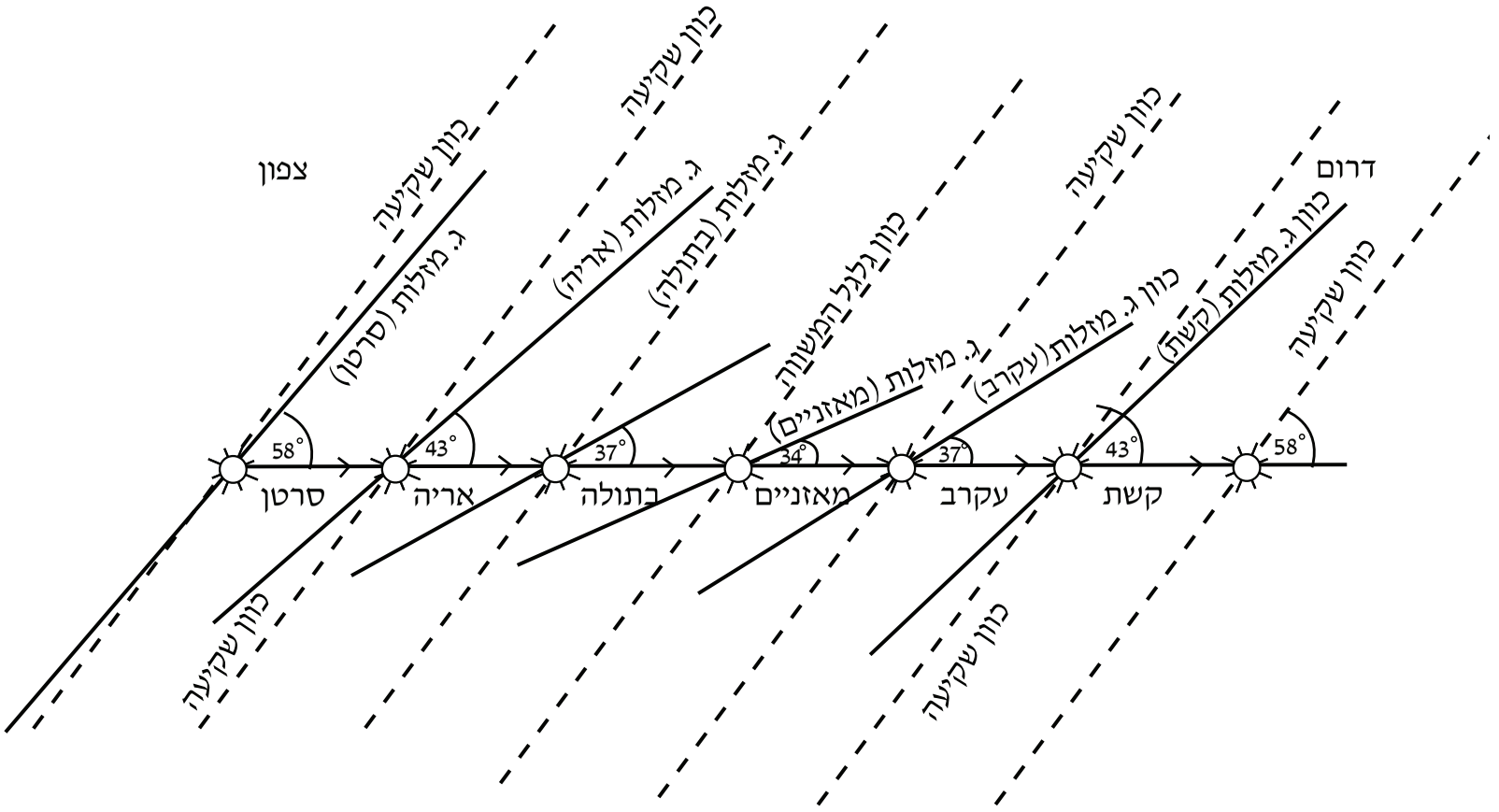
איור 42
תצפית

פרק י"ז
תמונה 43



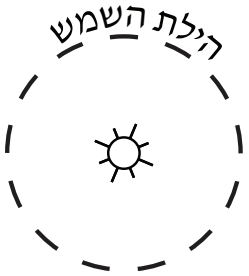
<u>תמונה 43</u>: כוון שקיעת גלגל המזלות בחורף ובאביב

פרק י"ז
תמונה 44

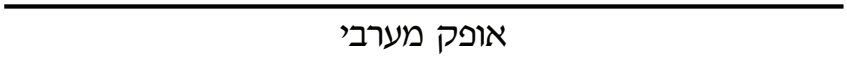


<u>תמונה 44</u>: כוון שקיעת גלגל המזלות בקיץ ובסתיו.

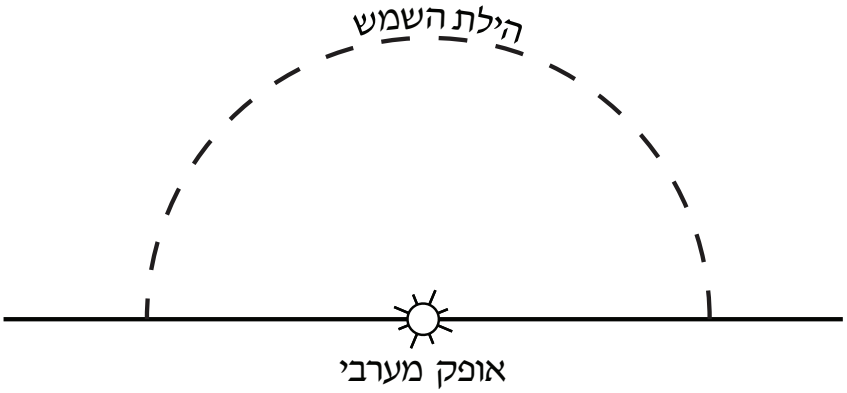
פרק י"ז
תמונה 45 א'



1



2



3

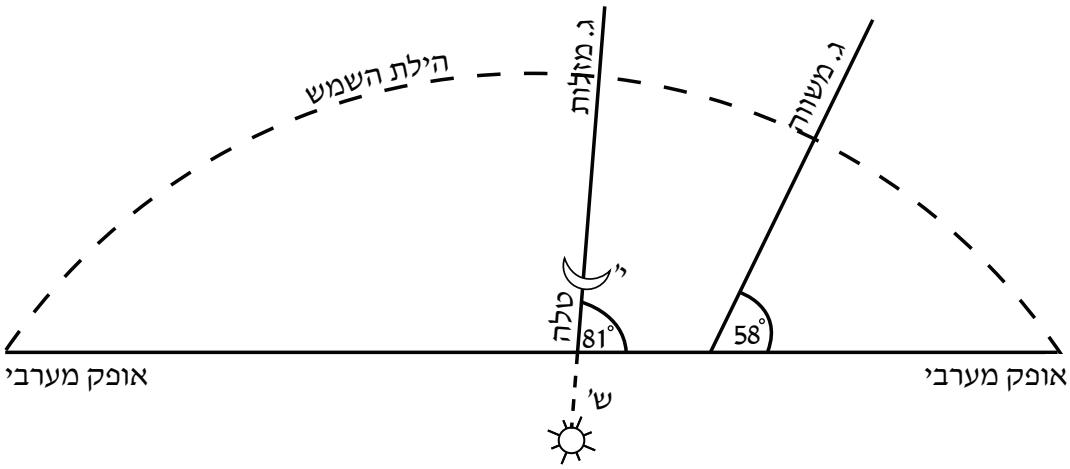


פרק י"ז

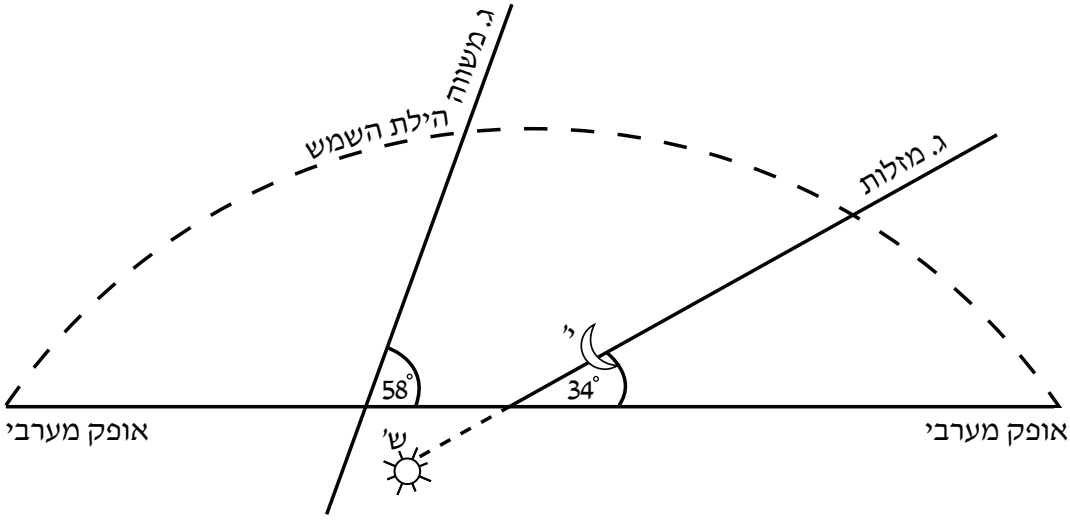
תמונה 45 א'



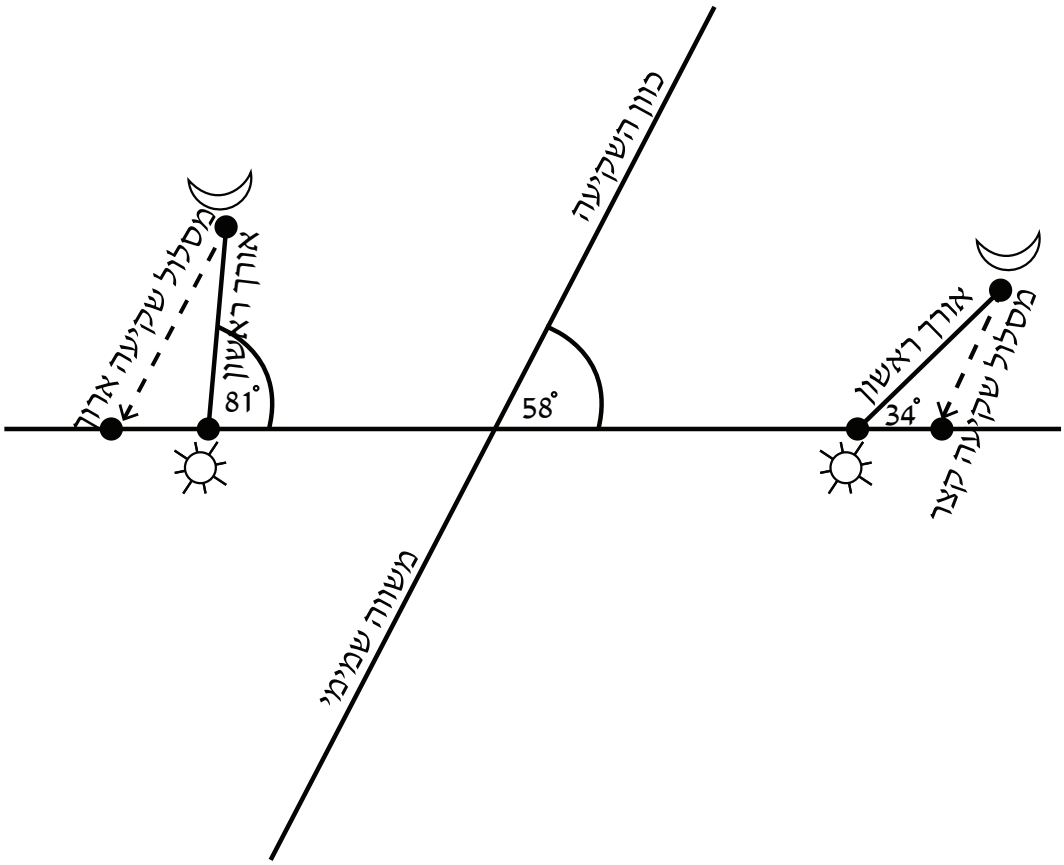
תמונה 45 ב'



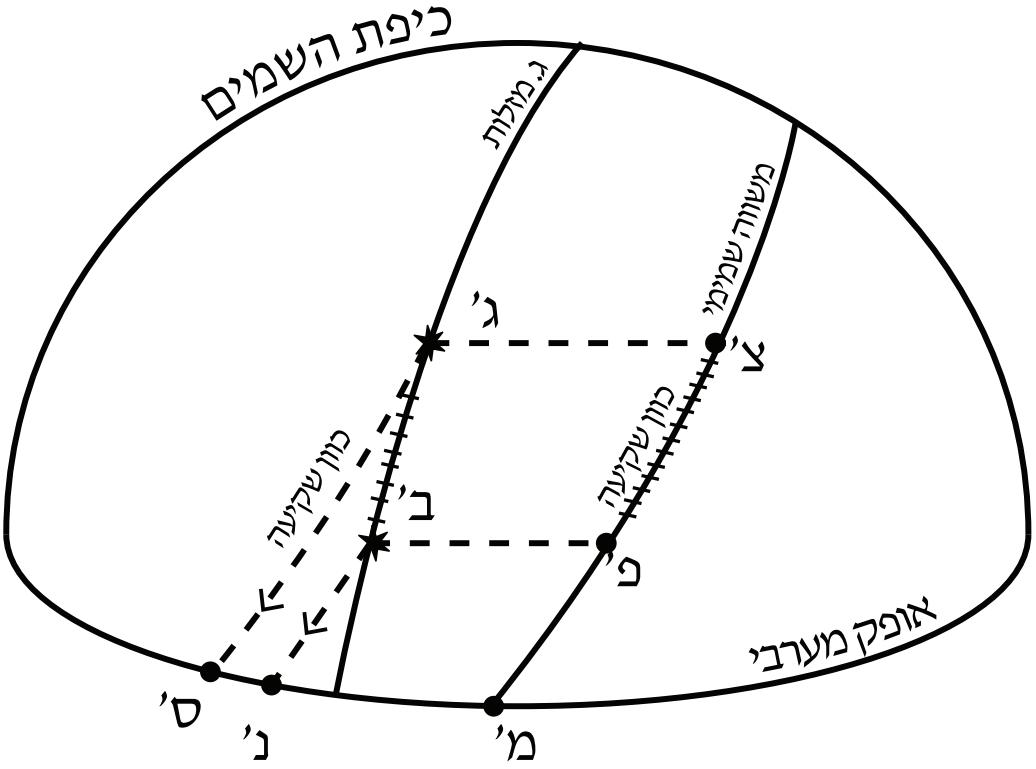
תמונה 45 ג'



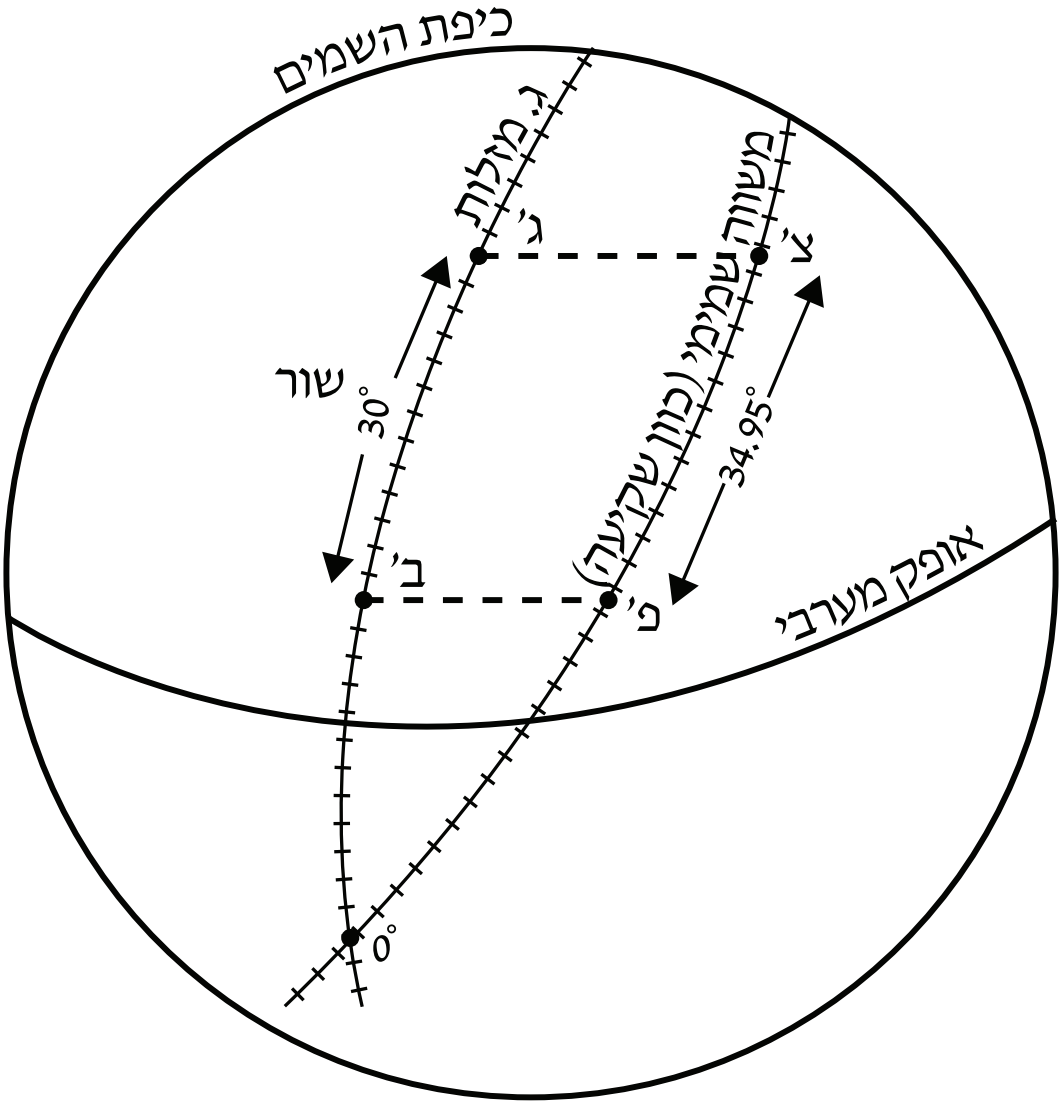
פרק י"ז
תמונה 45 ד'



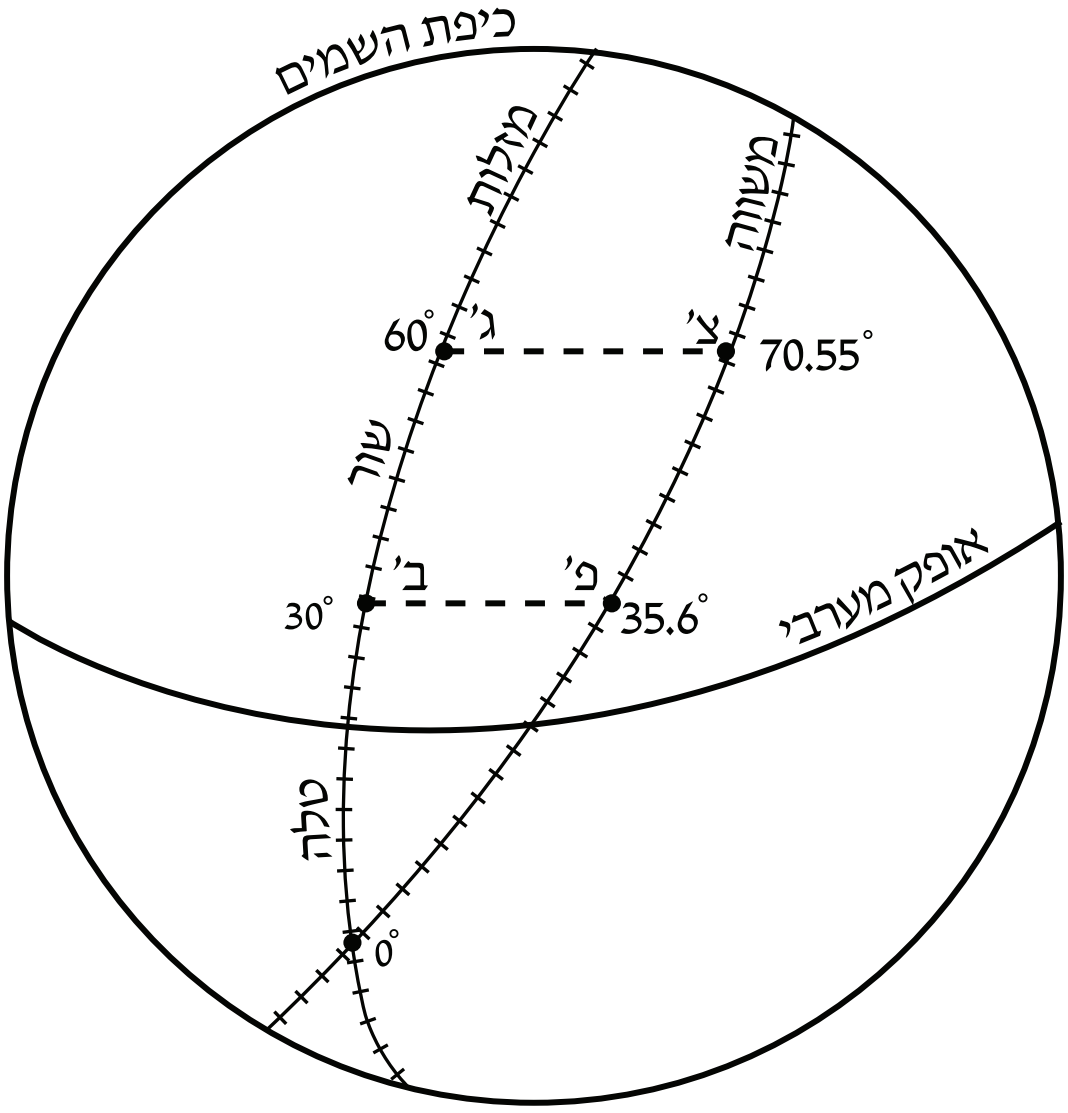
פרק י"ז
תמונה 46



פרק י"ז
תמונה 47 א'



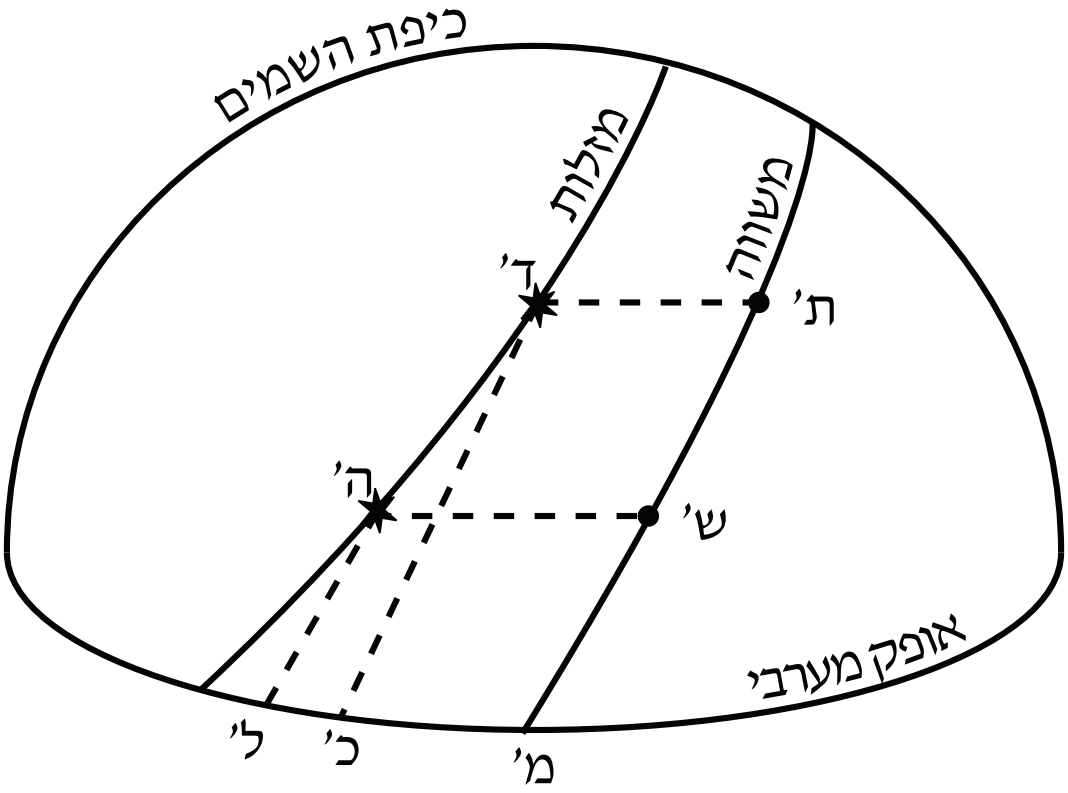
פרק י"ז
תמונה 47 ב'



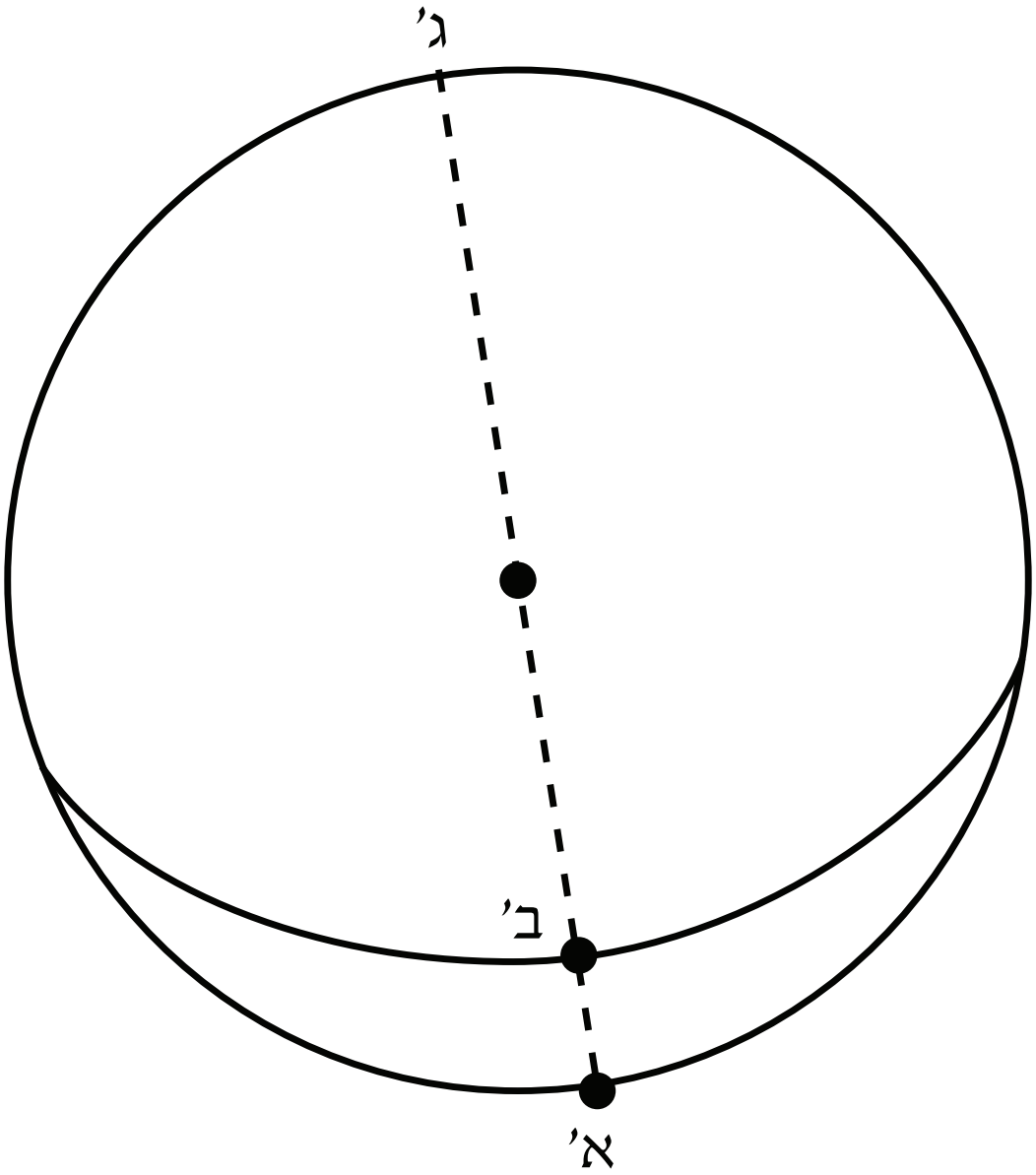
פרק י"ז תמונה 48 טבלת שקיעת המזלות

(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(0)
מעלות במזל	טלה	שור	תאומים	סרטן	אריה	בתולה	מאזנים	עקרב	קשת	גדי	דלי	דגים	מעלות במזל
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	
0°	0. 0	35. 6	70.55	105.32	135.18	159.18	159.18	200.42	224.42	254.28	289. 5	324.54	0°
1°	1.10	36.17	72. 6	106.38	136.11	160. 2	180.40	201.26	225.36	255.33	290.17	326. 5	1°
2°	2.20	37.28	73.18	107.43	137. 4	160.45	181.21	202.10	226.30	256.39	291.29	327.16	2°
3°	3.29	38.39	74.29	108.47	137.56	161.28	182. 1	202.54	227.24	257.45	292.40	328.27	3°
4°	4.39	39.51	75.41	109.51	138.48	162.11	182.41	203.38	228.19	258.52	293.52	329.37	4°
5°	5.49	41. 2	76.52	110.55	139.40	162.54	183.22	204.23	229.14	259.59	295. 4	330.48	5°
6°	6.59	42.13	78. 3	111.59	140.31	163.36	184. 2	205. 8	230. 9	261. 6	296.16	331.59	6°
7°	8. 9	43.24	79.14	113. 2	141.21	164.18	184.42	205.53	231. 5	262.14	297.28	333. 9	7°
8°	9.18	44.36	80.25	114. 4	142.12	165. 1	185.23	206.39	232. 2	263.21	298.40	334.20	8°
9°	10.28	45.47	81.36	115. 6	143. 2	165.43	186. 3	207.24	232.59	264.29	299.52	335.30	9°
10°	11.38	46.59	82.46	116. 8	143.52	166.24	186.44	208.10	233.56	265.38	301. 3	336.41	10°
11°	12.48	48.11	83.57	117.10	144.41	167. 6	187.25	208.57	234.54	266.46	302.15	337.51	11°
12°	13.58	49.22	85. 7	118.11	145.30	167.48	188. 6	209.43	235.52	267.55	303.27	339. 1	12°
13°	15. 8	50.34	86.17	119.11	146.18	168.29	188.46	210.30	236.50	269. 4	304.39	340.11	13°
14°	16.18	51.46	87.27	120.12	147. 7	169.10	189.27	211.18	237.49	270.14	305.51	341.22	14°
15°	17.28	52.57	88.37	121.11	147.55	169.52	190. 8	212. 5	238.49	271.23	307. 3	342.32	15°
16°	18.38	54. 9	89.46	122.11	148.42	170.33	190.50	212.53	239.48	272.33	308.14	343.42	16°
17°	19.49	55.21	90.56	123.10	149.30	171.14	191.31	213.42	240.49	273.43	309.26	344.52	17°
18°	20.59	56.33	92. 5	124. 8	150.17	171.54	192.12	214.30	241.49	274.53	310.38	346. 2	18°
19°	22. 9	57.45	93.14	125. 6	151. 3	172.35	192.54	215.19	242.50	276. 3	311.49	347.12	19°
20°	23.19	58.57	94.22	126. 4	151.50	173.16	193.36	216. 8	243.52	277.14	313. 1	348.22	20°
21°	24.30	60. 8	95.31	127. 1	152.36	173.57	194.17	216.58	244.54	278.24	314.13	349.32	21°
22°	25.40	61.20	96.39	127.58	153.21	174.37	194.59	217.48	245.56	279.35	315.24	350.42	22°
23°	26.51	62.32	97.46	128.55	154. 7	175.18	195.42	218.39	246.58	280.46	316.36	351.51	23°
24°	28. 1	63.44	98.54	129.51	154.52	175.58	196.24	219.29	248. 1	281.57	317.47	353. 1	24°
25°	29.12	64.56	100. 1	130.46	155.37	176.38	197. 6	220.20	249. 5	283. 8	318.58	354.11	25°
26°	30.23	66. 8	101. 8	131.41	156.22	177.19	197.49	221.12	250. 9	284.19	320. 9	355.21	26°
27°	31.33	67.20	102.15	132.36	157. 6	177.59	198.32	222. 4	251.13	285.31	321.21	356.31	27°
28°	32.44	68.31	103.21	133.30	157.50	178.39	199.15	222.56	252.17	286.42	322.32	357.40	28°
29°	33.55	69.43	104.27	134.24	158.34	179.20	199.58	223.49	253.22	287.54	323.43	358.50	29°
30°	35. 6	70.55	105.32	135.18	159.18	180. 0	200.42	224.42	254.28	289. 5	324.54	360. 0	30°
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	
	35.6	34.95	34.07	28.86	24.0	20.0	20.0	24.0	25.86	35.22	35.04	35.46	

פרק י"ז
תמונה 49

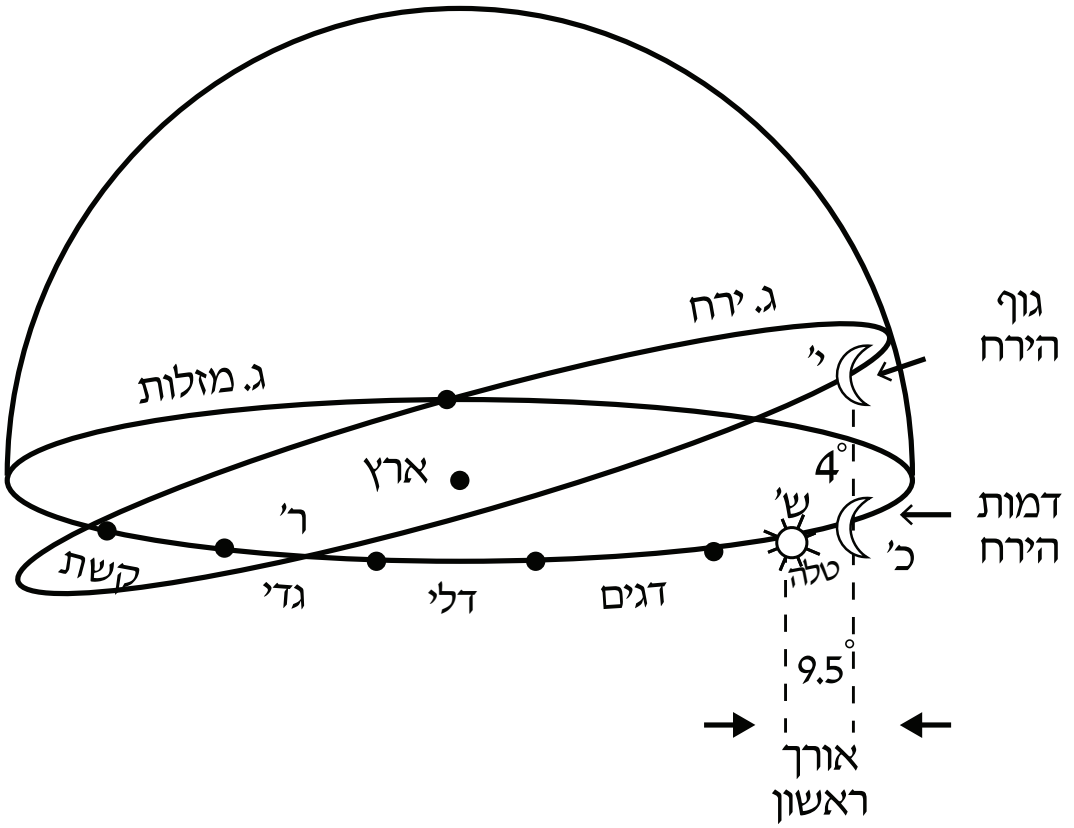


פרק י"ז
תמונה 50



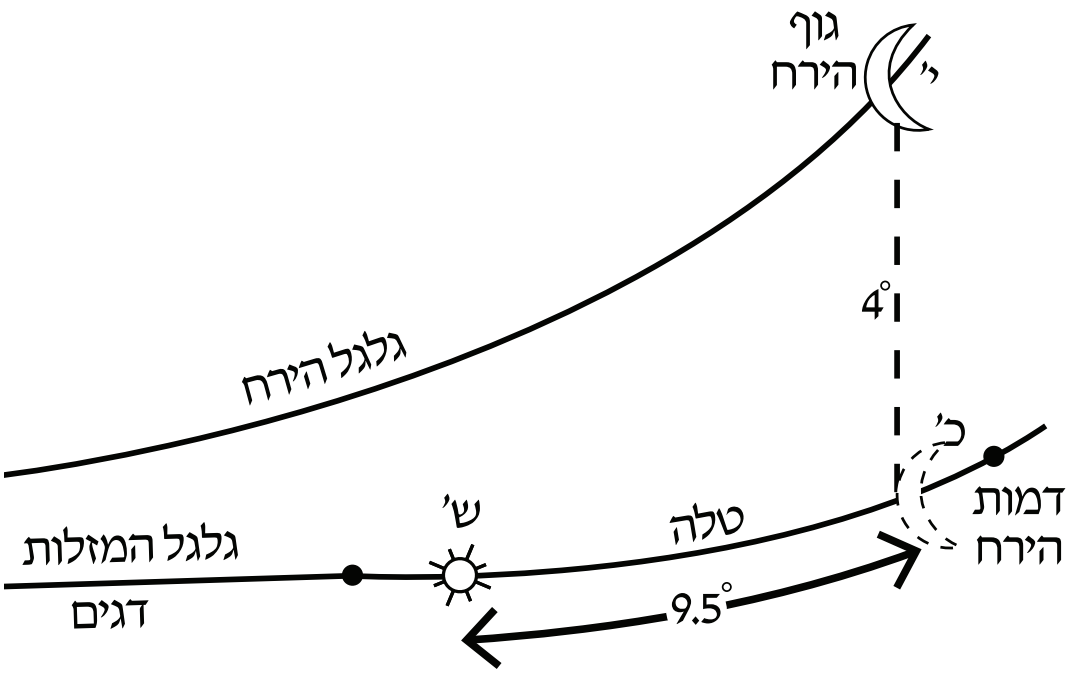
<u>תמונה 50:</u> על פי הרמב"ם, ניתן לראות את הלבנה החדשה רק אם הקטע המואר של א'-ב' (עובי הירח) הוא כמאית מהקו הכללי א'-ג' של הירח, זה קורה כ-18 שעות אחרי המולד האמיתי.

פרק י"ז
תמונה 51

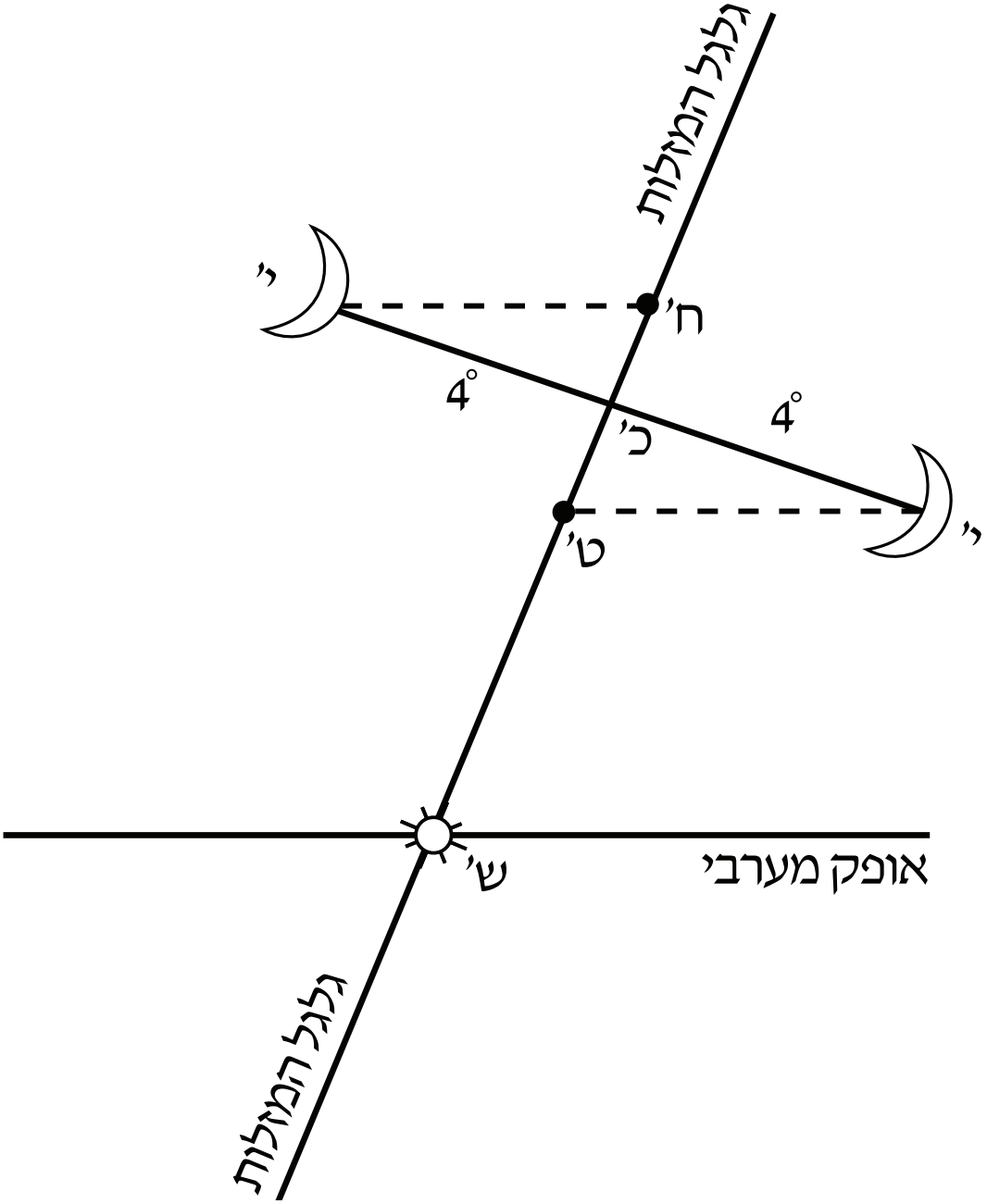


<u>תמונה 51:</u> מקום השמש והירח האמיתיים, וכן האורך הראשון.

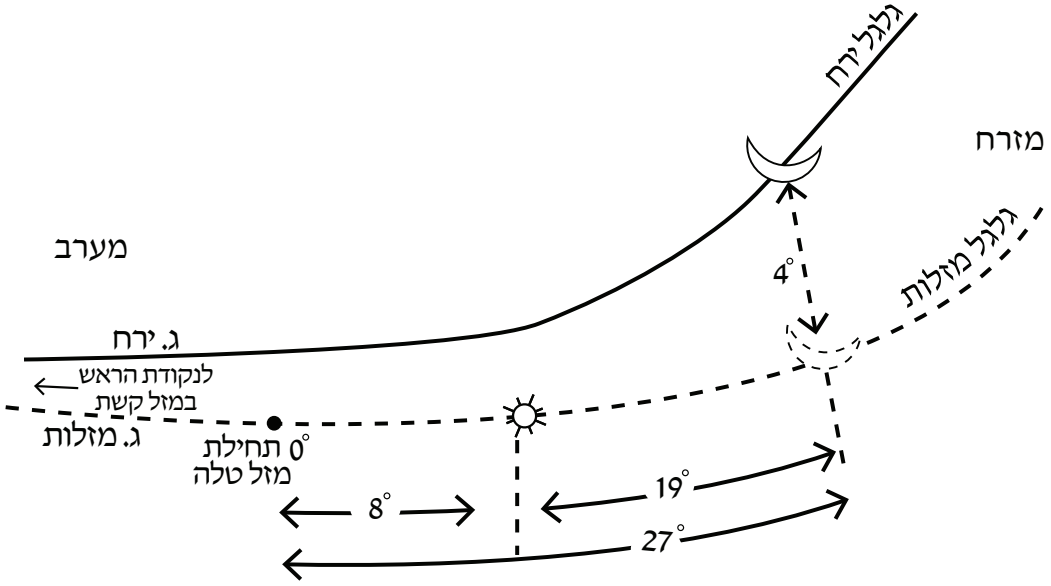
פרק י"ז
תמונה 51 א'



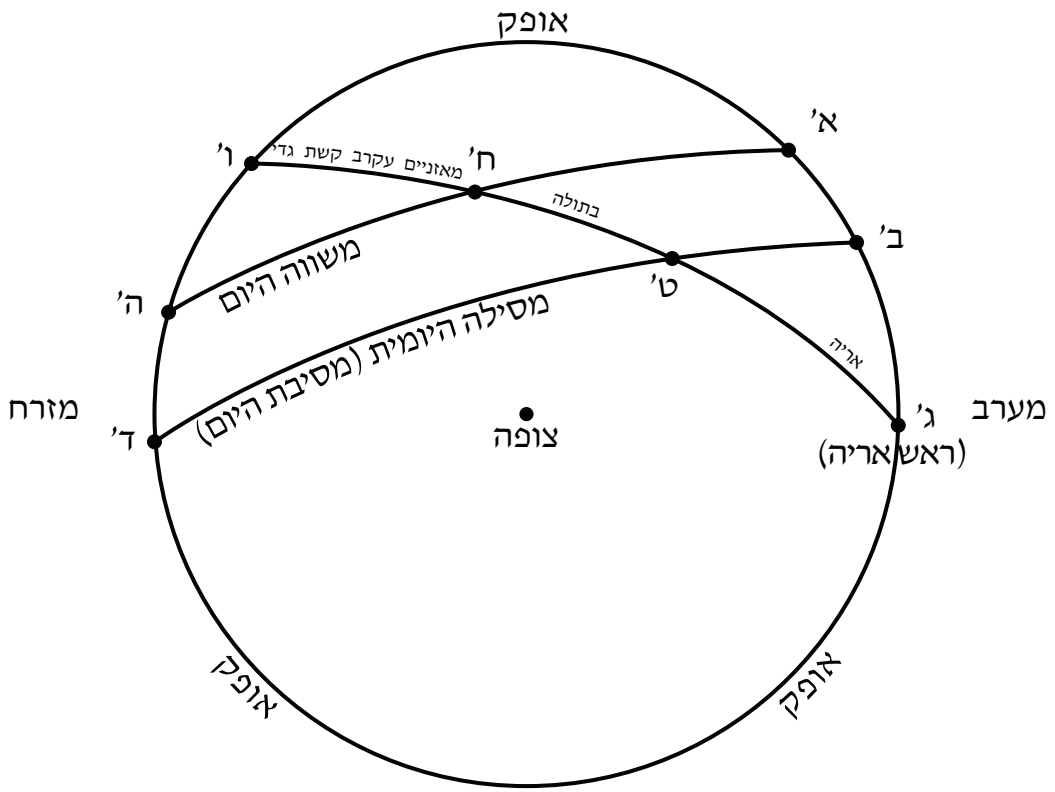
פרק י"ז
תמונה 51 ב'



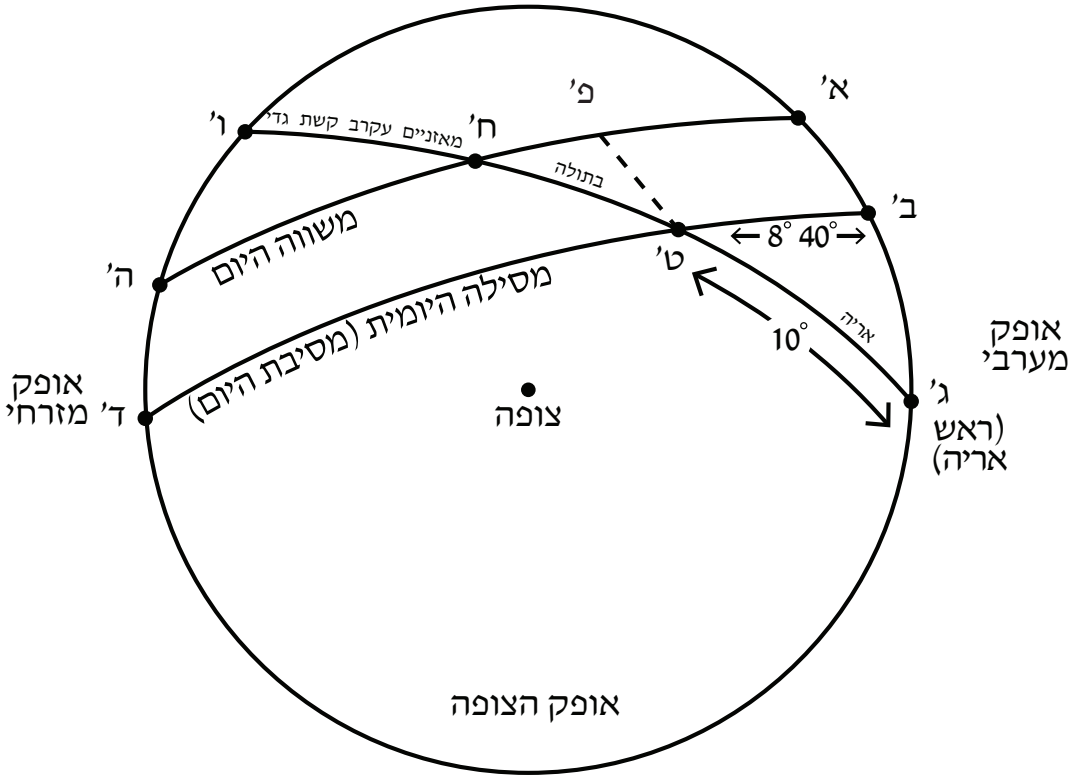
פרק י"ז
תמונה 52



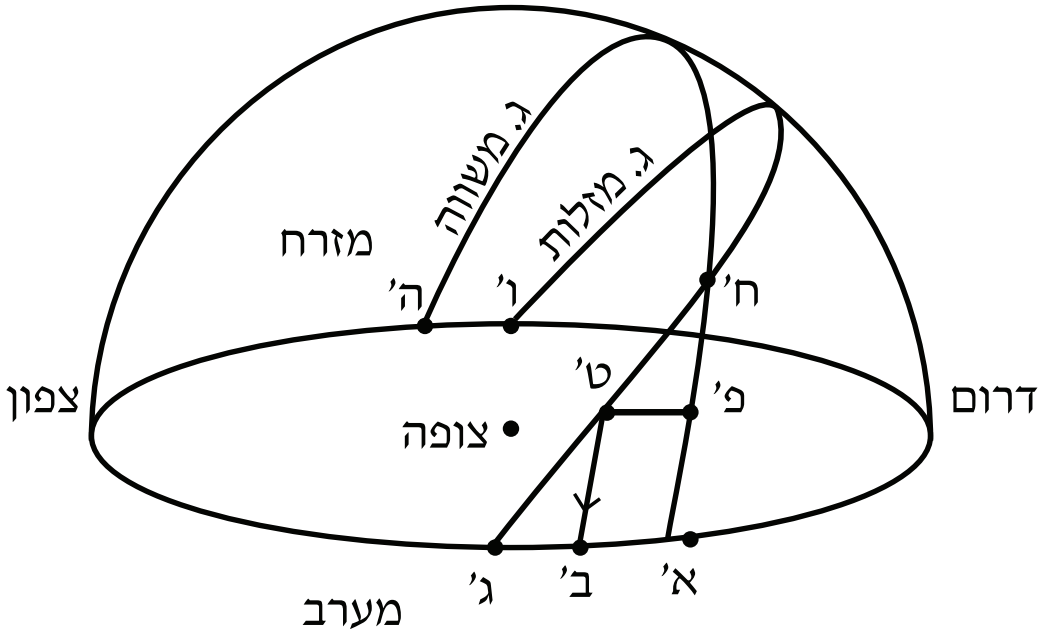
פרק י״ז
תמונה 53
(ציור מ״ד מתוקן במפרש)



פרק י"ז
תמונה 54

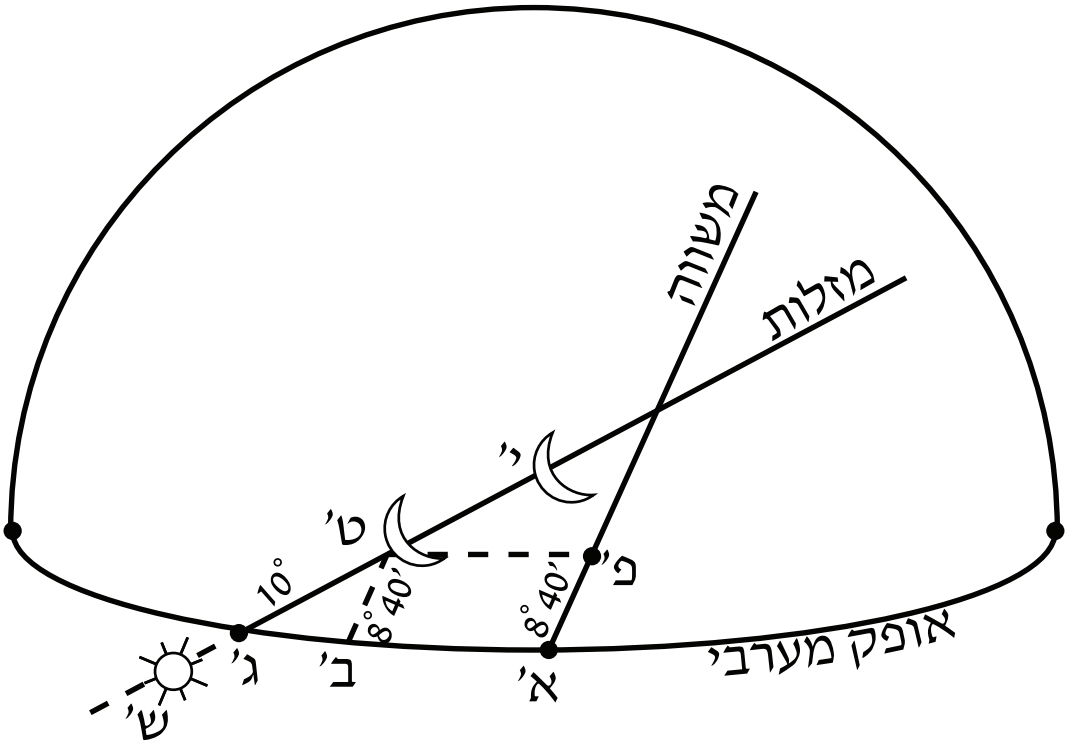


פרק י"ז
תמונה 55

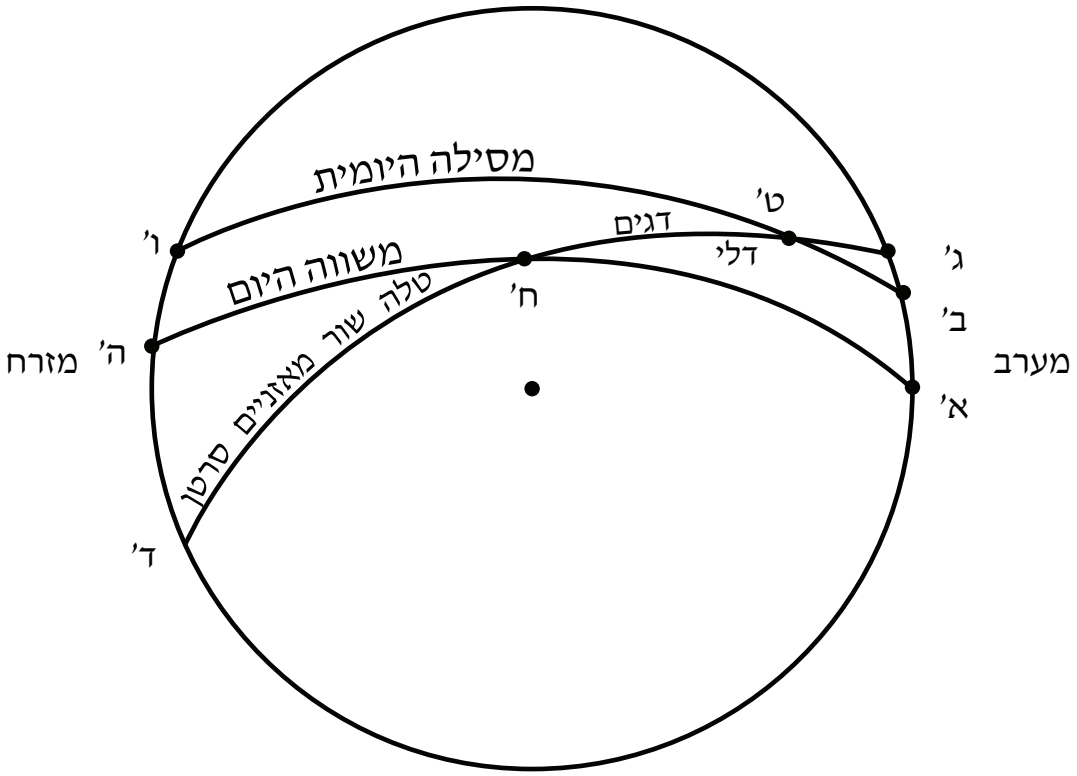


<u>תמונה 55:</u> תמונה תלת מימדית של ציור מ"ד במפרש, ללא ציון המזלות. הקשת ג"ט במזל אריה היא 10 מעלות. אבל הקשת א"פ על גלגל המשווה, השוקעת יחד איתה, היא רק 8 מעלות ו-40 דקות.

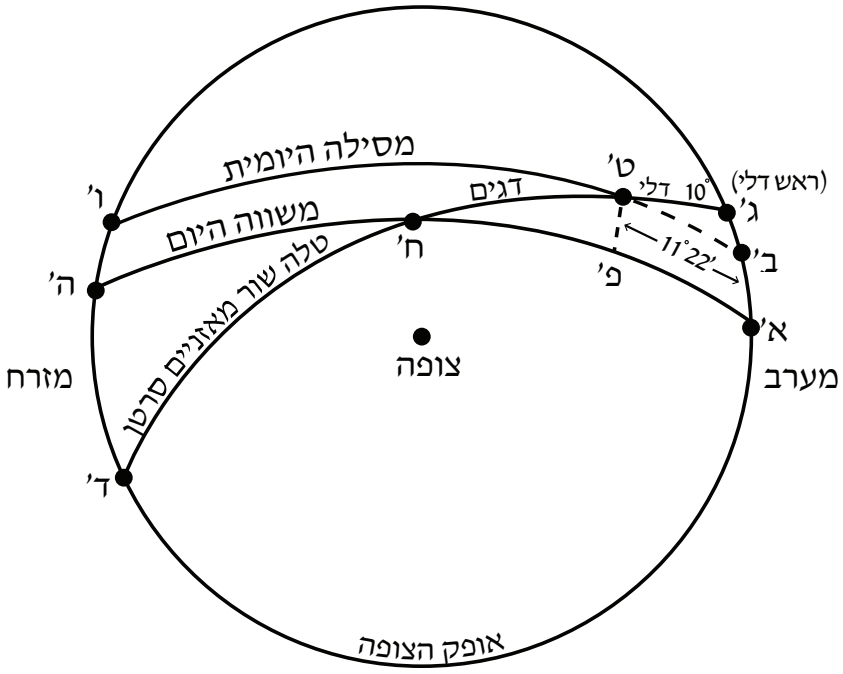
פרק י"ז
תמונה 55 א'



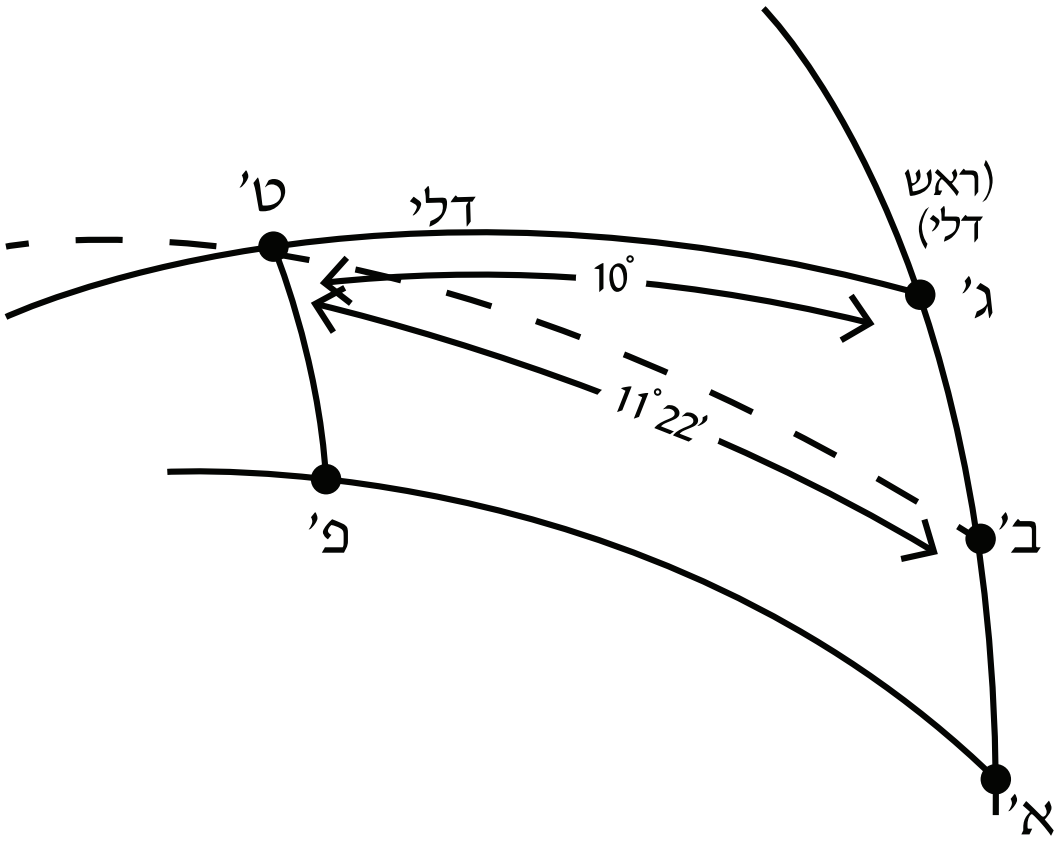
פרק י"ז
תמונה 56
(ציור מ"ה מתוקן במפרש)



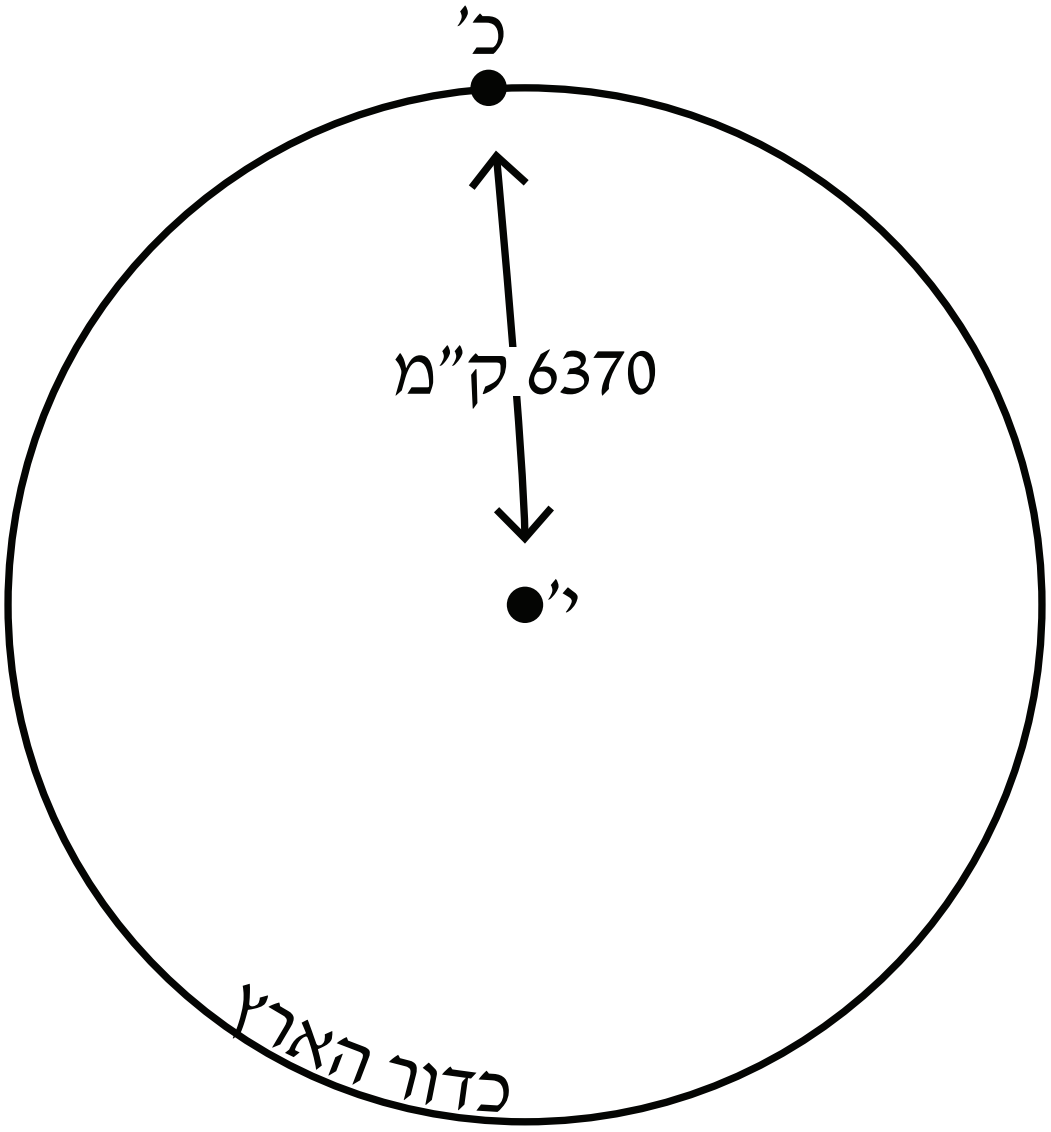
פרק י״ז
תמונה 57
(ציור מ״ה מתוקן)



פרק י"ז
תמונה 57 א'

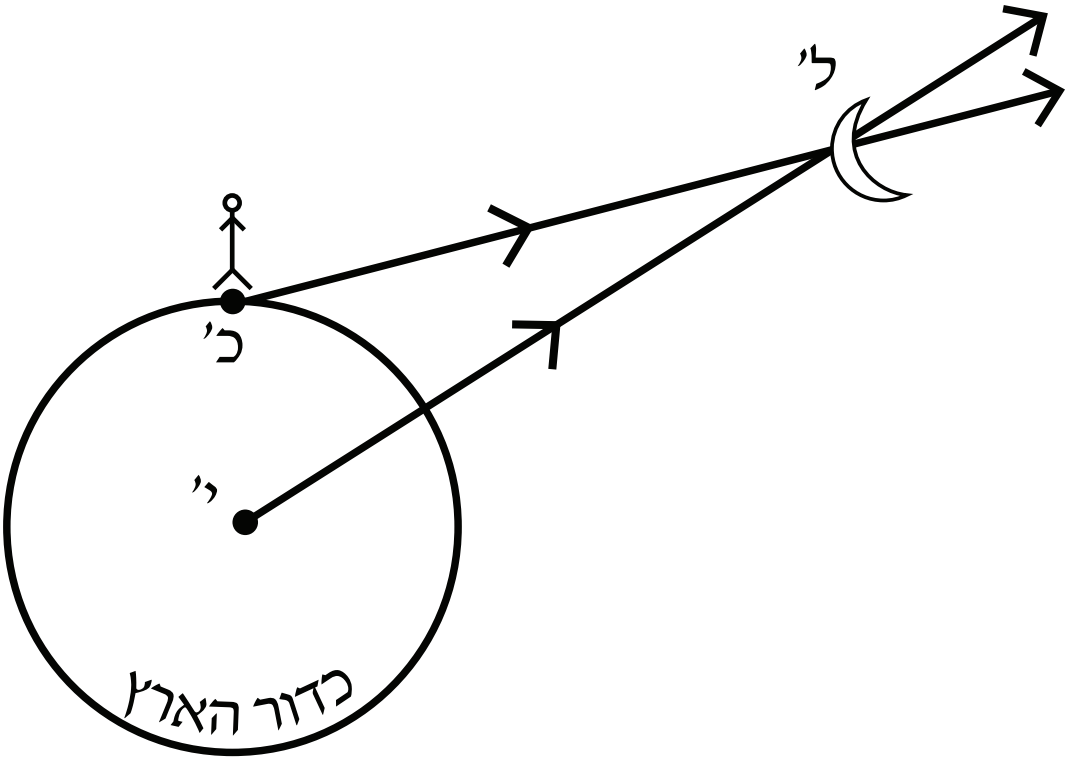


פרק י"ז
תמונה 58



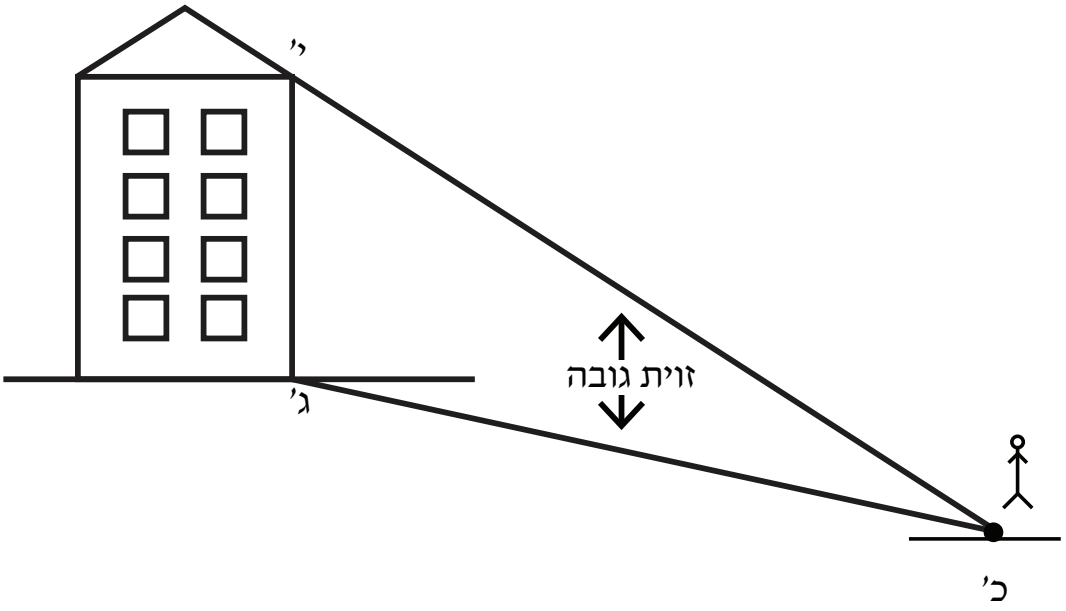
<u>תמונה 58:</u> צופה על פני כדור הארץ בנקודה כ', נמצא במרחק של כ-6370 ק"מ ממרכז הכדור בנקודה י'.

פרק י"ז
תמונה 59

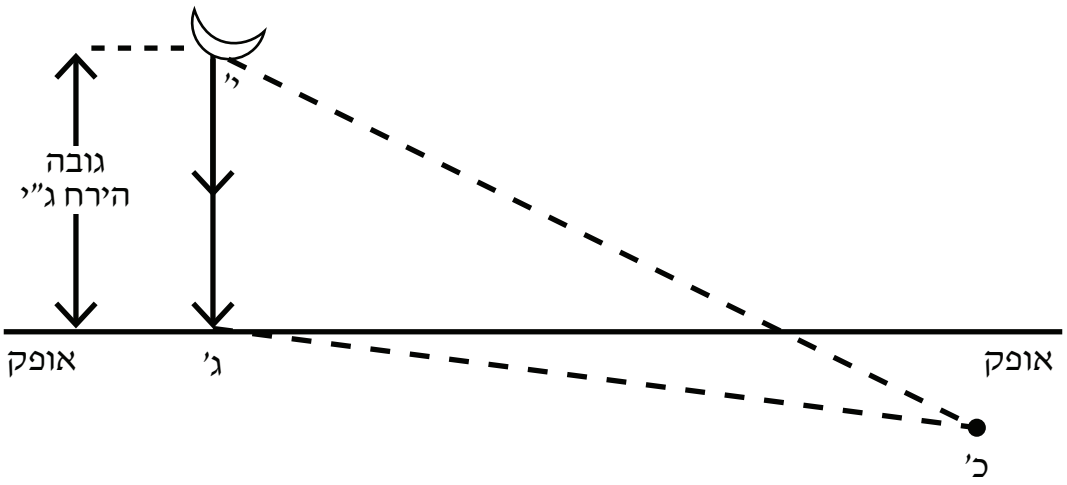


<u>תמונה 59</u>: הכוון של קו הראיה של צופה בנקודה כ' אל הירח ל', הוא שונה מכוון קו הראיה של צופה הנמצא במרכז כדור הארץ י'.

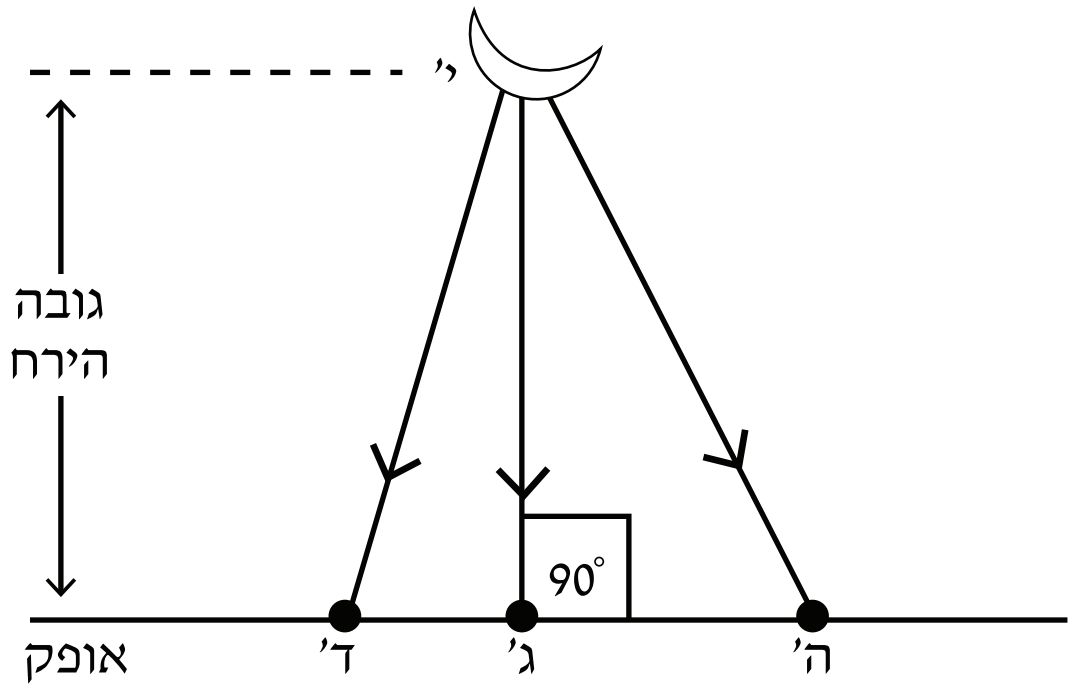
פרק י"ז
תמונה 60 א'



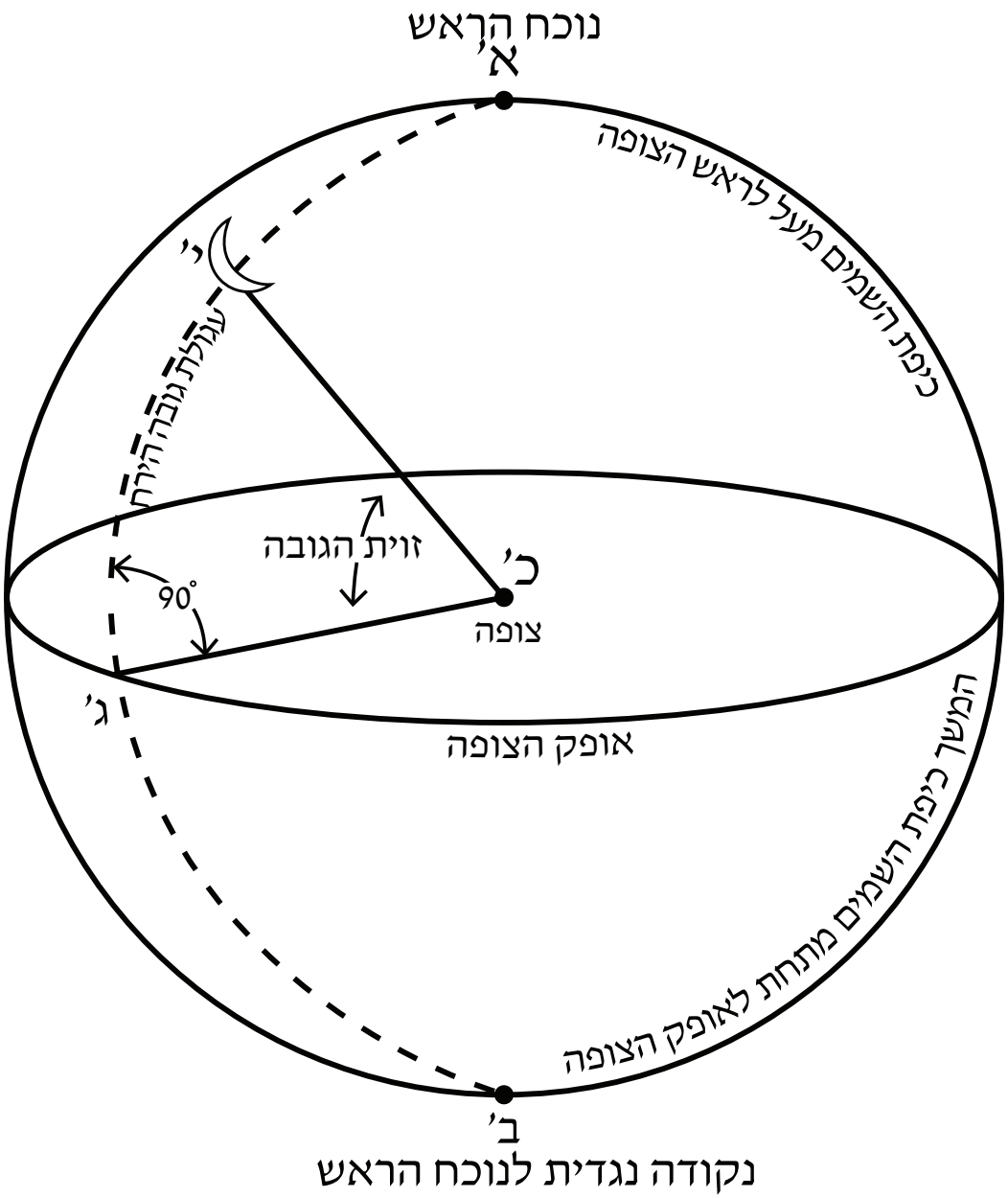
פרק י"ז
תמונה 60 ב'



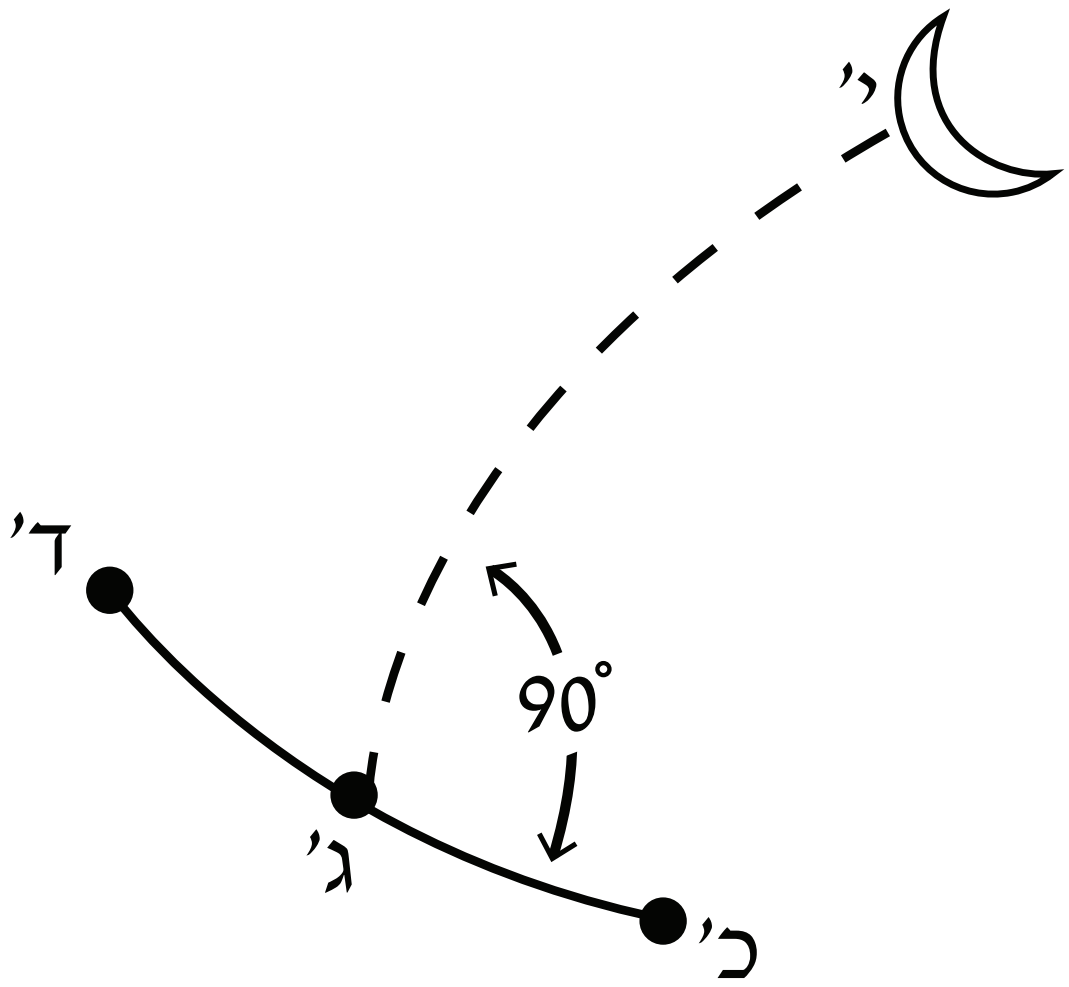
פרק י"ז
תמונה 60 ג'



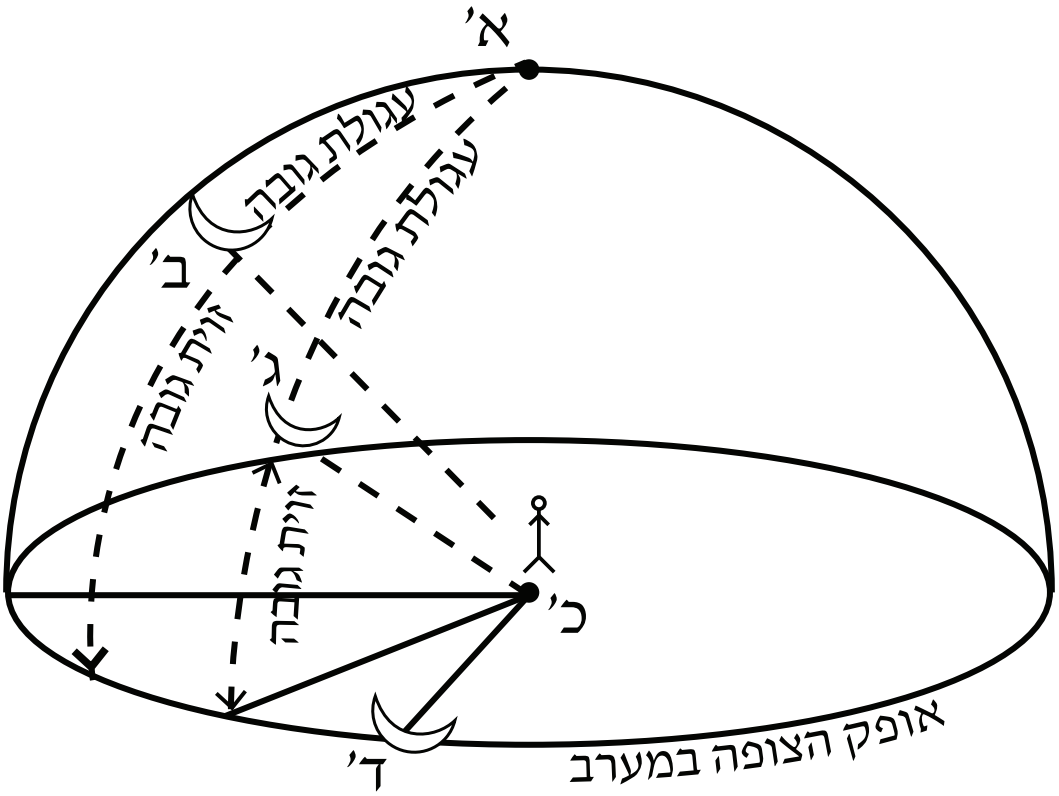
פרק י"ז
תמונה 60 ד'



פרק י"ז
תמונה 60 ה'

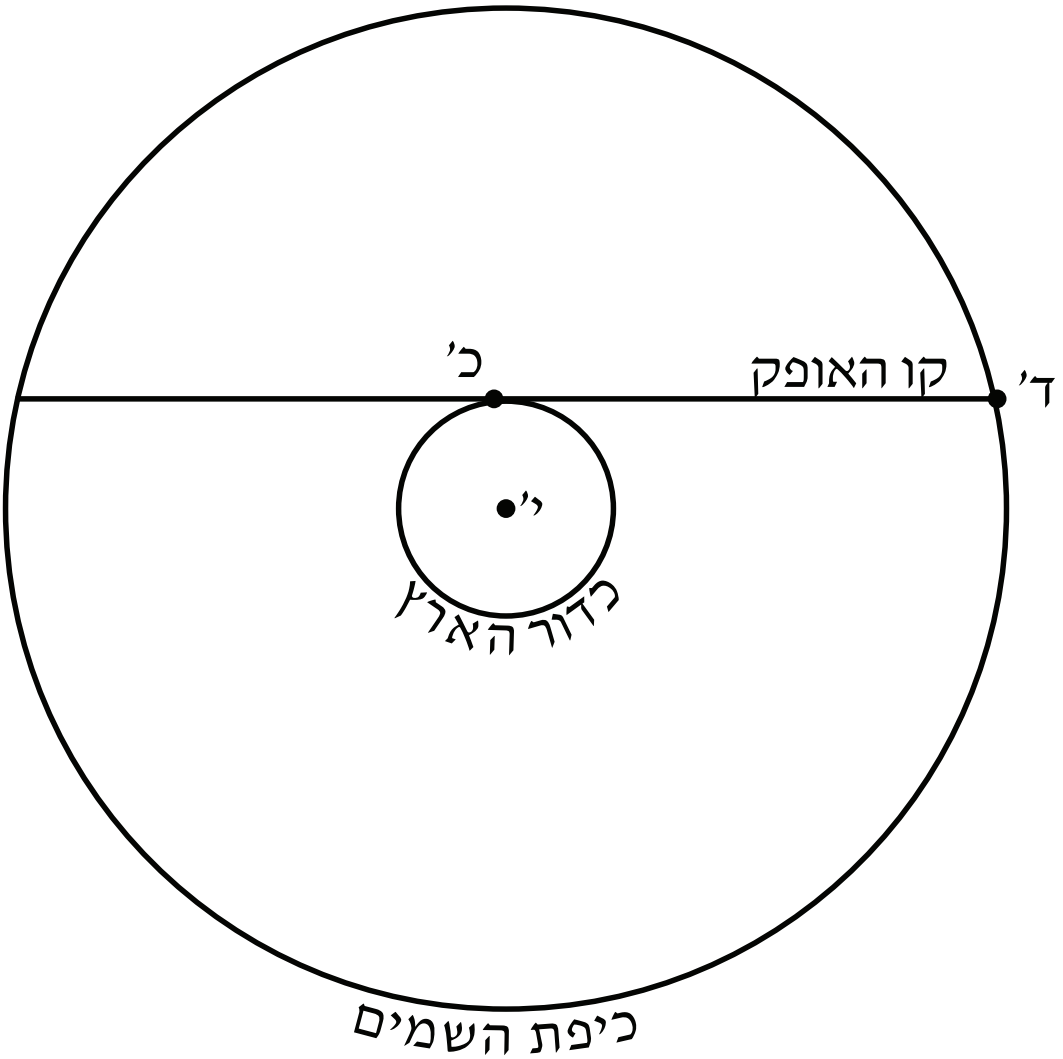


פרק י"ז
תמונה 60 ו'

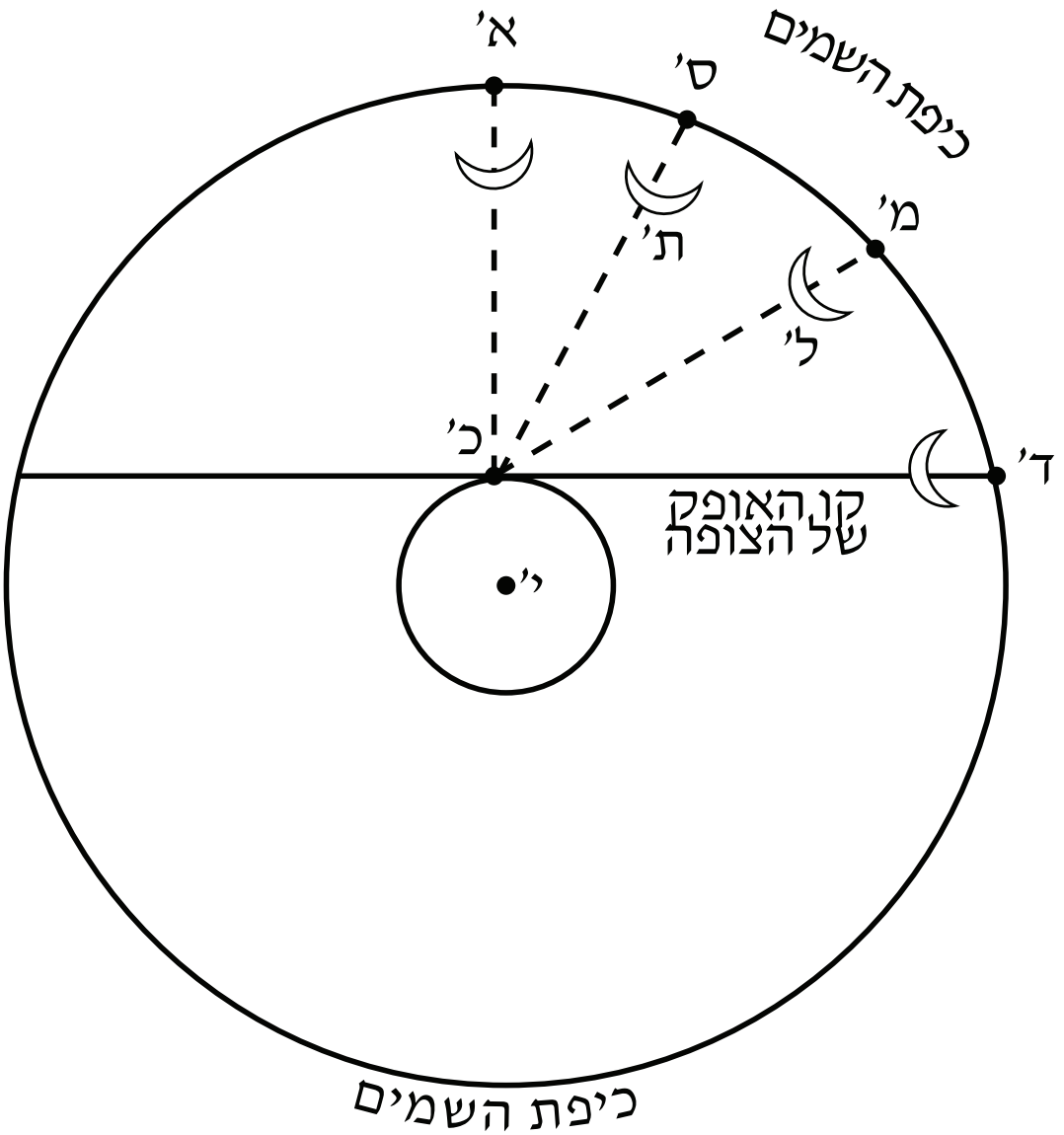


<u>תמונה 160:</u> הצופה בנקודה כ' רואה את הירח, בשתי זויות גובה שונות מעל האופק שלו. אבל, כאשר הירח נמצא ממש על האופק, בנקודה ד', אז זוית הגובה שלו היא אפס.

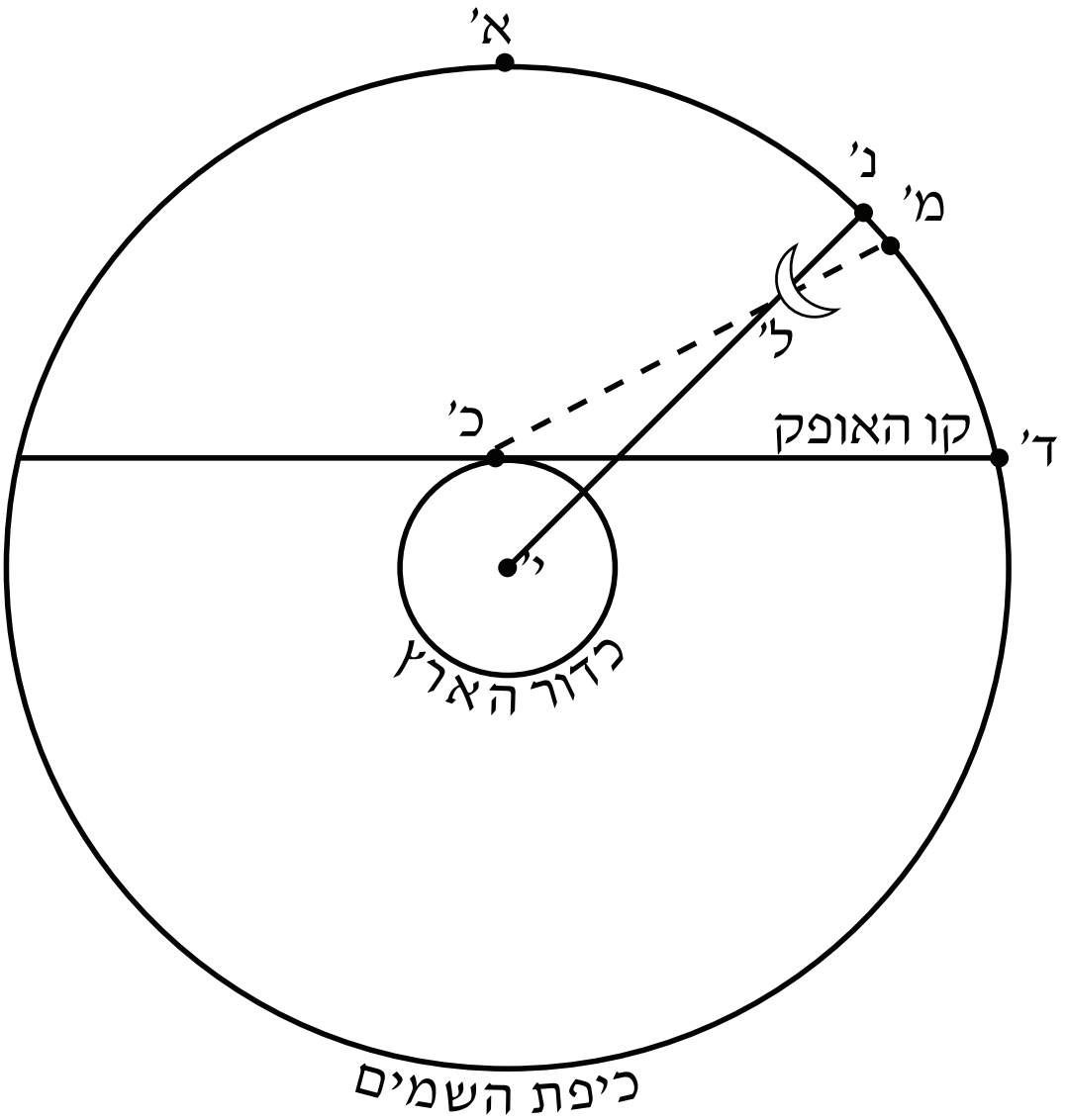
פרק י"ז
תמונה 61



פרק י"ז
תמונה 62

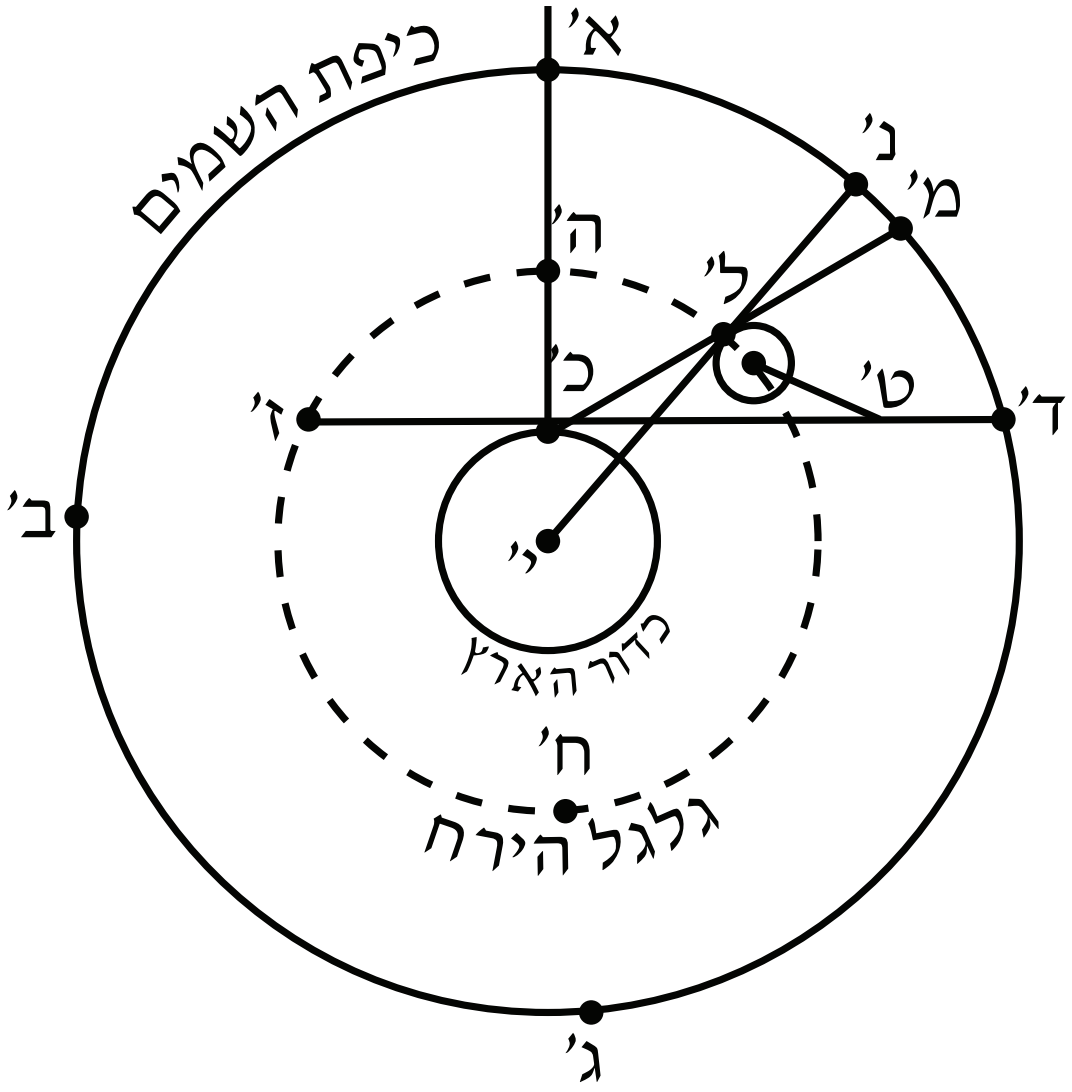


פרק י"ז
תמונה 63

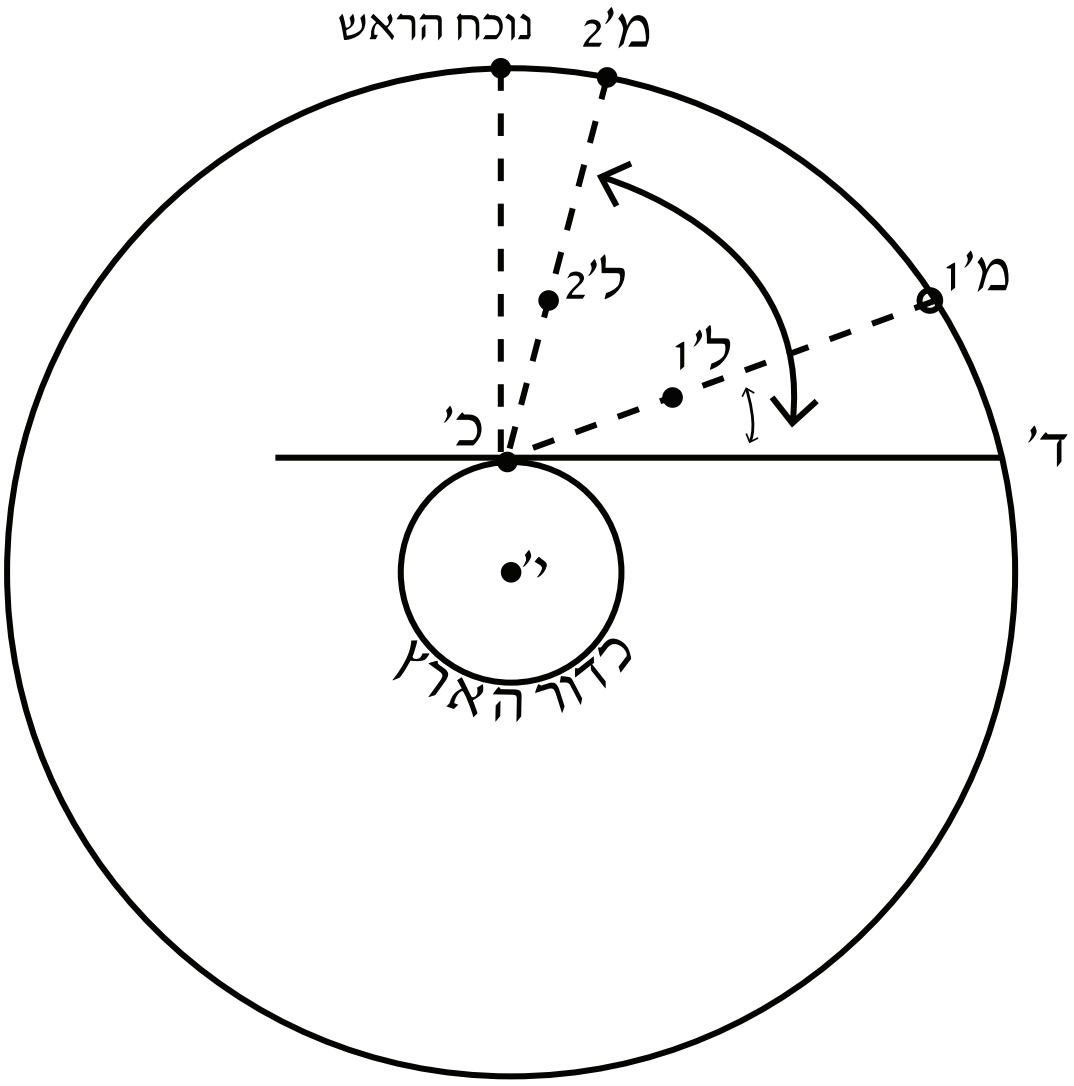


פרק י"ז
תמונה 64

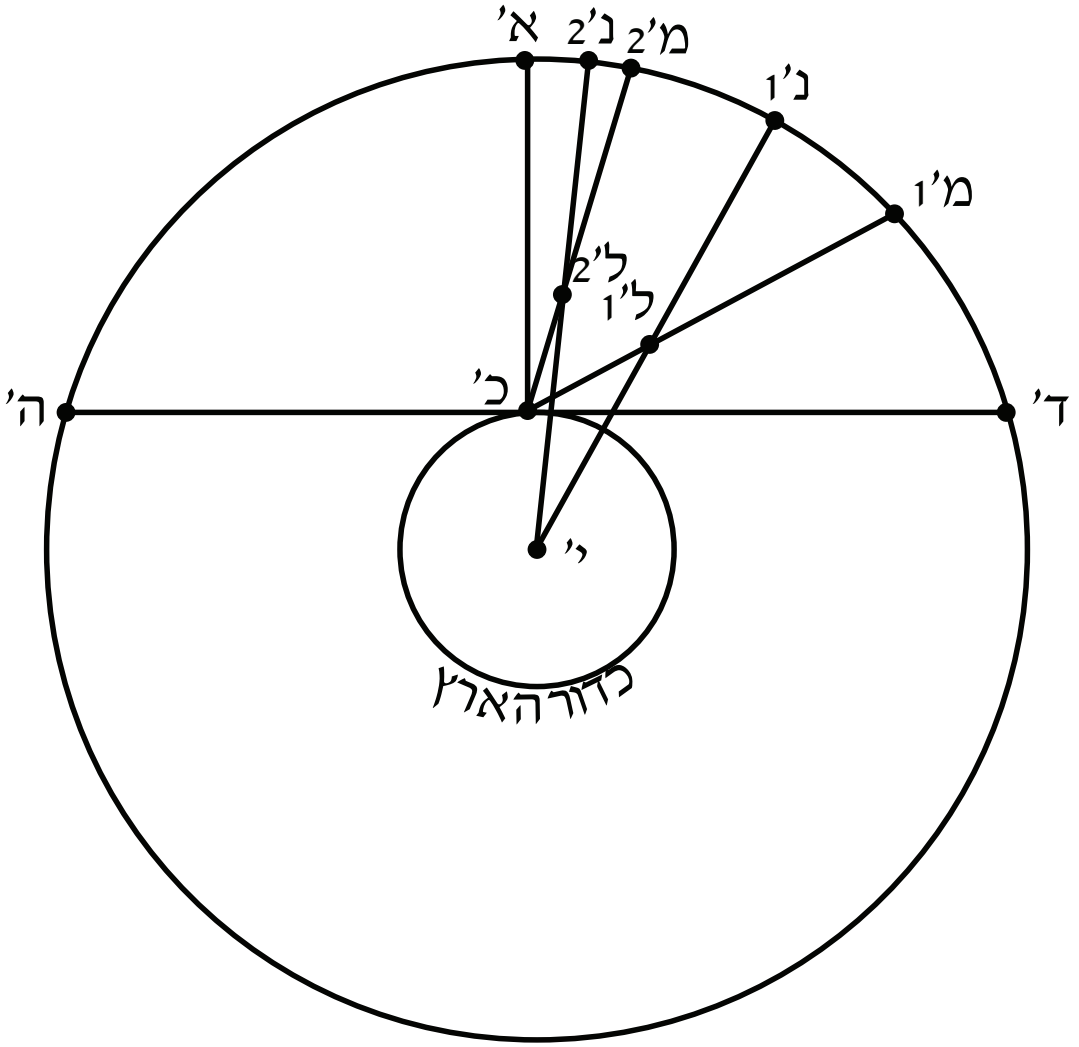
נוכח הראש



פרק י"ז
תמונה 65

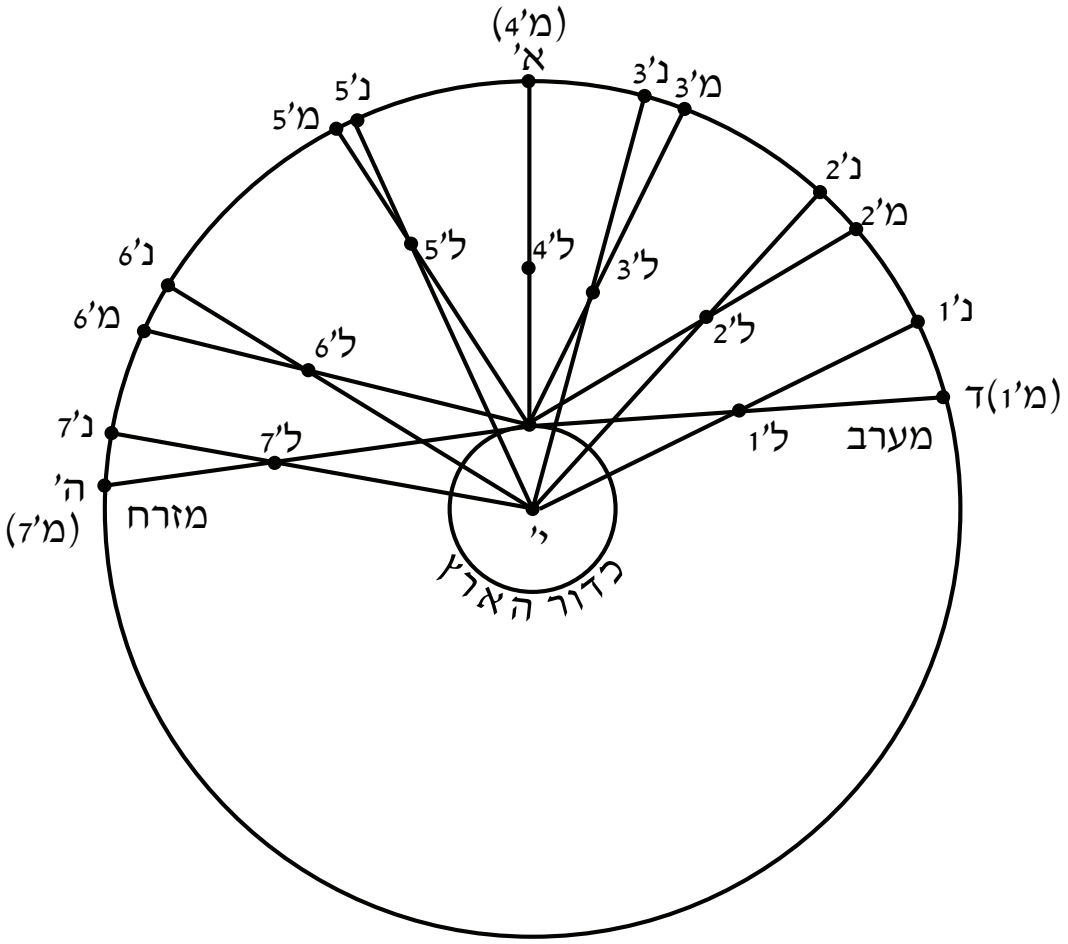


פרק י"ז
תמונה 66 א'

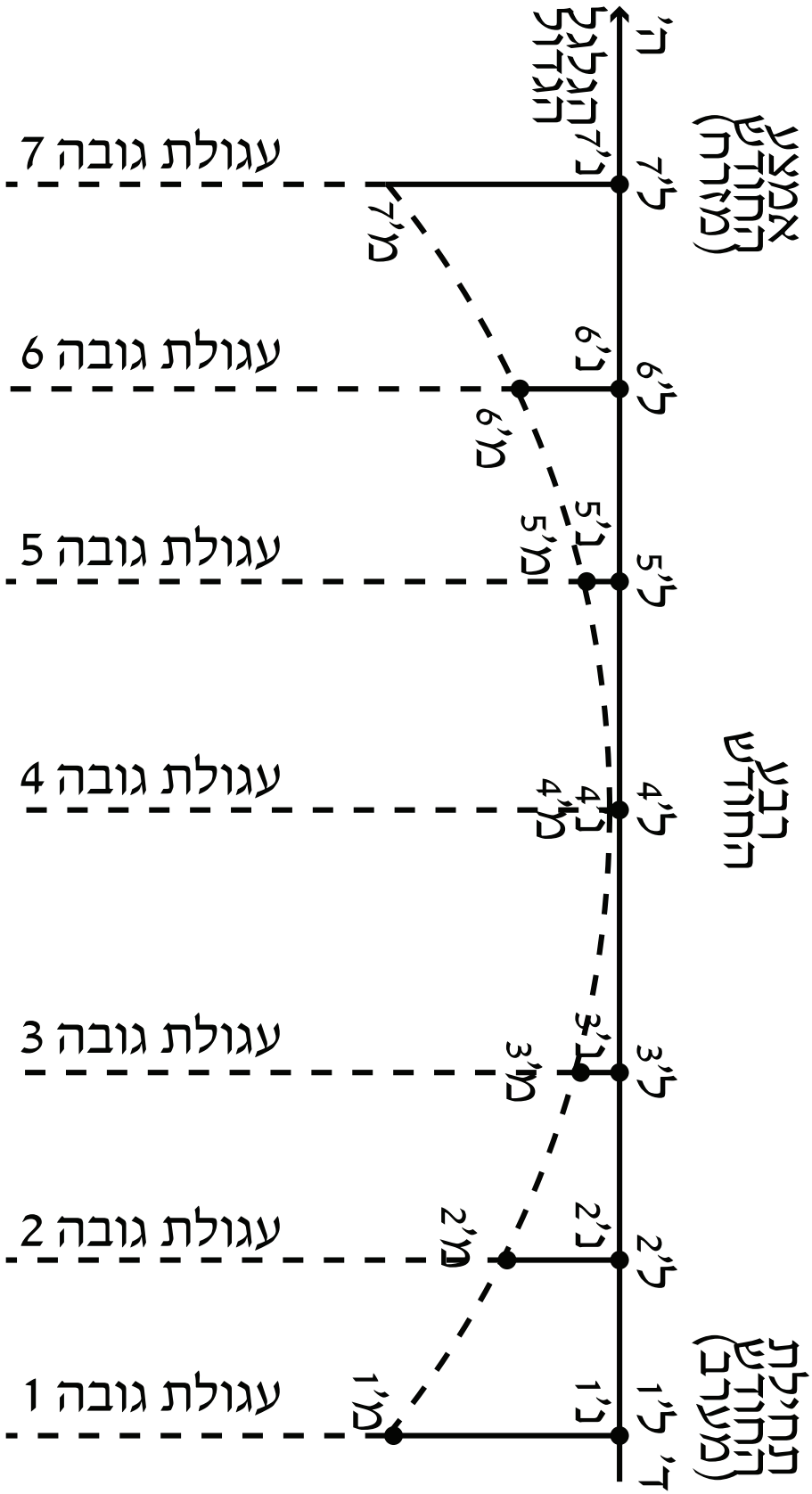


<u>תמונה 66א':</u> שינוי הגובה של הירח בנקודה ל'1, הוא גדול יותר משינוי הגובה של הירח בנקודה ל'2.

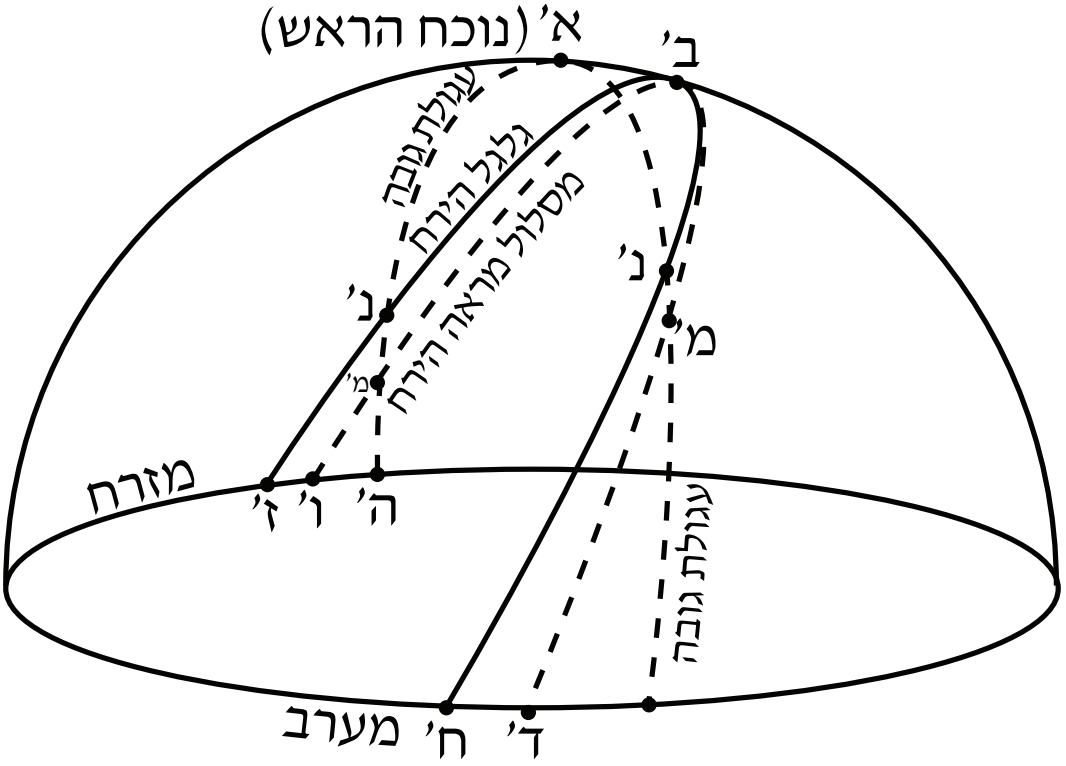
פרק י"ז
תמונה 66 ב'



<u>תמונה 66ב':</u> שינויי הגובה מ"נ בקטע ד"א הולכים וקטנים ככל שנקודת הגובה נ' היא גבוהה יותר מעל נקודת האופק ד'. שינוי הגובה בנקודת נוכח הראש א' הוא אפס. לאחר מכן, בקטע שבין א' לה', הם הולכים וקטנים.

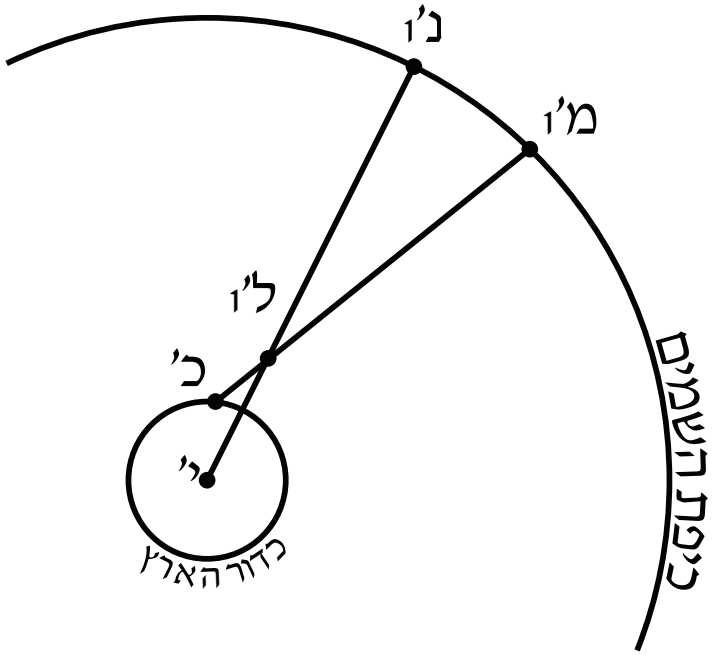

ציור 99
תמונה 66 ג
עגולת גובה 7
עגולת גובה 6
עגולת גובה 5
עגולת גובה 4
עגולת גובה 3
עגולת גובה 2
עגולת גובה 1
אמצע החוליה (מזרח)
רבע החוליה
תחילת החוליה (מערב)
ה' הגלגל הגדול
ז'ל
ז'נ
ז'מ
ו'ל
ו'נ
ו'מ
ה'ל
ה'נ
ה'מ
ד'ל
ד'נ
ד'מ
ג'ל
ג'נ
ג'מ
ב'ל
ב'נ
ב'מ
א'ל
א'נ
א'מ

פרק י"ז
תמונה 66 ד'

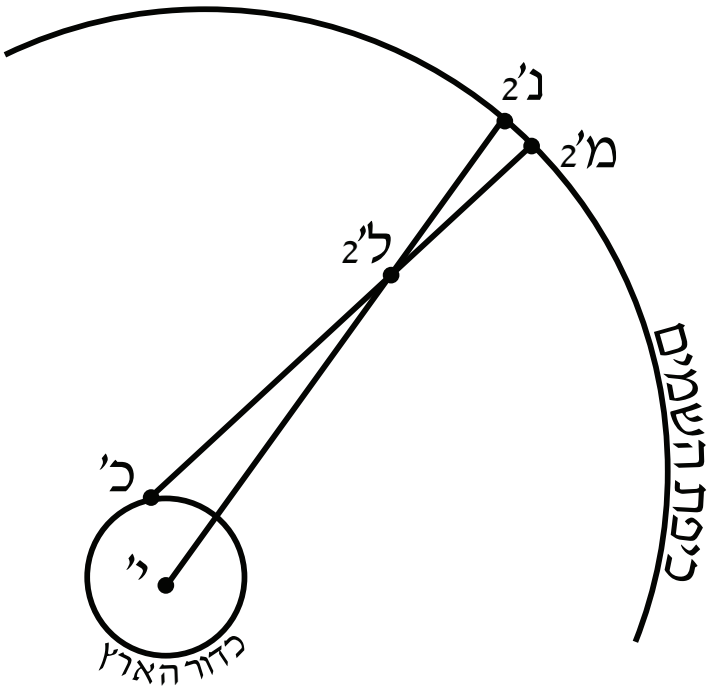


<u>תמונה 66ד':</u> מסלול מראה הירח ו' מ' ב' מ' ד' (קו מרוסק) נמצא תמיד מתחת לגלגל הירח ז' נ' ב' נ' ח', ויוצר חגורה צרה מתחתיו.

פרק י"ז
תמונה 67

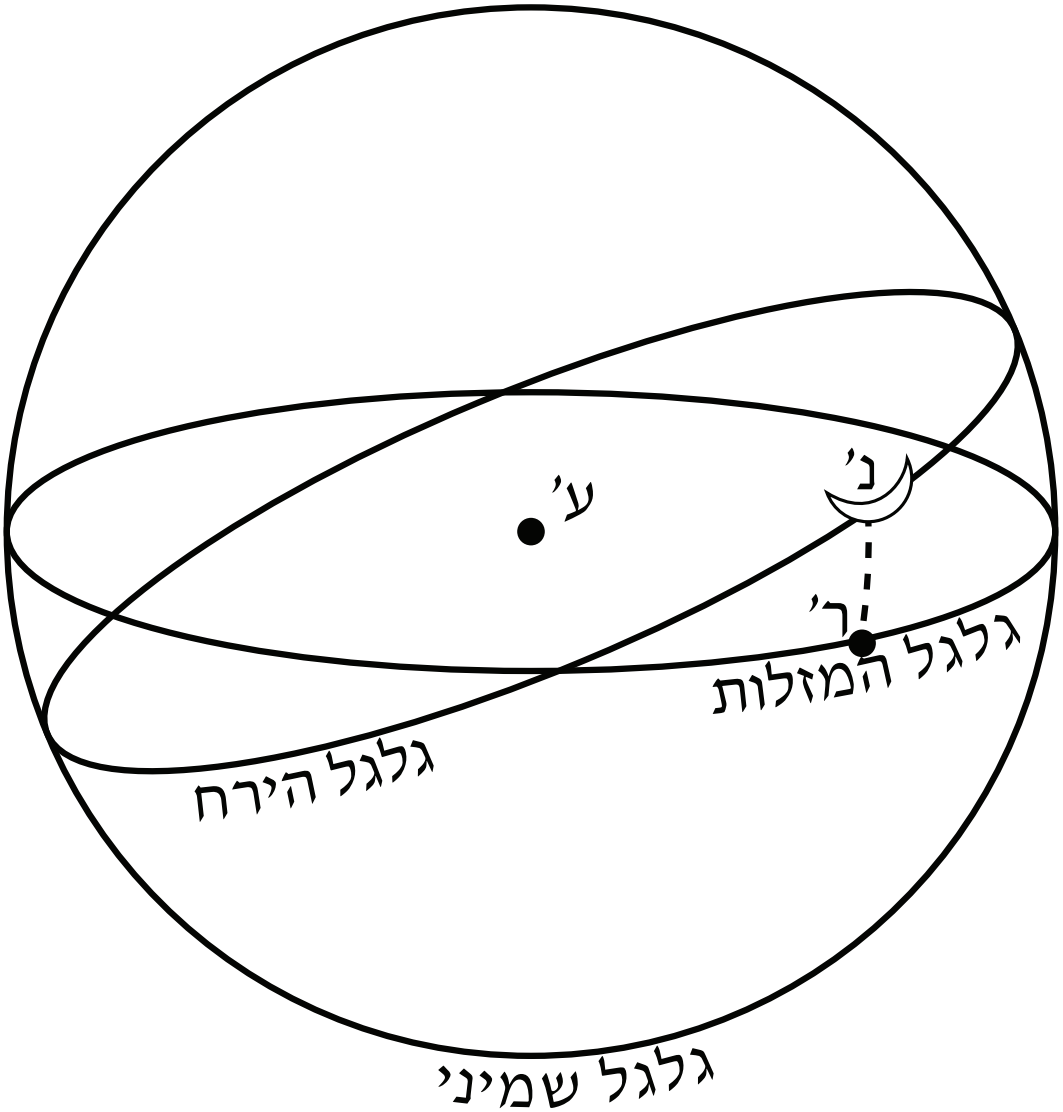


תמונה א'



תמונה ב'

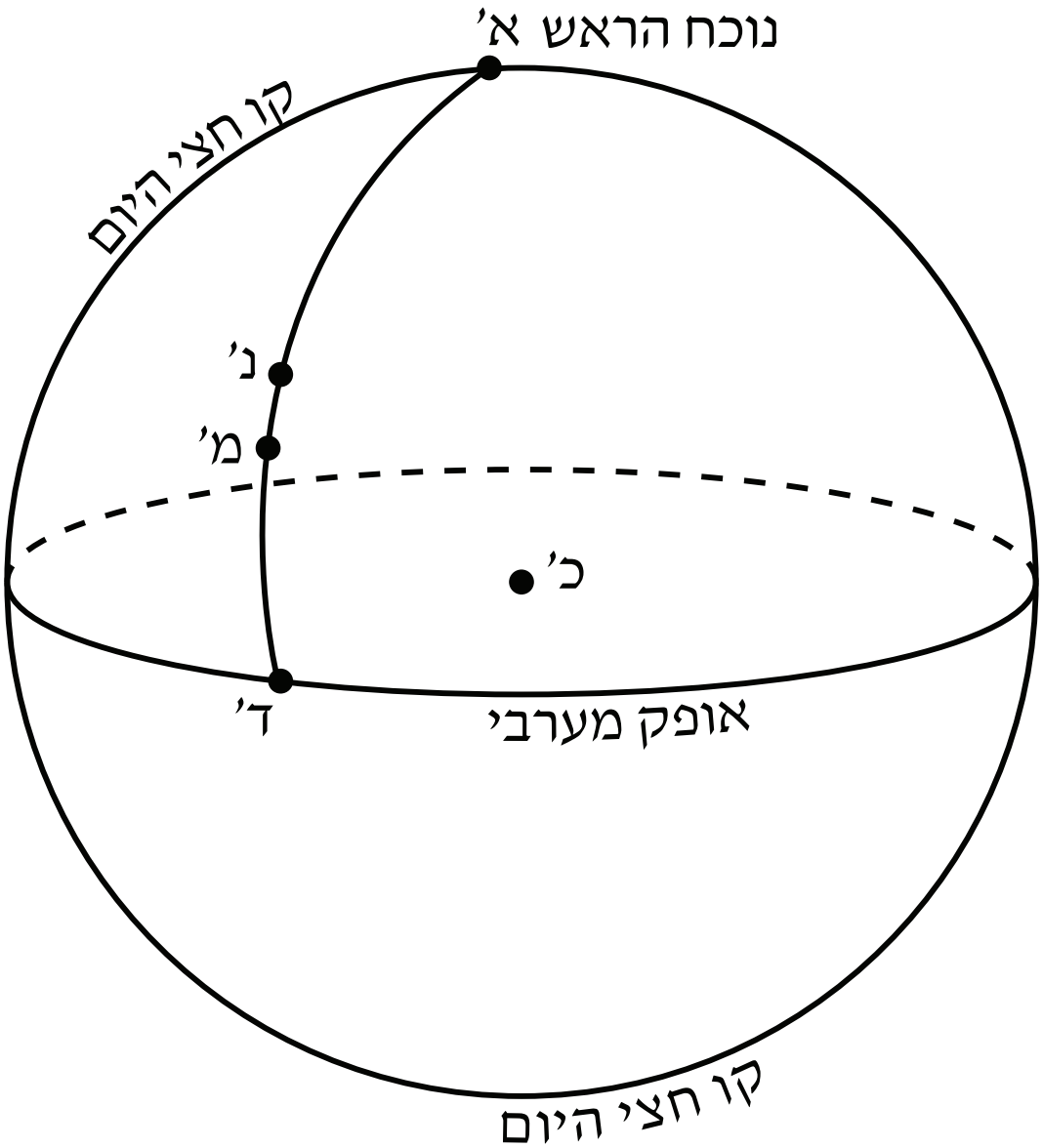
פרק י"ז
תמונה 68



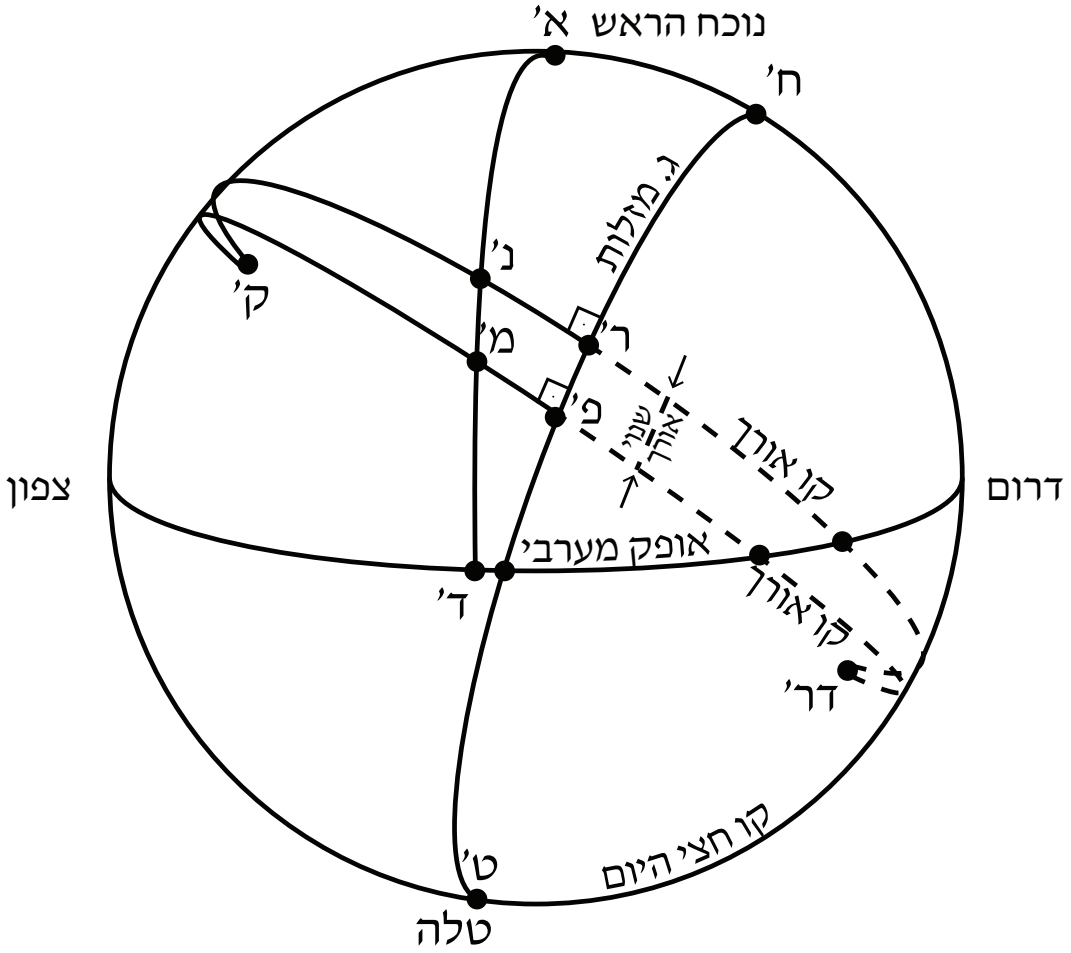
פרק י"ז
תמונה 69



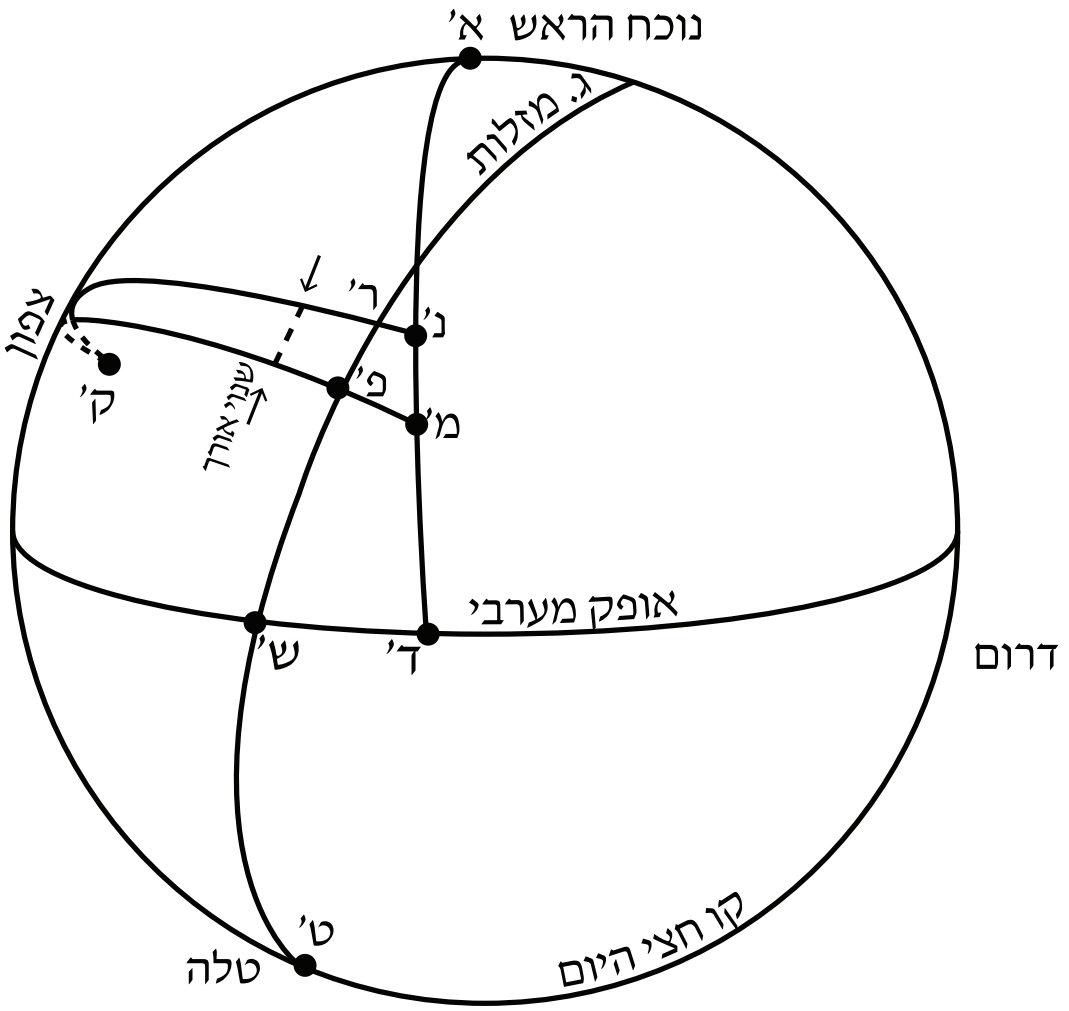
פרק י"ז
תמונה 70



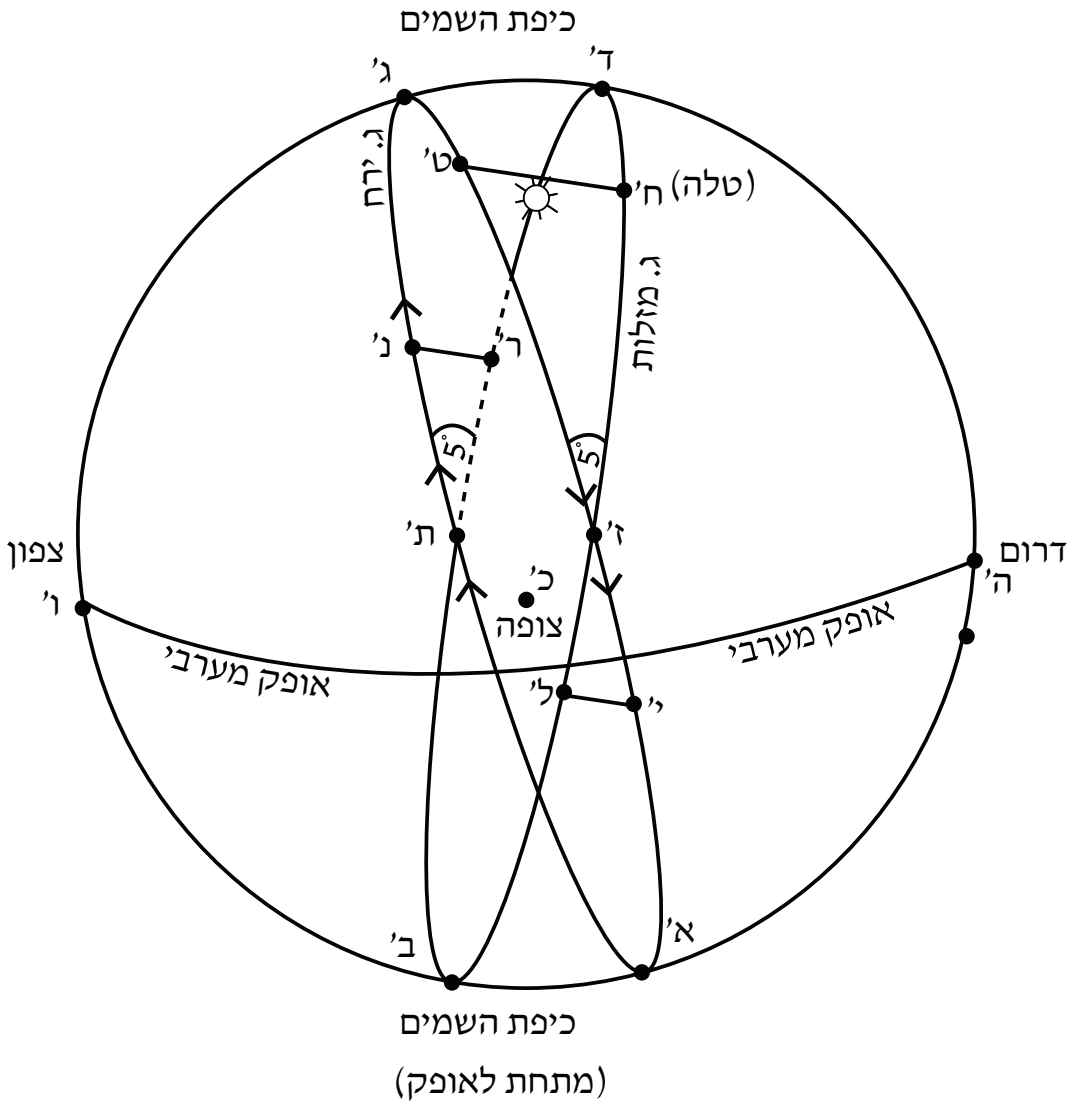
פרק י"ז
תמונה 71



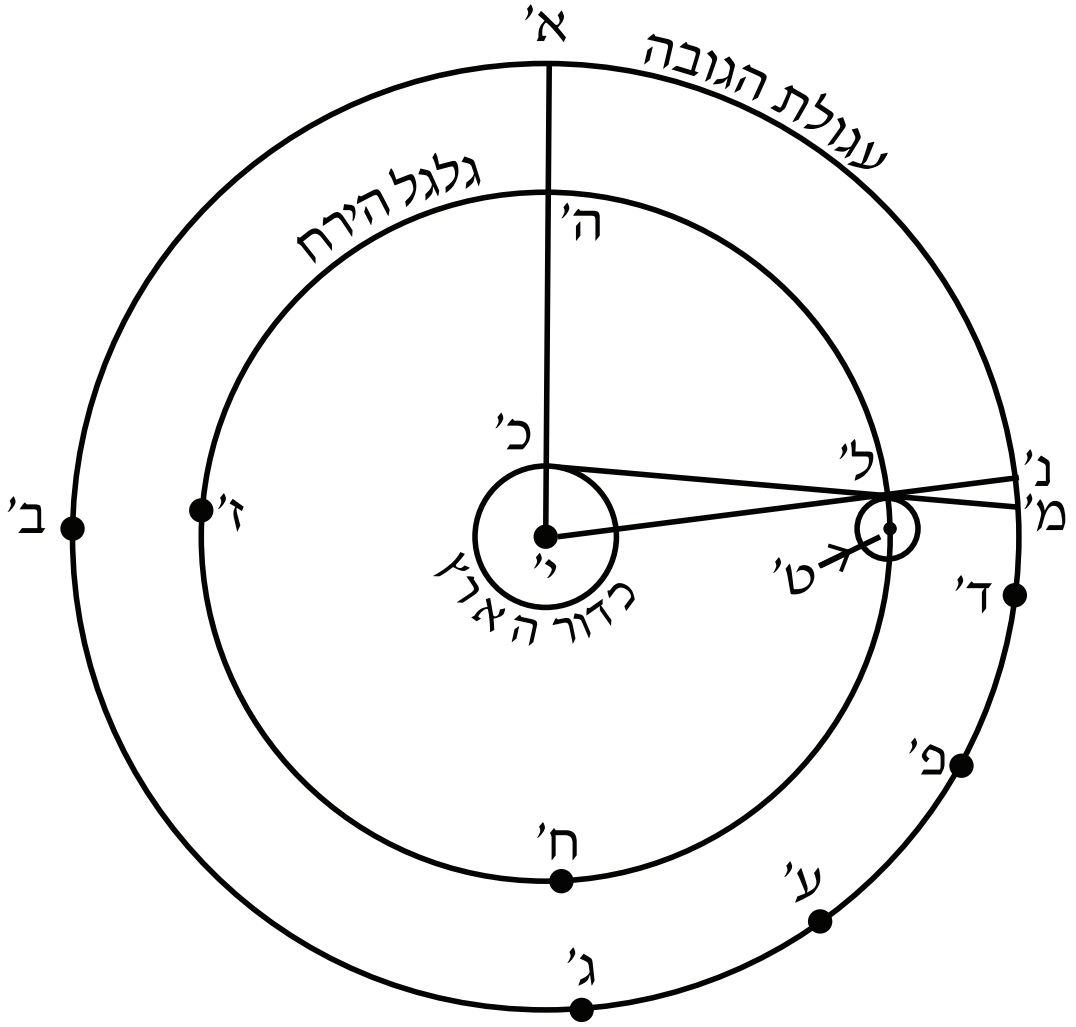
פרק י"ז
תמונה 72



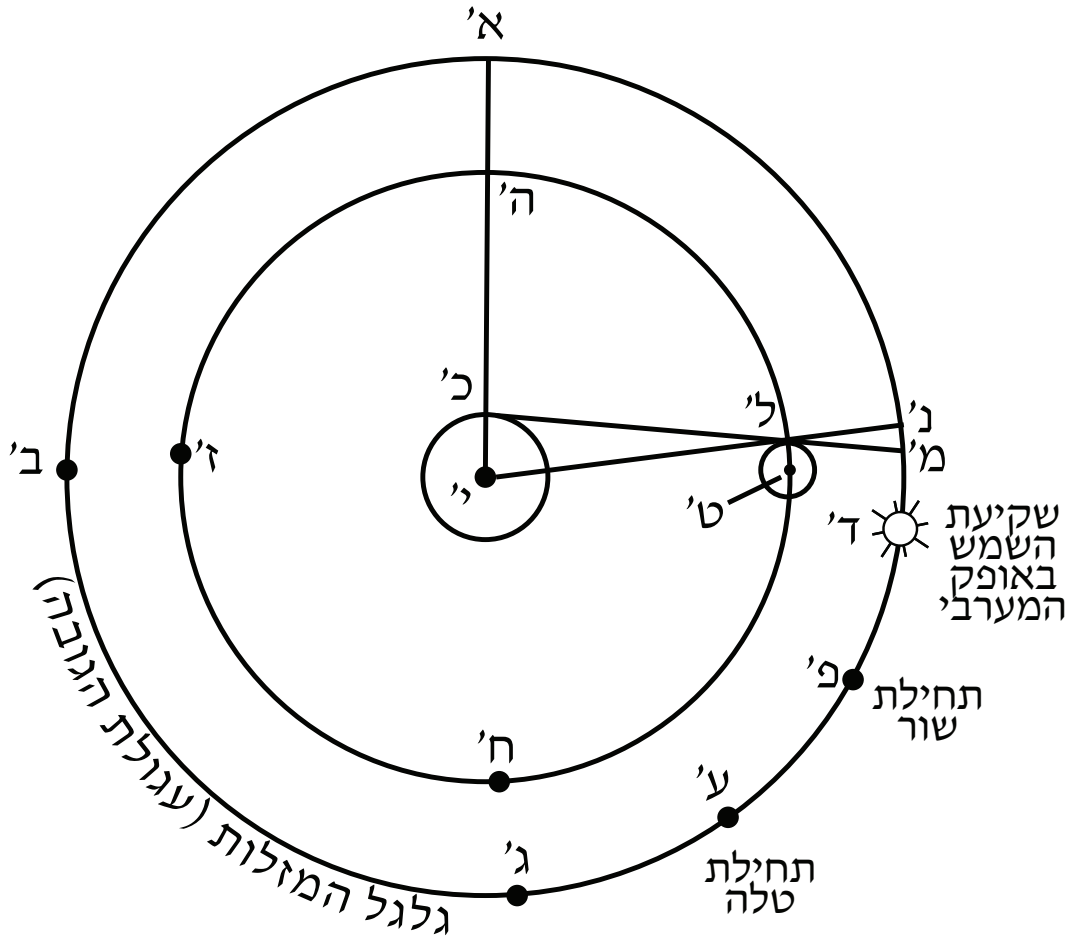
פרק י"ז
תמונה 72 א'



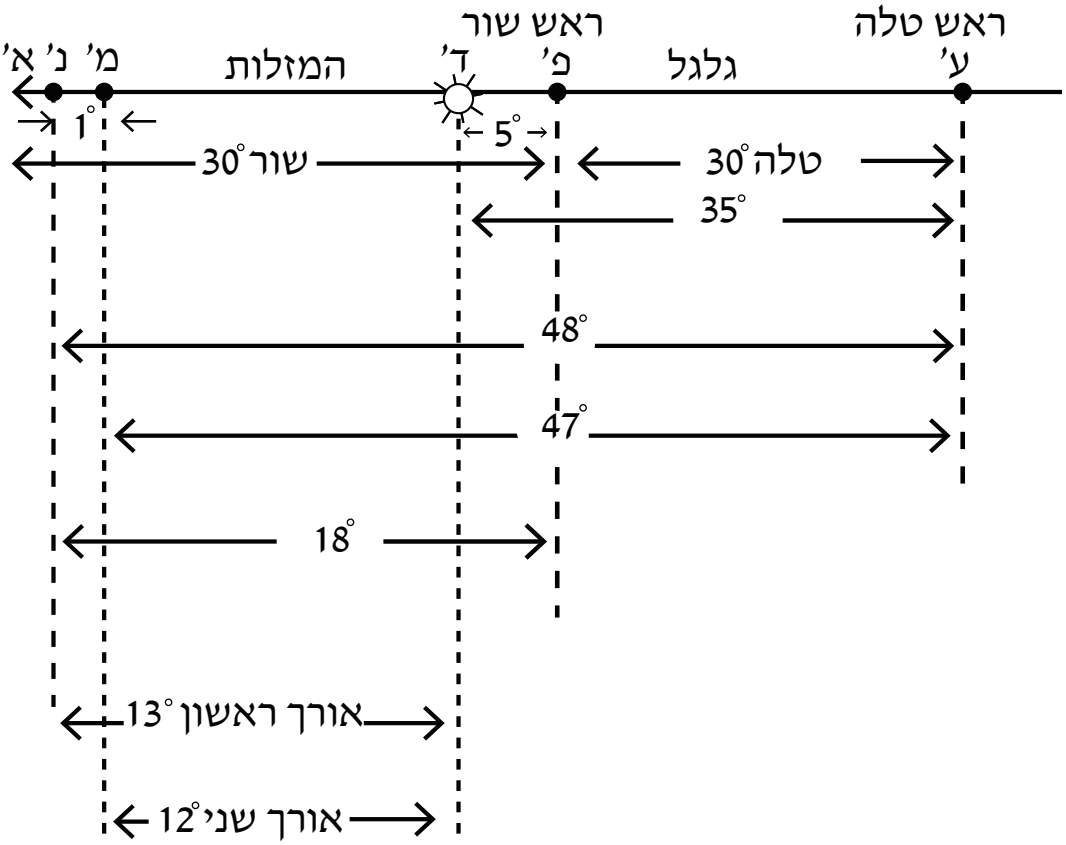
פרק י"ז
תמונה 73
(ציור מ"ו במפרש)



פרק י"ז
תמונה 73 א'
(ציור מ"ו במפרש)

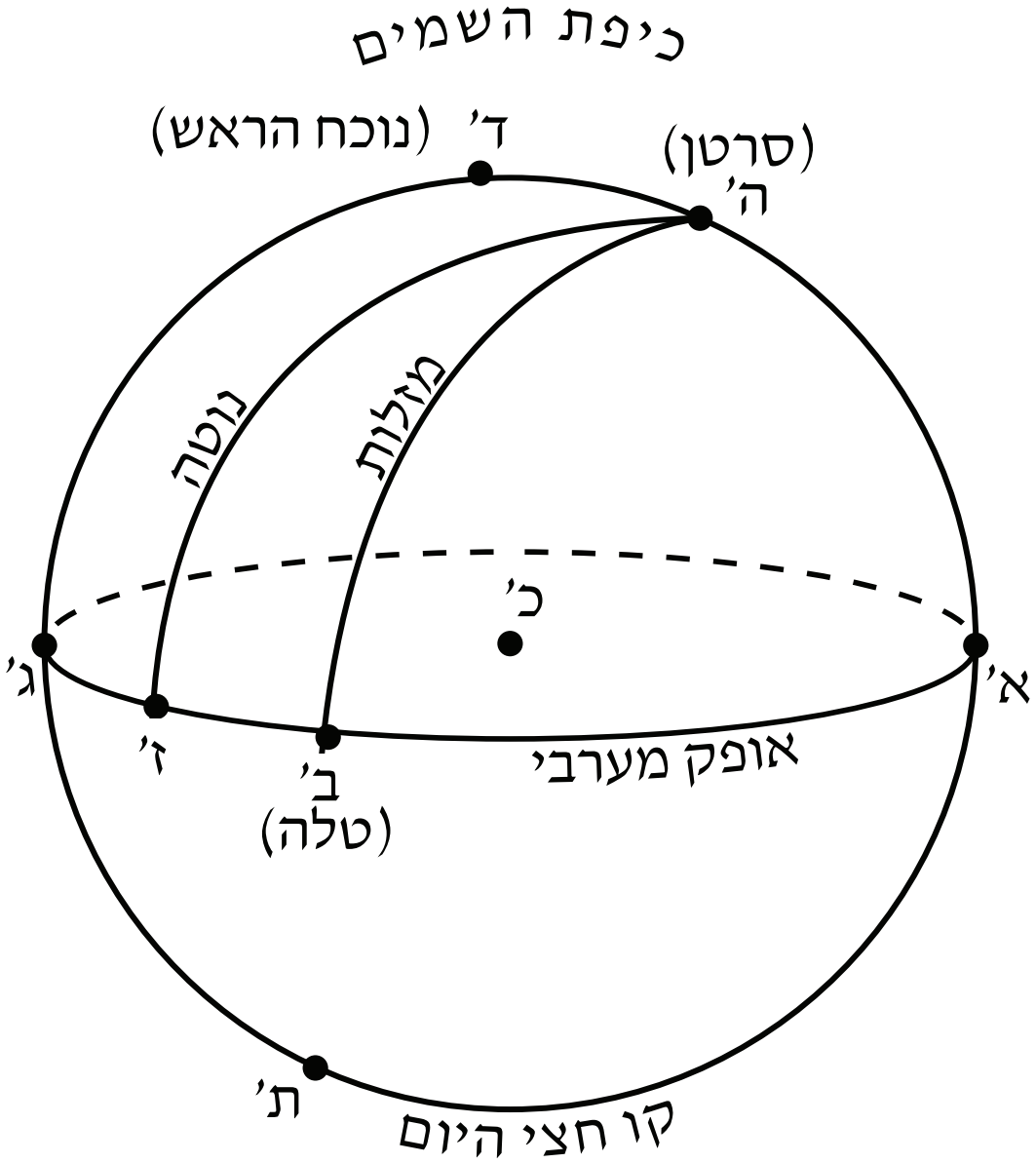


פרק י"ז
תמונה 74

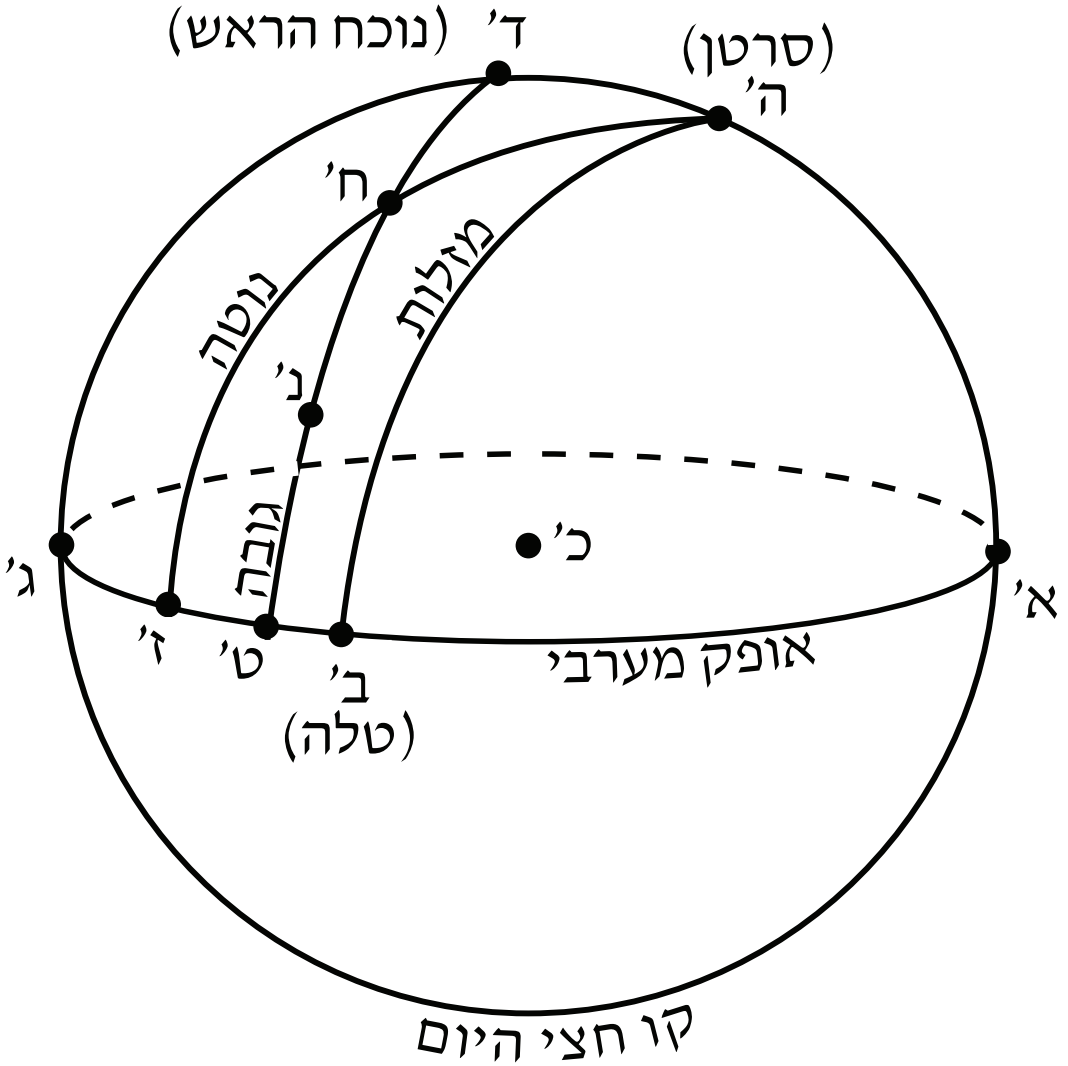


<u>תמונה 74:</u> הקו אנמצפ"ע הוא עגולת הגובה, והמשכה מתחת לאופק (שהוא גלגל המזלות במקרה שלפנינו) שבתמונה 73.

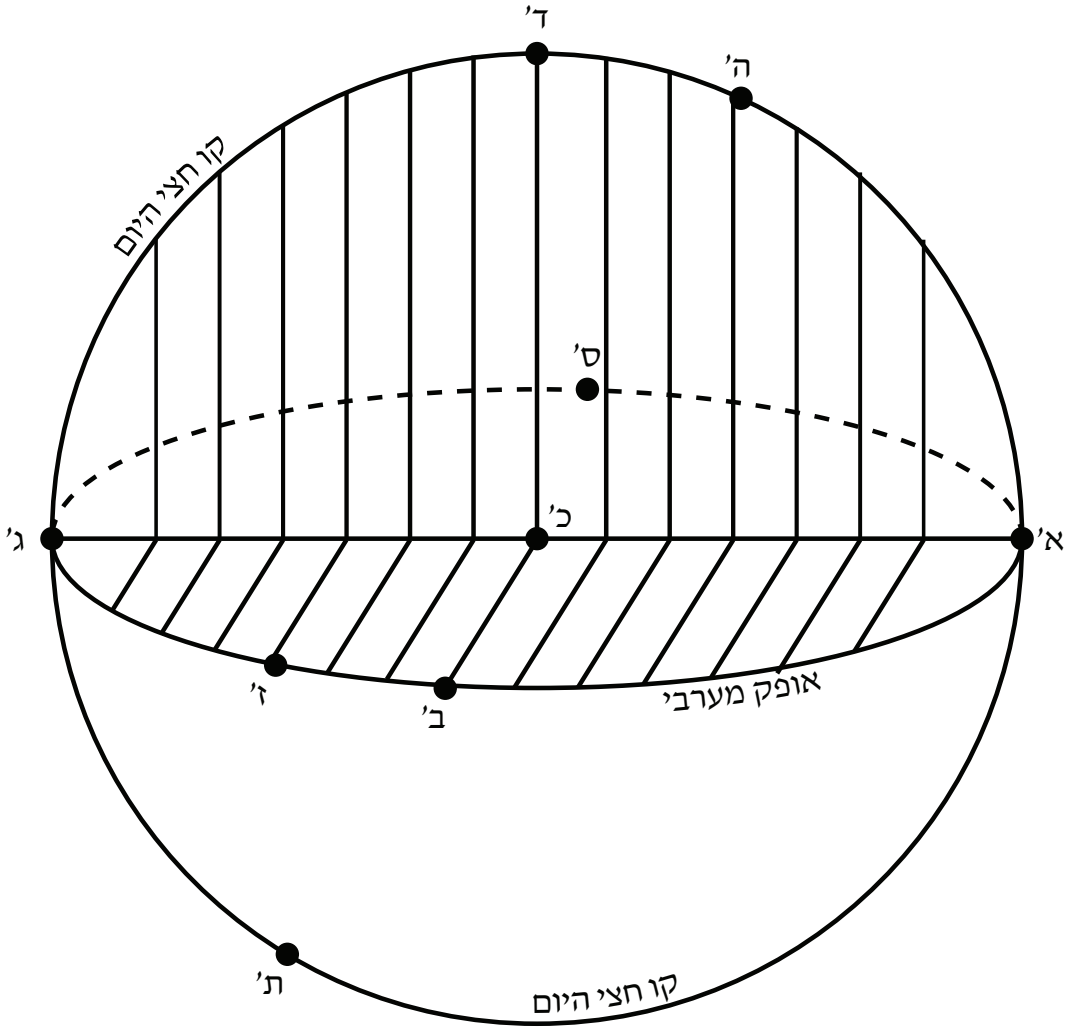
פרק י"ז
תמונה 75



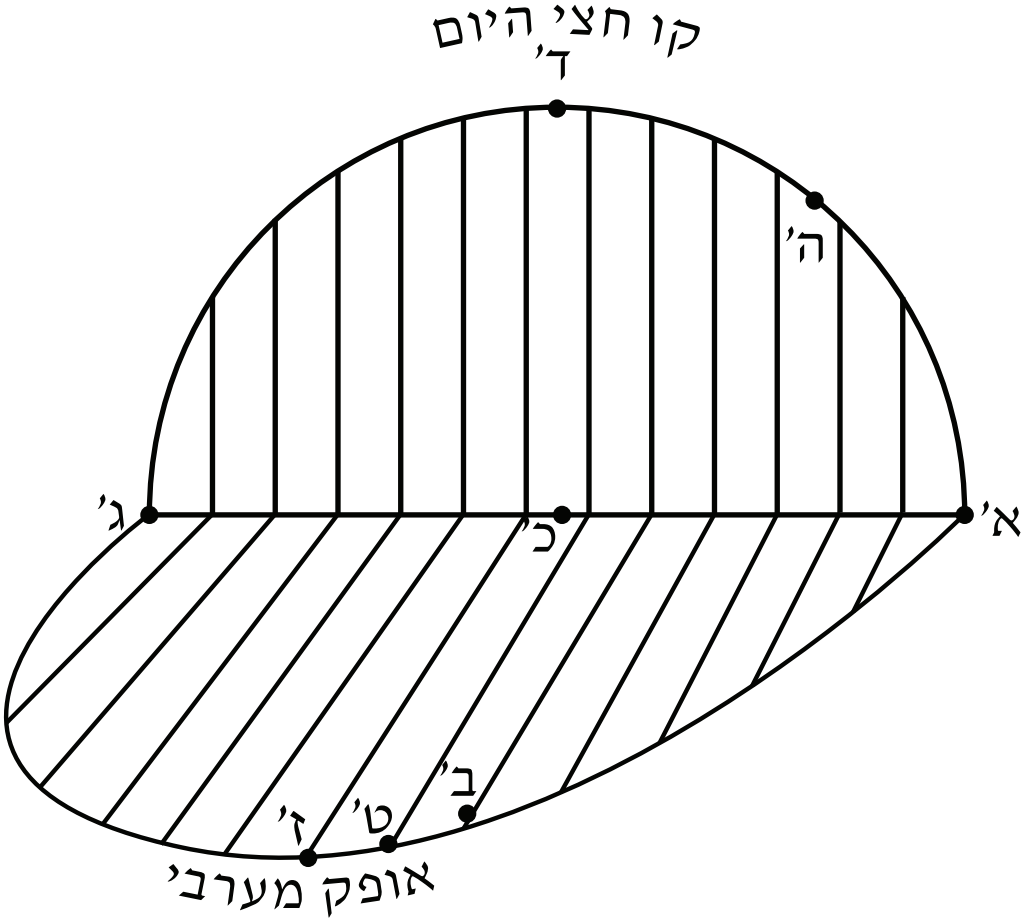
פרק י"ז
תמונה 76



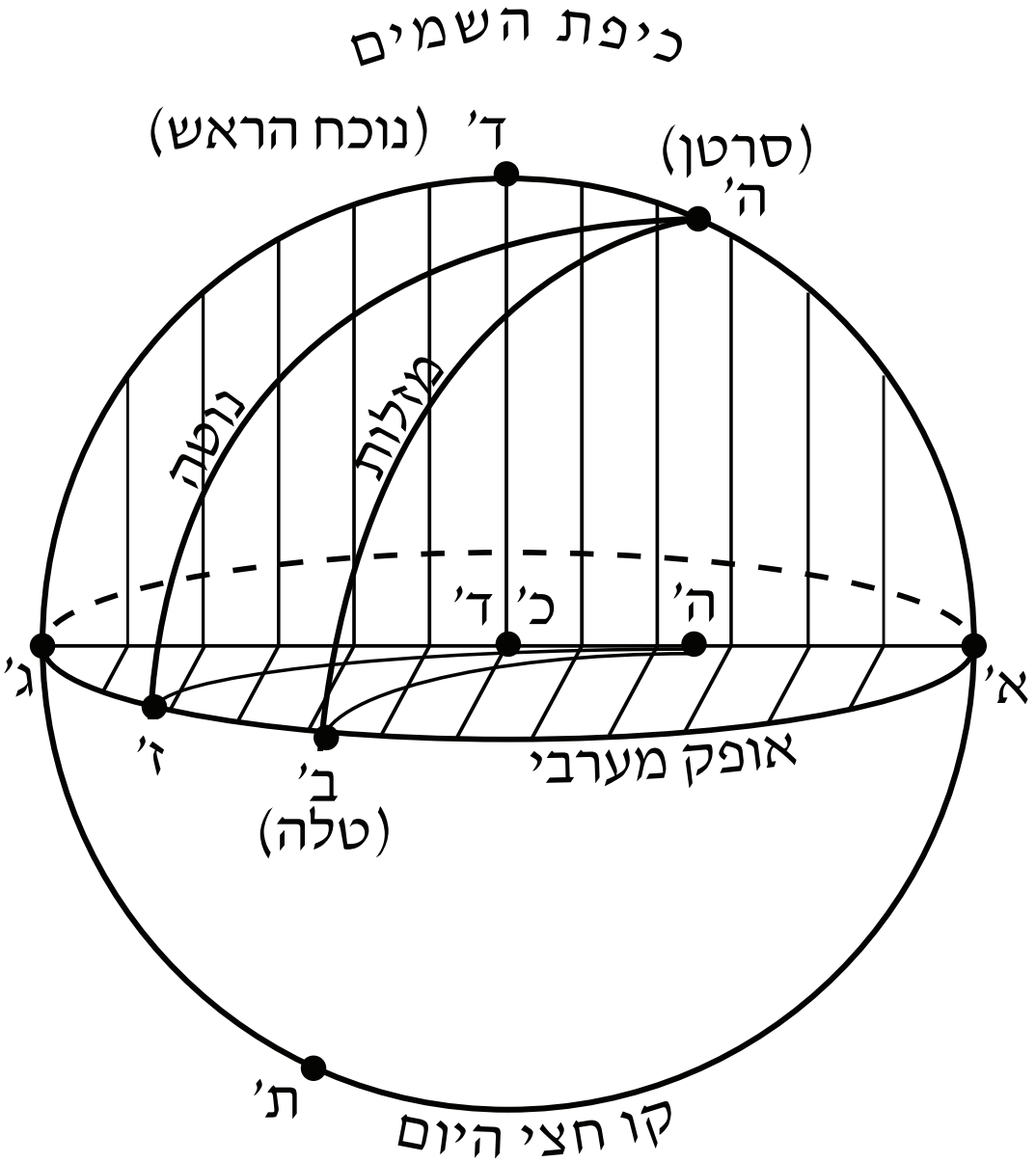
פרק י"ז
תמונה 77



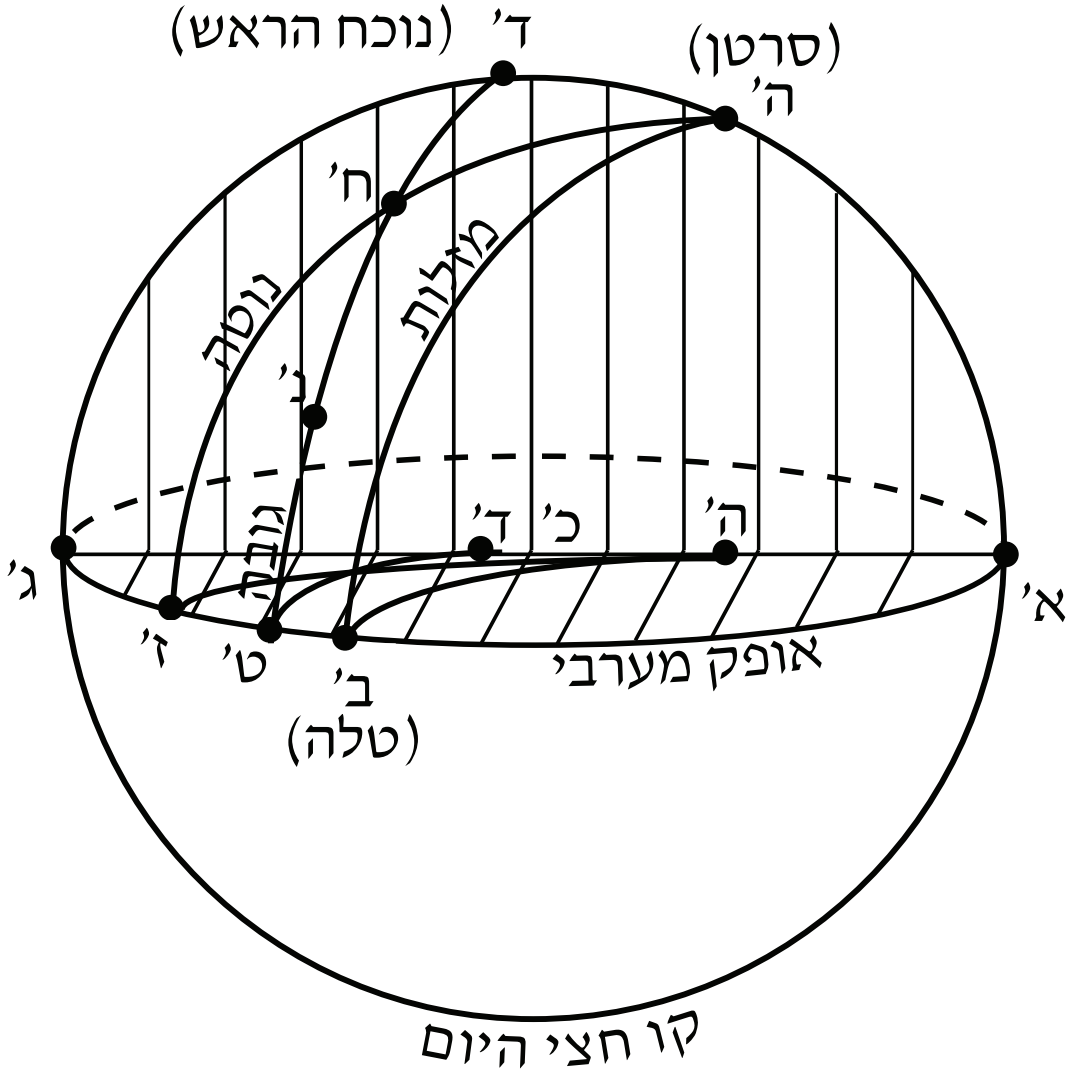
פרק י"ז
תמונה 77 א'



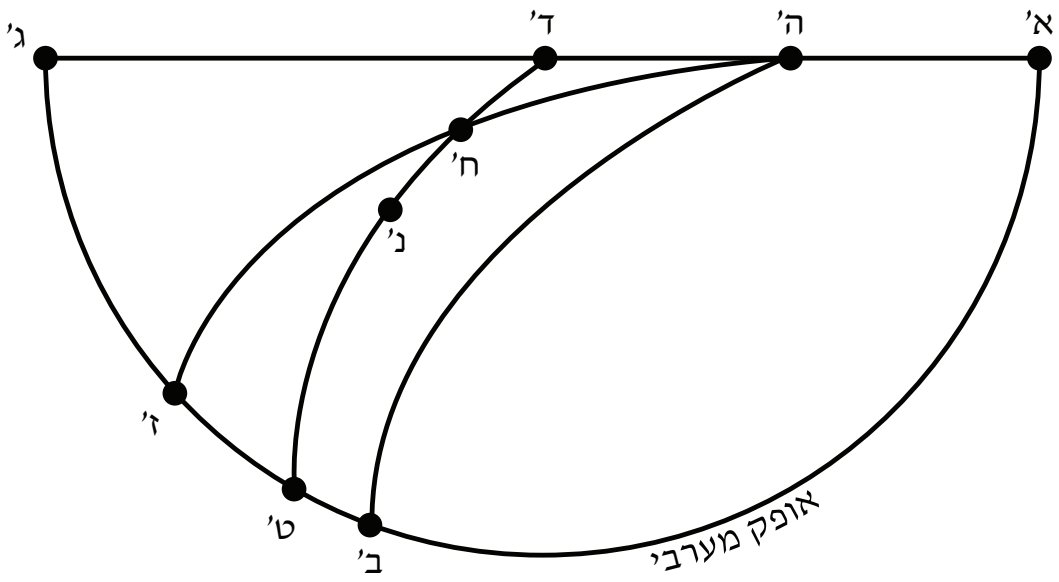
פרק י"ז
תמונה 78



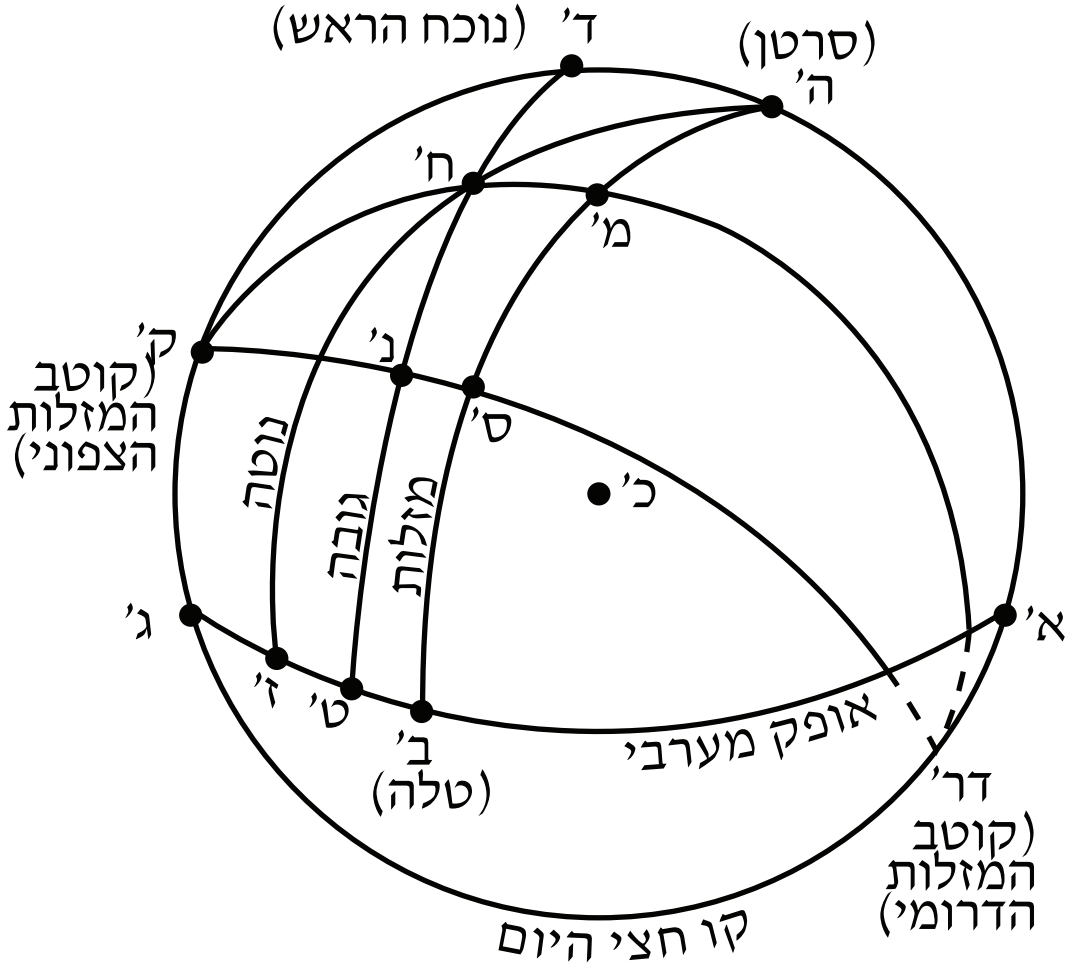
פרק י"ז
תמונה 79



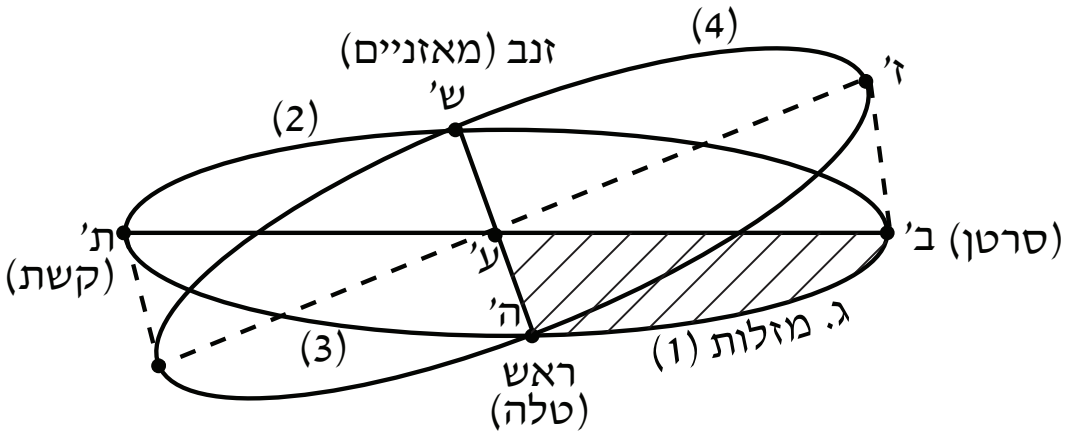
פרק י"ז
תמונה 79 א'



פרק י"ז
תמונה 79 ב'

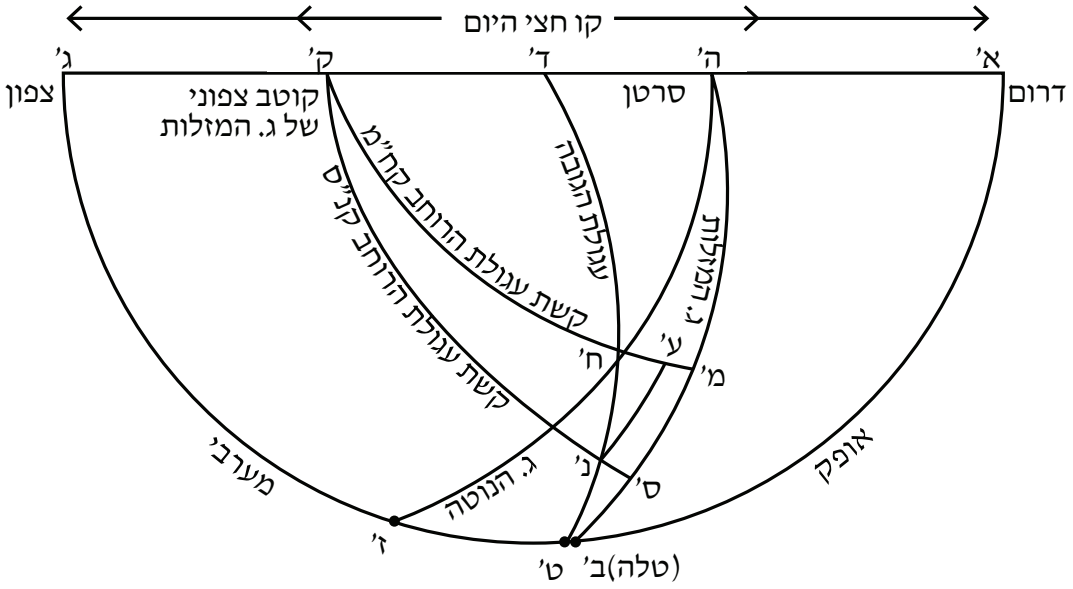


פרק י"ז
תמונה 79 ג'



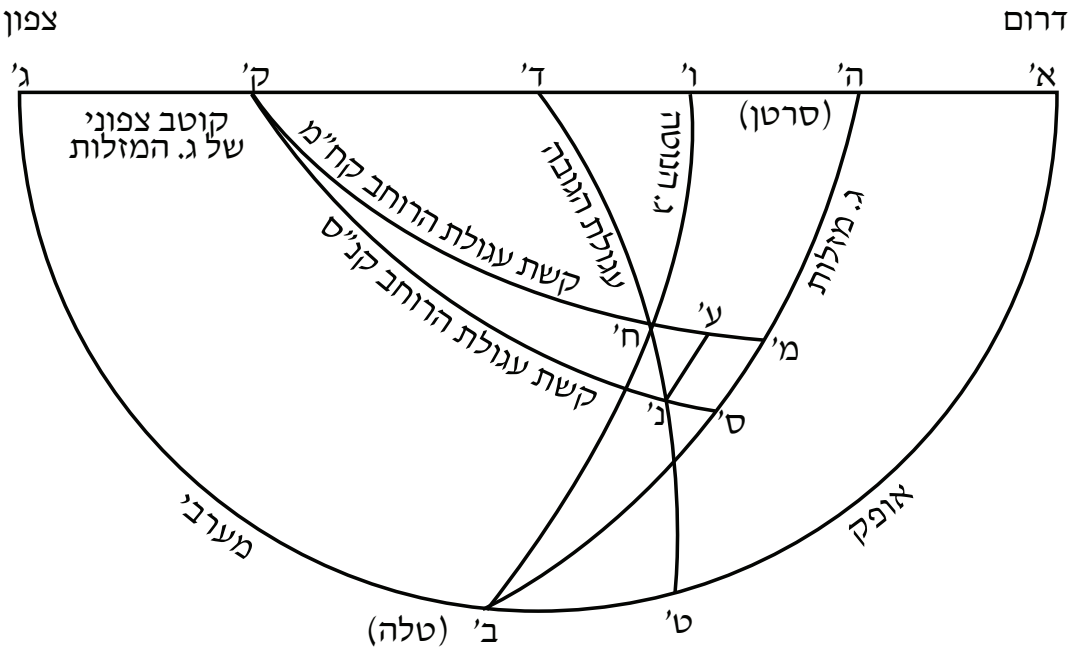
פרק י״ז
תמונה 80
(והיא ציור מ״ז במפרש)

נקודת התלי ה׳ נמצאת במזל סרטן



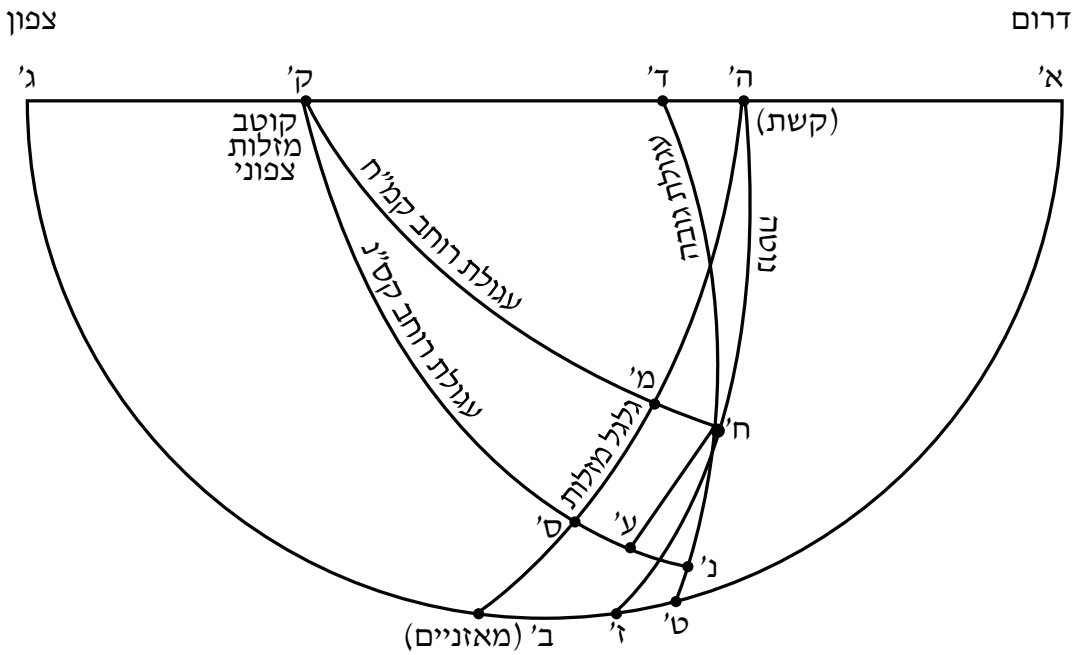
פרק י"ז
תמונה 81
(והיא תמונה מ"ח במפרש)

רביע (1) בתמונה 79 ג'
נקודת התלי ב' נמצאת במזל טלה



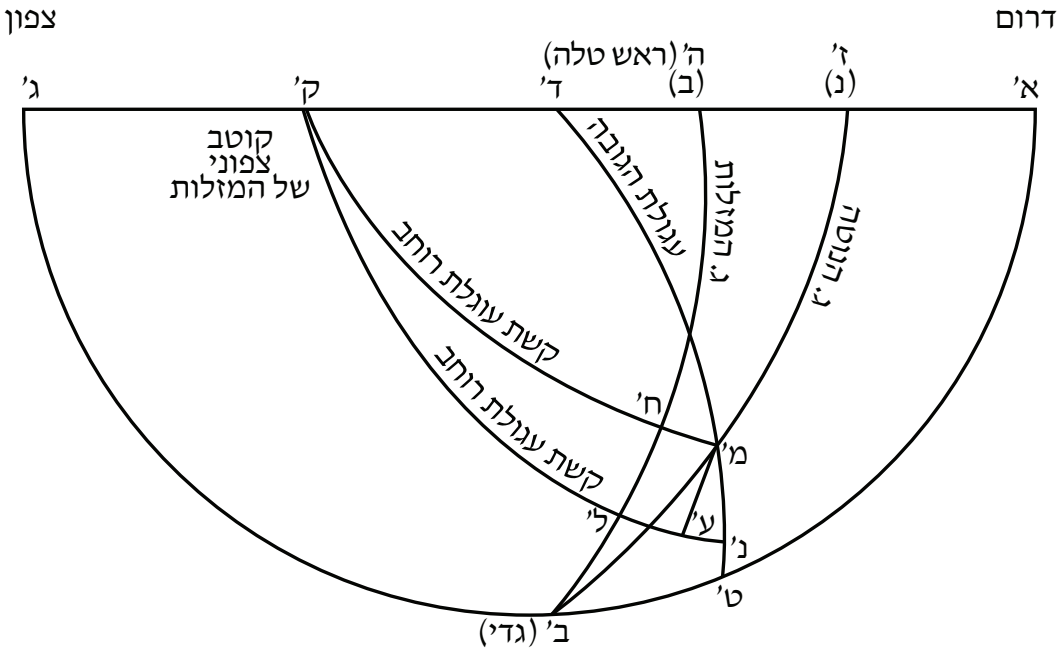
פרק י"ז
תמונה 82
(והיא תמונה מ"ט מתוקנת במפרש)

רביע (2) בתמונה 79 ג'

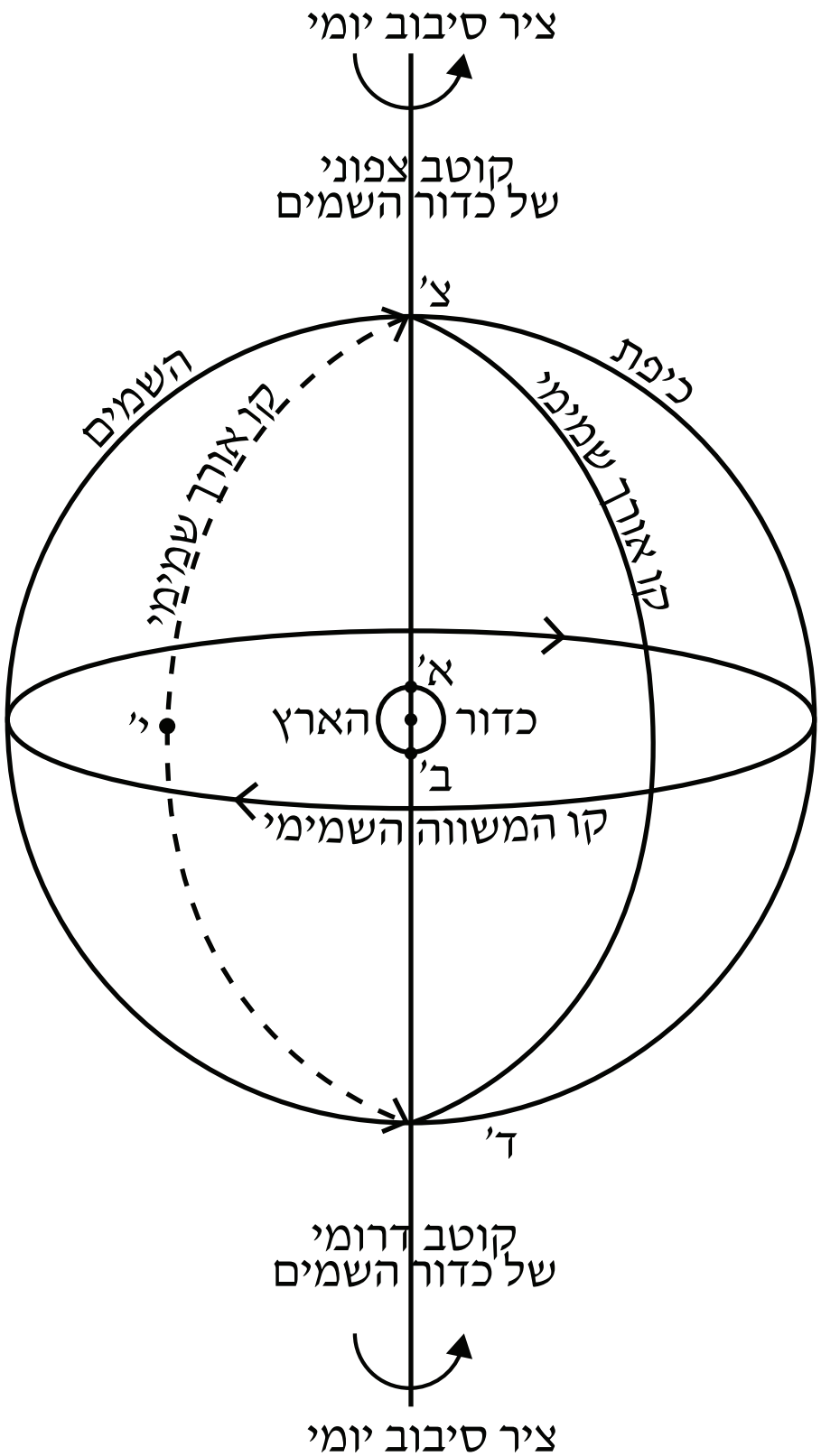


פרק י"ז
תמונה 83
(והיא תמונה נ' מתוקנת במפרש)

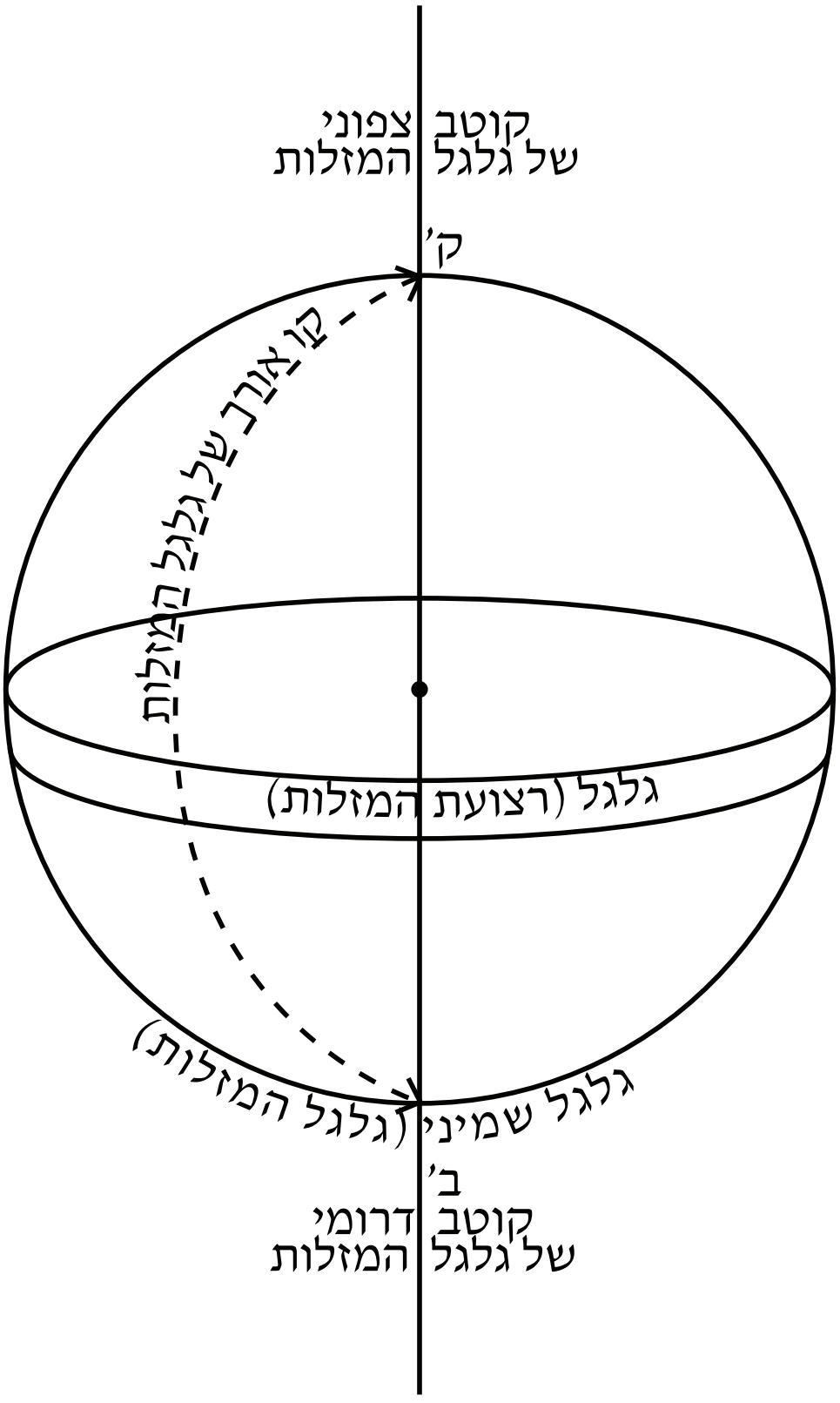
רביע (3) בתמונה 79 ג'



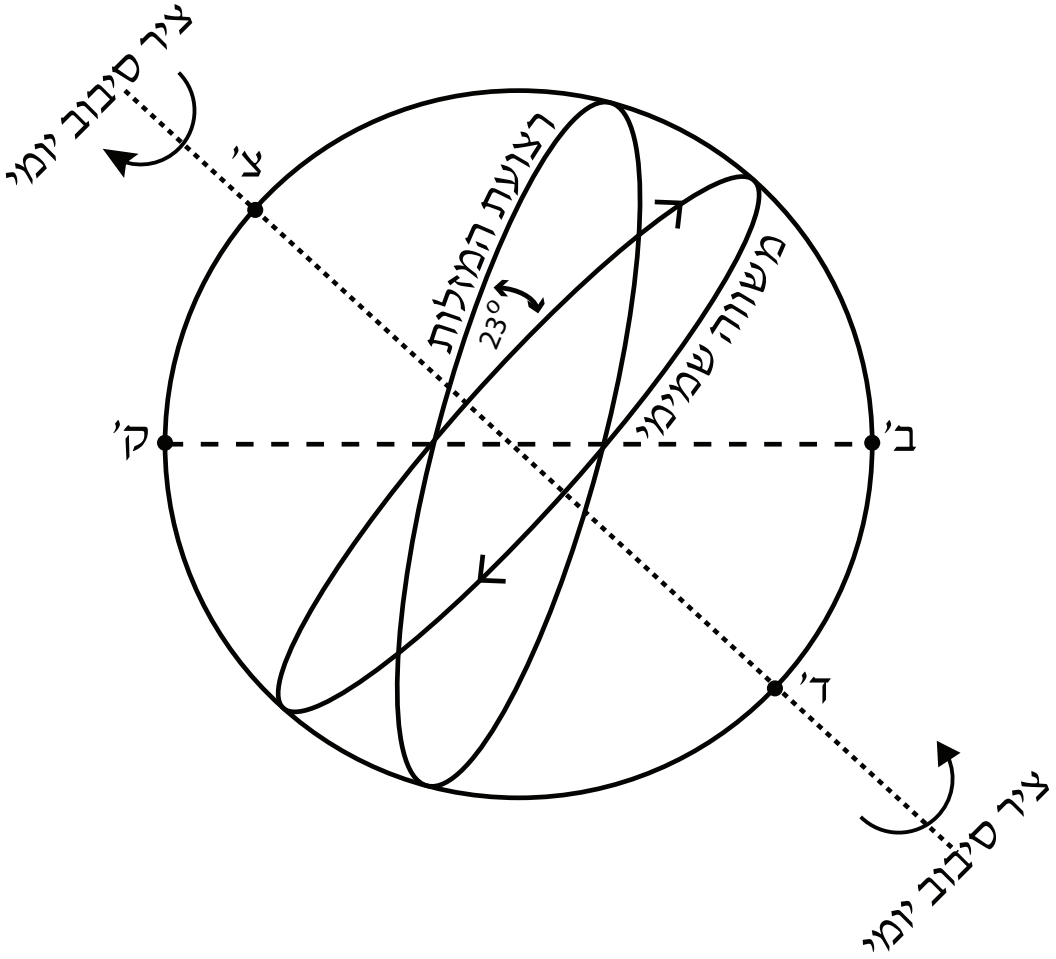
פרק י"ז
תמונה 84



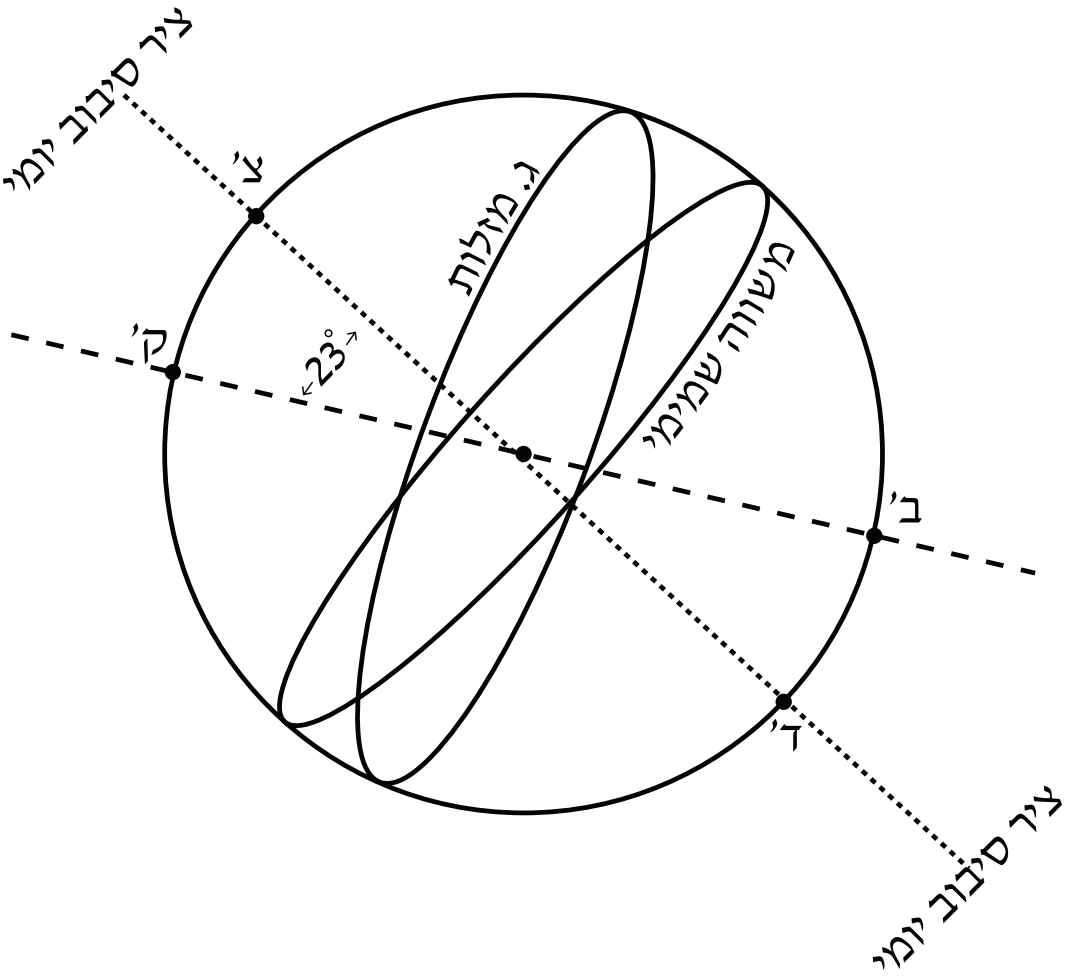
פרק י"ז
תמונה 85



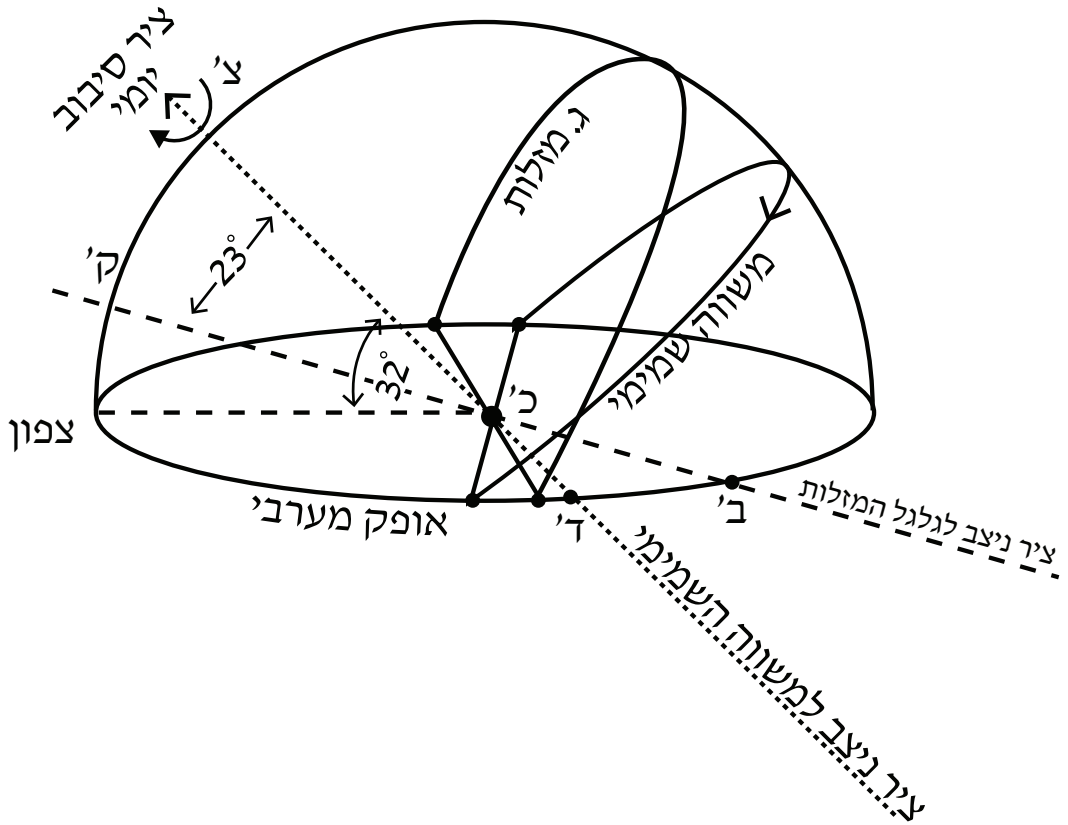
פרק י"ז
תמונה 86



פרק י"ז
תמונה 87

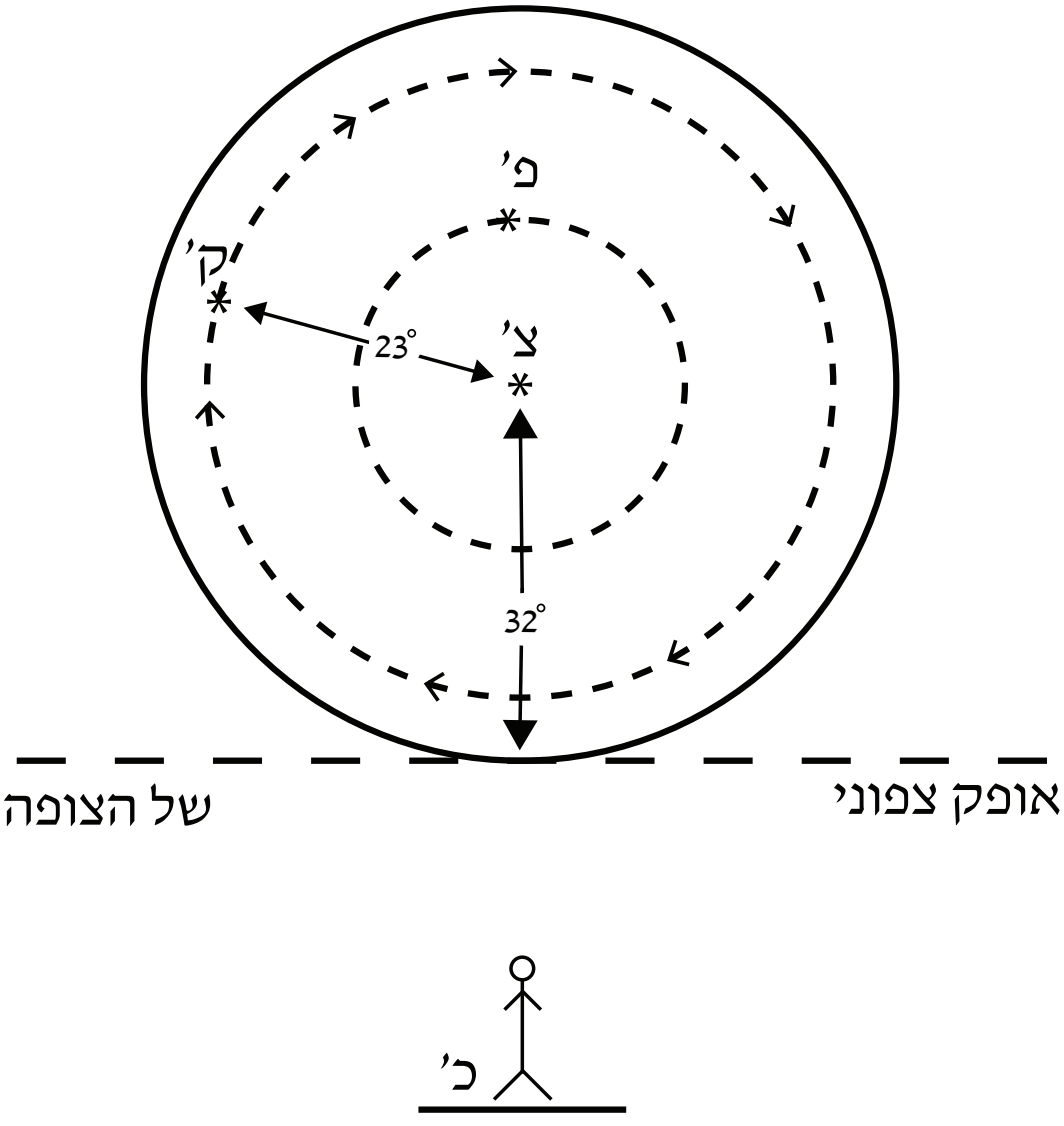


פרק י"ז
תמונה 88

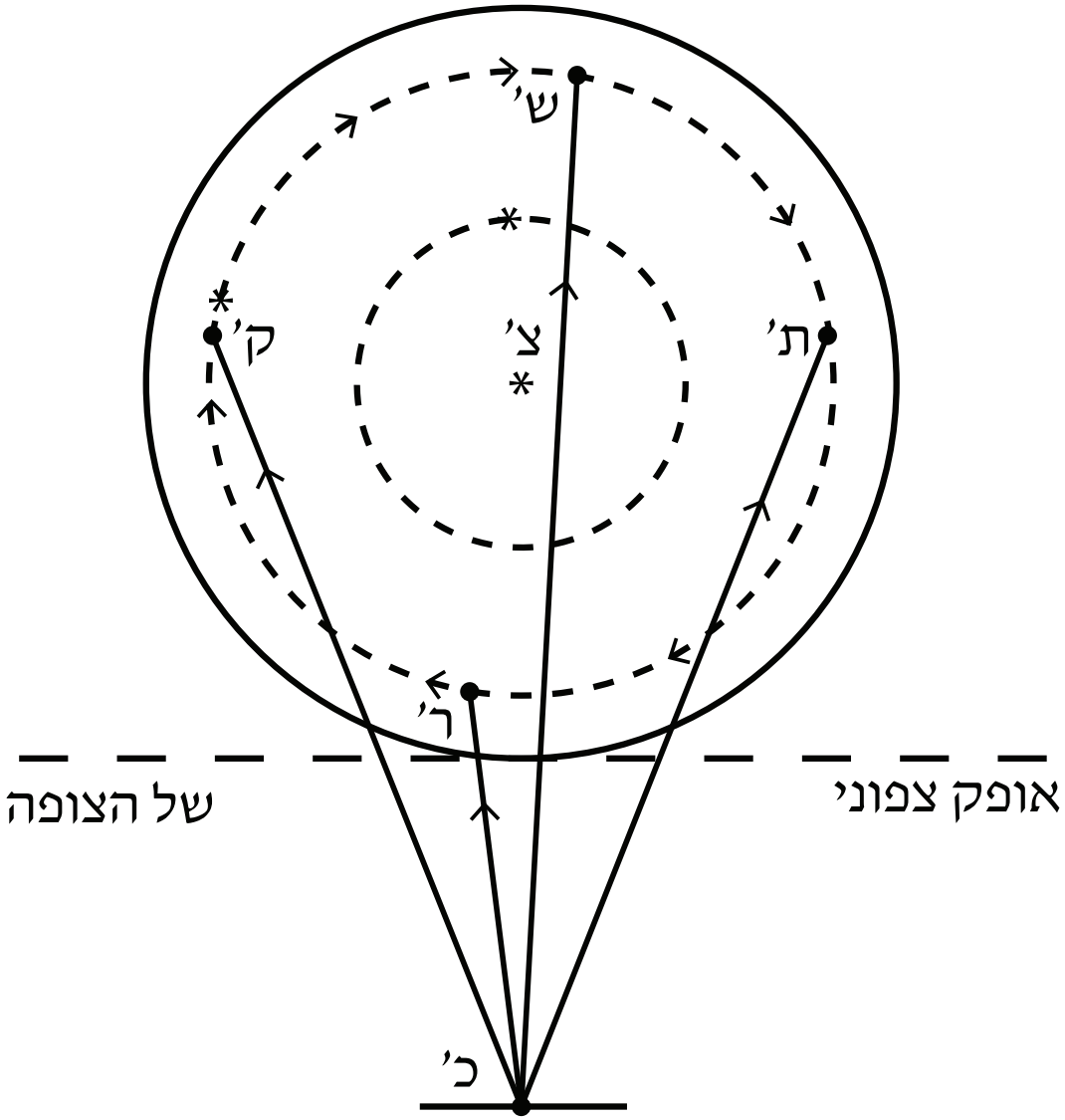


<u>תמונה 88:</u> הציר צ"ד ניצב לקו המשווה השמימי, והציר ק"ב ניצב לגלגל המזלות.

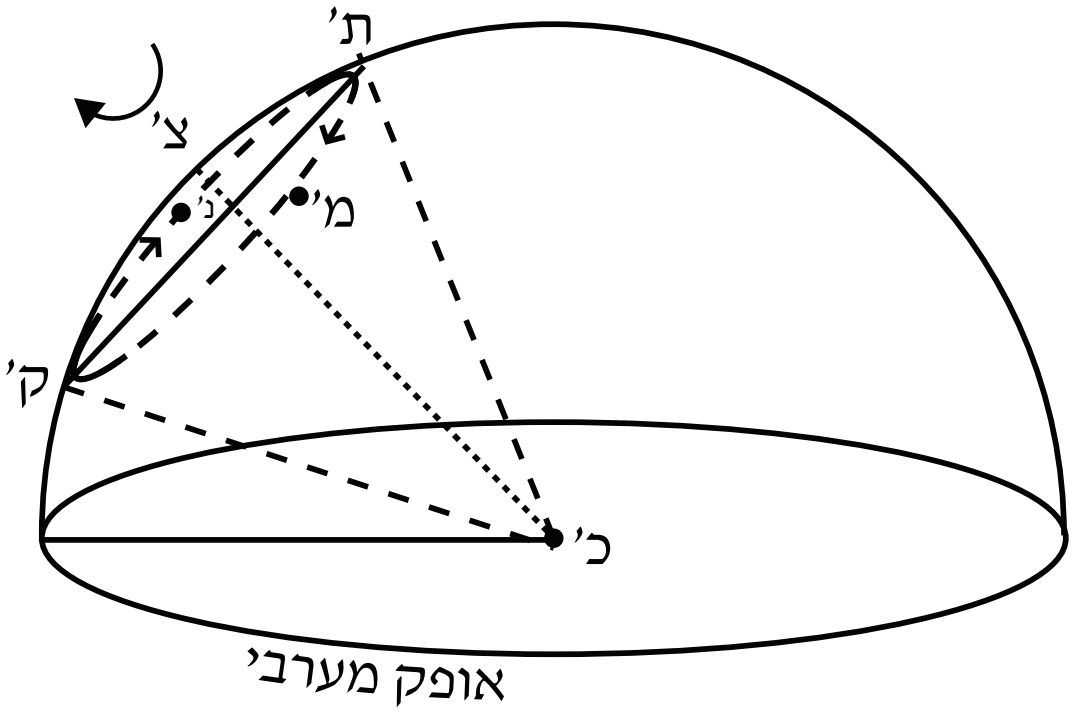
פרק י"ז
תמונה 88 א'



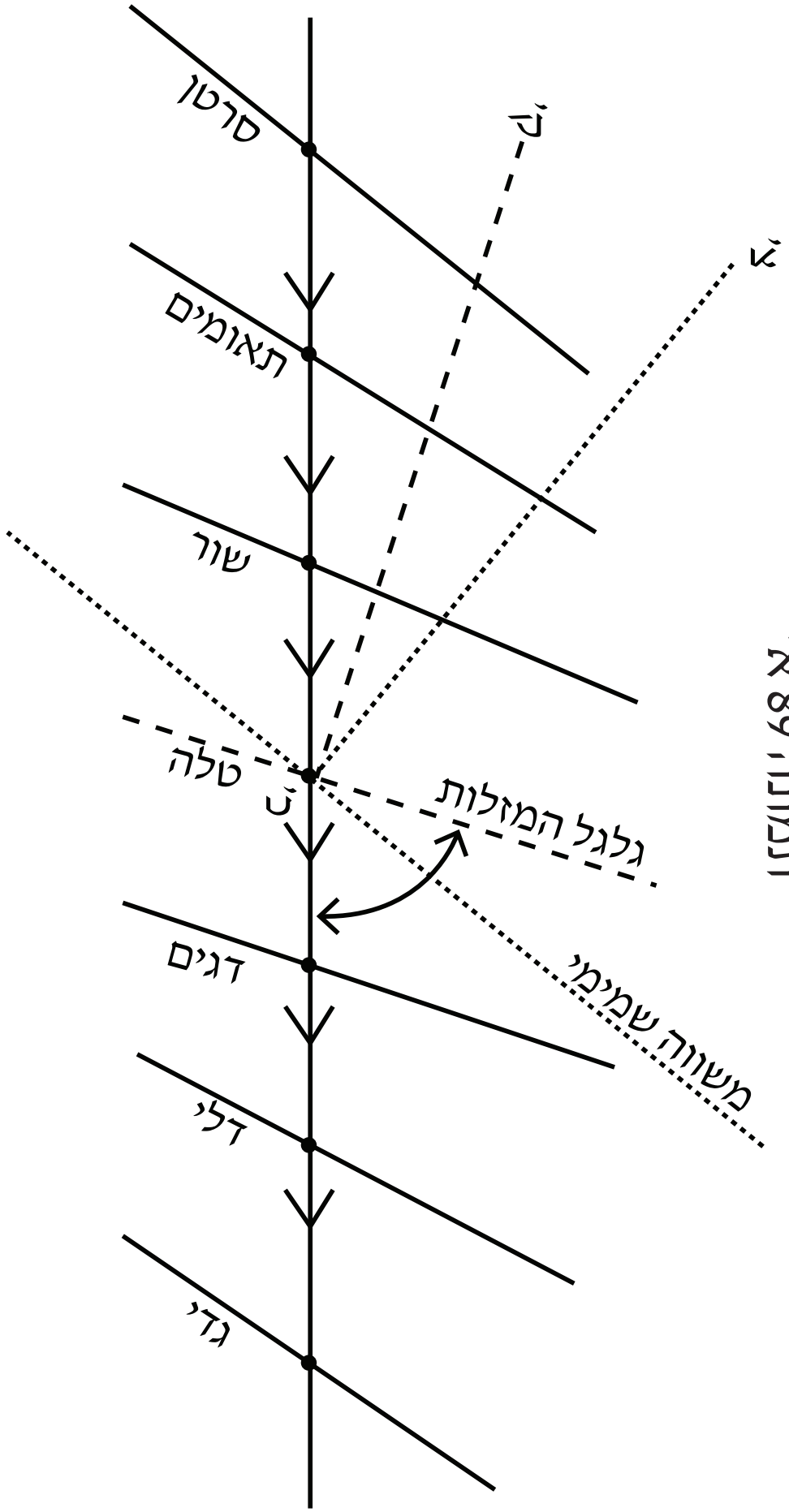
פרק י"ז
תמונה 88 ב'



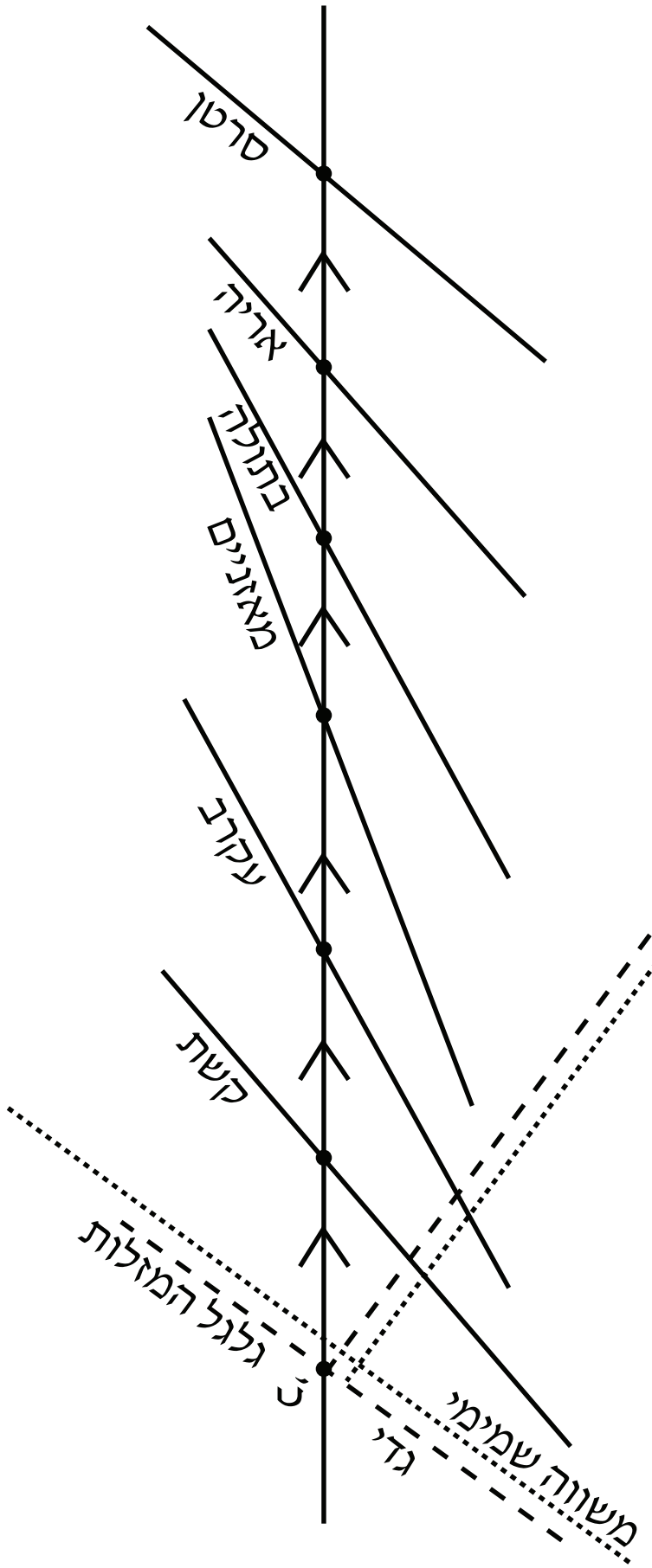
פרק י"ז
תמונה 89



<u>תמונה 89:</u> קוטב המזלות ק' סובב במעגל קמתנ"ק סביב כוון הצפון צ', בסיבוב היומי.



תמונה 68 א'
גלגל

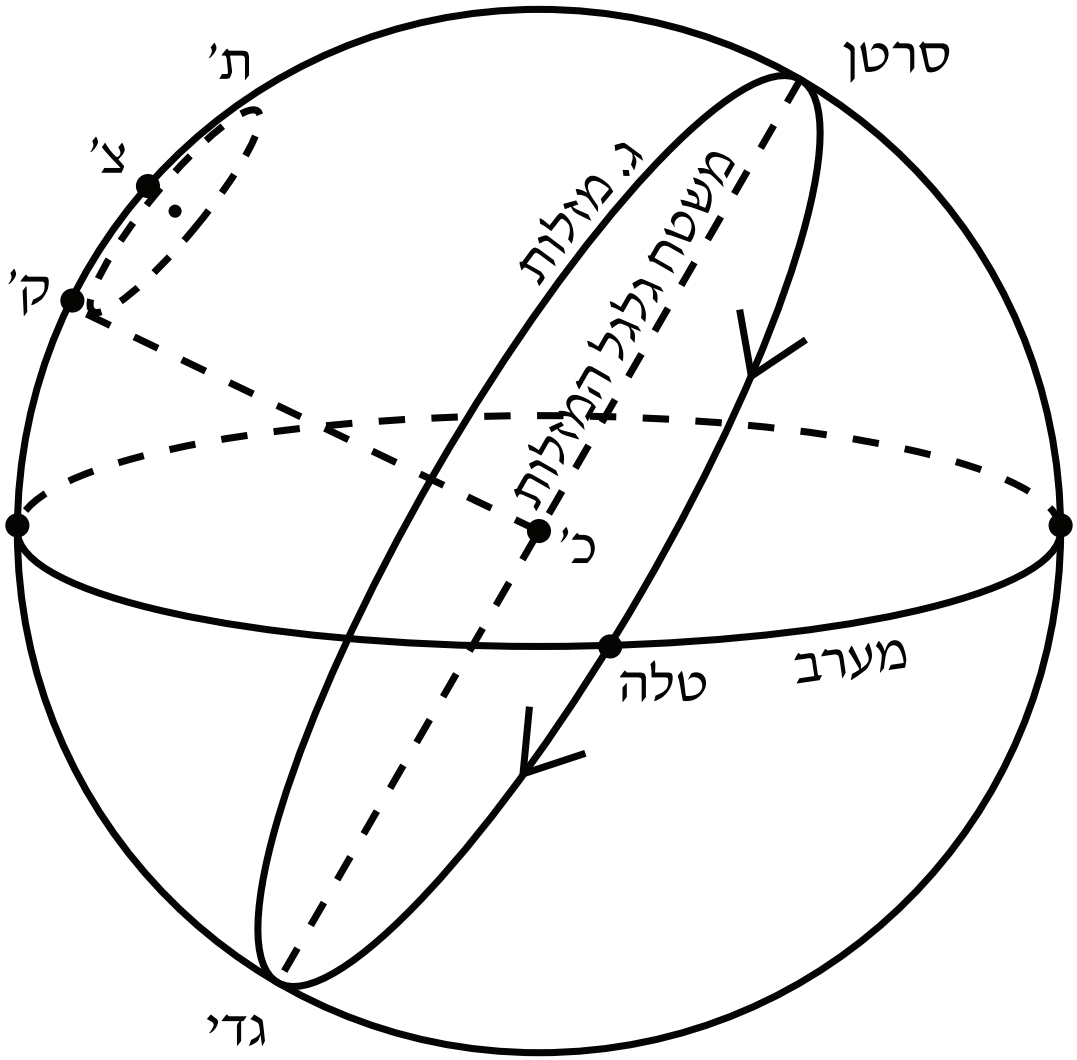


איור 68 גלגל המזלות

איור 89
תמונה ג

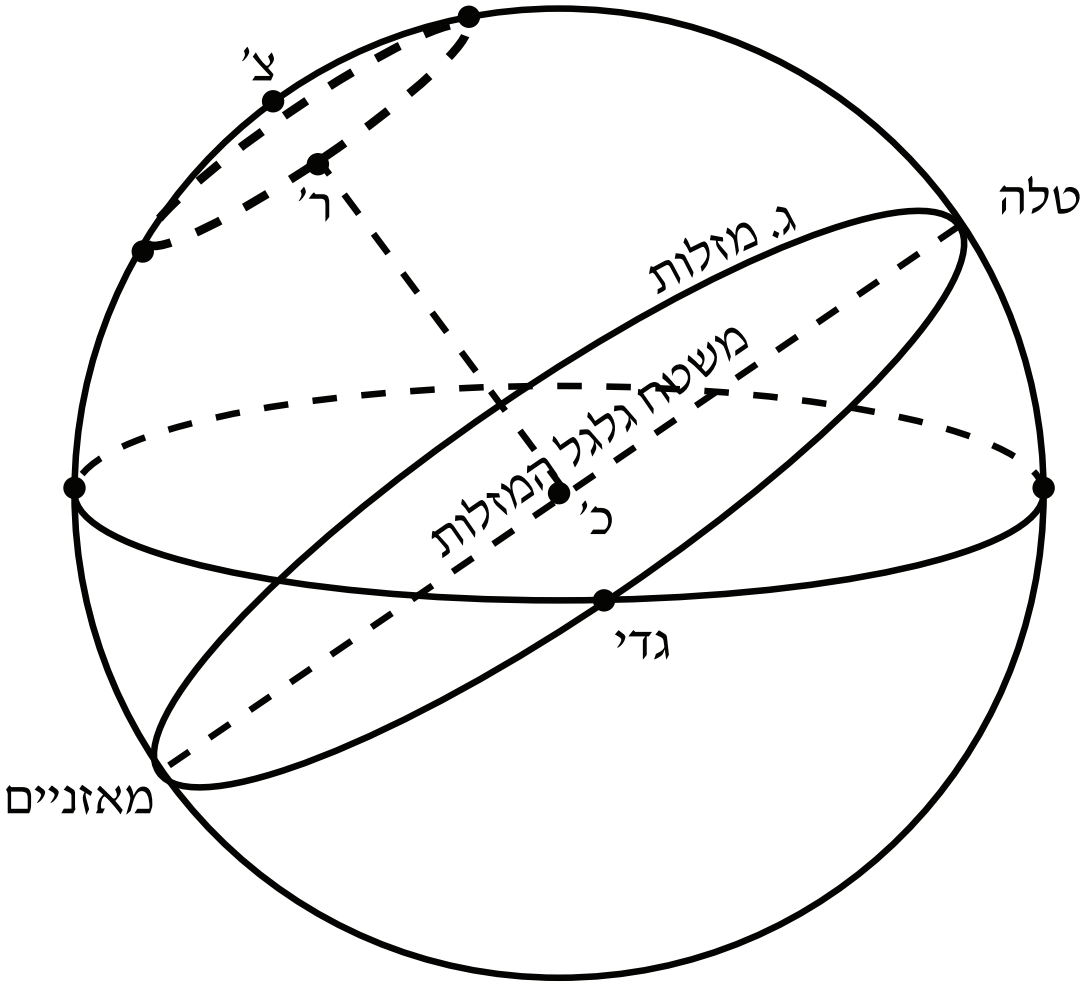
תמונה 68 ז,
גלגל המזלות

פרק י"ז
תמונה 90 א'



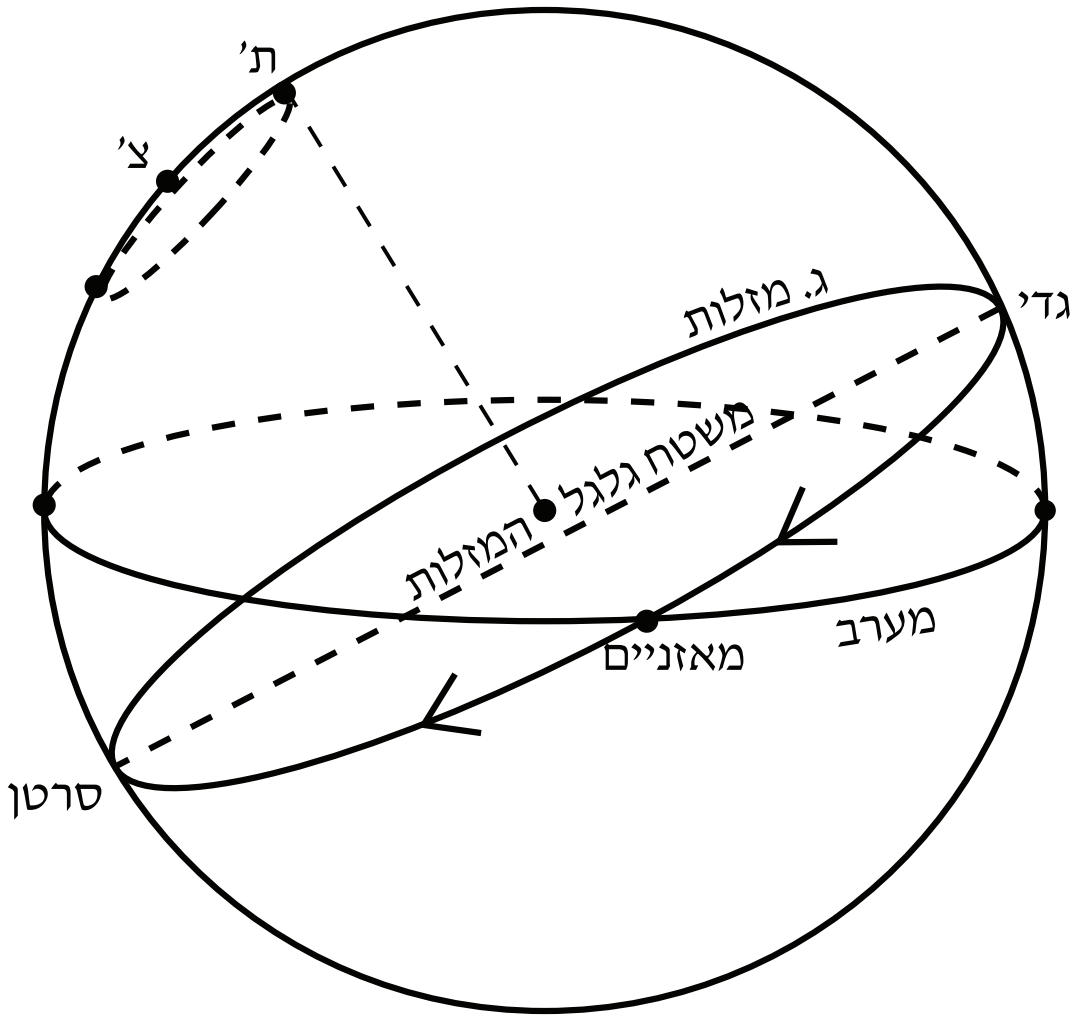
<u>תמונה 90 א':</u> ביום שהקוטב הצפוני של גלגל המזלות הוא בנקודה ק', מתברר כי מזל טלה שוקע באופק המערבי של הצופה הנמצא בנקודה כ'.

פרק י"ז
תמונה 90 ב'



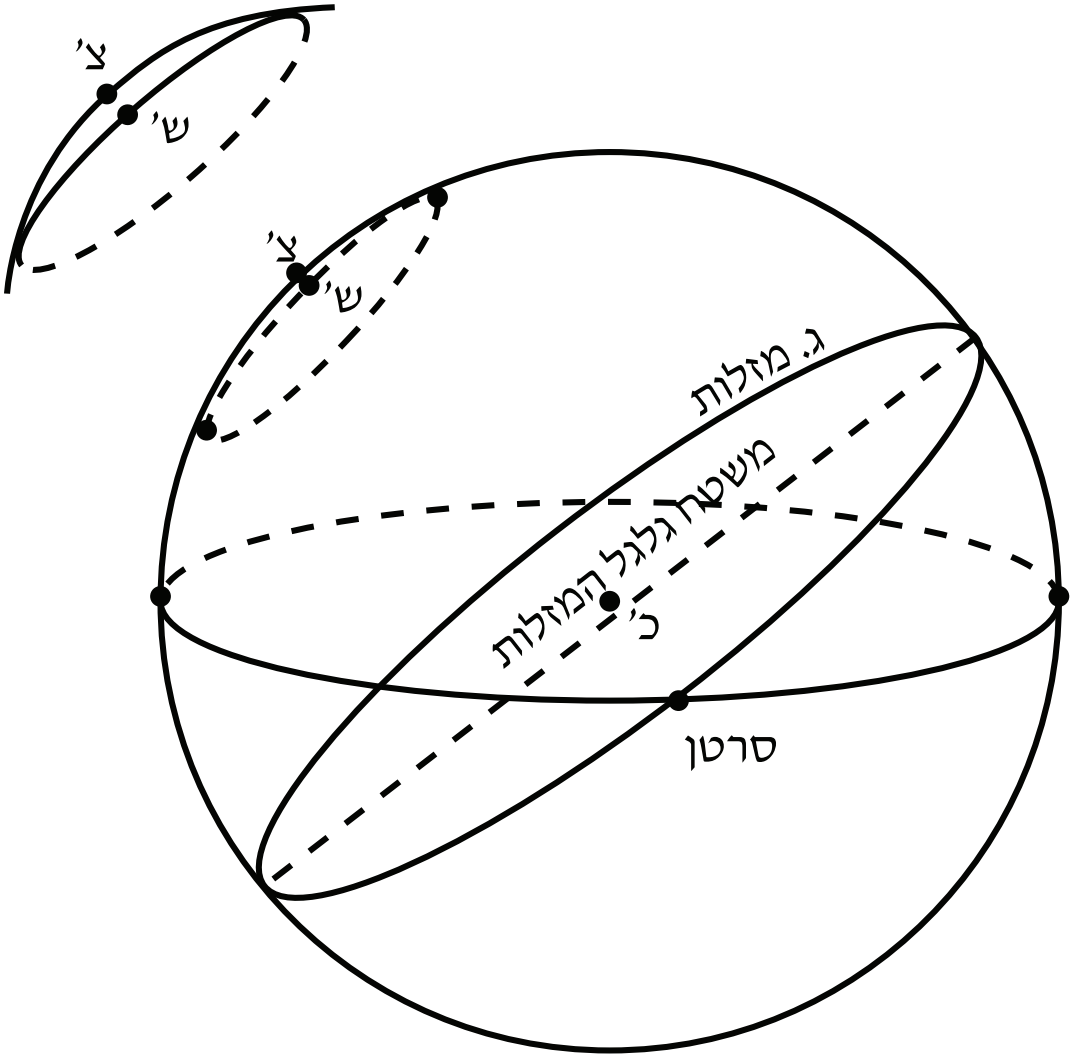
<u>תמונה 90 ב':</u> ביום שהקוטב הצפוני של גלגל המזלות נמצא בנקודה ר', והיא עצמה נמצאת בדיוק על נקודת צפון העולם צ', מתברר שאז שוקע מזל גדי באופק המערבי של הצופה הנמצא בנקודה כ'.

פרק י"ז
תמונה 90 ג'



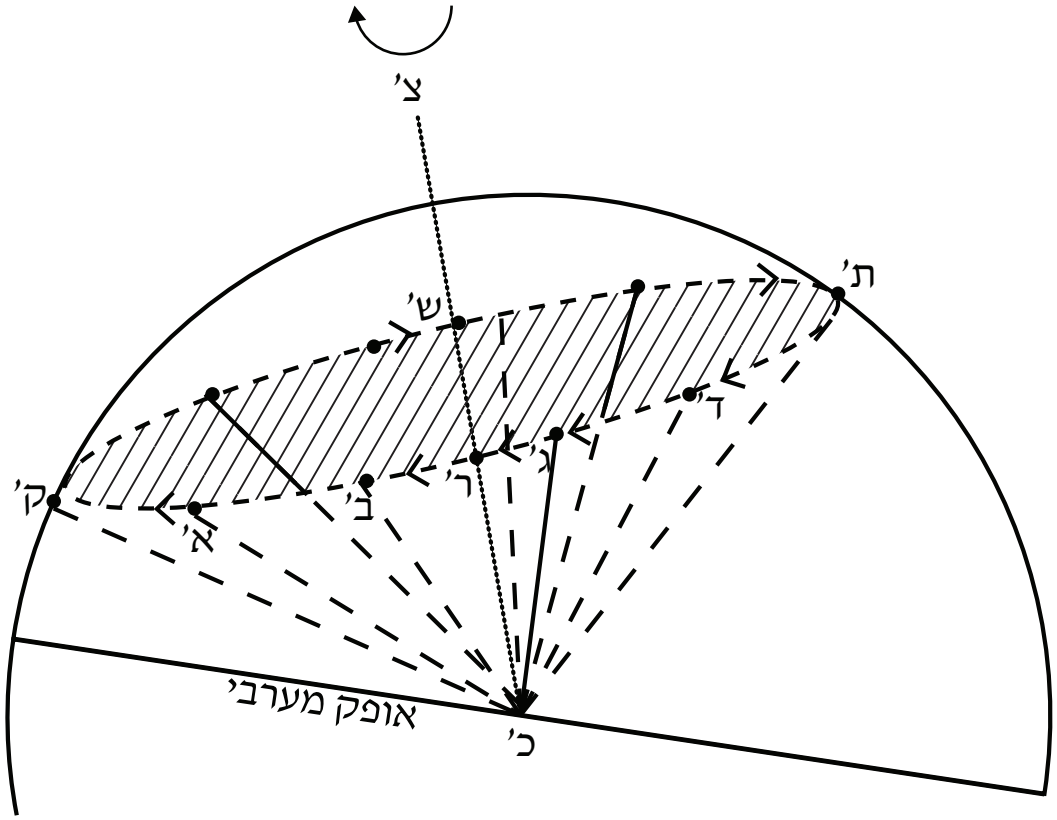
<u>תמונה 90 ג':</u> ביום שהקוטב הצפוני של גלגל המזלות הוא בנקודה ת', מתברר כי אז מזל מאזניים שוקע באופק המערבי של הצופה הנמצא בנקודה כ'.

פרק י"ז
תמונה 90 ד'



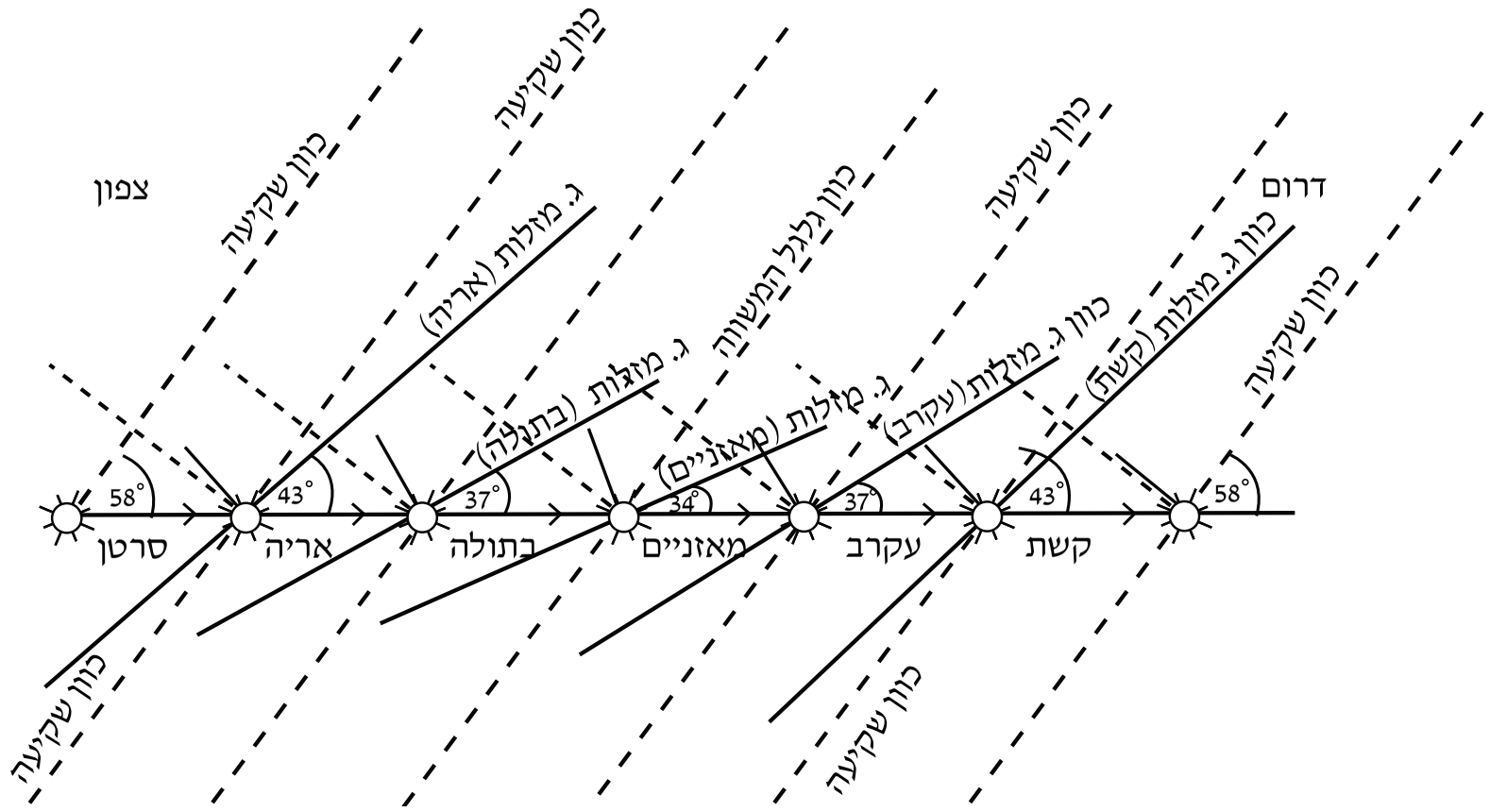
<u>תמונה 90 ד':</u> ביום שהקוטב הצפוני של גלגל המזלות נמצא בנקודה ש', והיא עצמה נמצאת בדיוק על נקודת צפון העולם צ', מתברר שאז שוקע מזל סרטן באופק המערבי של הצופה בנקודה כ'.

פרק י"ז
תמונה 91 א'



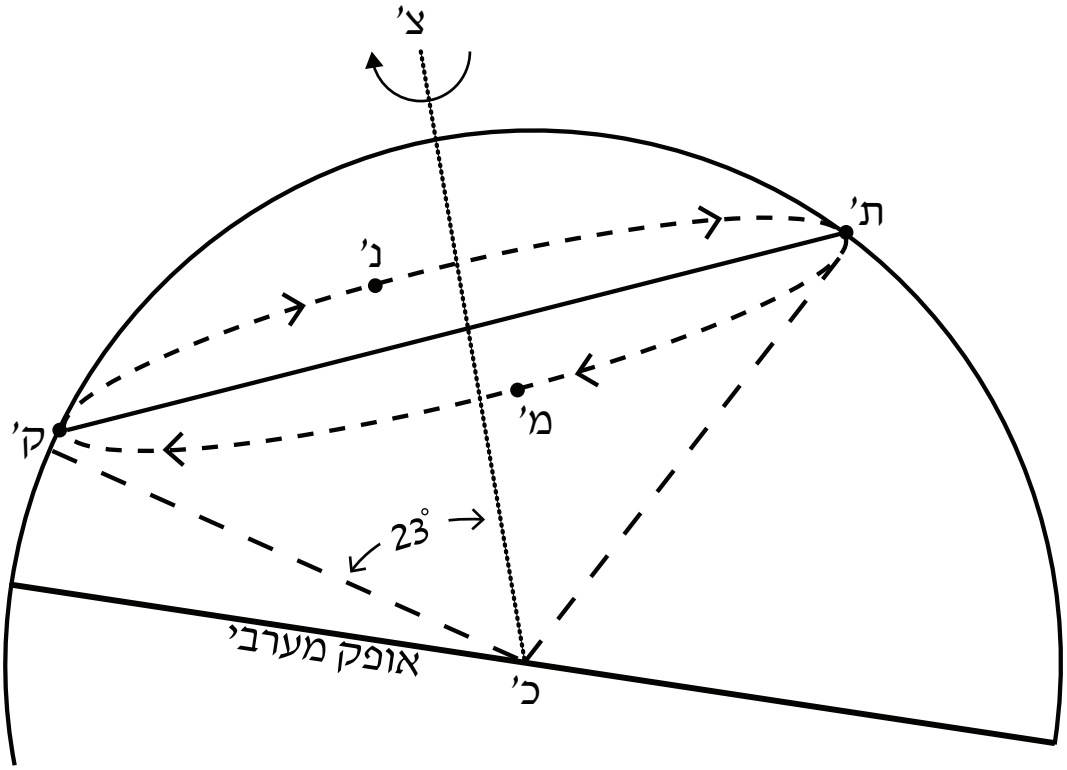
איור 16 ב: כוון שקיעה של כוכב לכת בזמן שהשמש נמצאת במזלות שונים.

פרק י"ז
תמונה 91 ג'



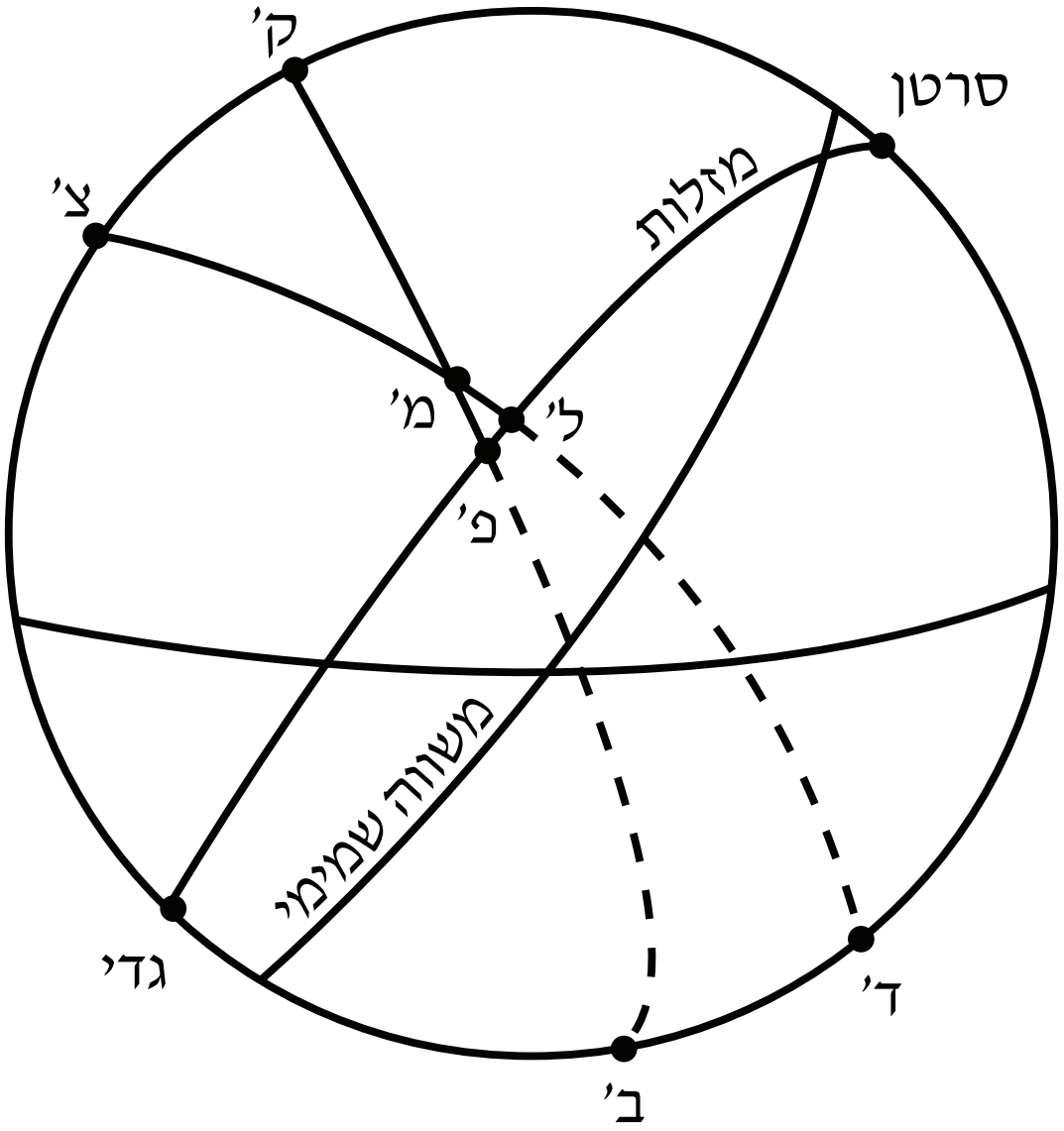
<u>תמונה 91 ג':</u> כיוון שקיעת המזלות בקיץ ובסתיו, למזלות קצרי השקיעה.

פרק י"ז
תמונה 92



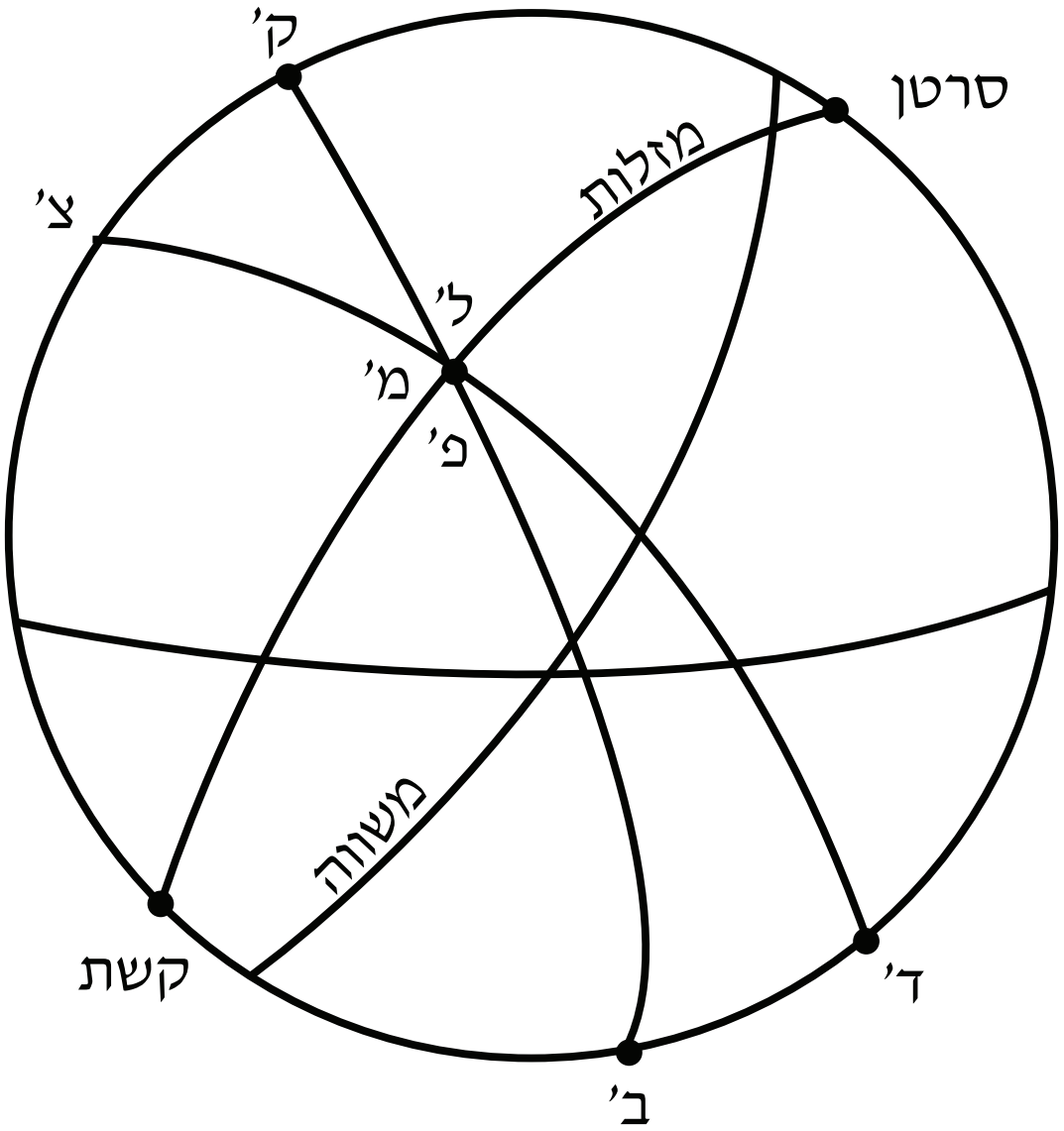
<u>תמונה 92:</u> תמונה זו היא הגדלה (מוגזמת) של חלק מתמונה 86

פרק י"ז
תמונה 93

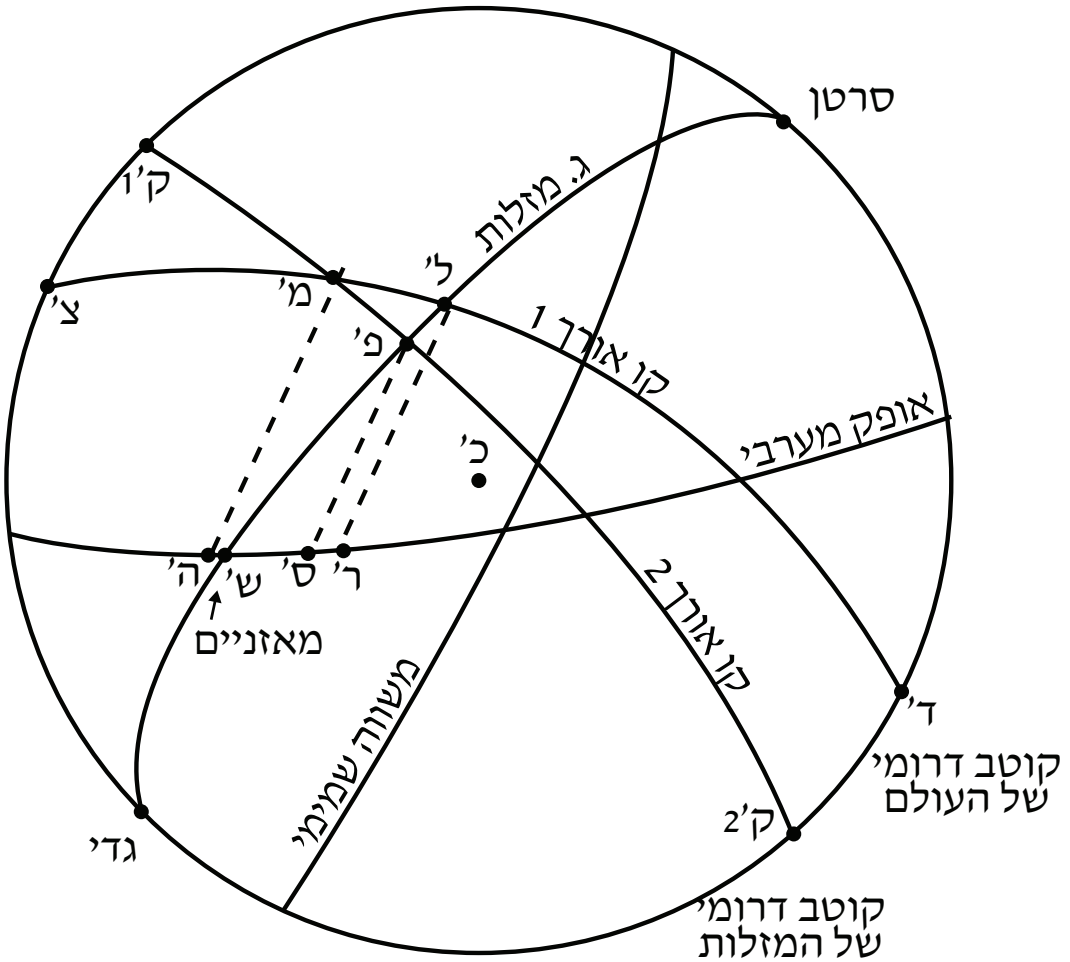


<u>תמונה 93</u>: מזלות קצרי שקיעה, נקודה מ' צפונה מהם.

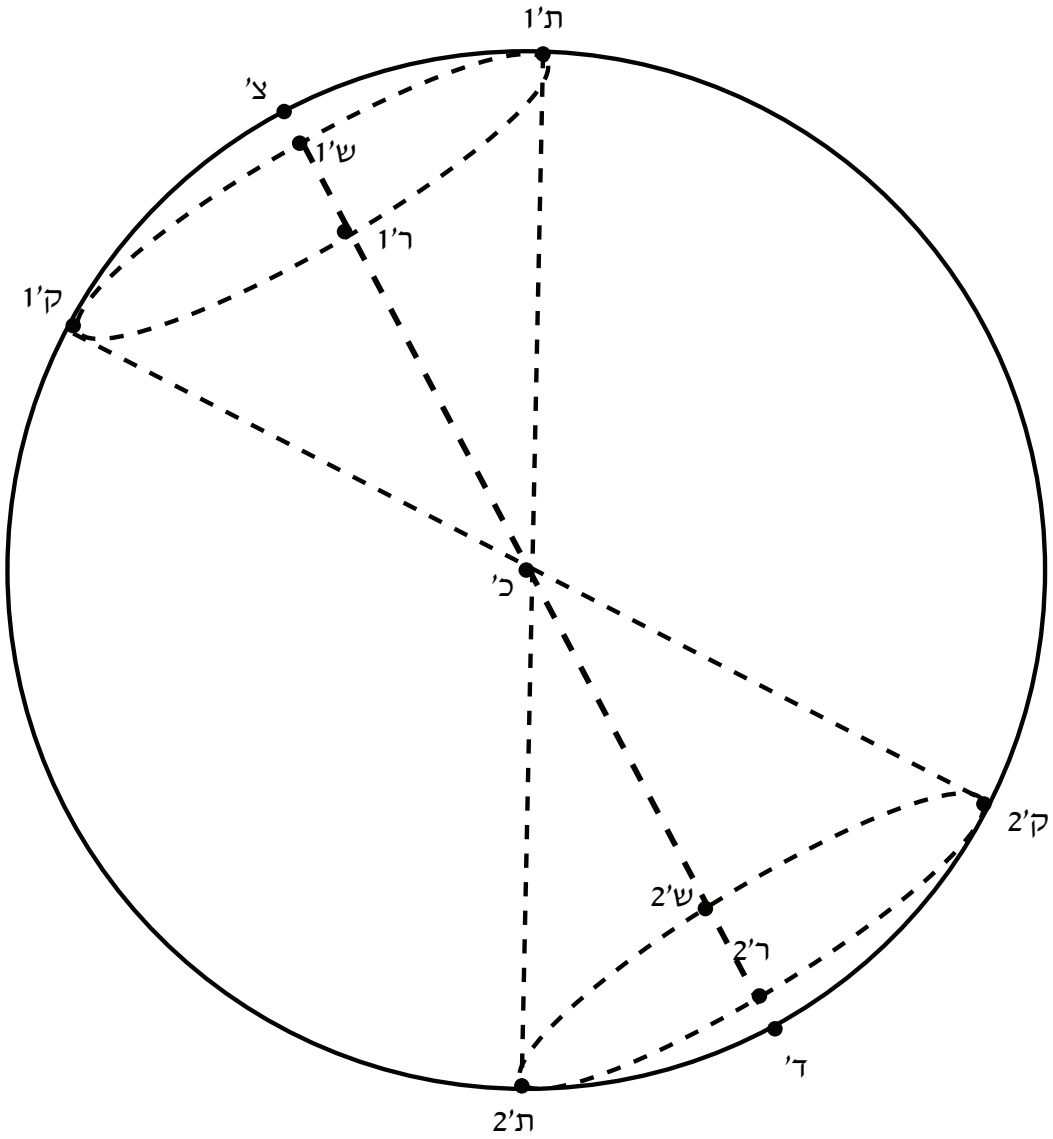
פרק י"ז
תמונה 93 א'



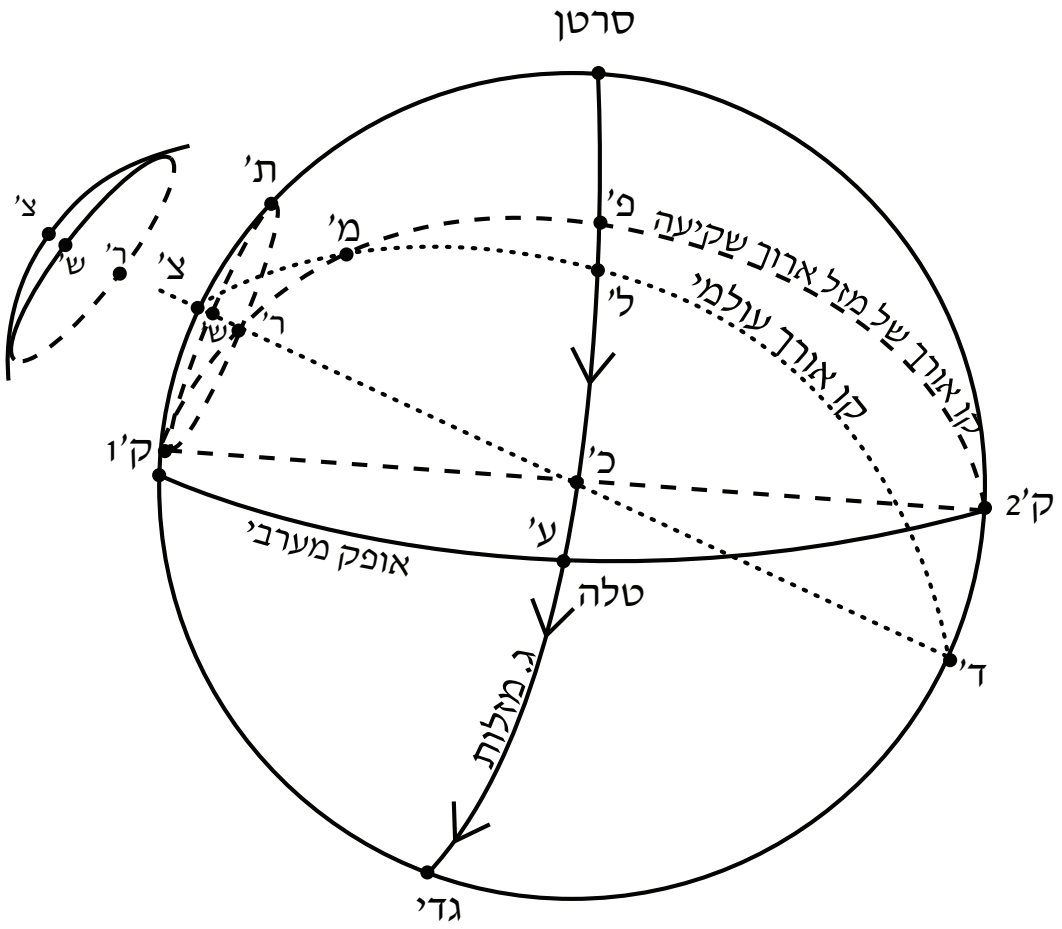
פרק י"ז
תמונה 94



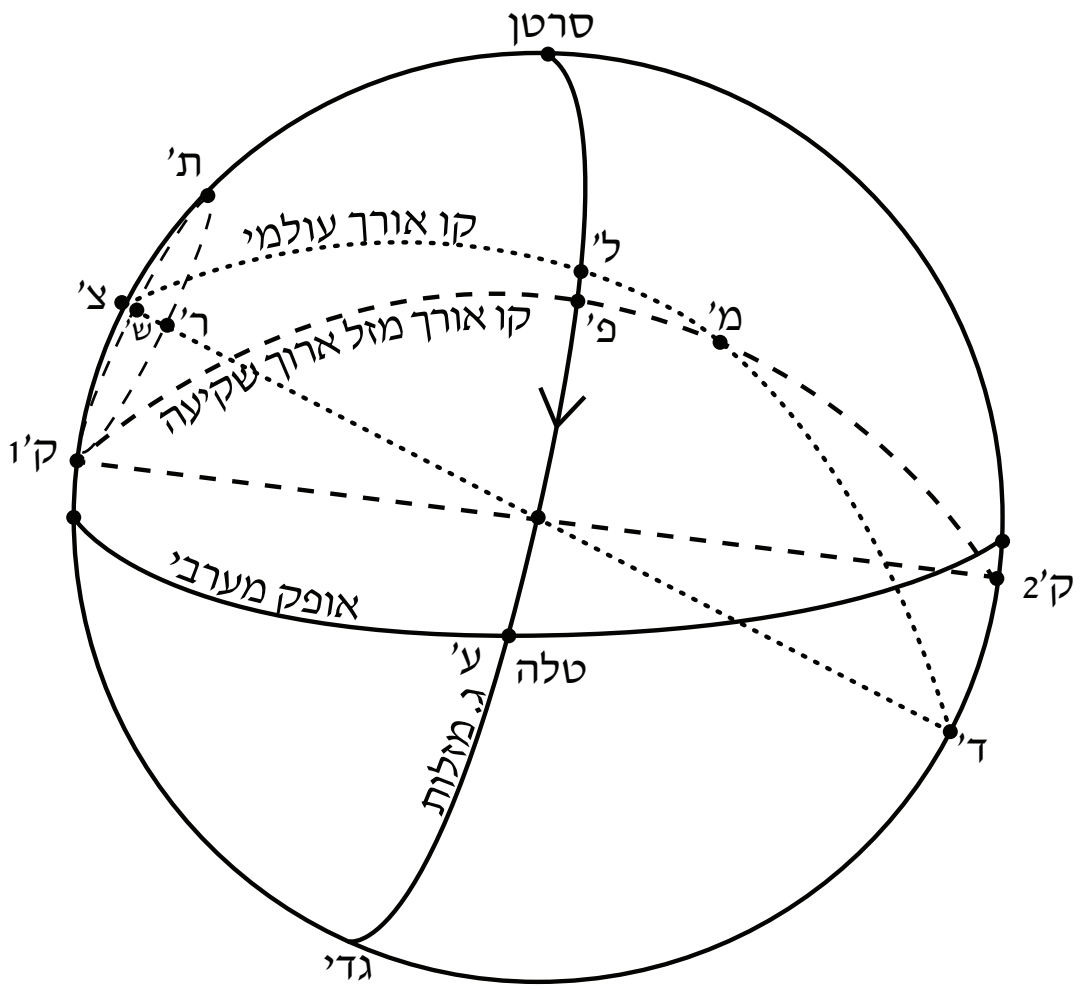
פרק י"ז
תמונה 94 א'



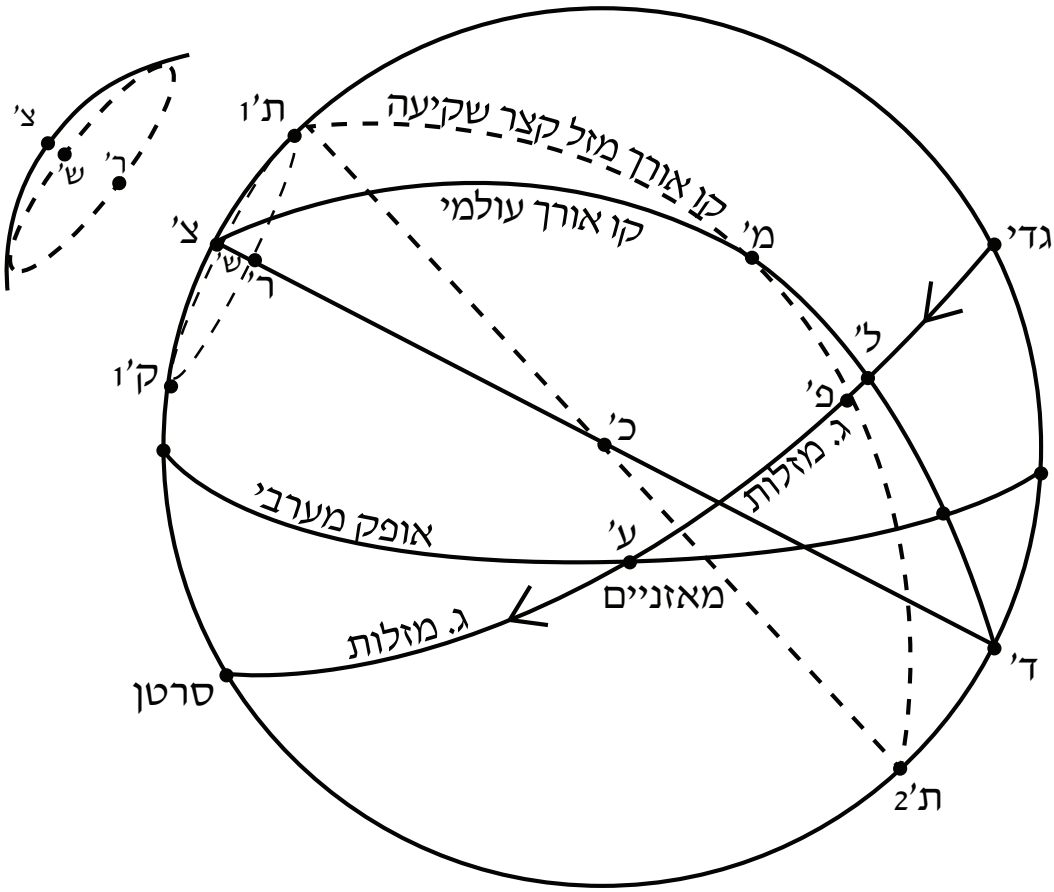
פרק י"ז
תמונה 95



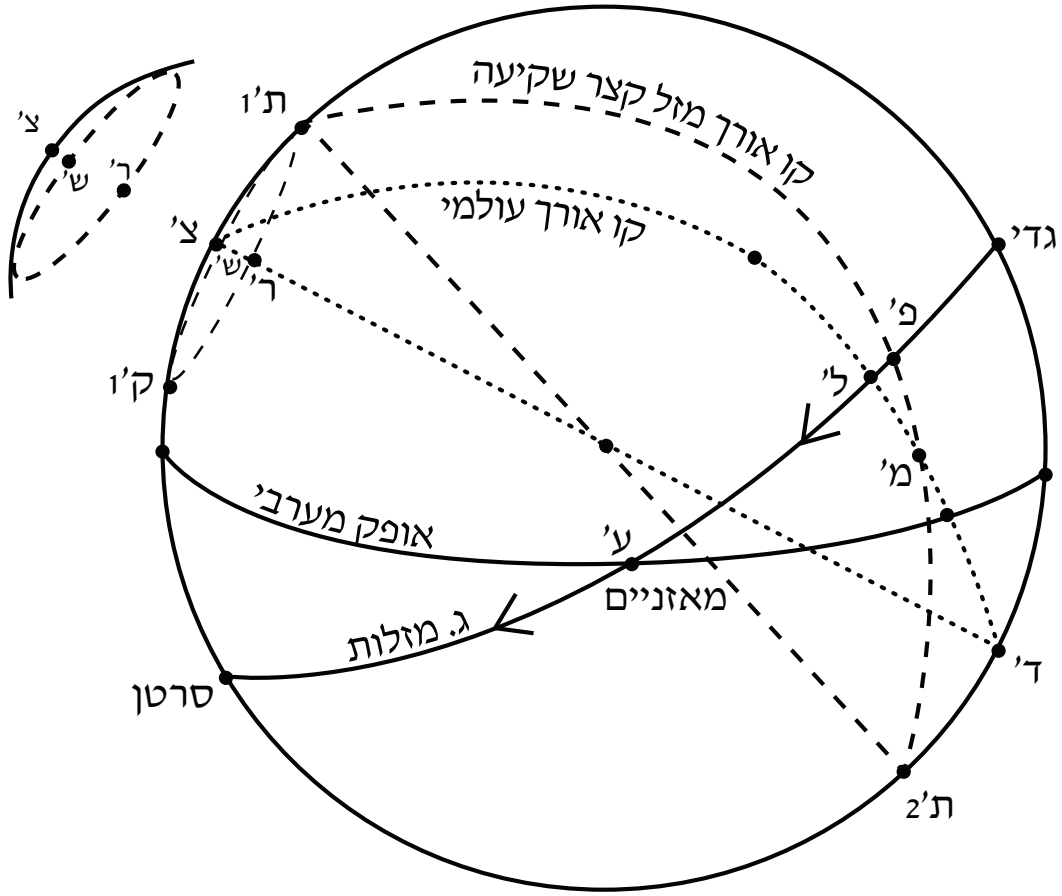
פרק י"ז
תמונה 96



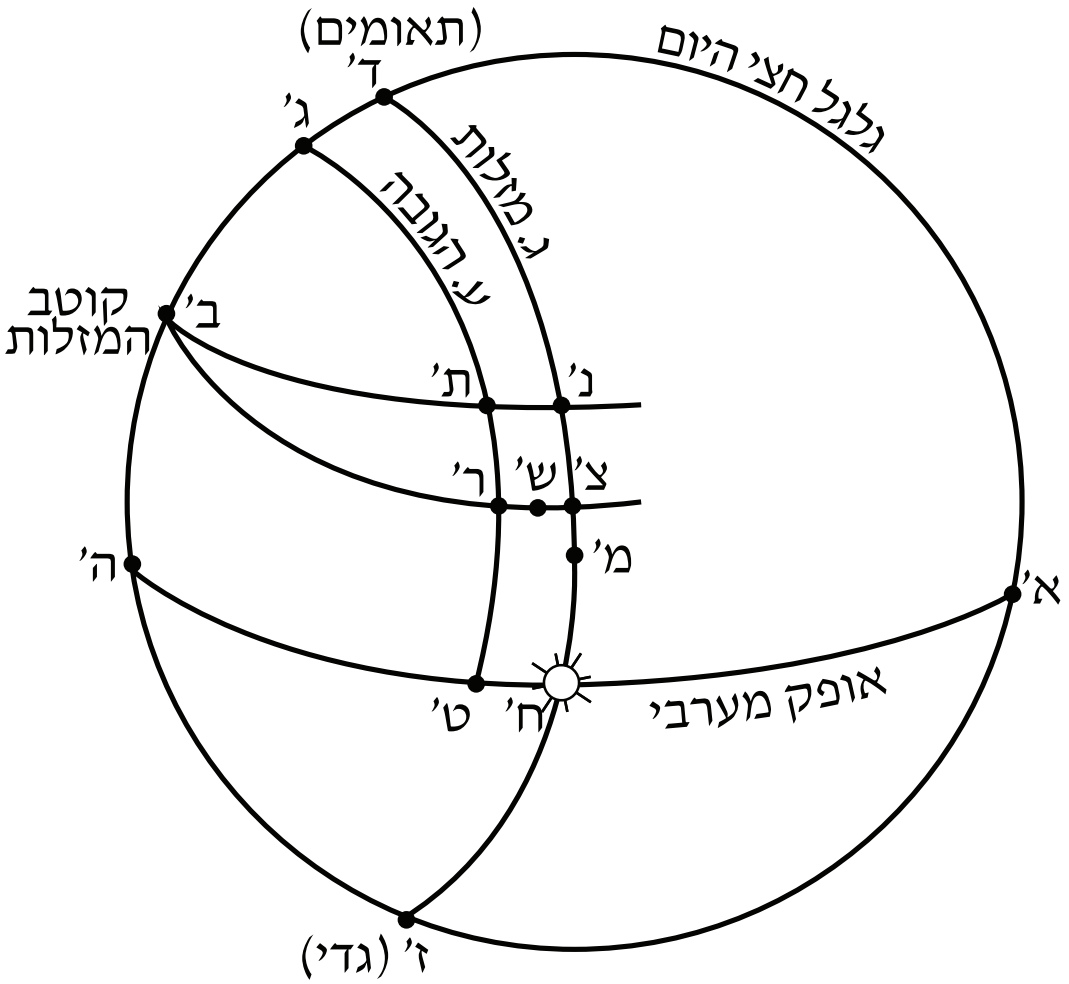
פרק י"ז
תמונה 97



פרק י"ז
תמונה 98

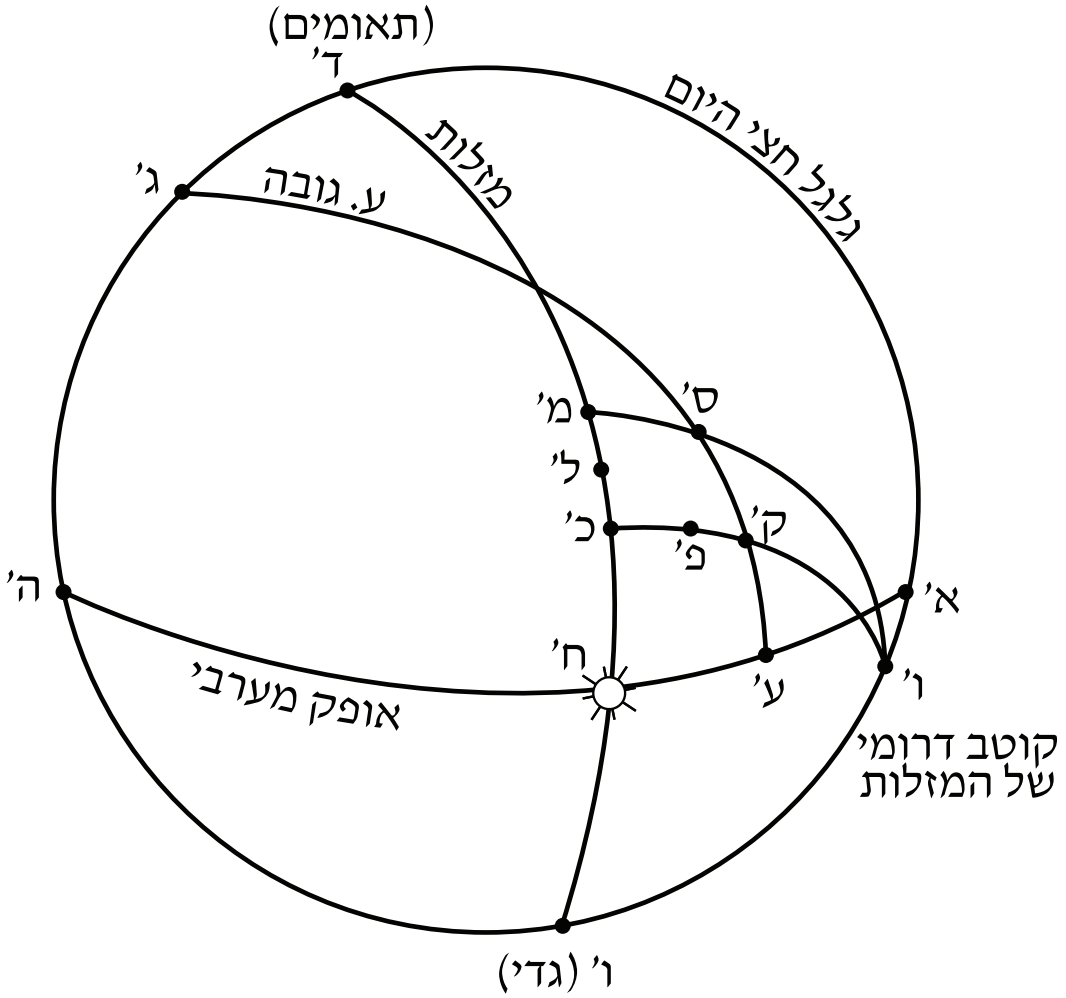


פרק י"ז
תמונה 99
(צד שמאל של ציור נ"ב של המפרש)

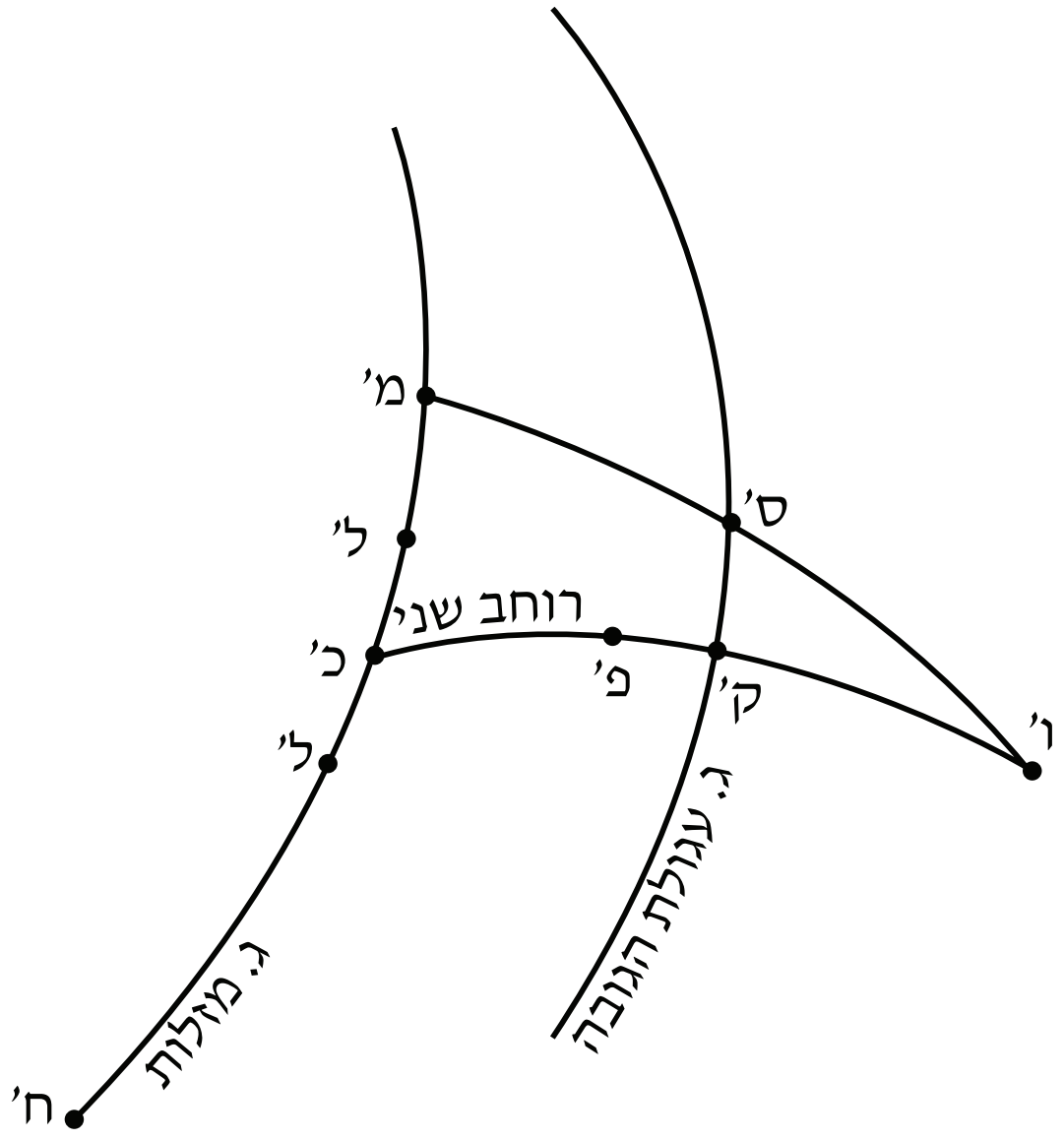


<u>תמונה 99</u>: הנקודה ת' היא מרכז מעגל הירח. הנקודה ר' היא <u>המראה</u> של מרכז מעגל הירח. הקטע מ"צ שווה לקטע ר"ש.

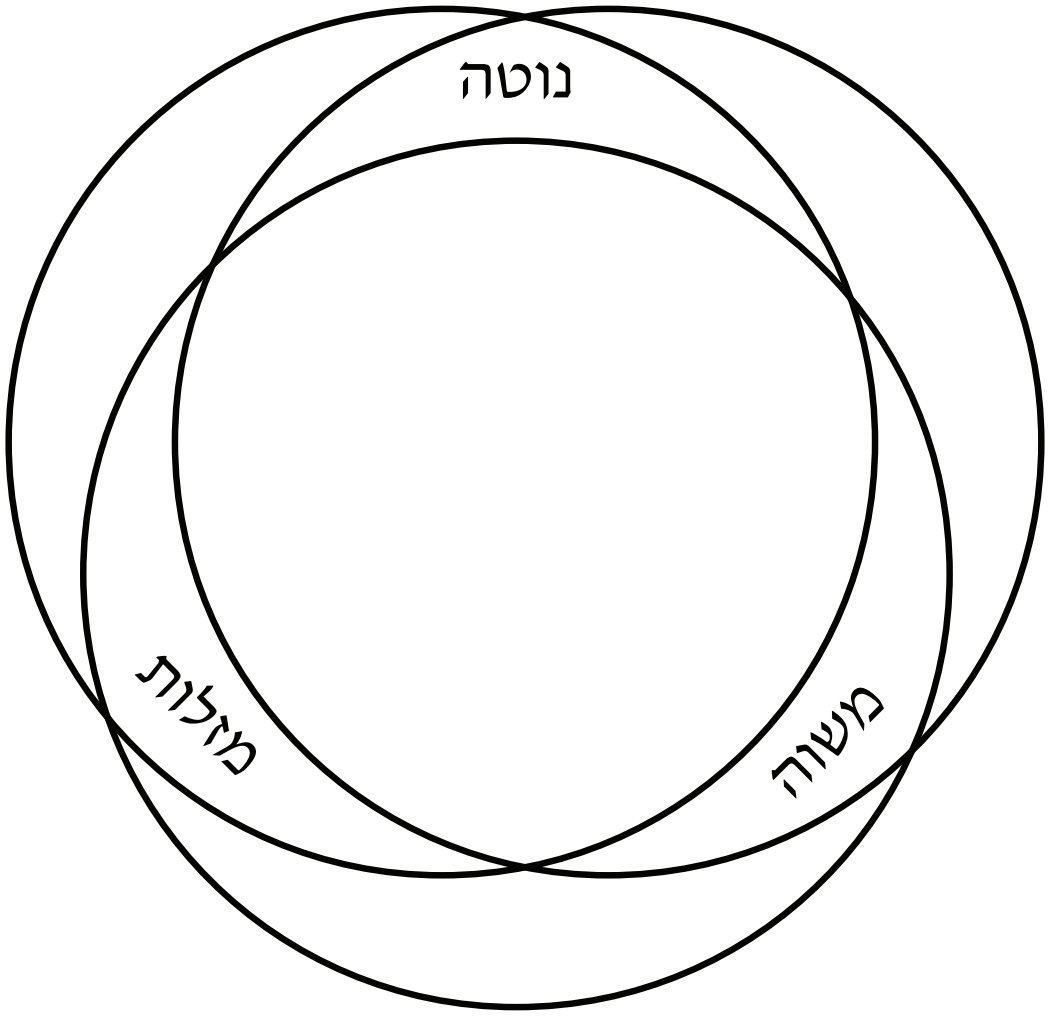
פרק י"ז
תמונה 100
(צד ימני של ציור נ"ב של המפרש)



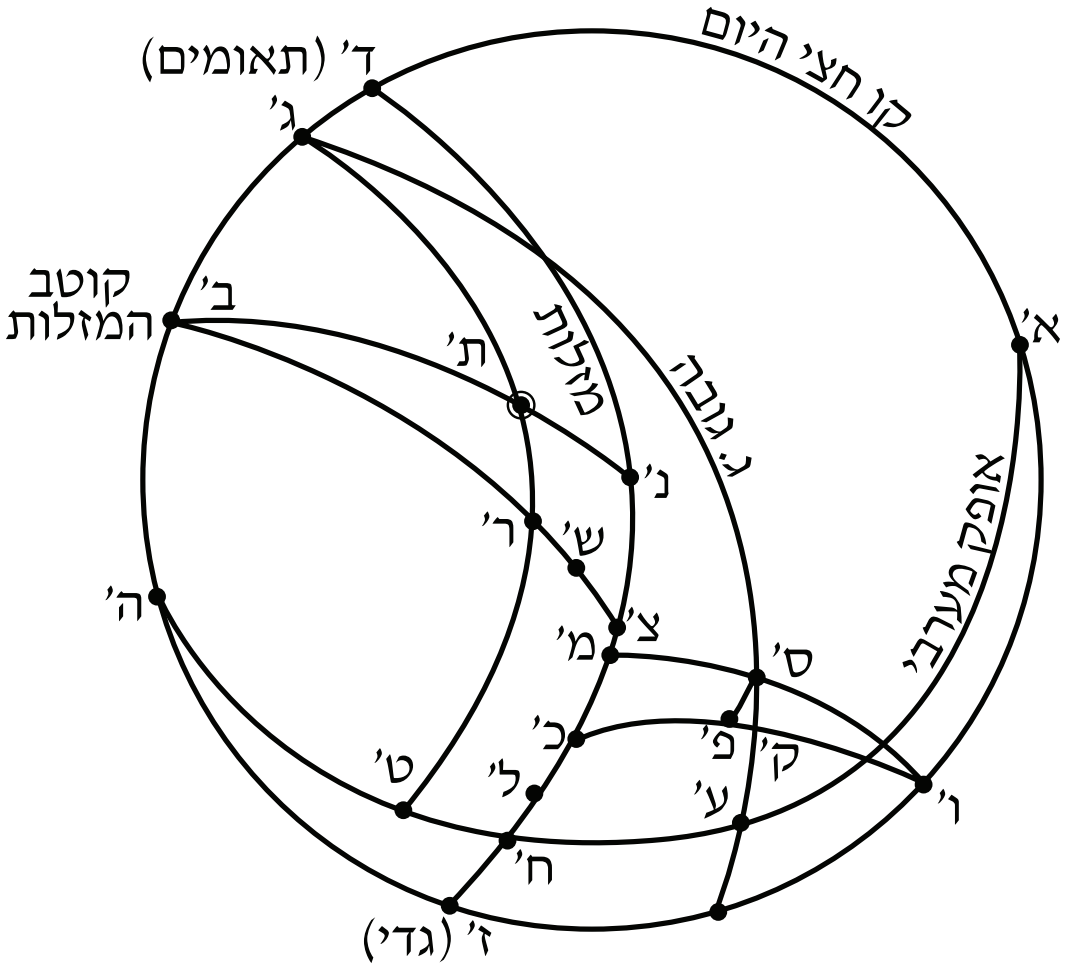
פרק י"ז
תמונה 101



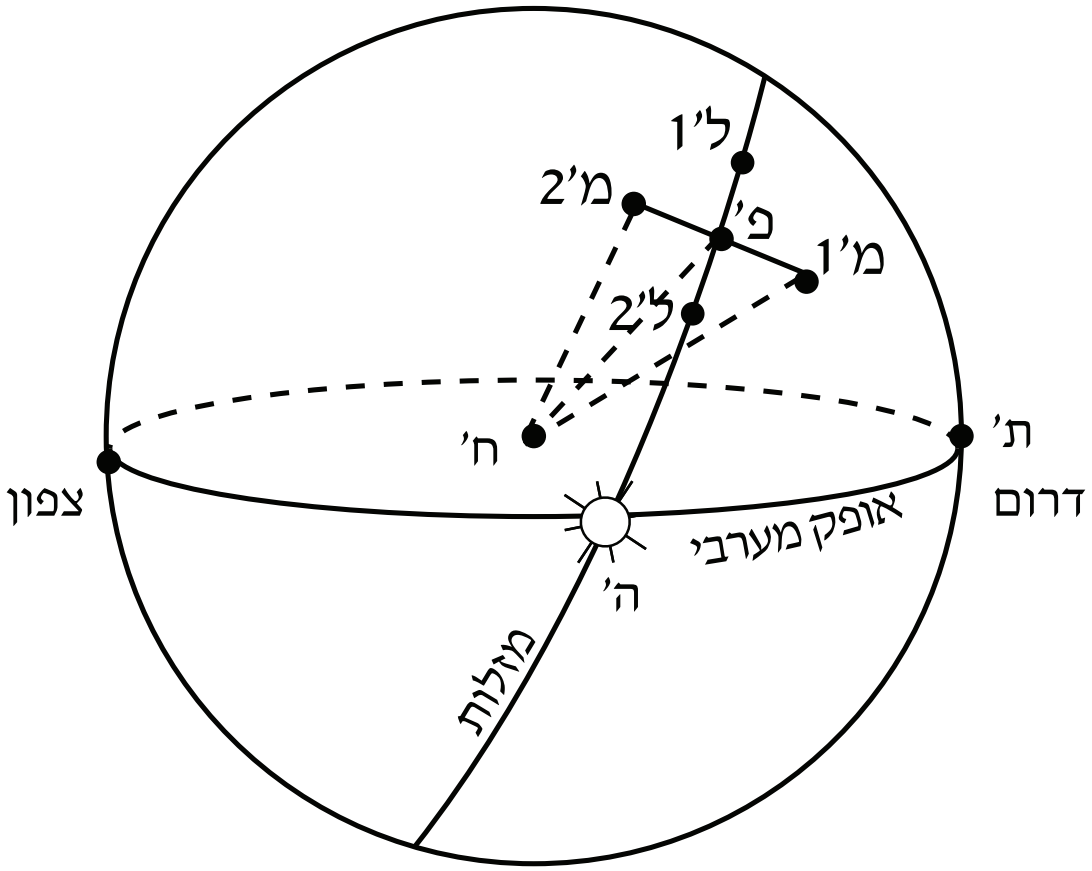
פרק י"ז
תמונה 102
(והיא ציור ט"ז במפרש)



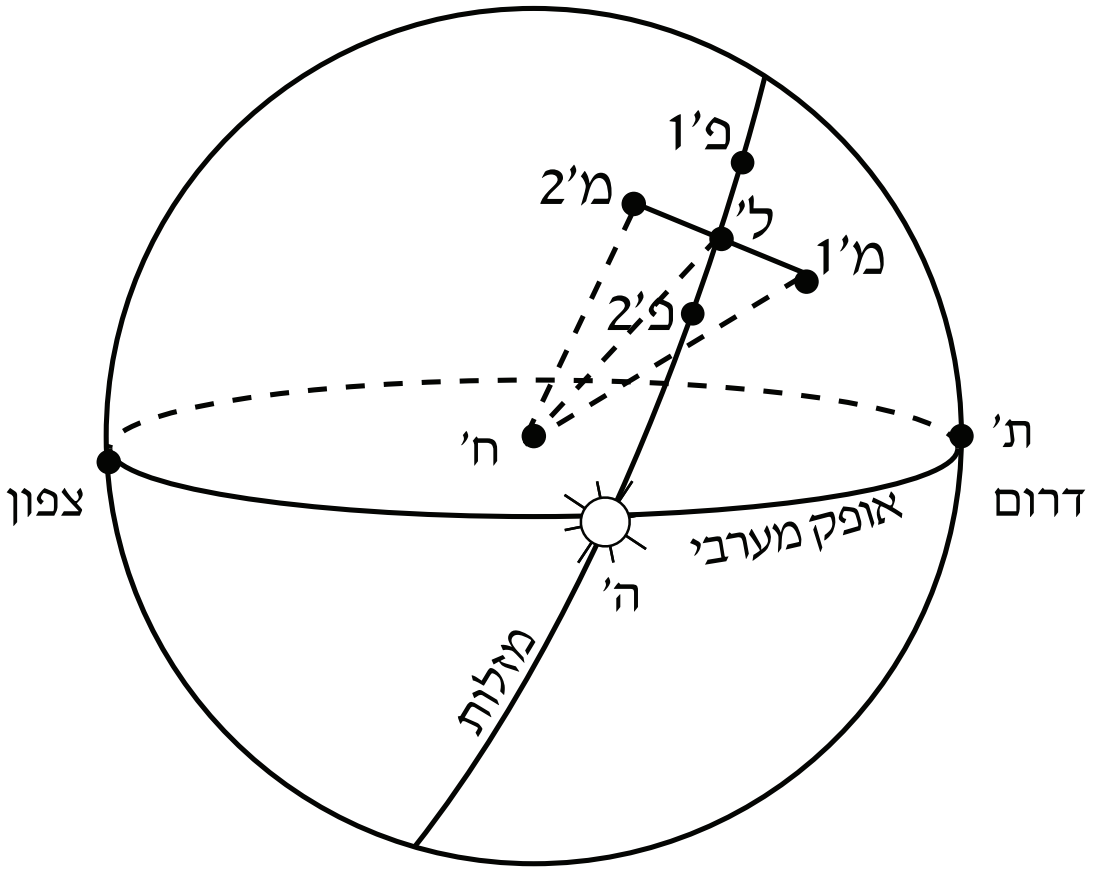
פרק י"ז
תמונה 103



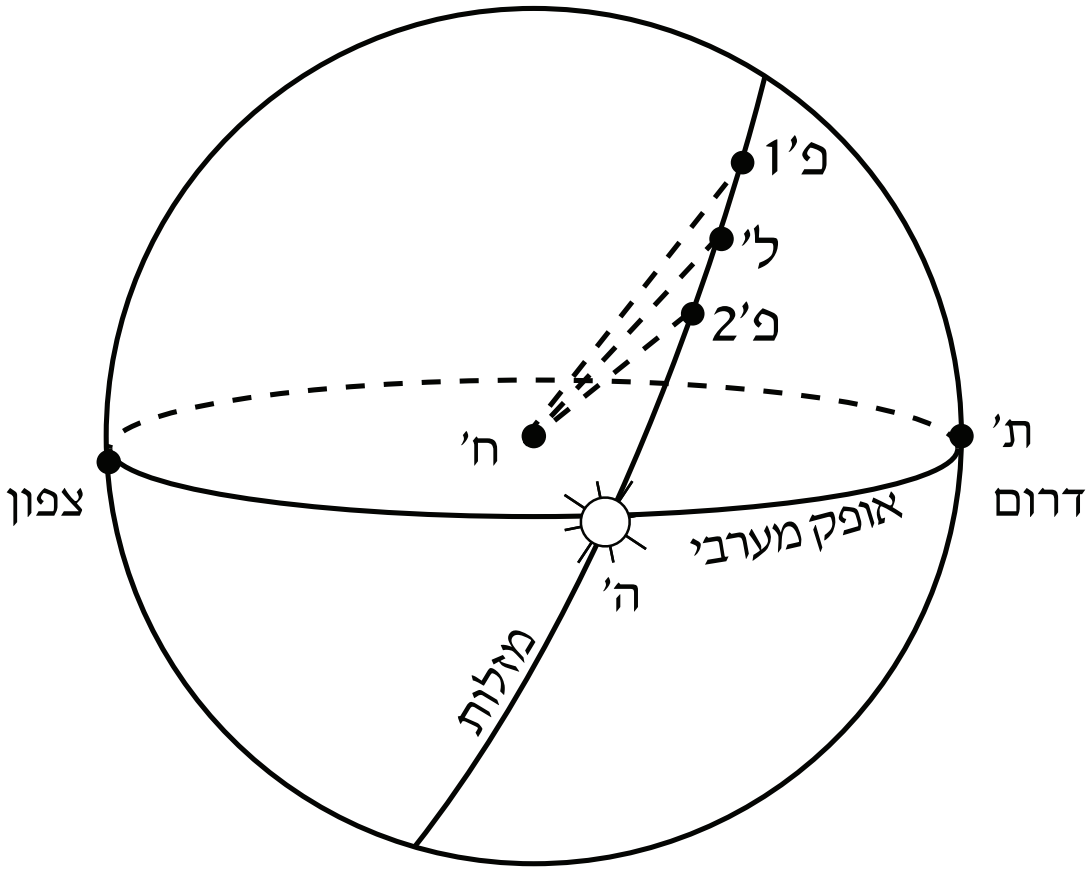
פרק י"ז
תמונה 104



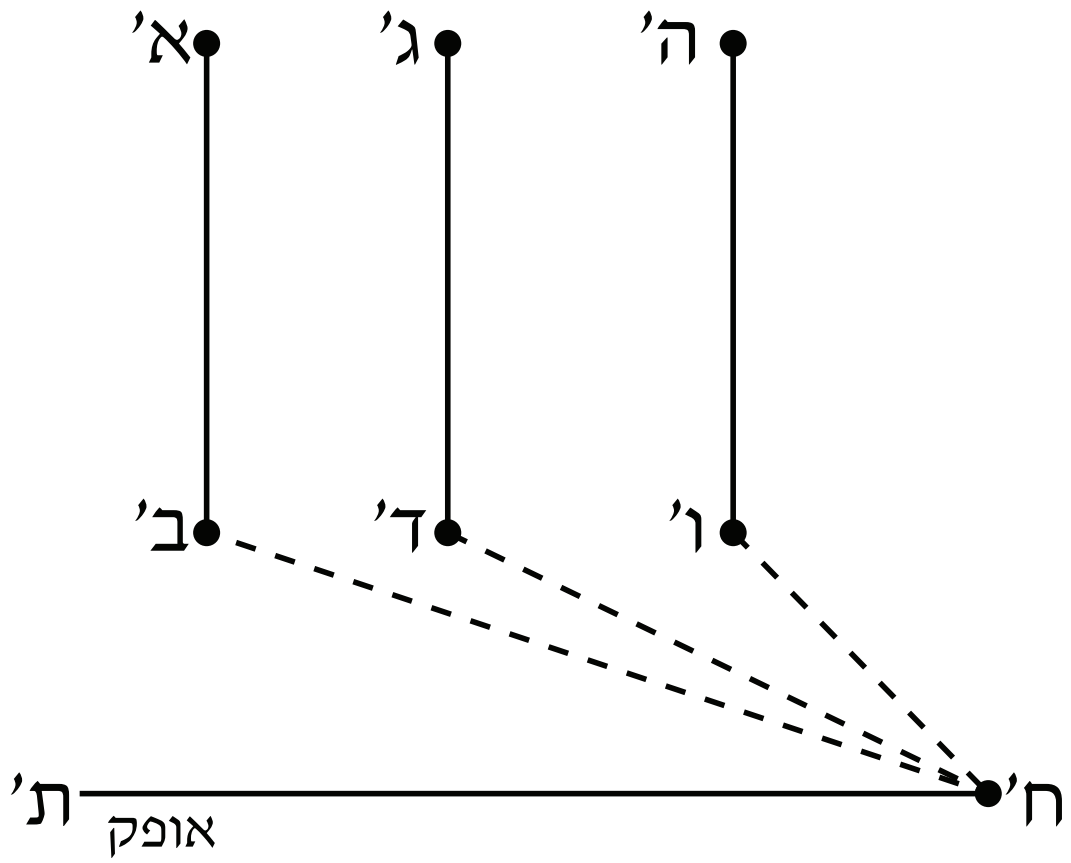
פרק י"ז
תמונה 104 א'



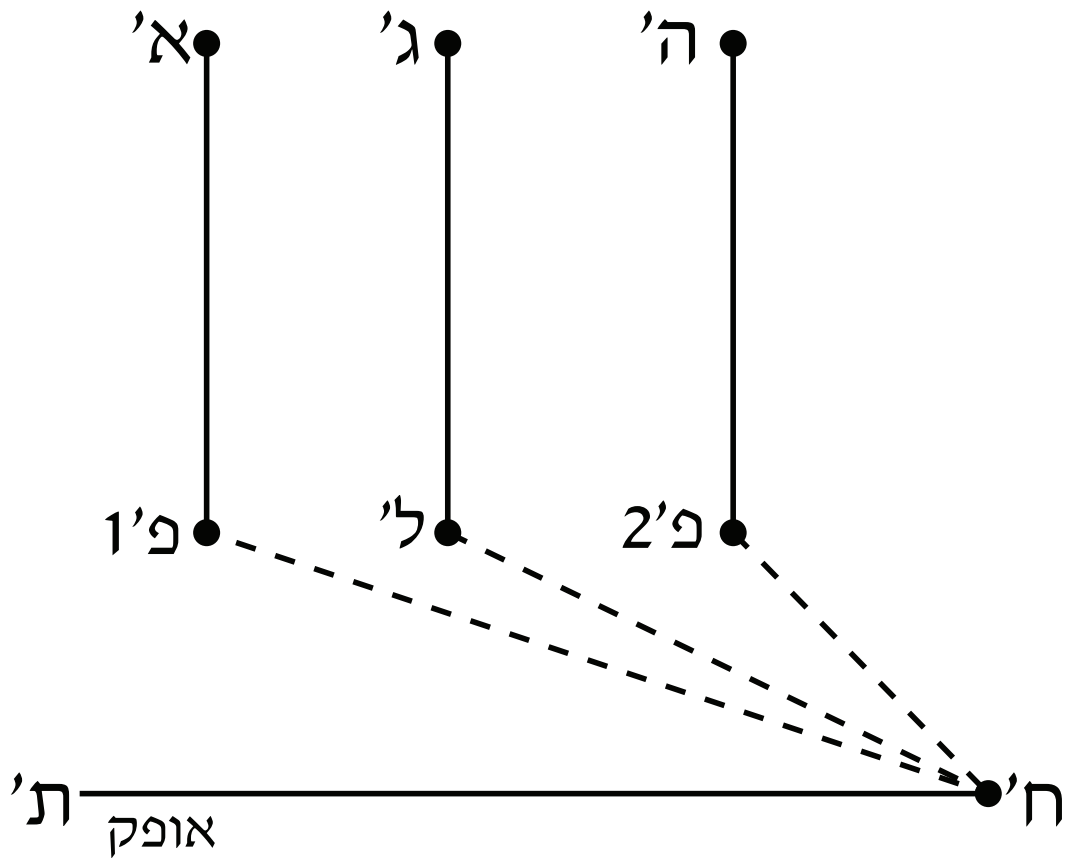
פרק י"ז
תמונה 104 ב'



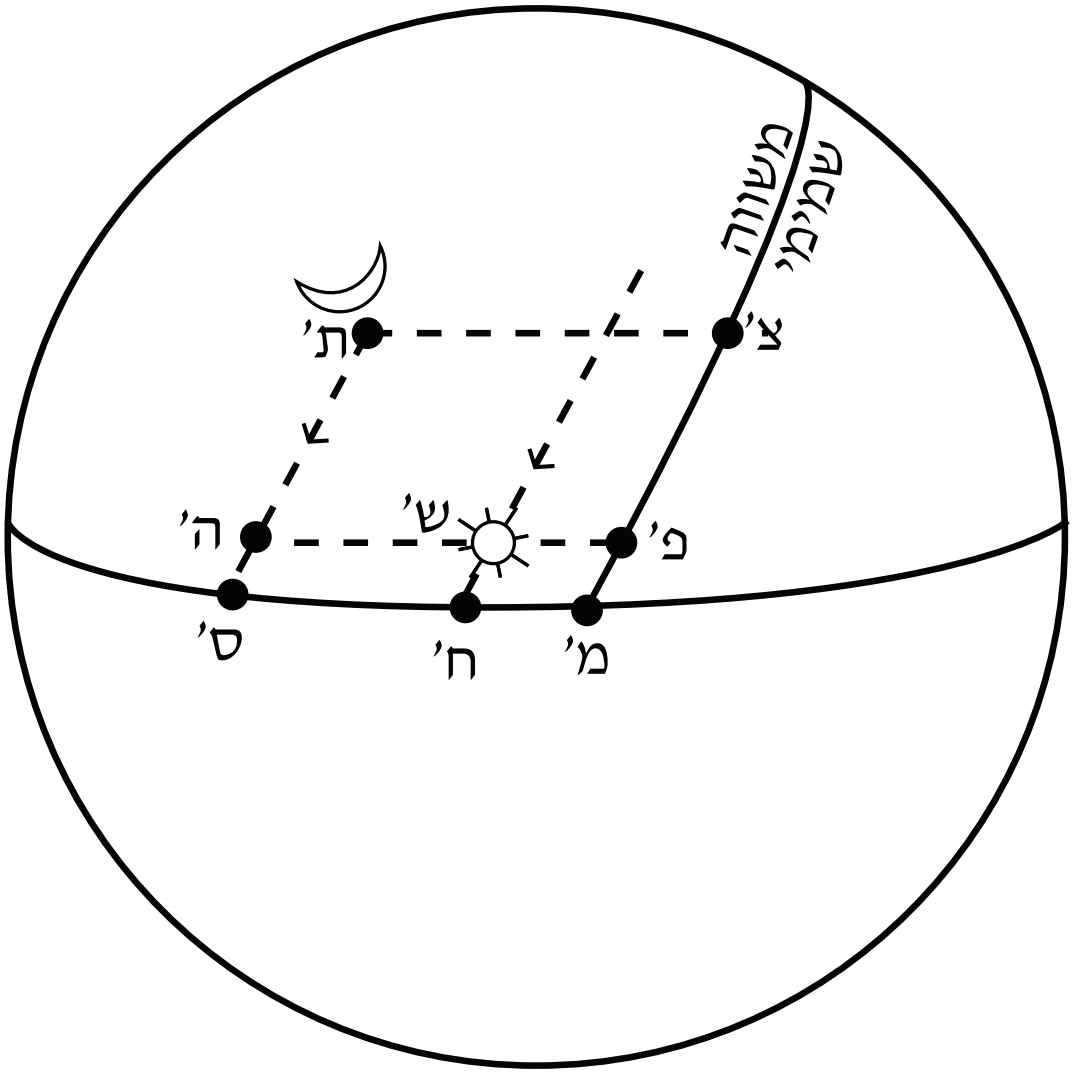
פרק י"ז
תמונה 105 א'
(והיא ציור נ"א של המפרש, מתוקן)



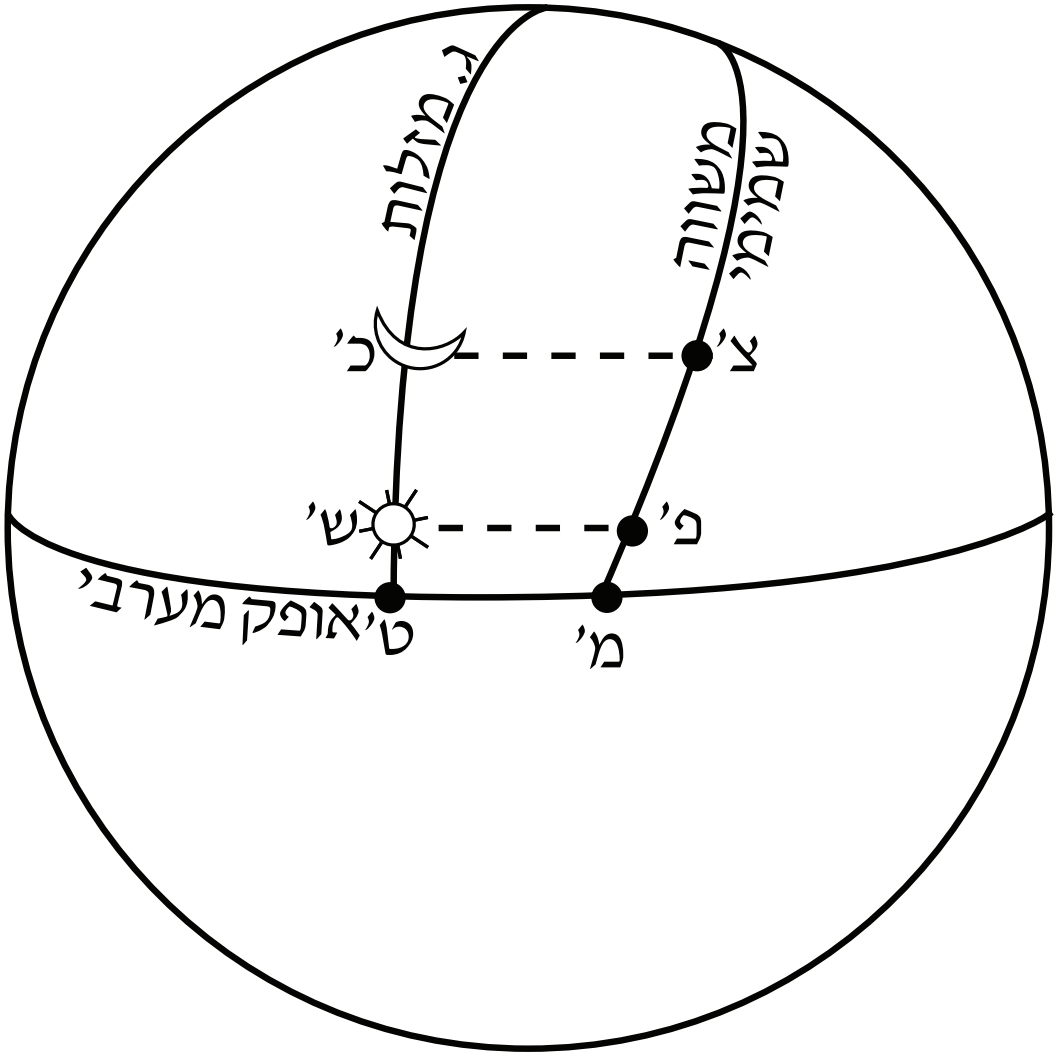
פרק י"ז
תמונה 105 ב'
(והיא ציור נ"א של המפרש, מתוקן)



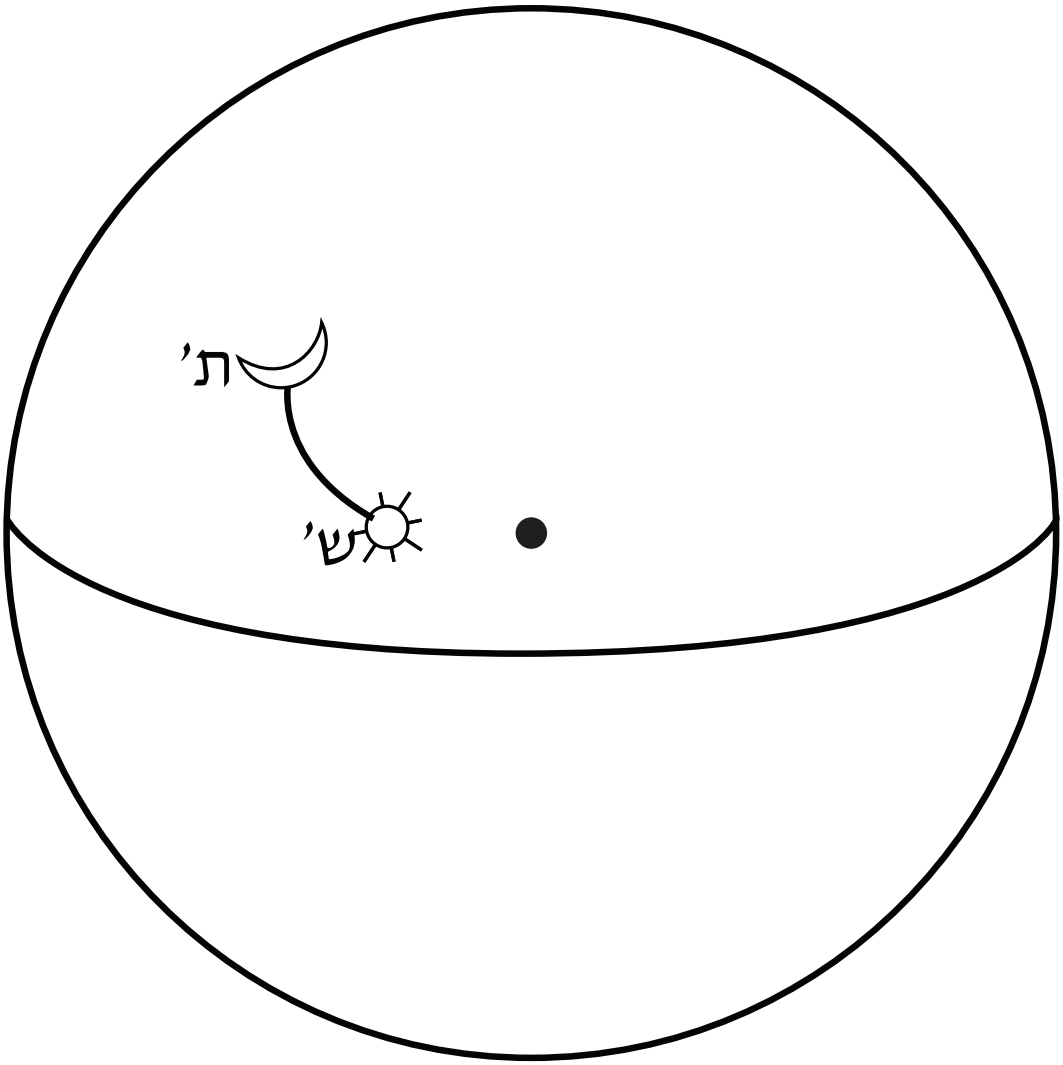
פרק י"ז
תמונה 106



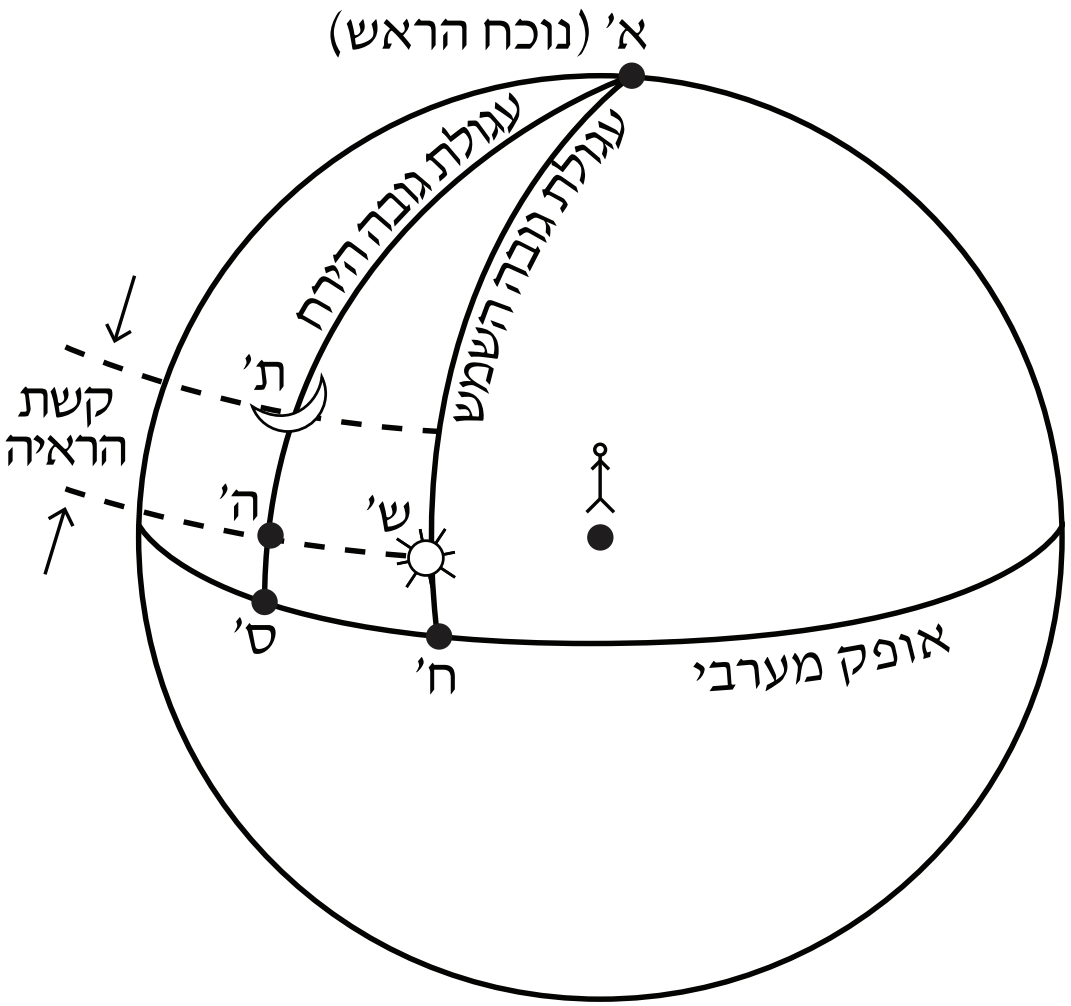
פרק י"ז
תמונה 107



פרק י"ז
תמונה 108

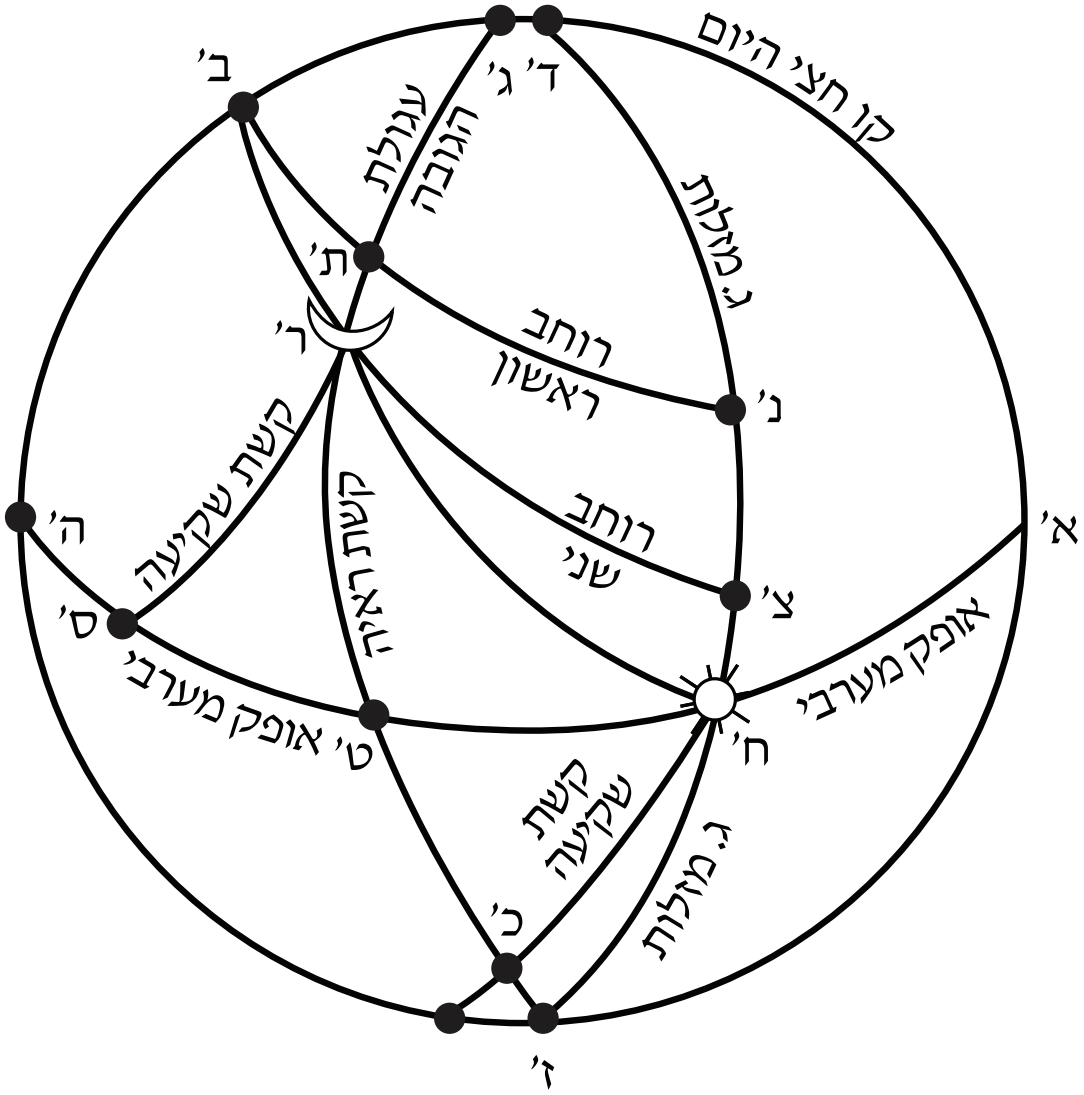


פרק י"ז
תמונה 109

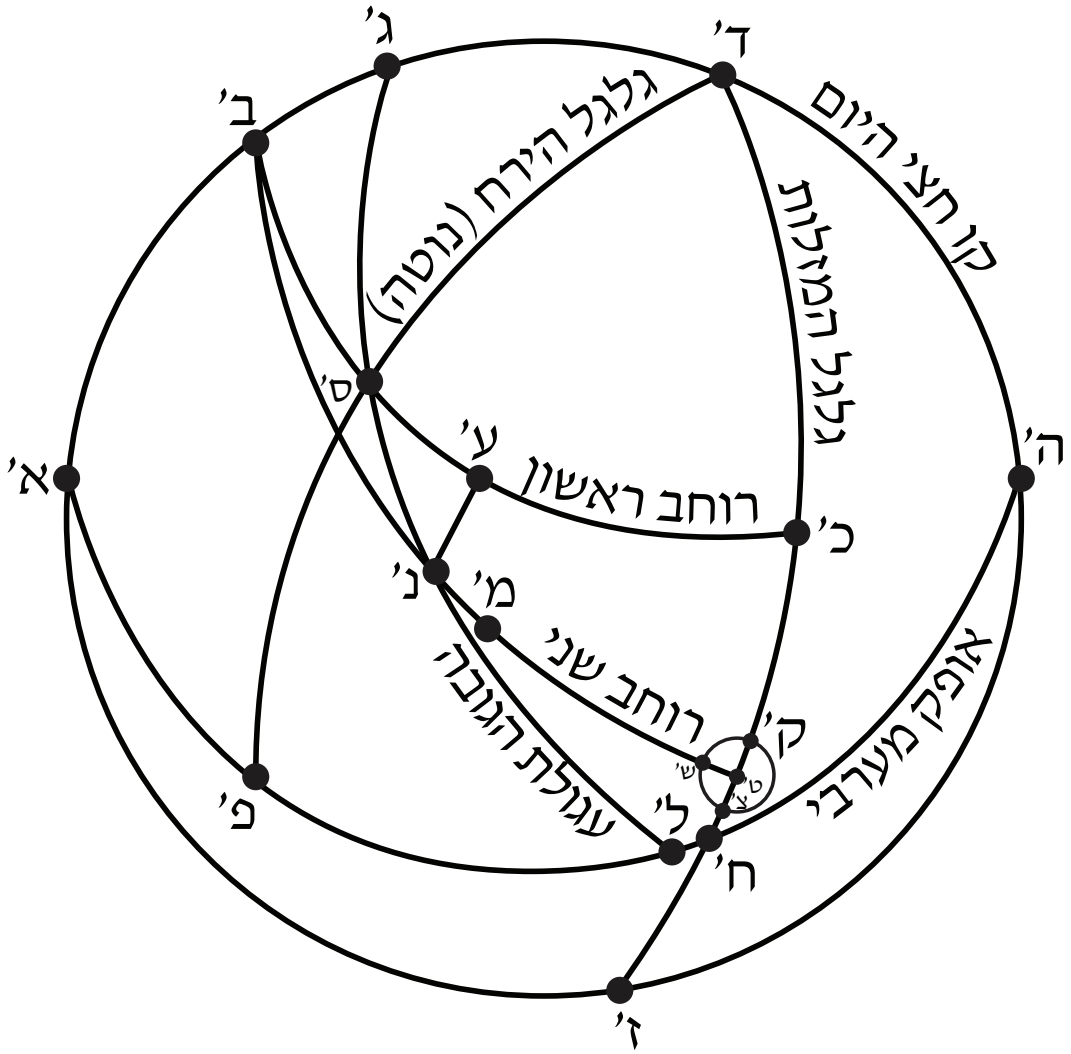


<u>תמונה 109:</u> קשת הראיה על פי המפרש.

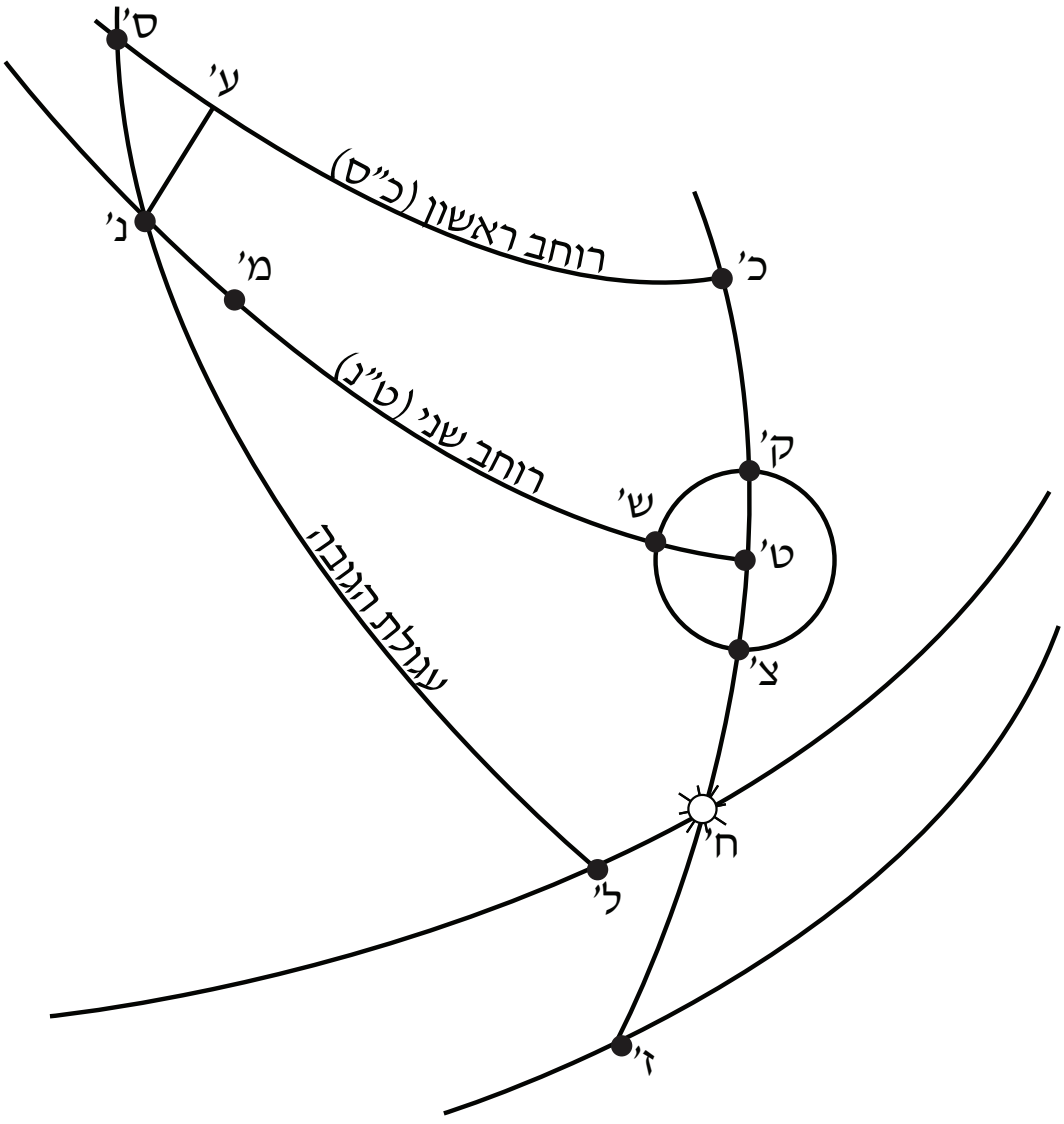
פרק י"ז
תמונה 110
(והיא ציור נ"ג מתוקן של המפרש)



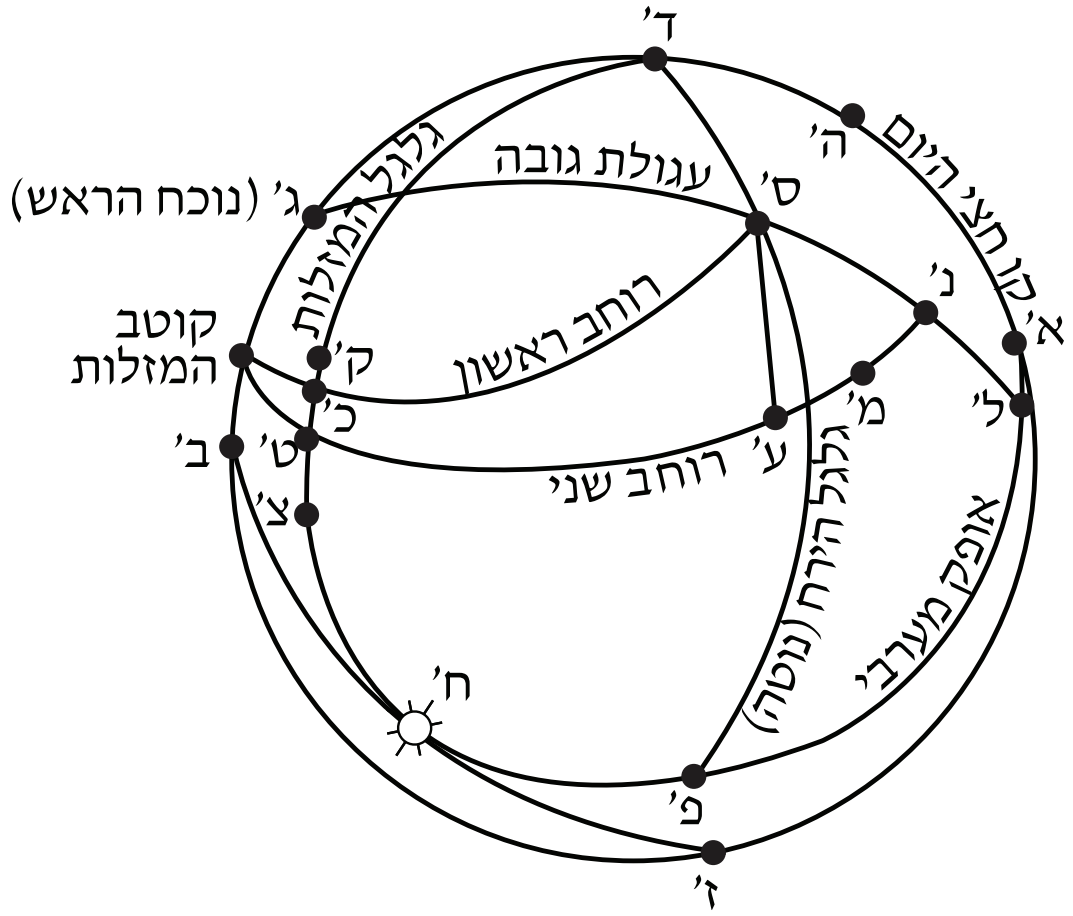
פרק י"ז
תמונה 111
(והיא ציור נ"ד במפרש, מתוקן)



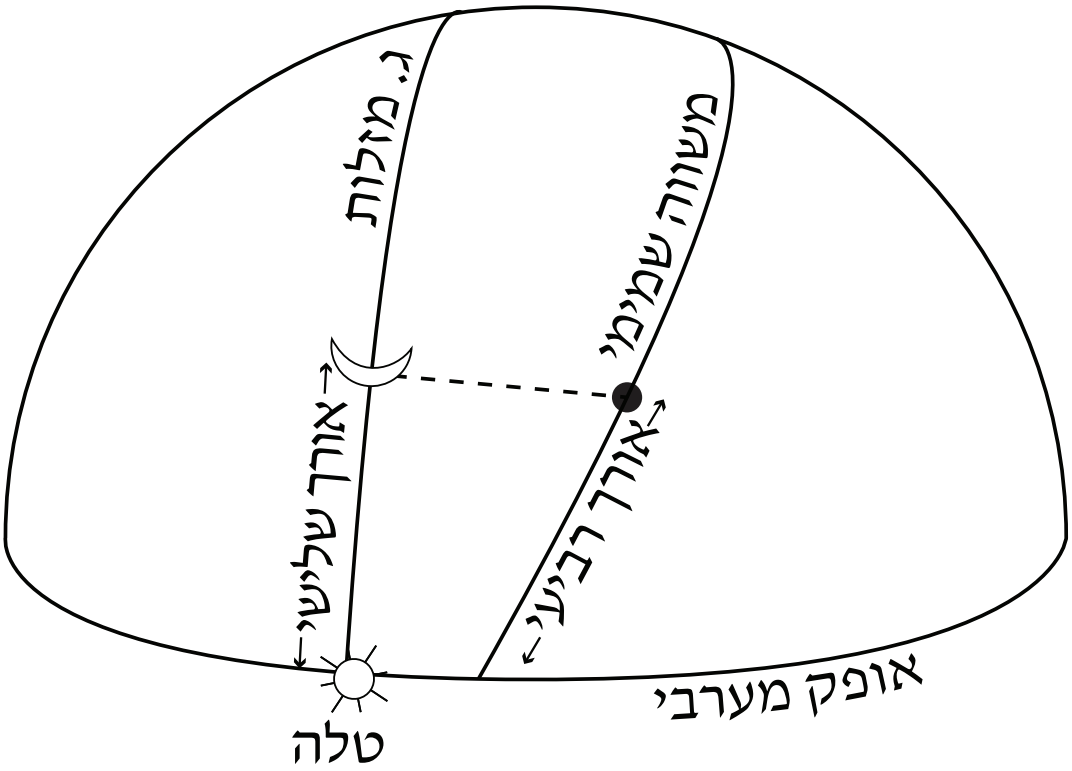
פרק י"ז
תמונה 112



פרק י"ז
תמונה 113
(והיא ציור נ"ה במפרש, מתוקן)

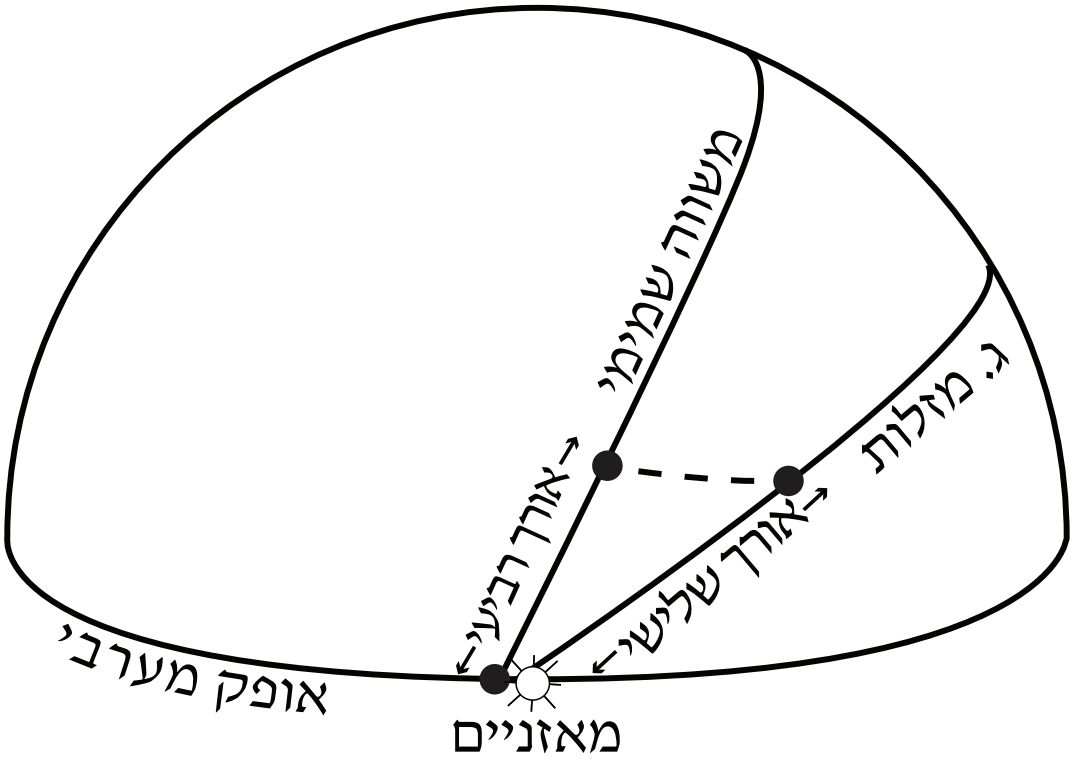


פרק י"ז
תמונה 114



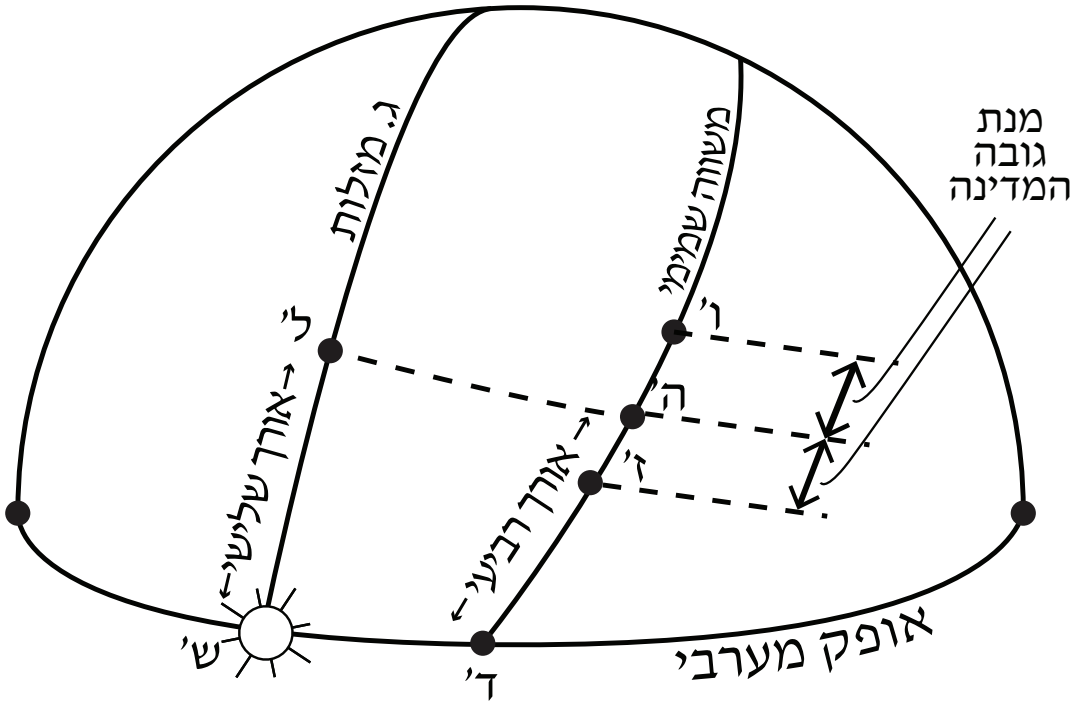
<u>תמונה 114:</u> האורך הרביעי הוא קשת על המשווה השמימי השוקעת יחד עם האורך השלישי הנמצא על גלגל המזלות. בתמונה זו האורך הרביעי הוא גדול יותר מהאורך השלישי, כלומר מדובר על אורך שלישי של מזל ששקיעתו ארוכה.

פרק י"ז
תמונה 115



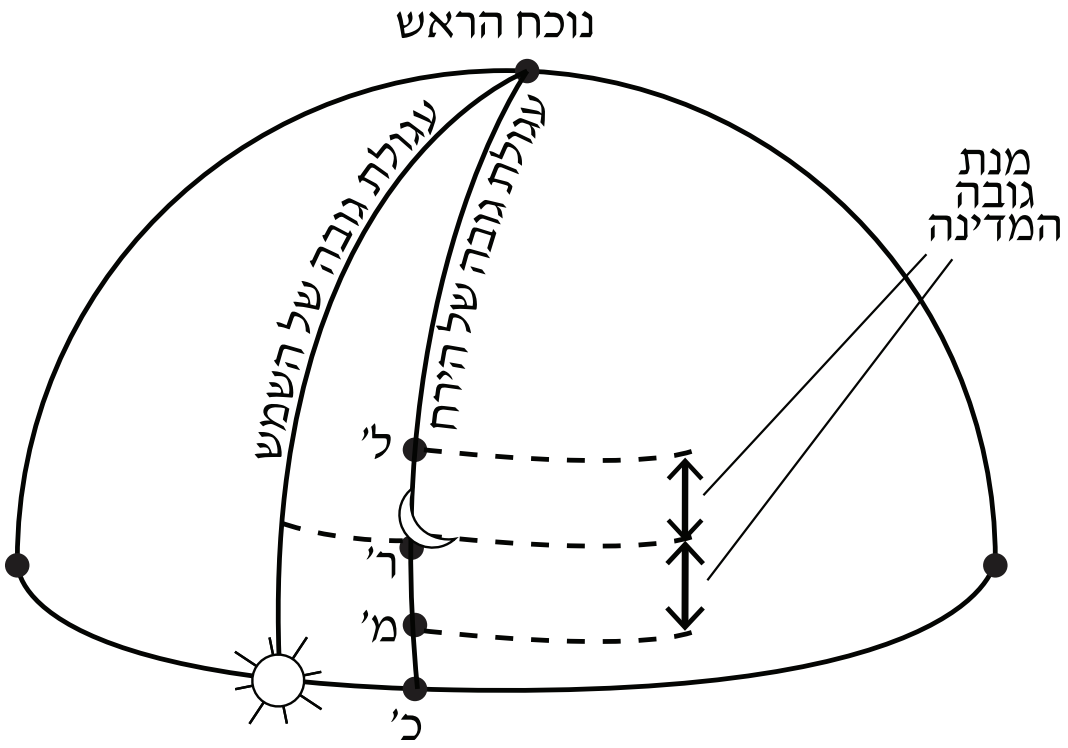
<u>תמונה 115:</u> כמו בתמונה 114, אלא עבור מזל קצר שקיעה.

פרק י"ז
תמונה 116



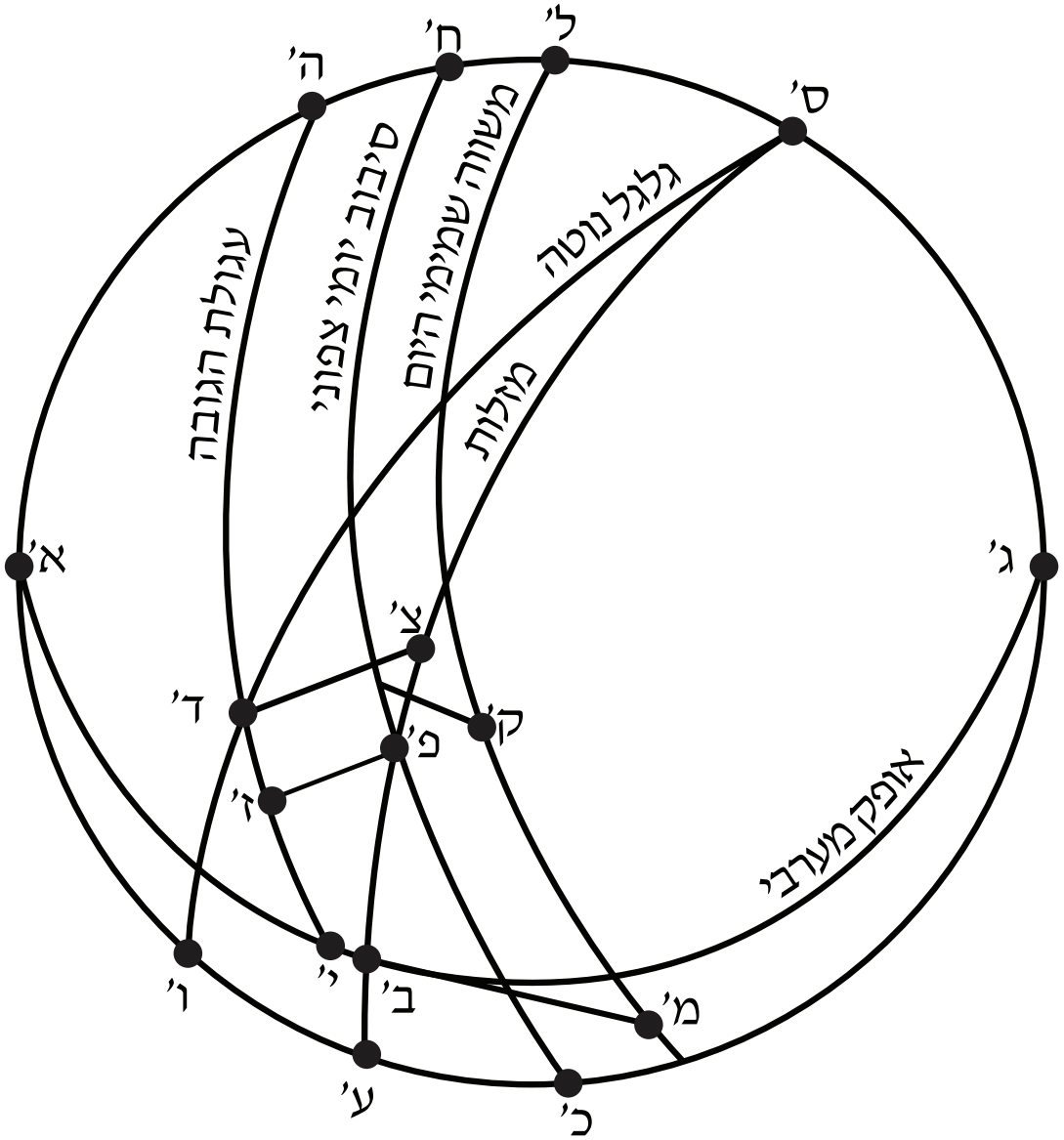
<u>תמונה 116:</u> "מנת גובה המדינה" היא תוספת או גריעה מהאורך הרביעי (הנמצא על המשווה השמימי) המביא בחשבון את האיחור או הקדמת זמן השקיעה עבור מדינה ברוחב גיאוגרפי מסוים (ירושלים - 32 מעלות)

פרק י"ז
תמונה 117

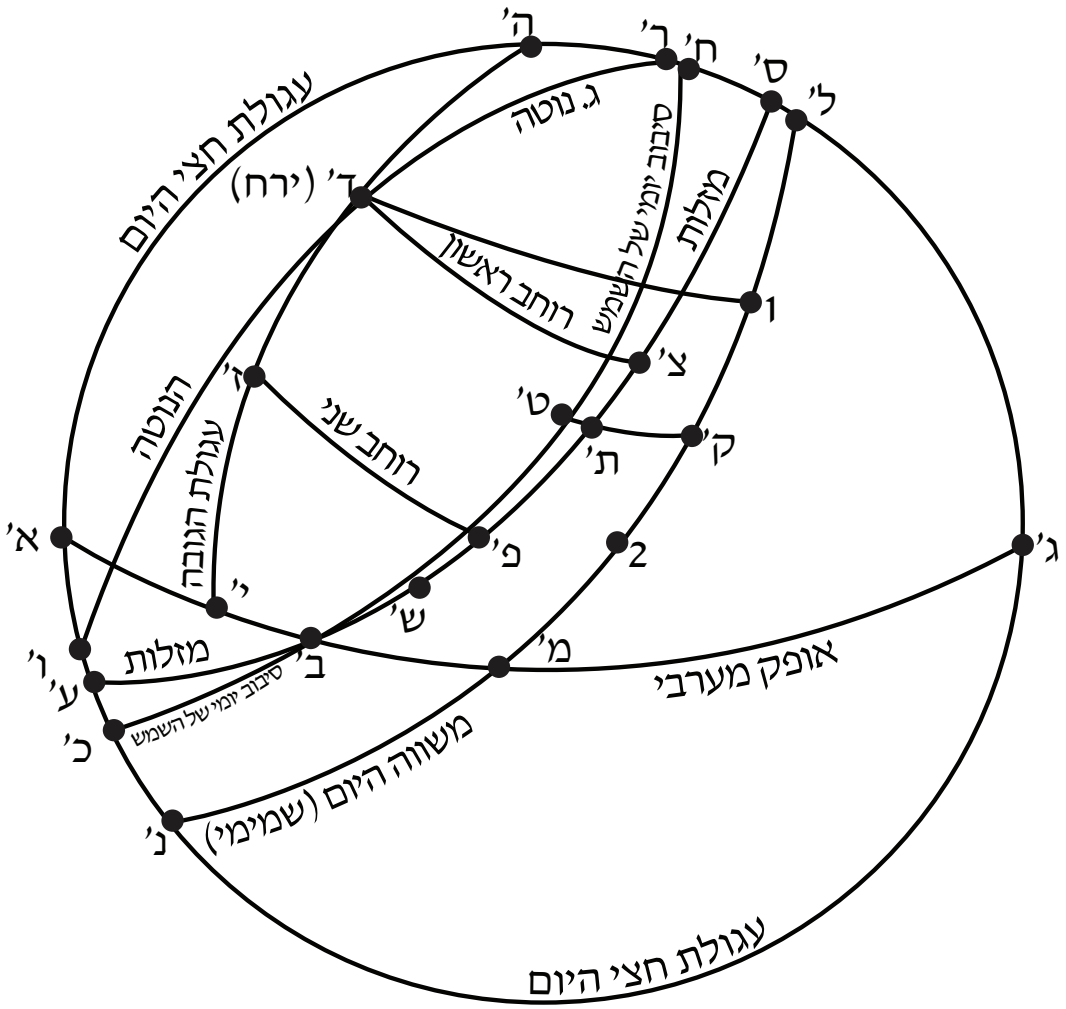


<u>תמונה 117</u>: "מנת גובה המדינה", <u>על פי המפרש</u>, היא תוספת הקטע ל"ר או גריעת הקטע י"מ מגובה הירח י"כ (בזמן שקיעת השמש) המביא בחשבון את האיחור או ההקדמה של שקיעת הירח בגלל הרוחב הגאוגרפי של אותה מדינה. האורך הרביעי במקרה זה, היא גובה הקשת י"כ, וגובה קשת הראיה היא כ"מ או כ"ל (בהתאם לתוספת וגריעת מנת גובה המדינה ר"ל או ר"מ). קשת ראיה זו שונה מזו של הרמב"ם.

פרק י"ז
תמונה 118
(והיא ציור נ"ו במפרש)
(בלתי מתוקן)

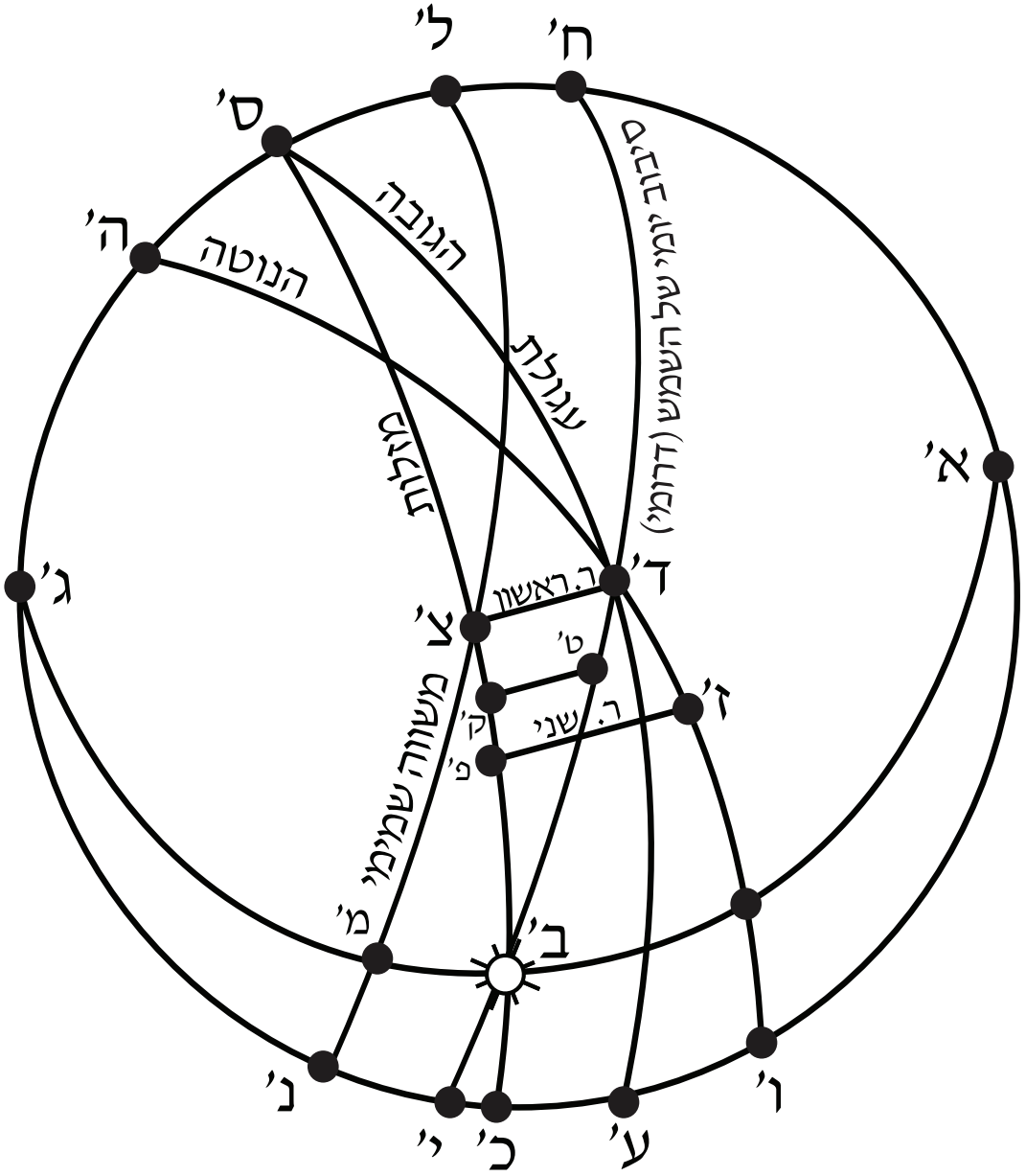


פרק י"ז
תמונה 119
(והיא ציור נ"ו מתוקן של המפרש במראה תלת מימד)

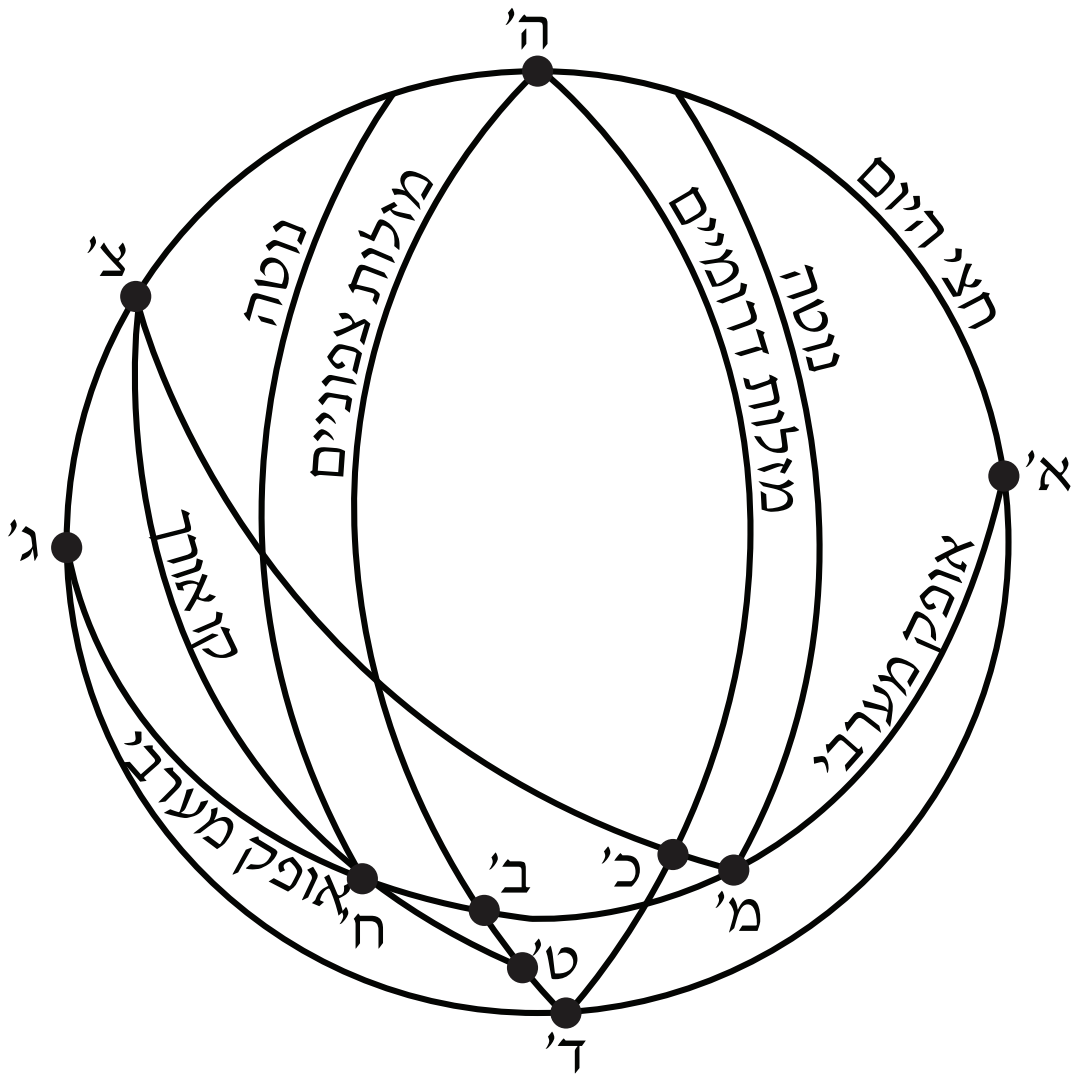


<u>תמונה 119:</u> שלוש האותיות ת', 1, 2, לא סומנו בשרטוט נ"ו של המפרש.

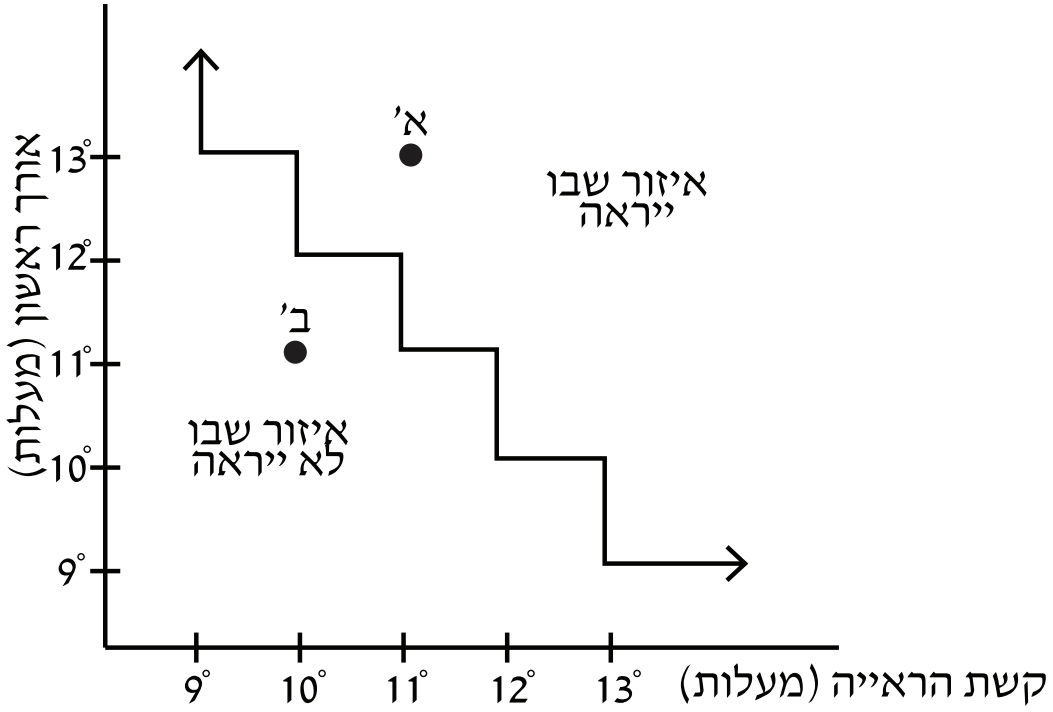
פרק י"ז
תמונה 120
(והיא ציור נ"ז מתוקן של המפרש)



פרק י"ז
תמונה 121
(והיא ציור נ"ח של המפרש)

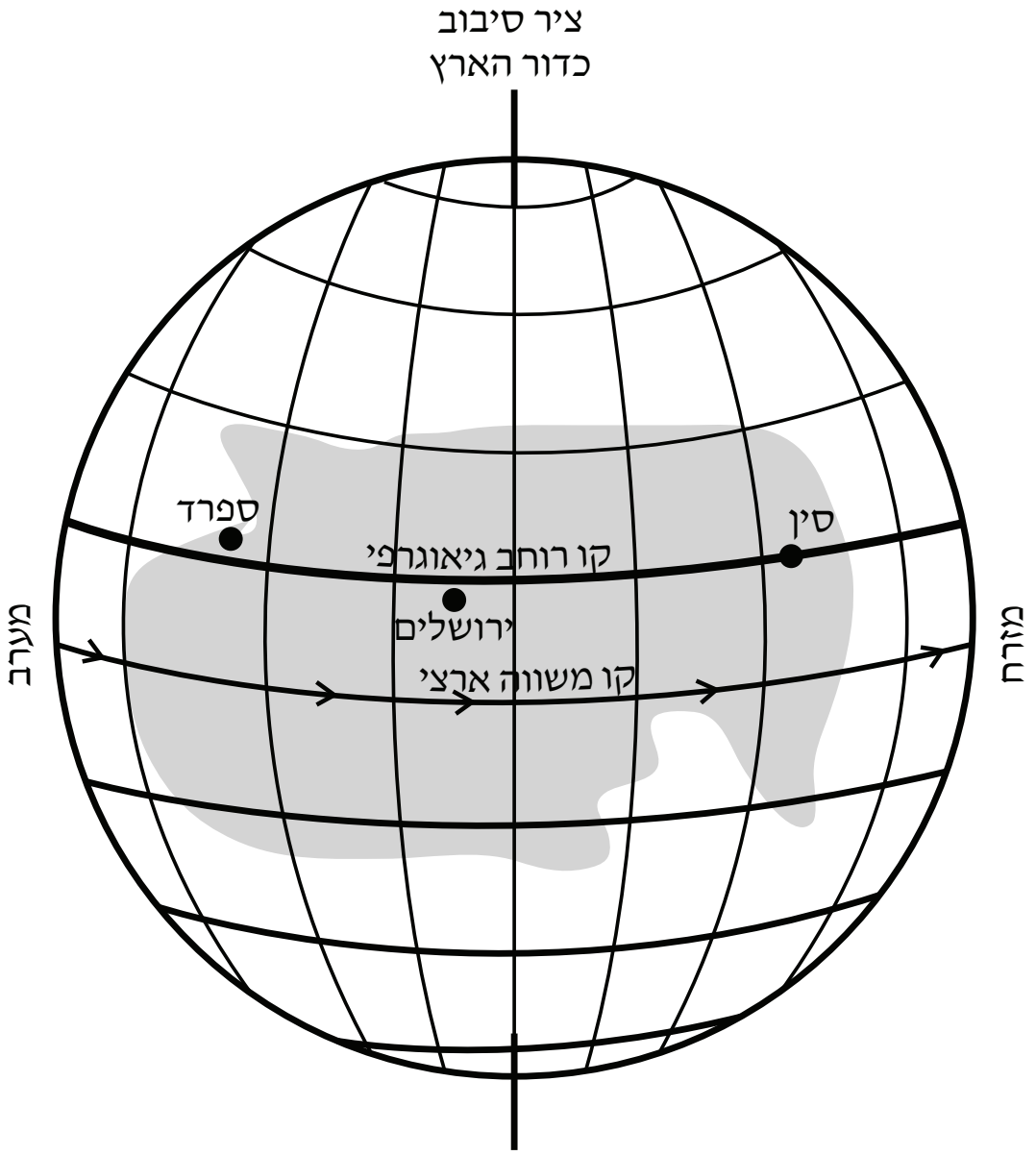


פרק י"ז
תמונה 122



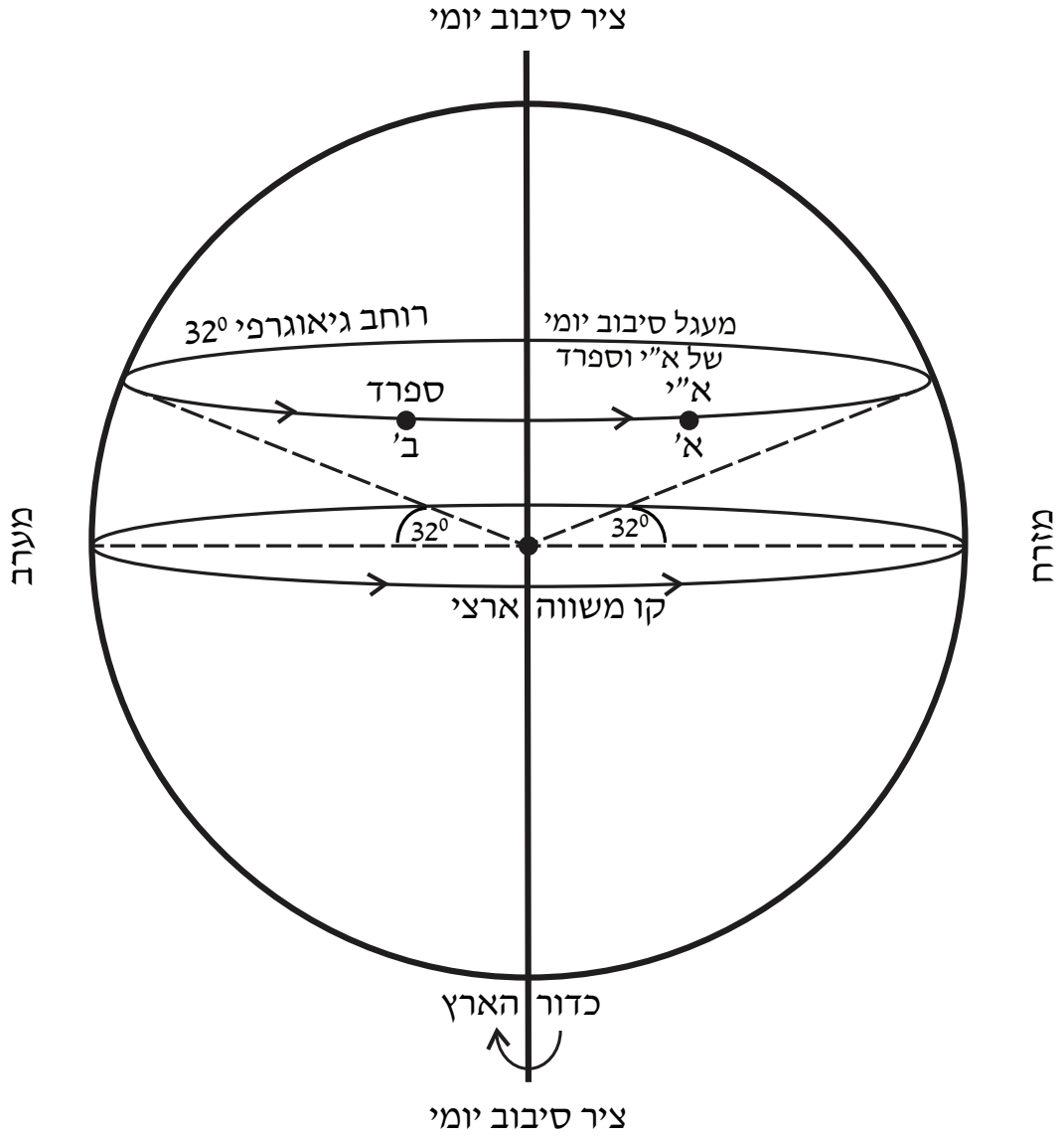
<u>תמונה 122:</u> כל נקודה בתמונה זו מיוצגת ע"י שני מספרים: האחד לגובה, והשני אופקי. למשל הגובה של נקודה א' מעל הציר האופקי הוא 13 מעלות, והאורך שלה הוא 11 מעלות בכוון אופקי.

פרק י״ח
תמונה 1



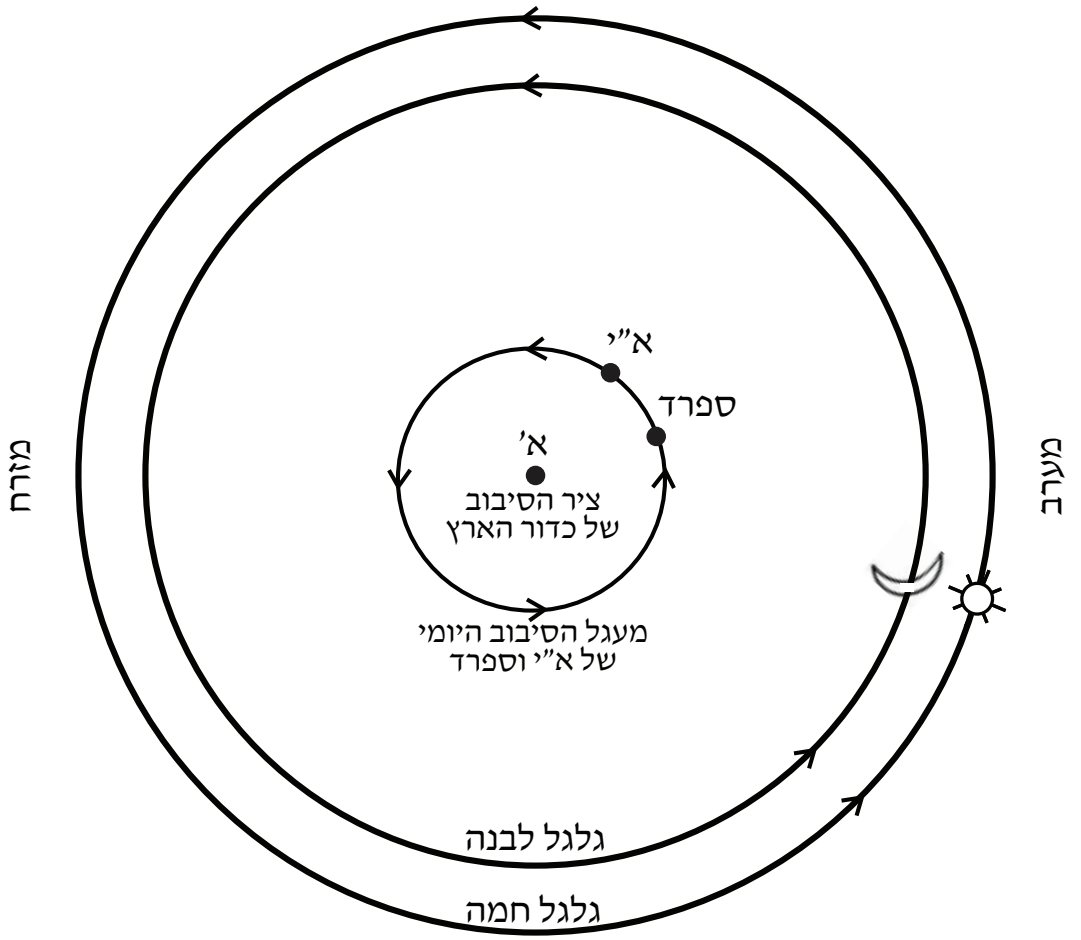
תמונה 1: ירושלים, ספרד, ומרכז סין נמצאות כמעט על אותו קו רוחב גיאוגרפי. השרטוט מראה באופן סכימתי, את האזור המיושב (בצבע אפור) הידוע בזמנם, על פני כדור הארץ. איזור זה כולו נקרא בשם "היישוב".

פרק י״ח
תמונה 2



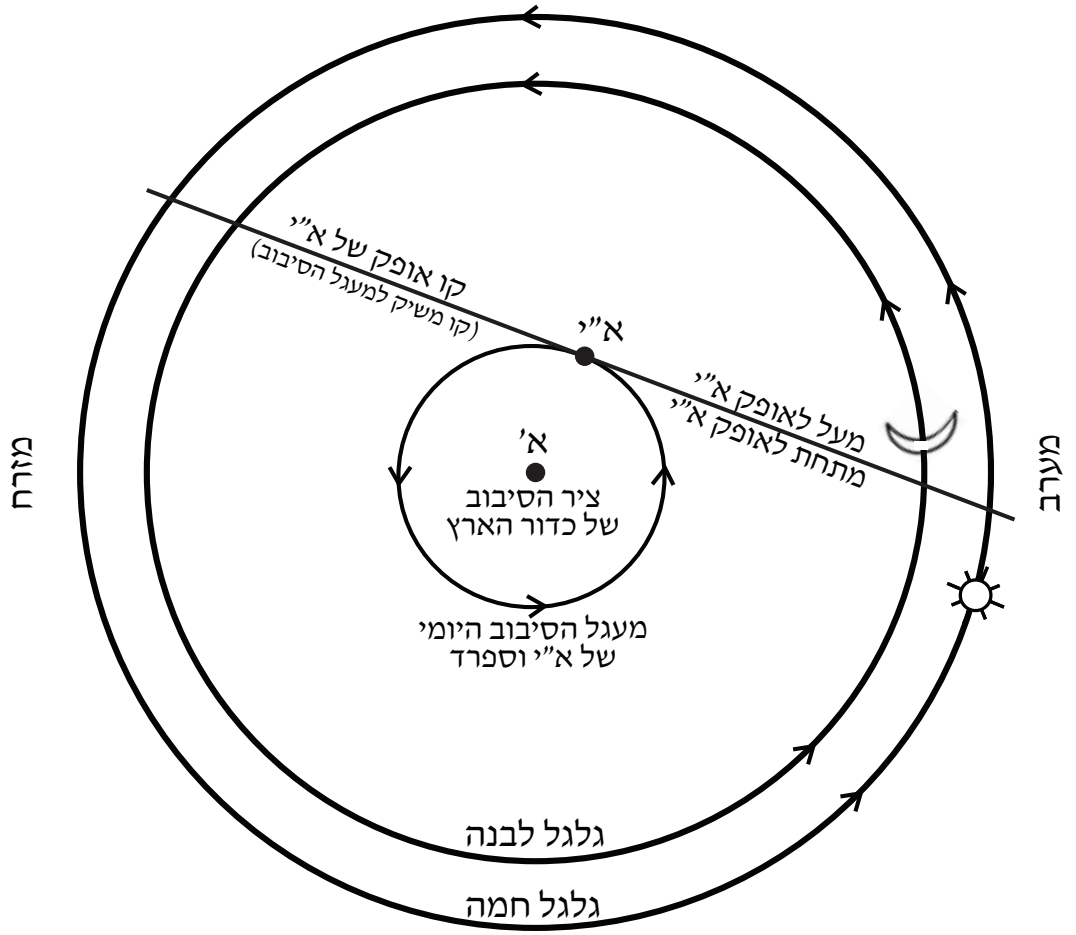
תמונה 2: במבט מנקודה חיצונית לכדור הארץ, הארץ סובבת ממערב למזרח. אבל מנקודת מבט של צופה על כדור הארץ, גרמי השמים נראים סובבים ממזרח למערב.

פרק י״ח
תמונה 3

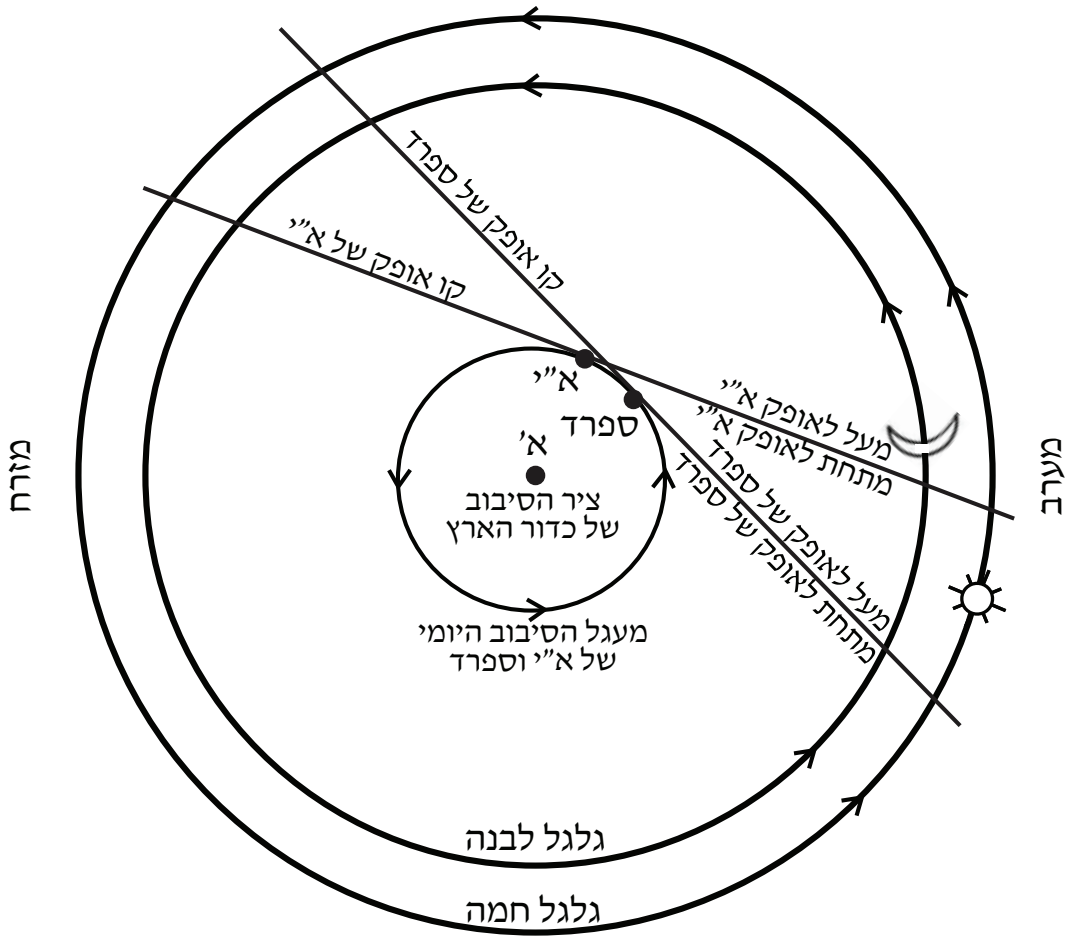


תמונה 3: ציר הסיבוב (אשר סביבו סובב כדור הארץ), נראה כנקודה זעירה במרכז הציור.
כי הוא נראה במבט מעל לקוטב הצפוני.

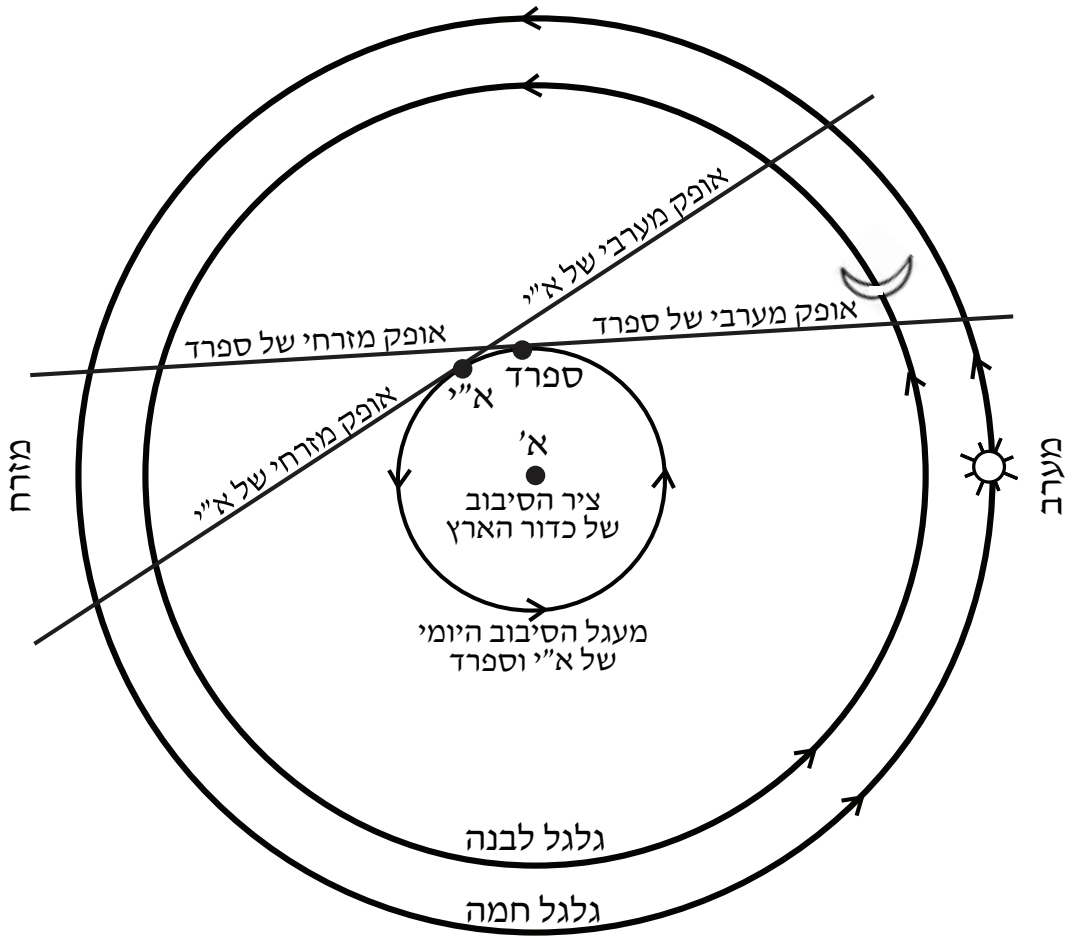
פרק י״ח
תמונה 4



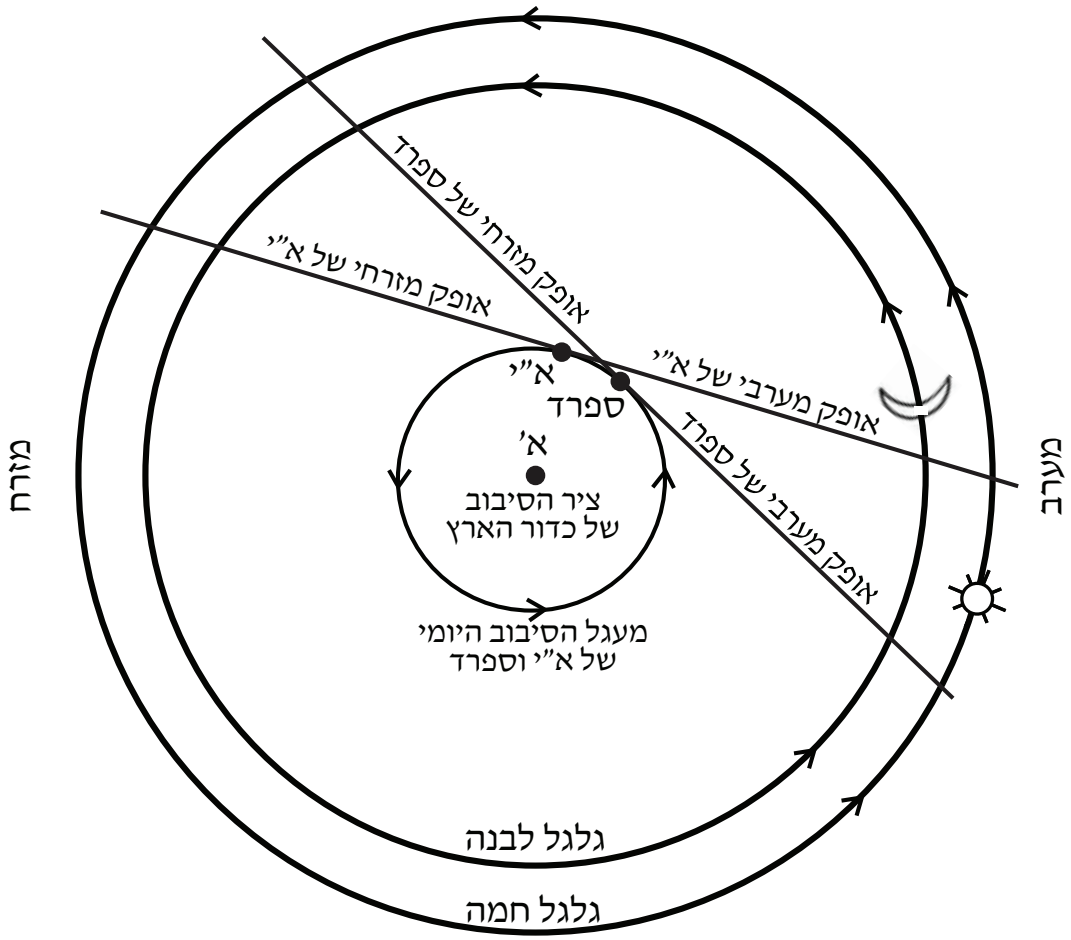
פרק י״ח
תמונה 5



פרק י״ח
תמונה 6



פרק י״ח
תמונה 7



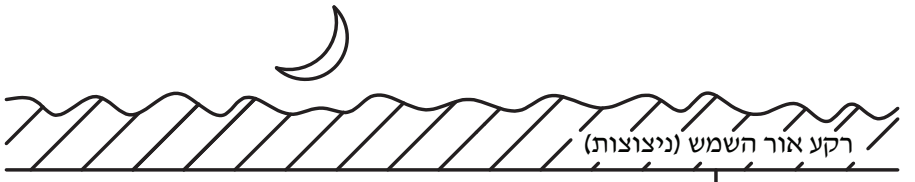
פרק י״ח
תמונה 8

אור ירח נמצא מתחת לאור הניצוצות



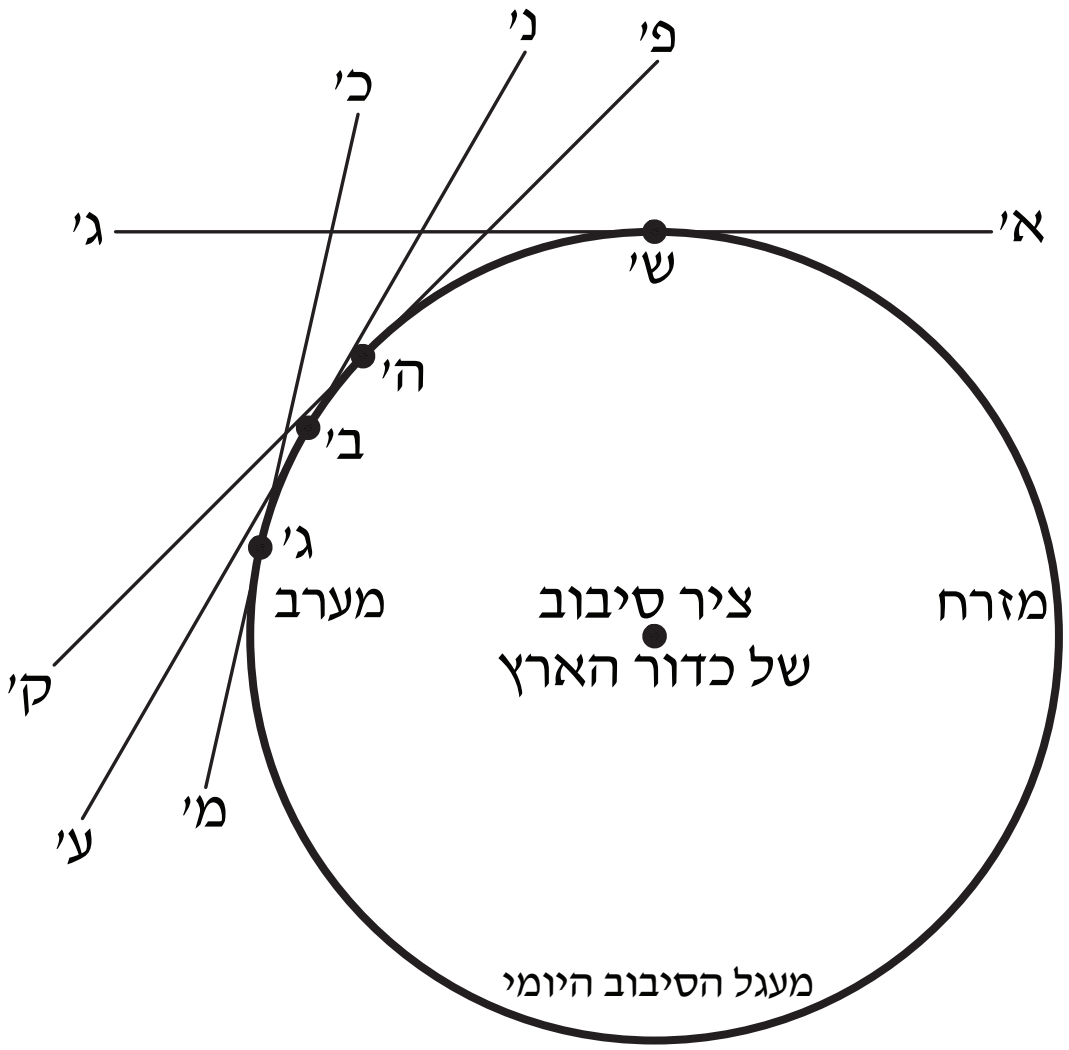
שמש עדיין קרובה מתחת לאופק

אור ירח נמצא מעל לאור הניצוצות

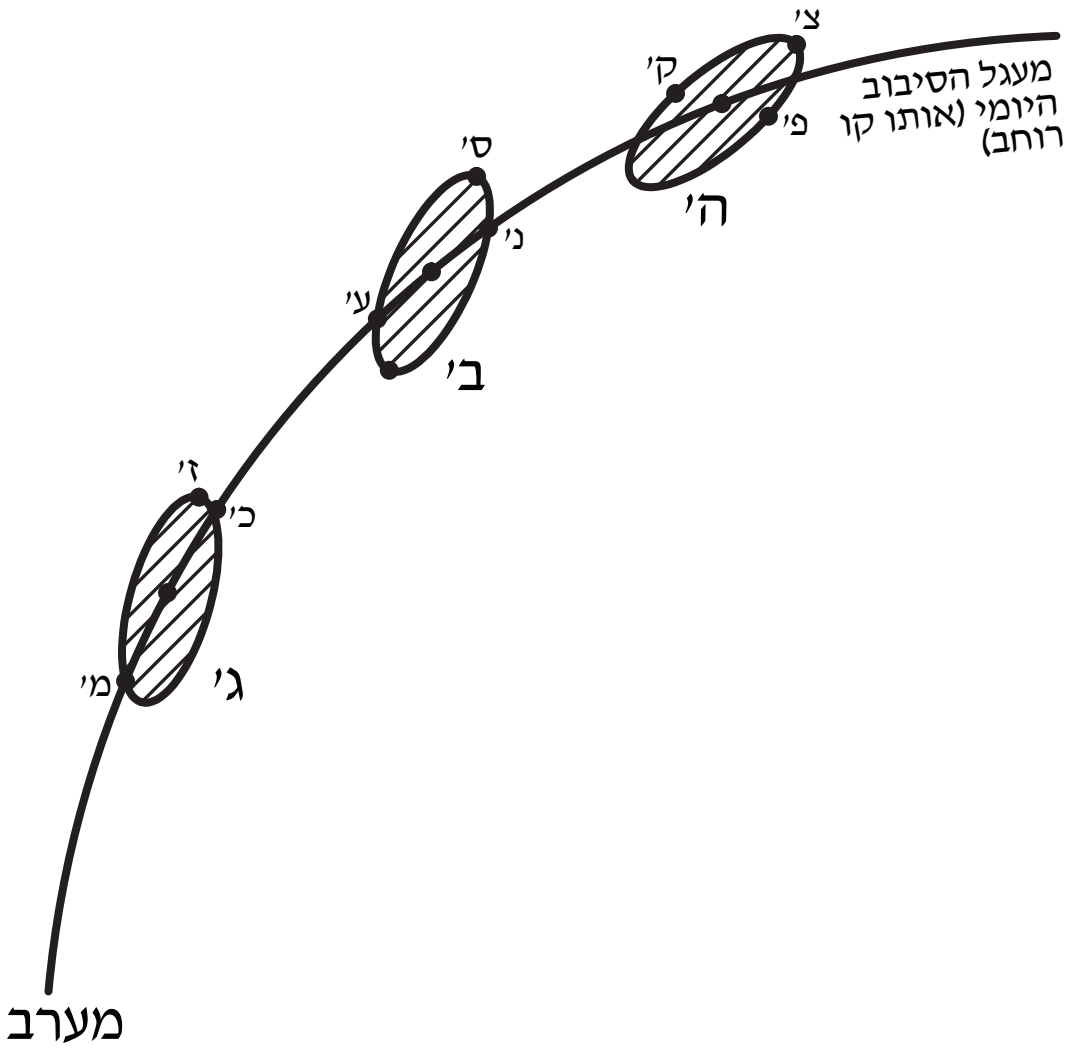


שמש נמצאת עמוק יותר מתחת לאופק

פרק י"ח
תמונה 9

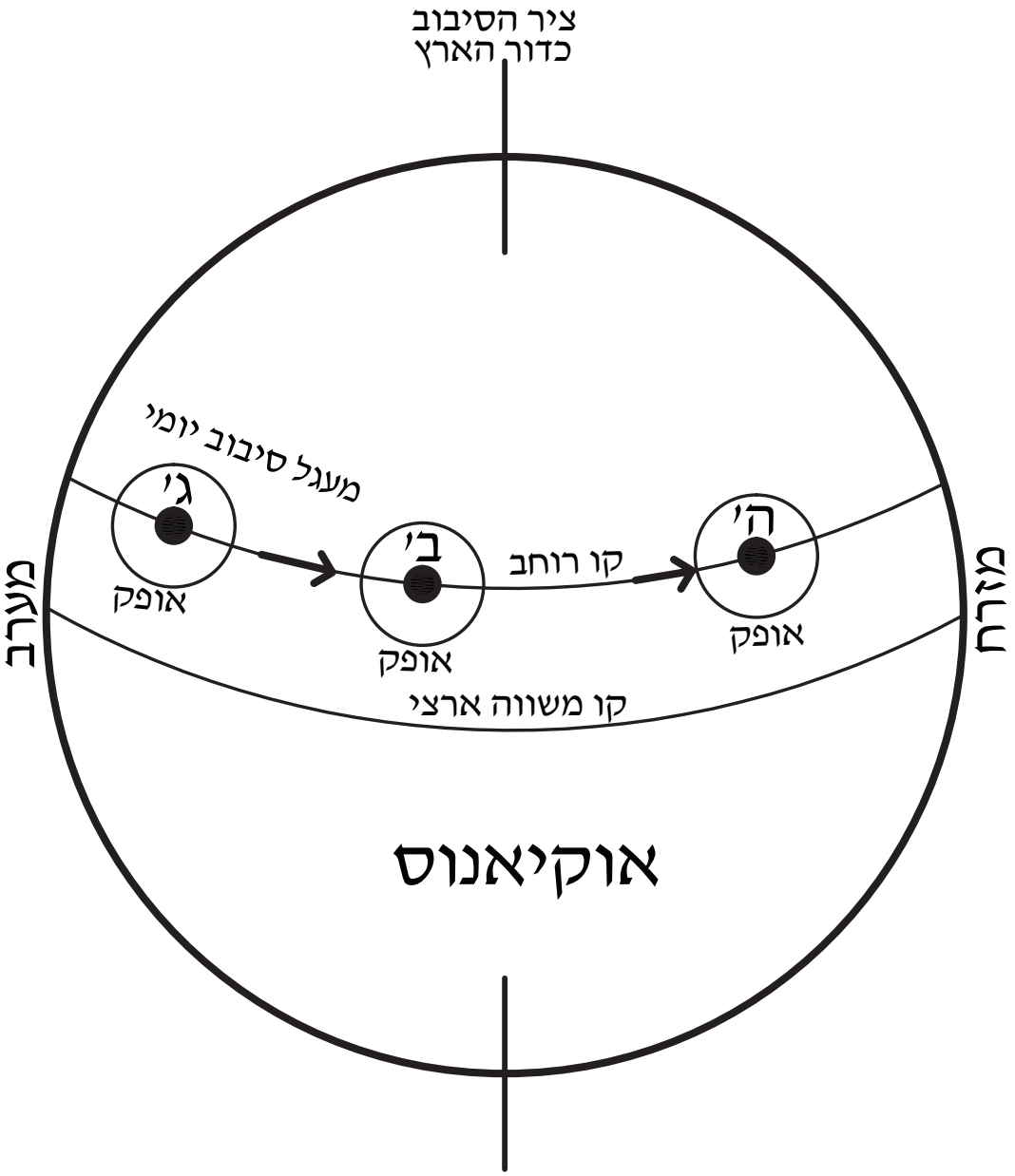


פרק י"ח
תמונה 10

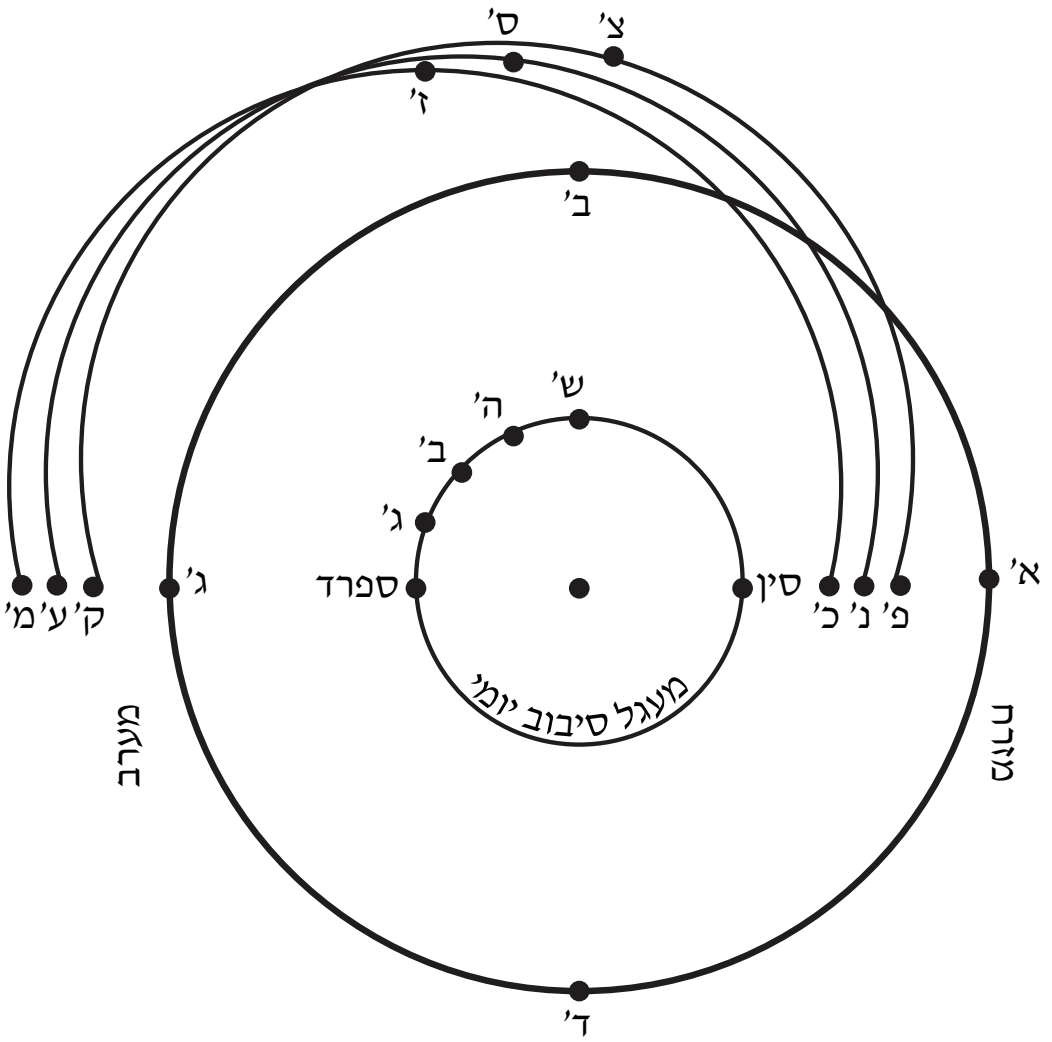


תמונה 10: שלושת האופקים סביב הנקודות ה', ב', ג', הם משטחים עגולים, המשיקים למעגל היומי, בשלושת הנקודות האלו.

פרק י"ח
תמונה 11

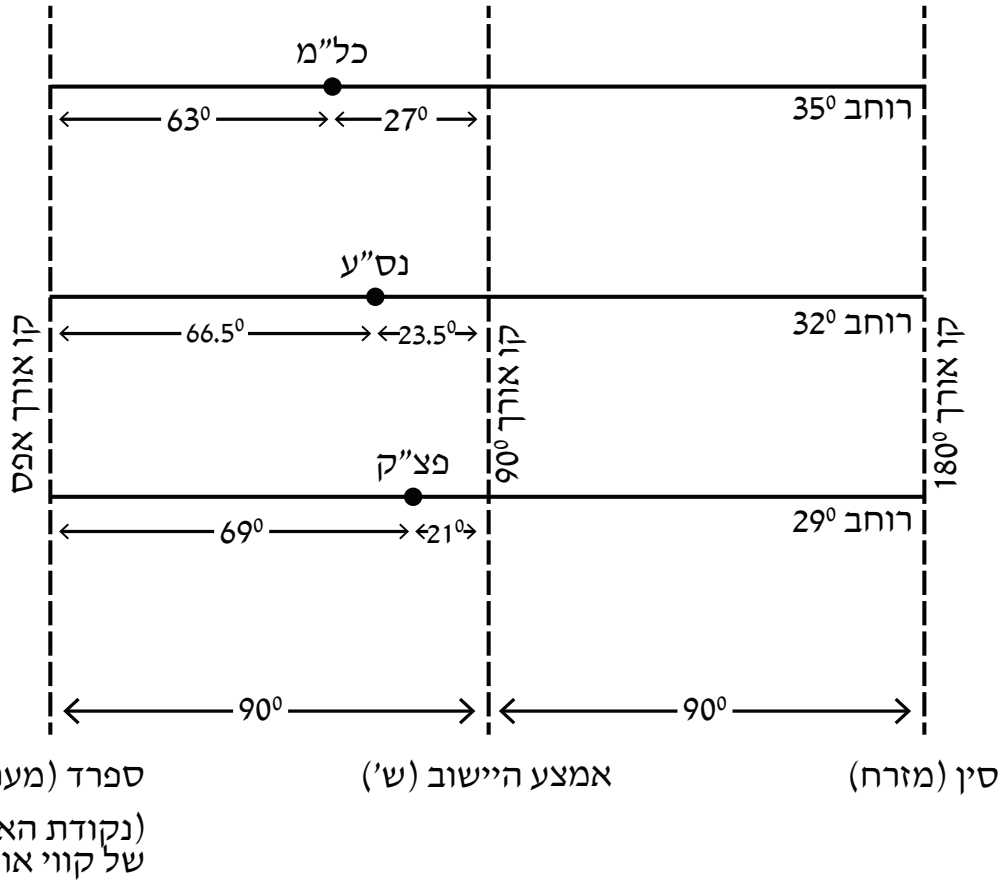


פרק י"ח
תמונה 12
(והיא ציור נ"ט מתוקן של המפרש)



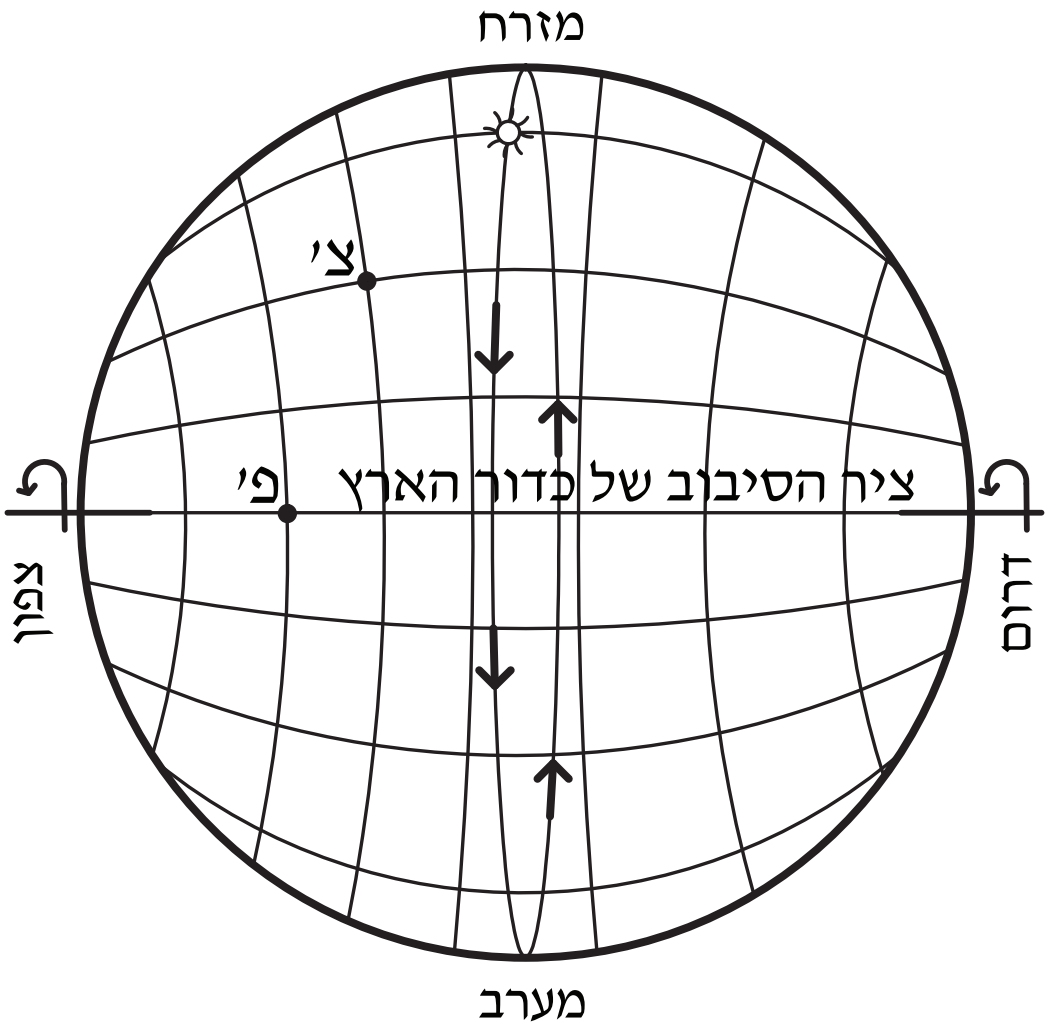
תמונה 12: שלושת האופקים: פצ"ק, נס"ע וכל"מ, זהים לאופקים בתמונה 9. אלא שכאן הם נראים במבט מלמעלה, כמו בתמונה 10.

פרק י״ח
תמונה 13

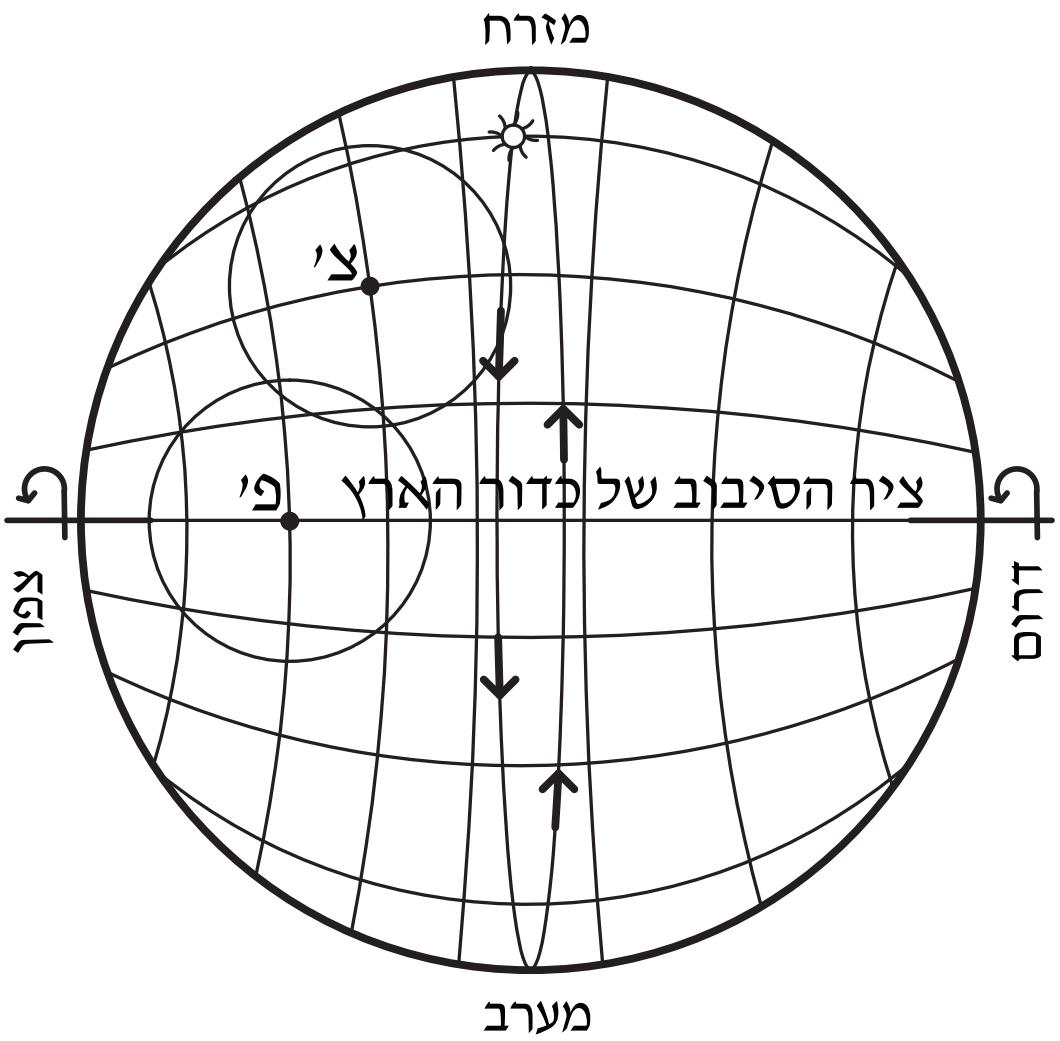


תמונה 13: שלושת קווי הרוחב: 29, 32, 35 מעלות, ושלושת קווי האורך: 63, 66.5, 69 מעלות של שלושת המדינות.

פרק י"ח
תמונה 14

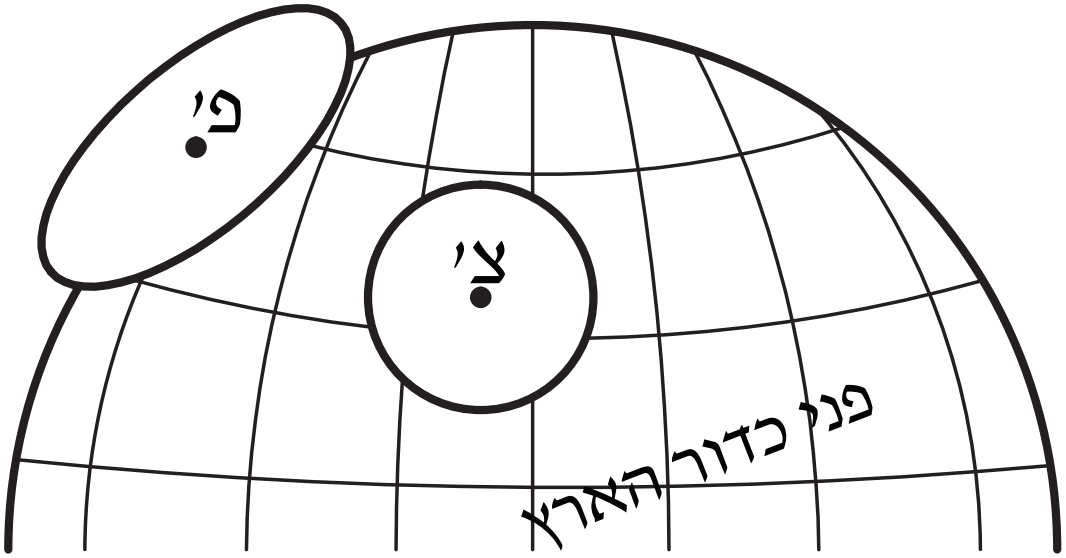


פרק י״ח
תמונה 15



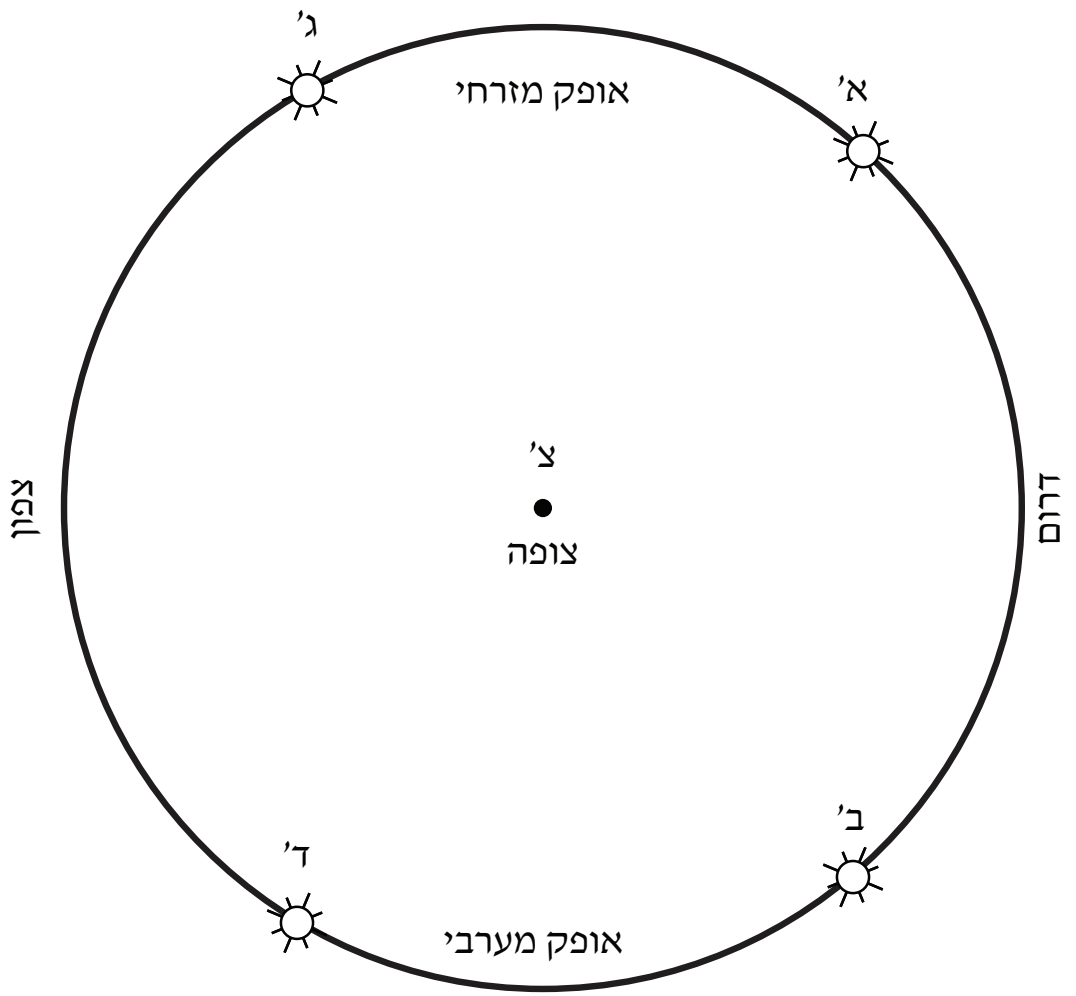
תמונה 15: מסביב לכל אחד משני הצופים בנקודות צ׳ ופ׳, ישנו אופק מעגלי (מוגזם בגודלו כאן).

פרק י"ח
תמונה 16



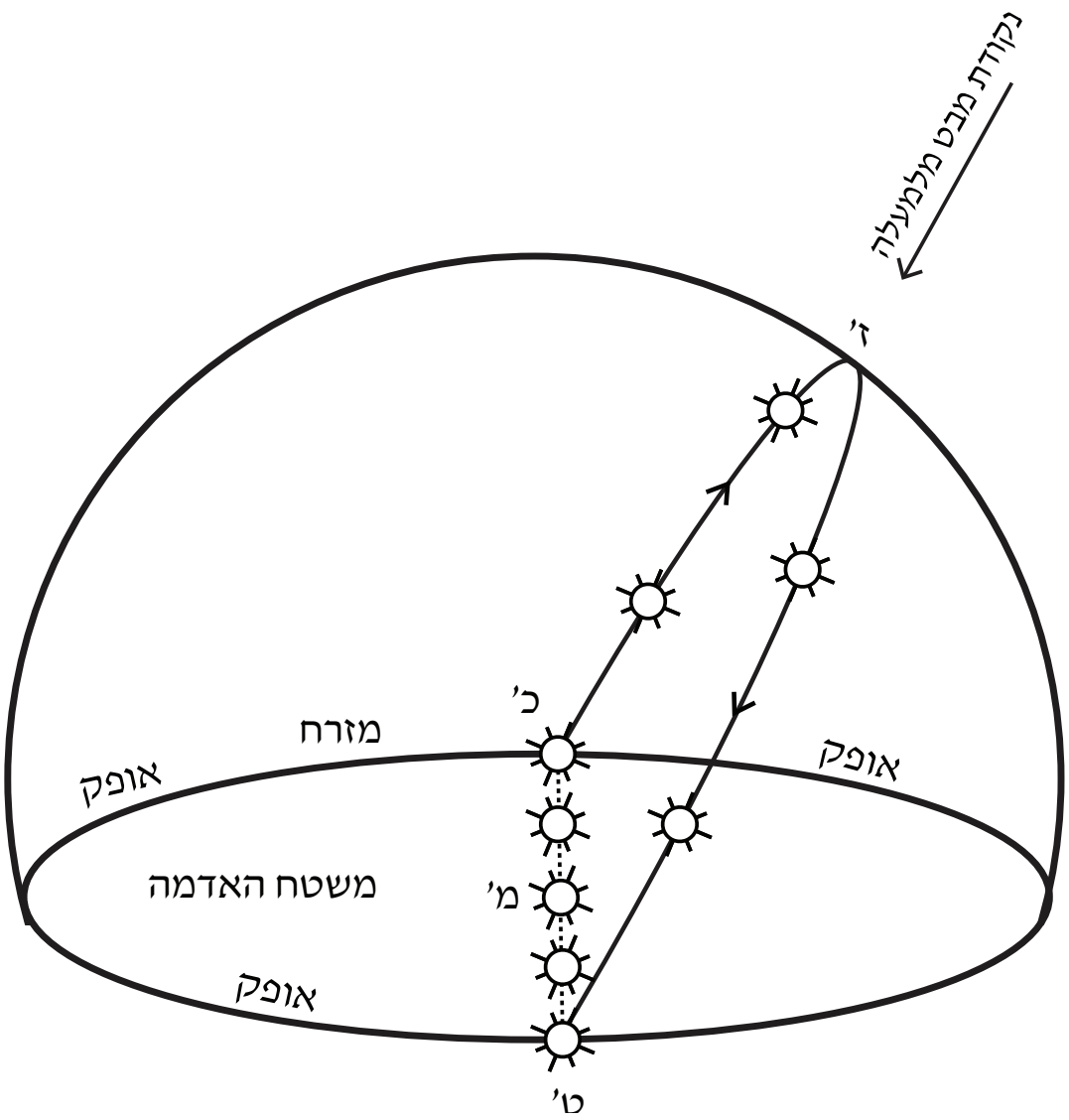
תמונה 16: במבט מן הצד, שני האופקים המעגליים של הצופים צ' ופ' אינם נמצאים במישור אחד, כי פני כדור הארץ מתעגלים ככדור, וכל אחד מהמשטחים של האופקים של צ' ופ', הוא משיק לפני הכדור בנקודה אחרת.

פרק י״ח
תמונה 17



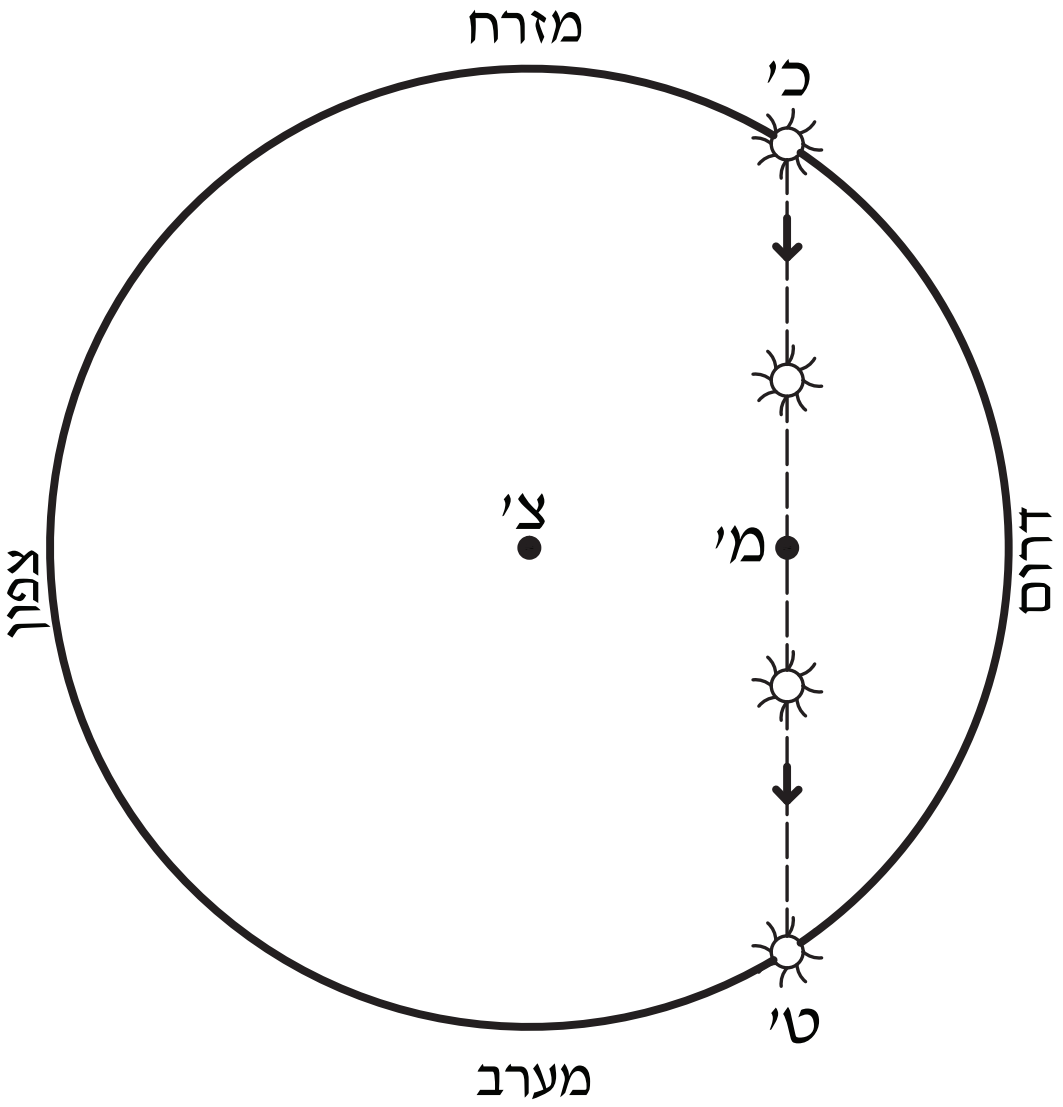
תמונה 17: האופק סביב הצופה צ׳ הוא מעגלי. רואים כי השמש זורחת בנקודה א׳ ושוקעת בנקודה ב׳, והיא נמצאת במזל דרומי (בחורף). לעומתה, השמש זורחת בנקודה ג׳ ושוקעת בנקודה ד׳, והיא נמצאת במזל צפוני (בקיץ).

פרק י"ח
תמונה 18



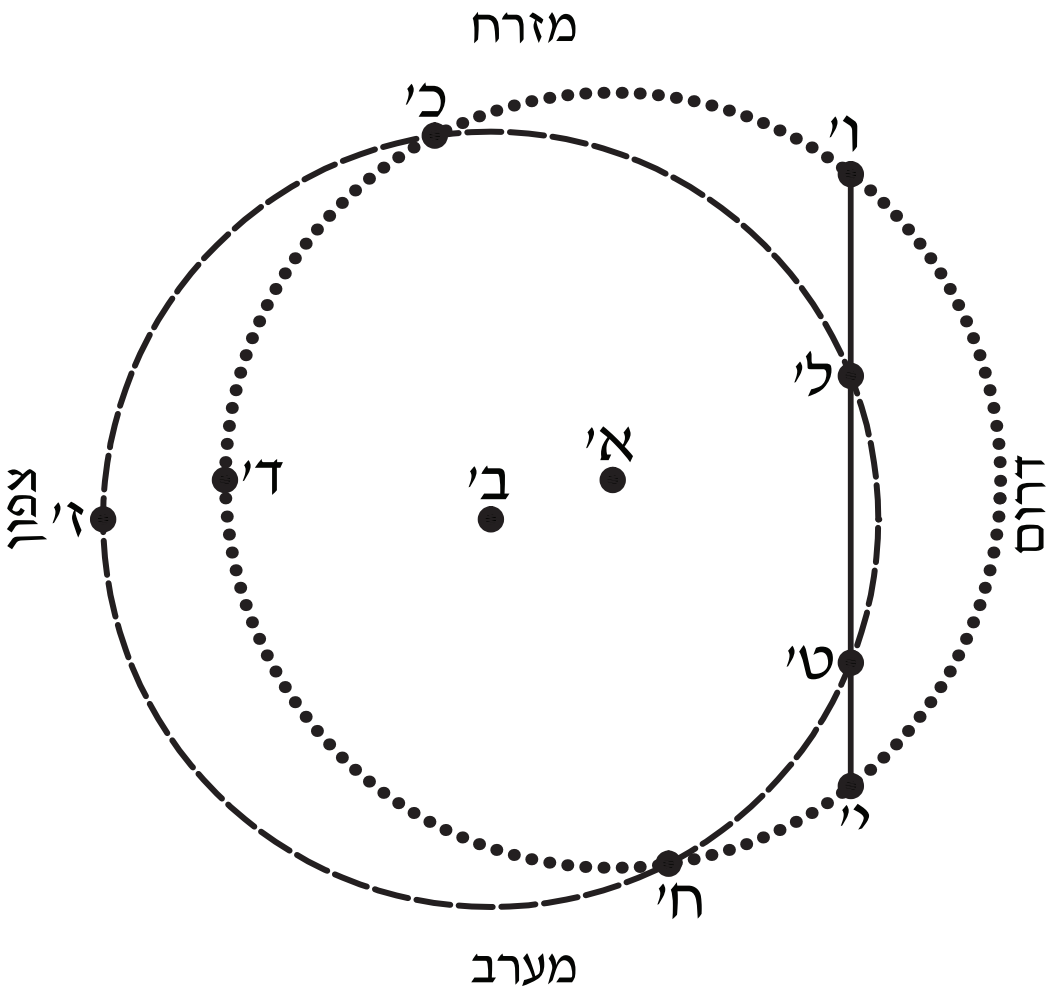
תמונה 18: אמנם השמש זורחת בנקודה כ', ונעה על כיפת השמים במסלול מעגלי כז"ט עד לשקיעתה בנקודה ט' במערב. אבל, במבט "מלמעלה" "מעל" כיפת השמים, הצופה שם יראה, כי השמש נעה בקו ישר - כמ"ט (מקווקו בשרטוט), על משטח האדמה, בין הנקודה כ' לנקודה ט'.

פרק י"ח
תמונה 19



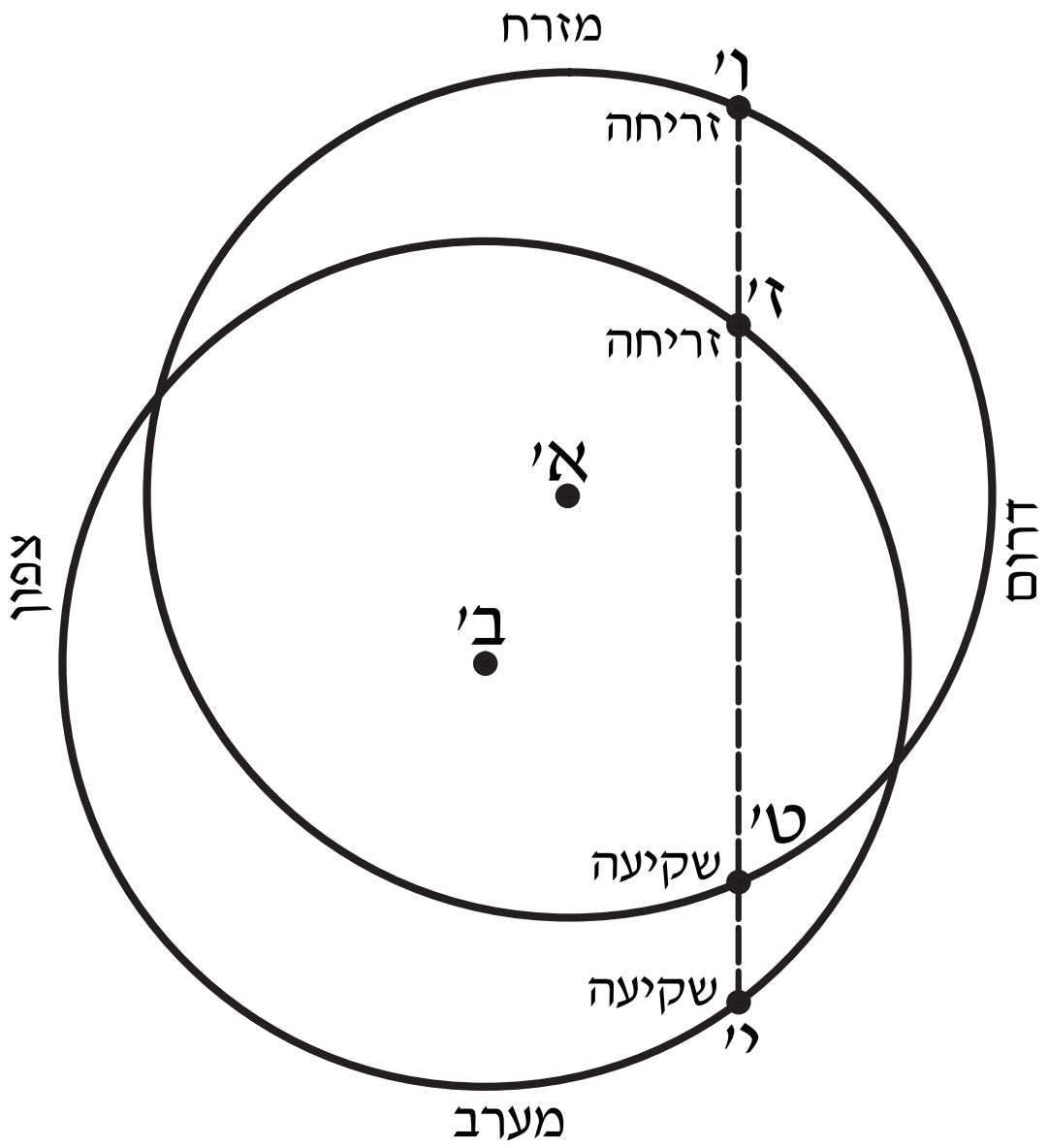
תמונה 19: במבט מלמעלה, רואים כי השמש נעה על פני הקו הישר כמ"ט, כאשר היא זורחת בנקודה כ' ושוקעת בנקודב ט'. בתמונה זו השמש זורחת ושוקעת על רקע מזל דרומי.

פרק י״ח
תמונה 20

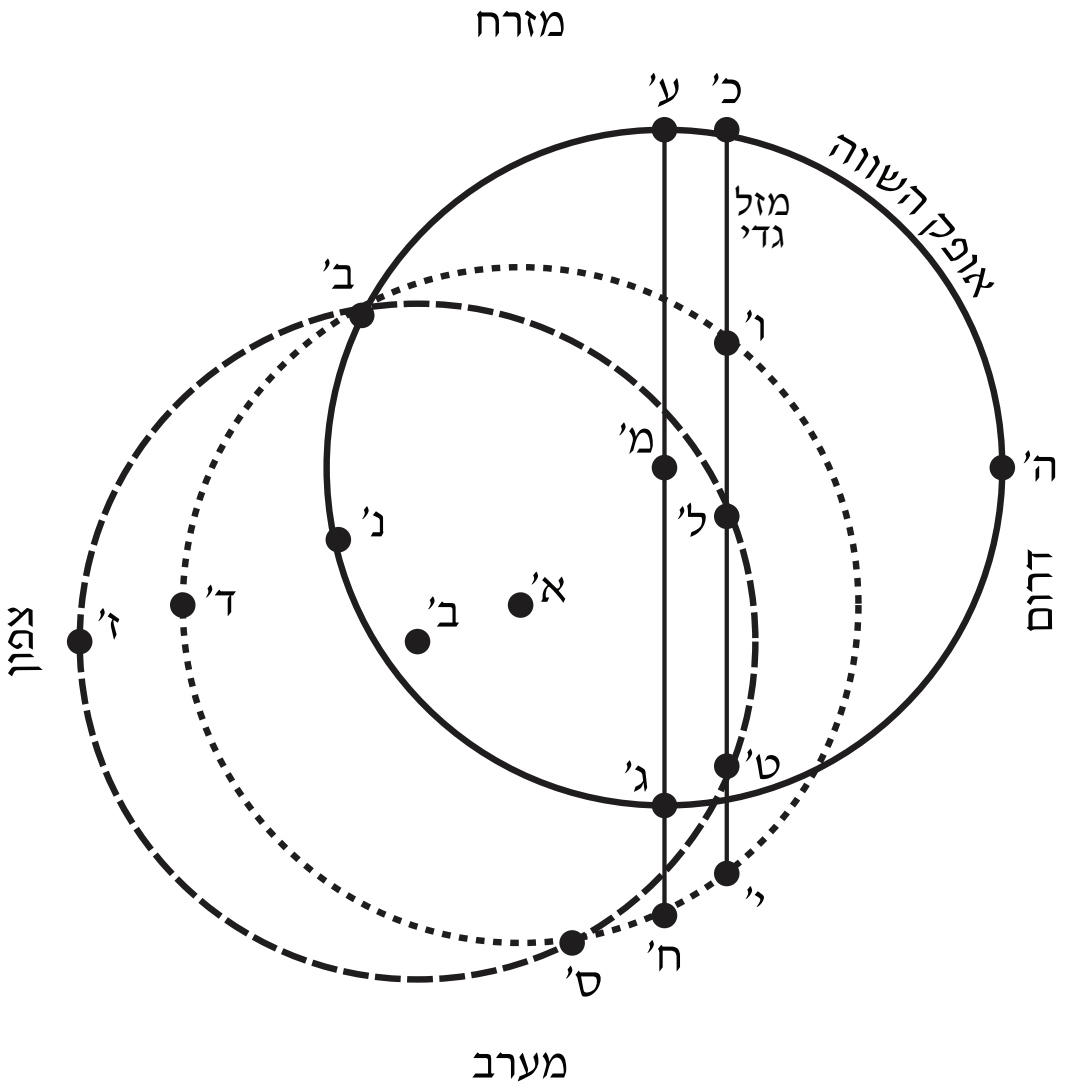


תמונה 20: הנקודות א׳ ב׳ הן המרכזים של שני המעגלים הימני והשמאלי.

פרק י"ח
תמונה 21



פרק י"ח
תמונה 22
(והיא ציור ס' מתוקן של המפרש)



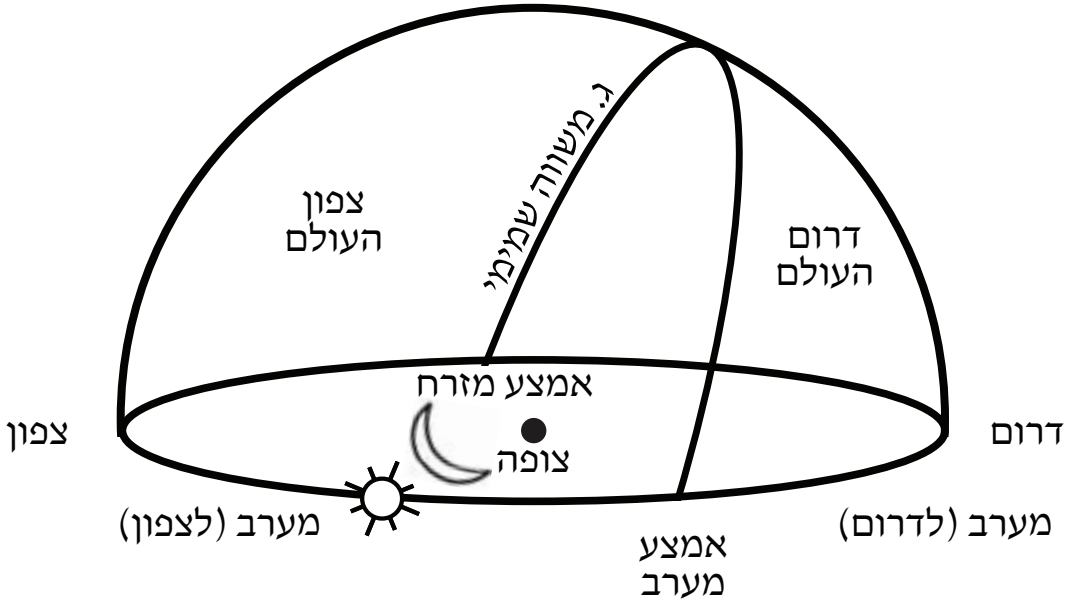
פרק י"ט
טבלת נטיית המעלות של המזלות ביחס למשווה השמימי

נטייה צפונית →

← נטייה דרומית

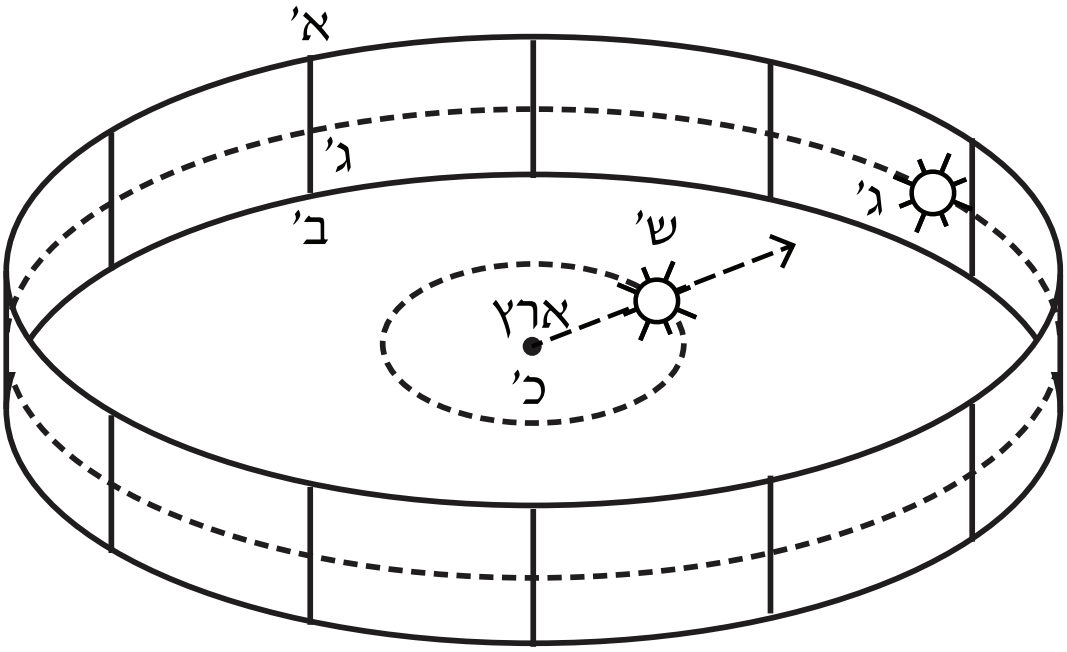
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	0.00	0.40	0.80	1.20	1.59	1.99	2.39	2.79	3.18	3.58	3.97	350
10	3.97	4.36	4.76	5.15	5.54	5.92	6.31	6.69	7.08	7.46	7.84	340
20	7.84	8.22	8.59	8.96	9.33	9.70	10.07	10.43	10.79	11.15	11.50	330
30	11.50	11.85	12.20	12.54	12.88	13.22	13.56	13.88	14.21	14.53	14.85	320
40	14.85	15.17	15.47	15.78	16.08	16.38	16.67	16.96	17.24	17.51	17.79	310
50	17.79	18.05	18.31	18.57	18.82	19.06	19.30	19.54	19.76	19.99	20.20	300
60	20.20	20.41	20.61	20.81	21.00	21.19	21.36	21.53	21.70	21.86	22.01	290
70	22.01	22.15	22.29	22.42	22.54	22.65	22.76	22.86	22.96	23.04	23.12	280
80	23.12	23.19	23.26	23.31	23.36	23.41	23.44	23.47	23.48	23.50	23.50	270
90	23.50	23.50	23.48	23.47	23.44	23.41	23.36	23.31	23.26	23.19	23.12	260
100	23.12	23.04	22.96	22.86	22.76	22.65	22.54	22.42	22.29	22.15	22.01	250
110	22.01	21.86	21.70	21.53	21.36	21.19	21.00	20.81	20.61	20.41	20.20	240
120	20.20	19.99	19.76	19.54	19.30	19.06	18.82	18.57	18.31	18.05	17.79	230
130	17.79	17.51	17.24	16.96	16.67	16.38	16.08	15.78	15.47	15.17	14.85	220
140	14.85	14.53	14.21	13.88	13.56	13.22	12.88	12.54	12.20	11.85	11.50	210
150	11.50	11.15	10.79	10.43	10.07	9.70	9.33	8.96	8.59	8.22	7.84	200
160	7.84	7.46	7.08	6.69	6.31	5.92	5.54	5.15	4.76	4.36	3.97	190
170	3.97	3.58	3.18	2.79	2.39	1.99	1.59	1.20	0.80	0.40	0.00	180

פרק י"ט
תמונה 1



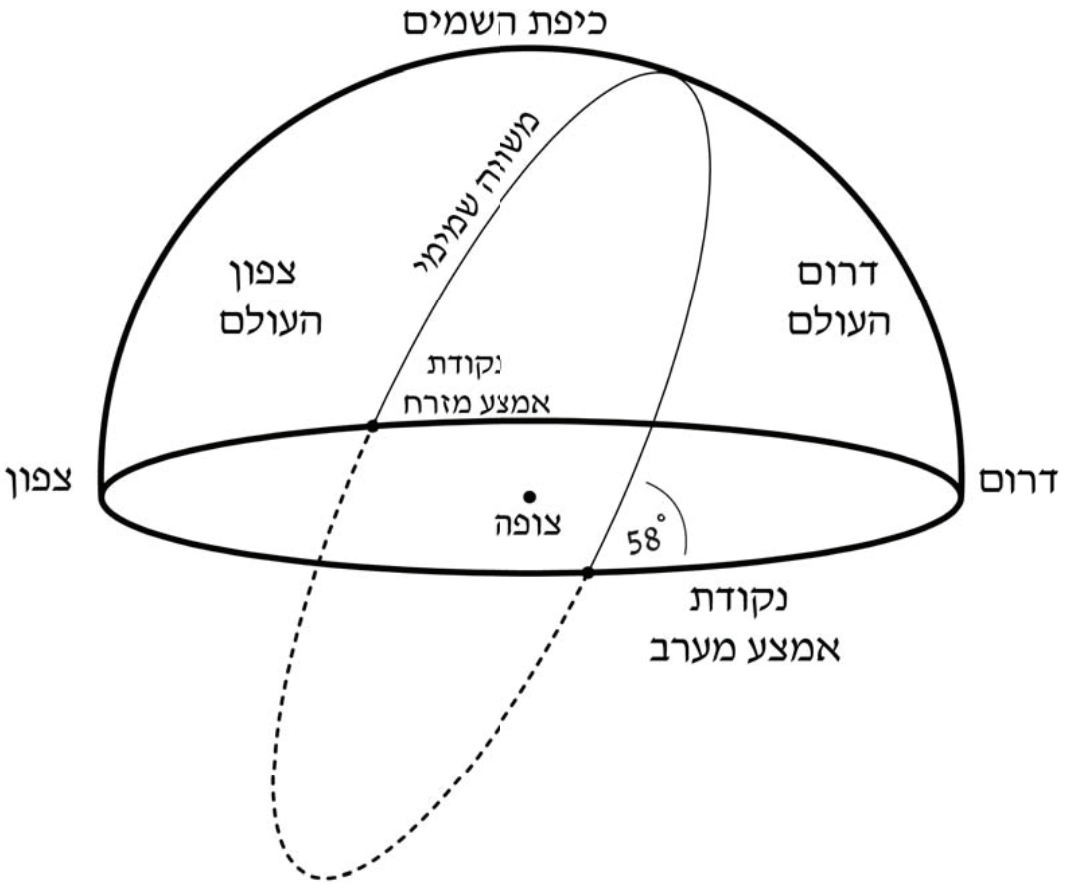
תמונה 1: מנקודת מבטו של הצופה, הירח נמצא אמנם מדרום לשמש, אבל הוא נמצא בצפון העולם, כי צפון העולם - מצפון לגלגל המשווה השמימי, ודרום העולם מדרום לו.

פרק י״ט
תמונה 2



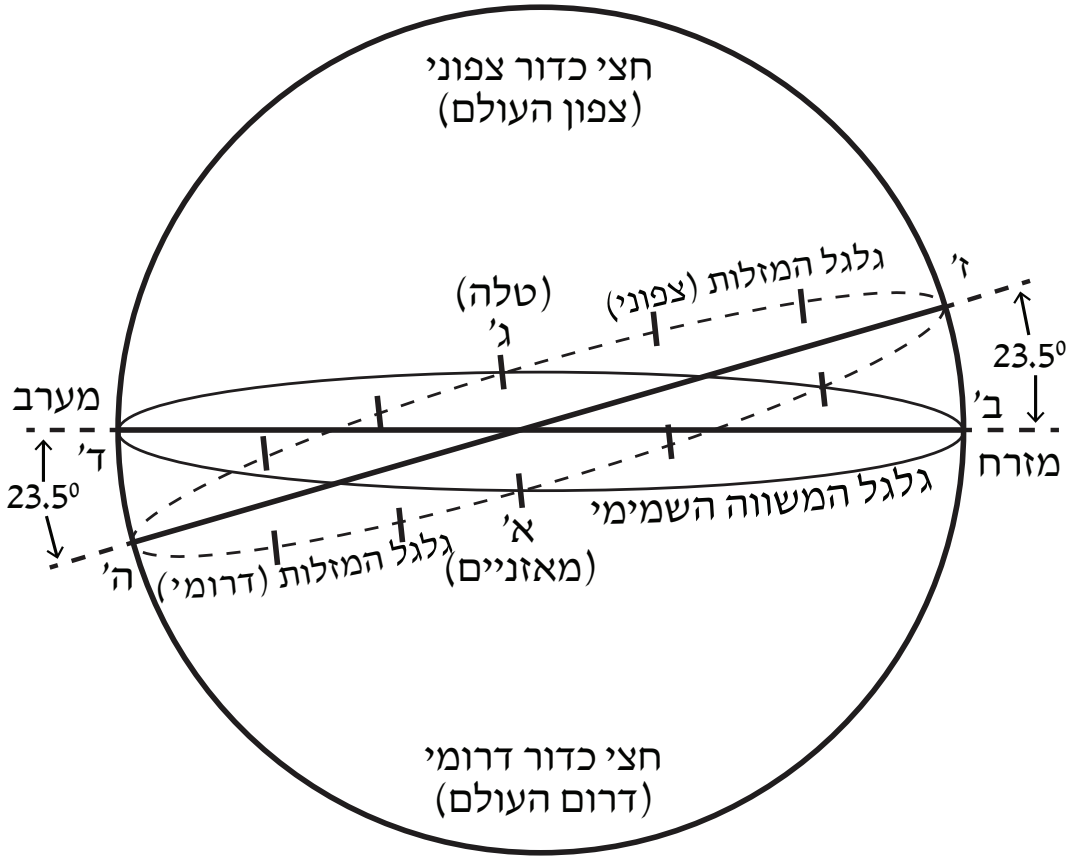
תמונה 2: השמש בנקודה ש׳ נעה סביב לכדור הארץ בגלגל הרביעי. עבור צופה הנמצא על כדור הארץ, דמות השמש בנקודה ש׳ משתקפת על פני גלגל המזלות בנקודה ג׳. הקו המרוסק הוא הקו האמצעי העובר לאורך כל הפס של גלגל המזלות, והוא גם מסלול של דמות השמש על פני גלגל המזלות, במשך כל השנה.

פרק י״ט
תמונה 3



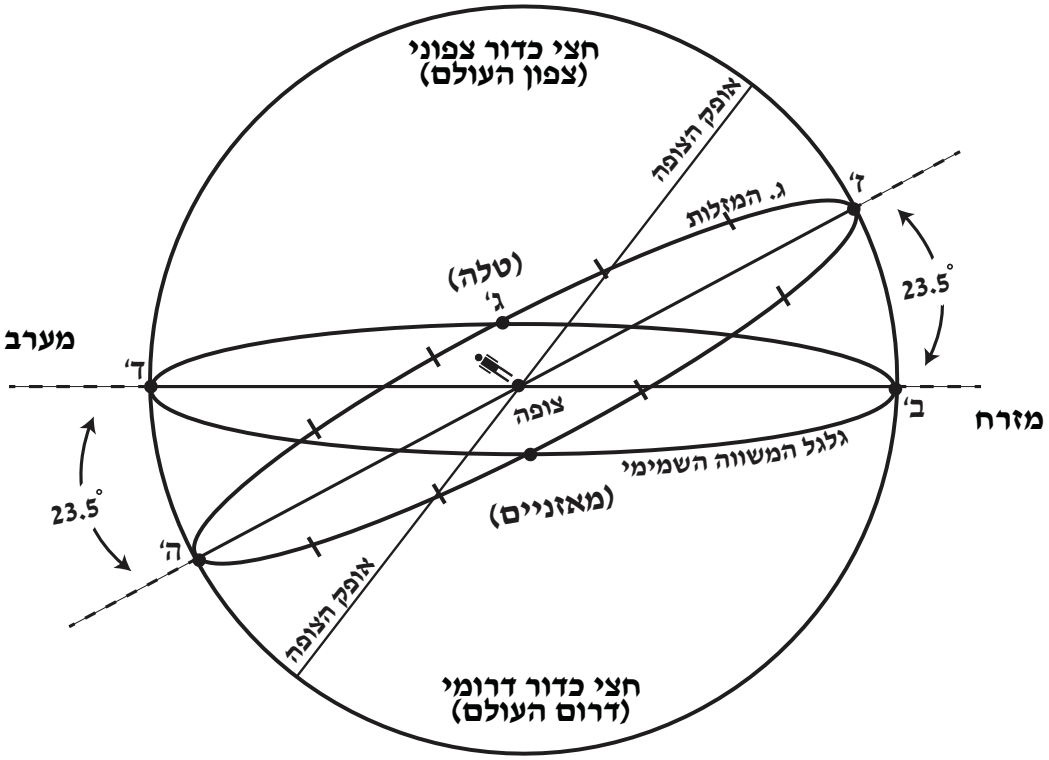
תמונה 3: מחצית גלגל המשווה השמימי, שמעל לאופק הצופה, אינה ניצבת לאופק, אלא, היא פונה מעט דרומה בזוית של 58 מעלות (בירושלים), בשעה שהמחצית הנמצאת מתחת לאופק פונה מעט צפונה.

פרק י״ט
תמונה 4



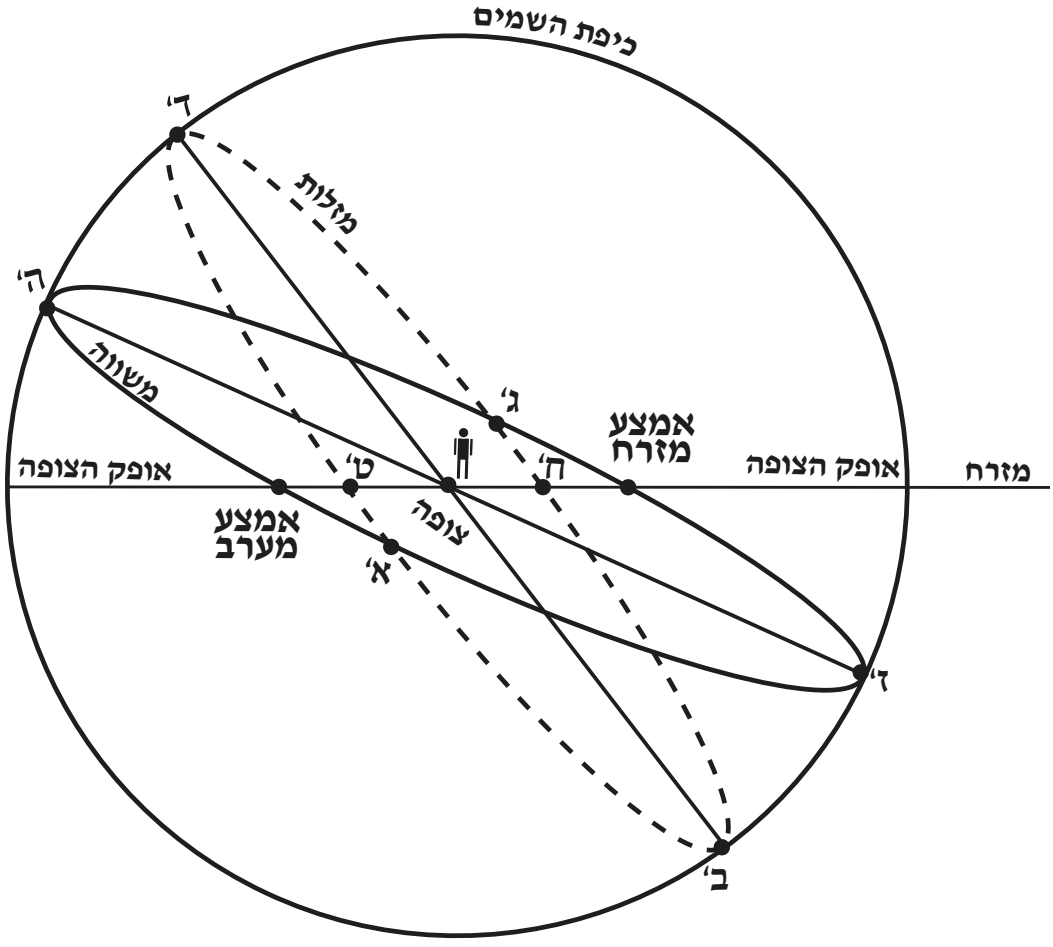
תמונה 4: מנקודת מבטו של צופה מחוץ למערכת השמש, גלגל המזלות נוטה בזוית של 23.5 מעלות ביחס לגלגל המשווה השמימי.

פרק י״ט
תמונה 4 א׳

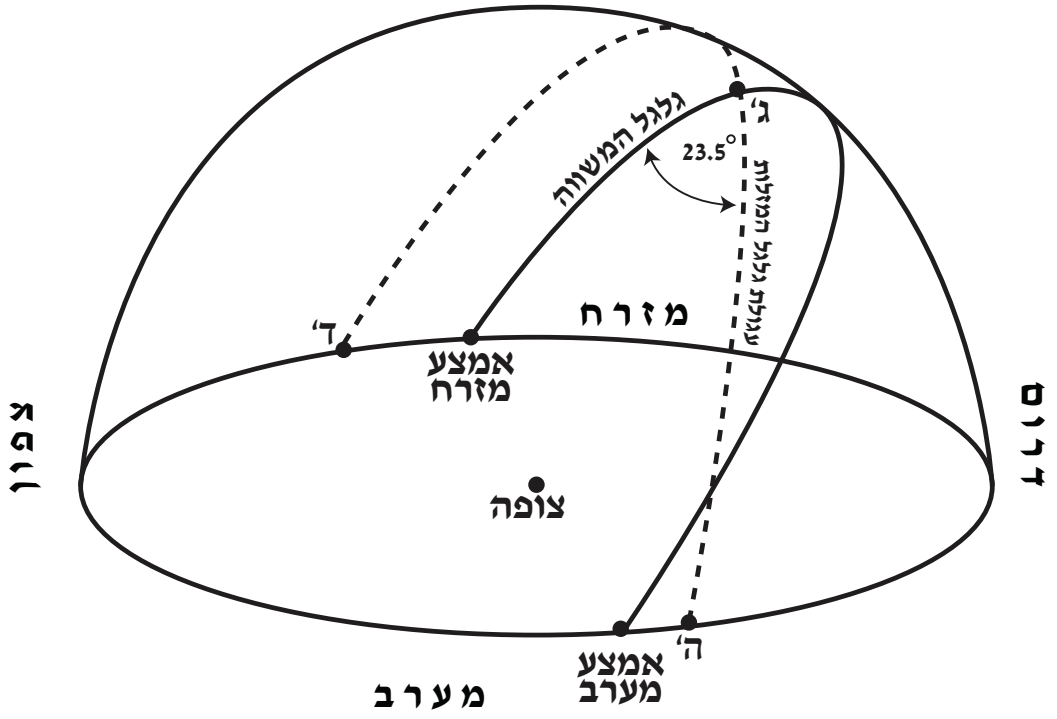


תמונה 4 א׳: מנקודת מבטו של צופה מחוץ למערכת השמש, גלגל המזלות נוטה בזוית של 23.5 מעלות ביחס לגלגל המשווה השמימי.

פרק י"ט
תמונה 4 ב'

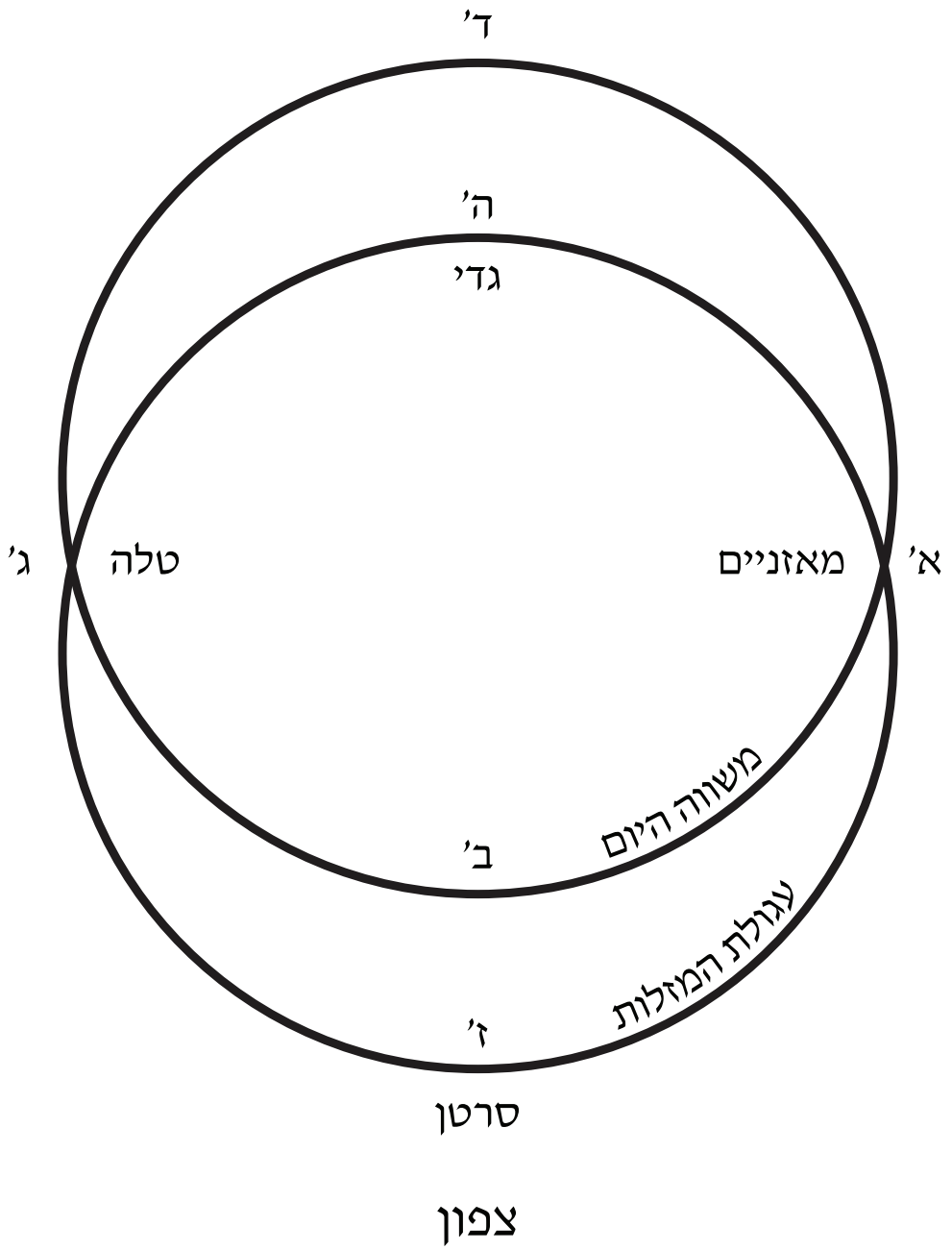


פרק י״ט
תמונה 5



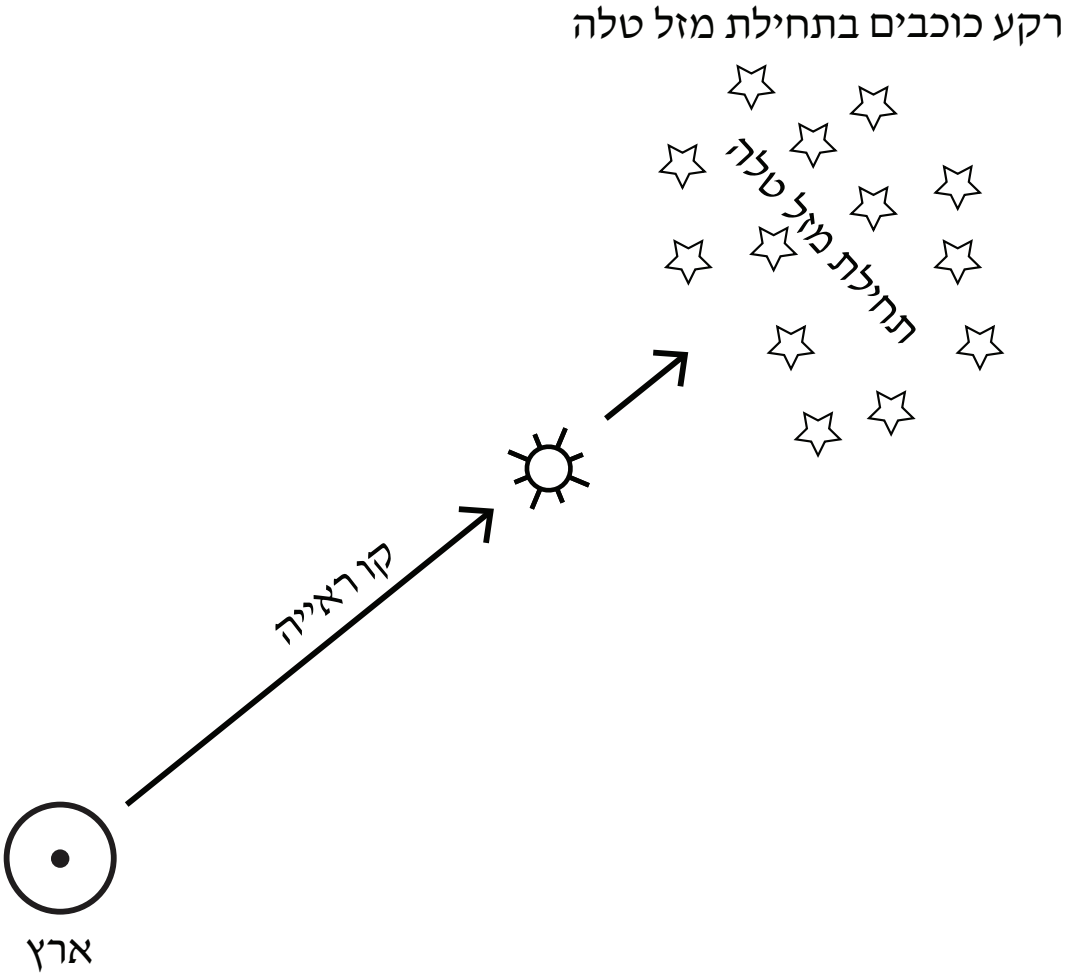
תמונה 5: מנקודת מבטו של הצופה, עגולת גלגל המזלות אינה עוברת דרך אמצע המזרח ואמצע המערב, היכן שהמשווה השמימי חותך את אופק הצופה. שים לב, כי גלגל המזלות חותך את גלגל המשווה השמימי בנקודה ג׳, בזוית של 23.5 מעלות (ראה תמונה 4).

פרק י״ט
תמונה 6
(והיא ציור ס״א (מתוקן) במפרש)



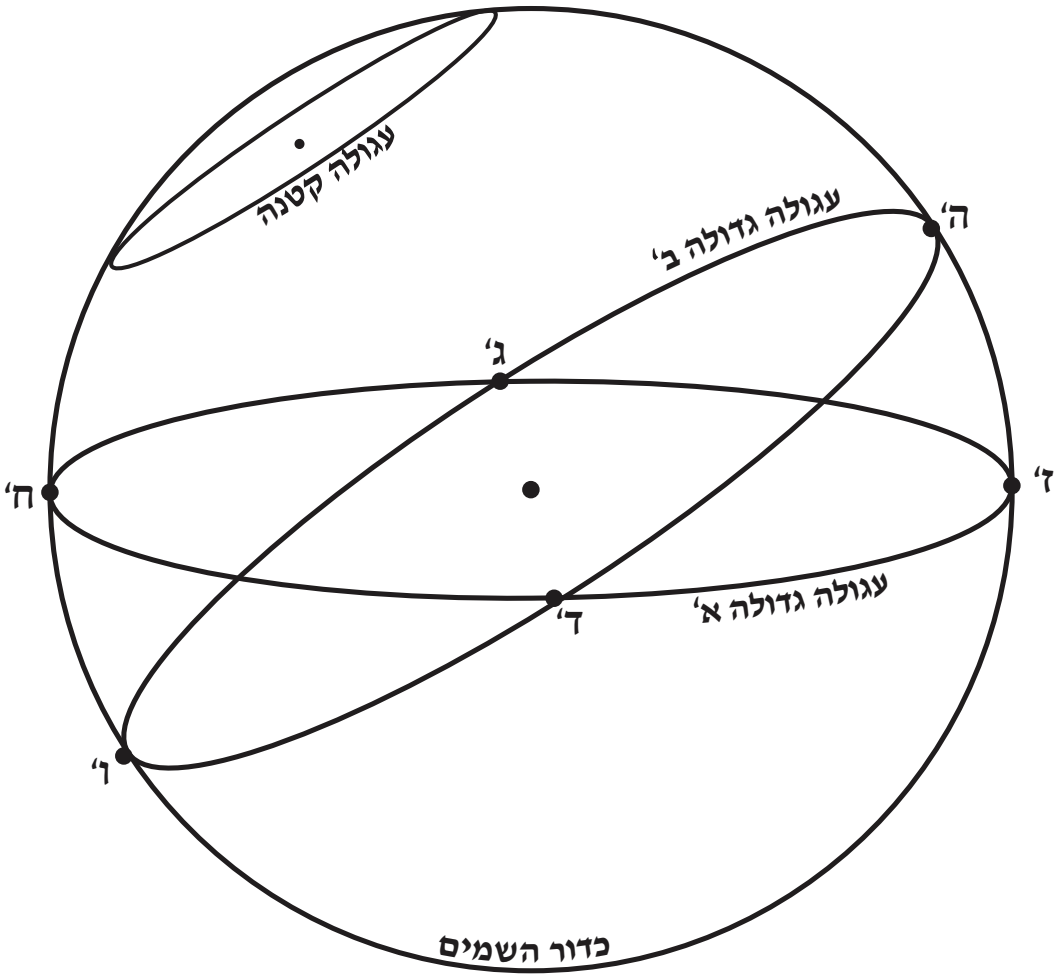
תמונה 6: זהו ציור המקביל לשרטוט בתמונה 4 לעיל, אלא, שכאן הוא נראה מנקודת המבט הנמצאת מעל לשני הגלגלים, המשווה והמזלות (״ממעוף ציפור״).

פרק י"ט
תמונה 6 א'

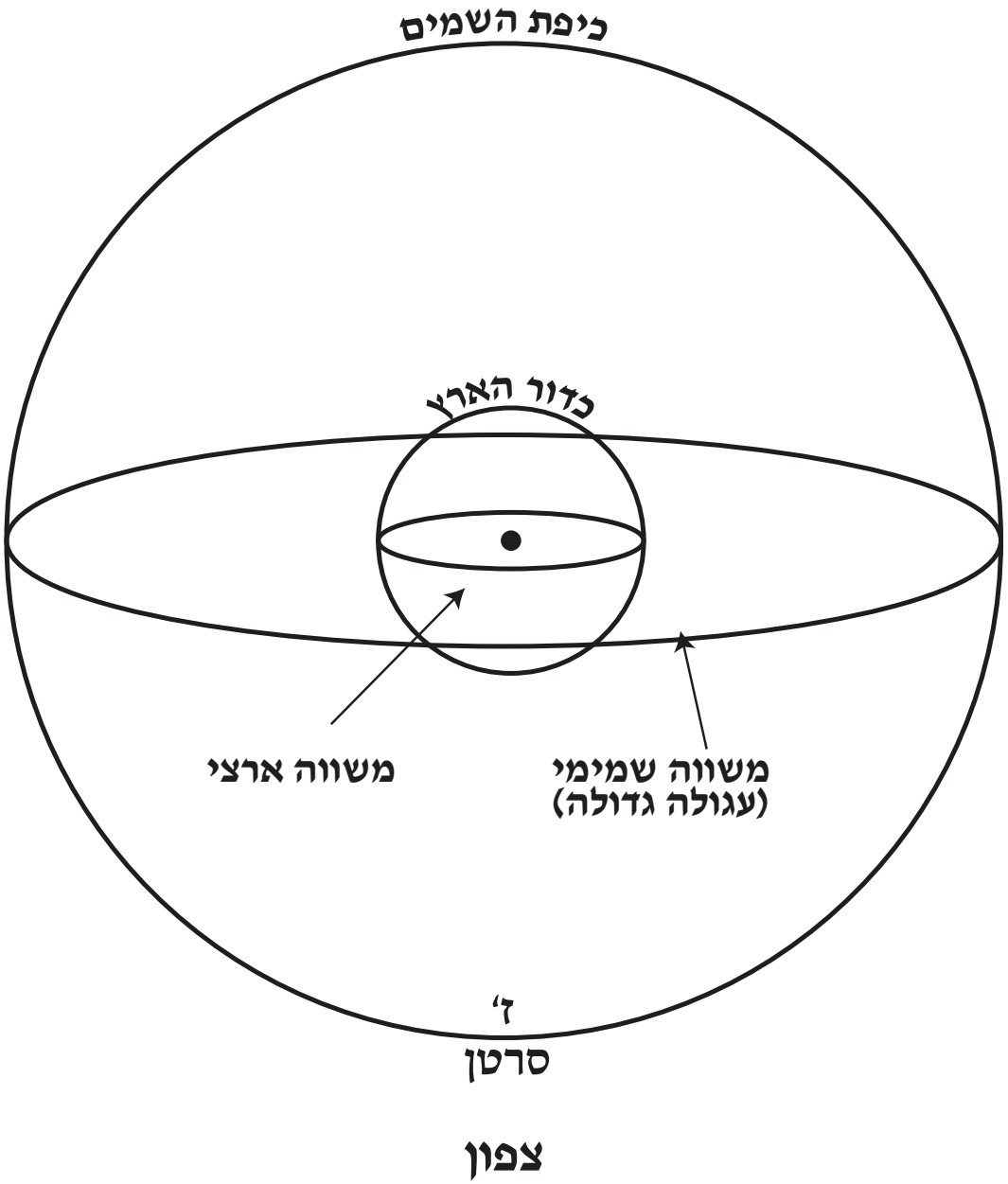


תמונה 6 א': בנקודת האביב, כאשר חל שויון היום והלילה, קו הראיה מכדור הארץ לעבר השמש, מכל הרוחבים הגיאוגרפיים על כדור הארץ, הוא זהה, למעשה, וכולם רואים את תחילת מזל טלה באותו יום.

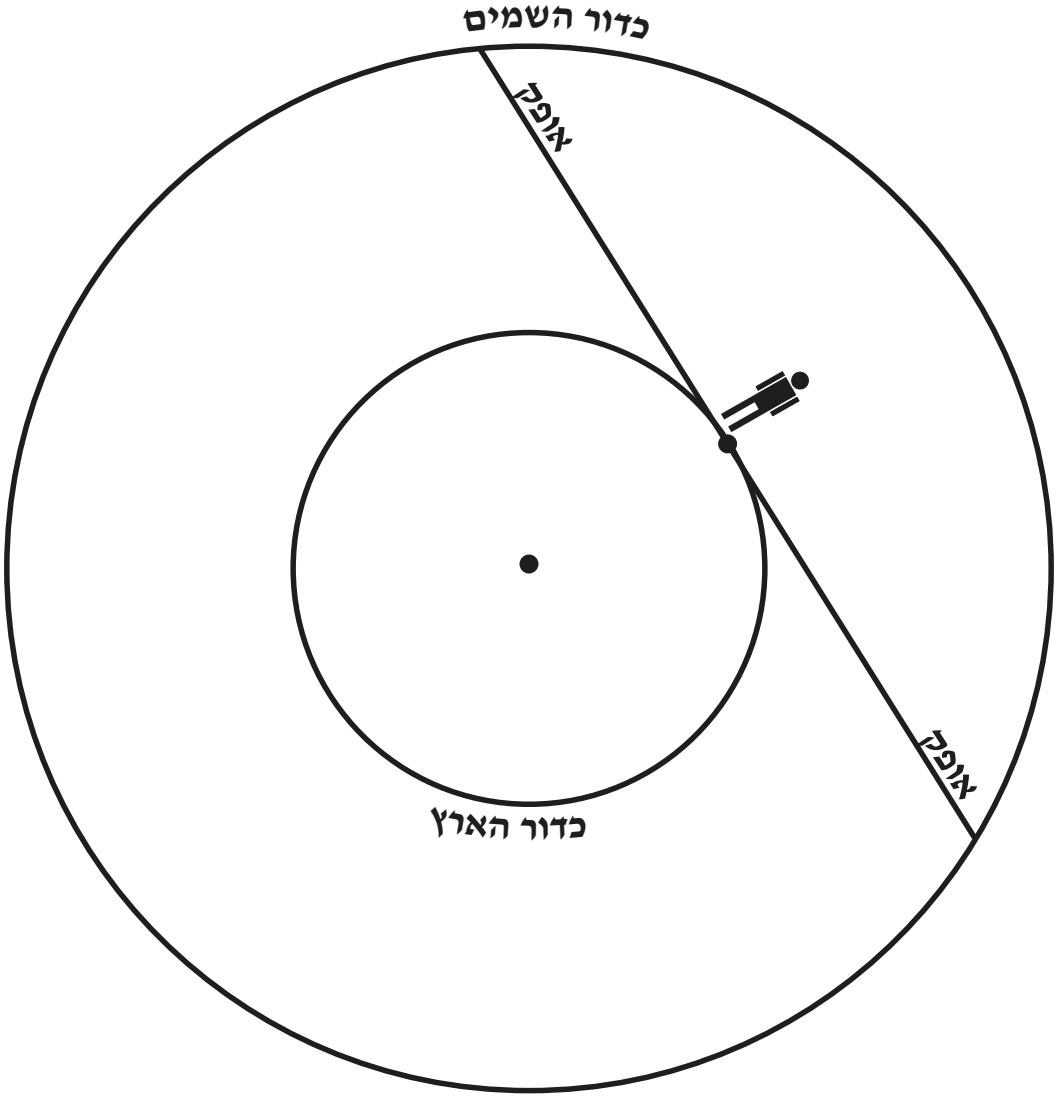
פרק י״ט
תמונה 7



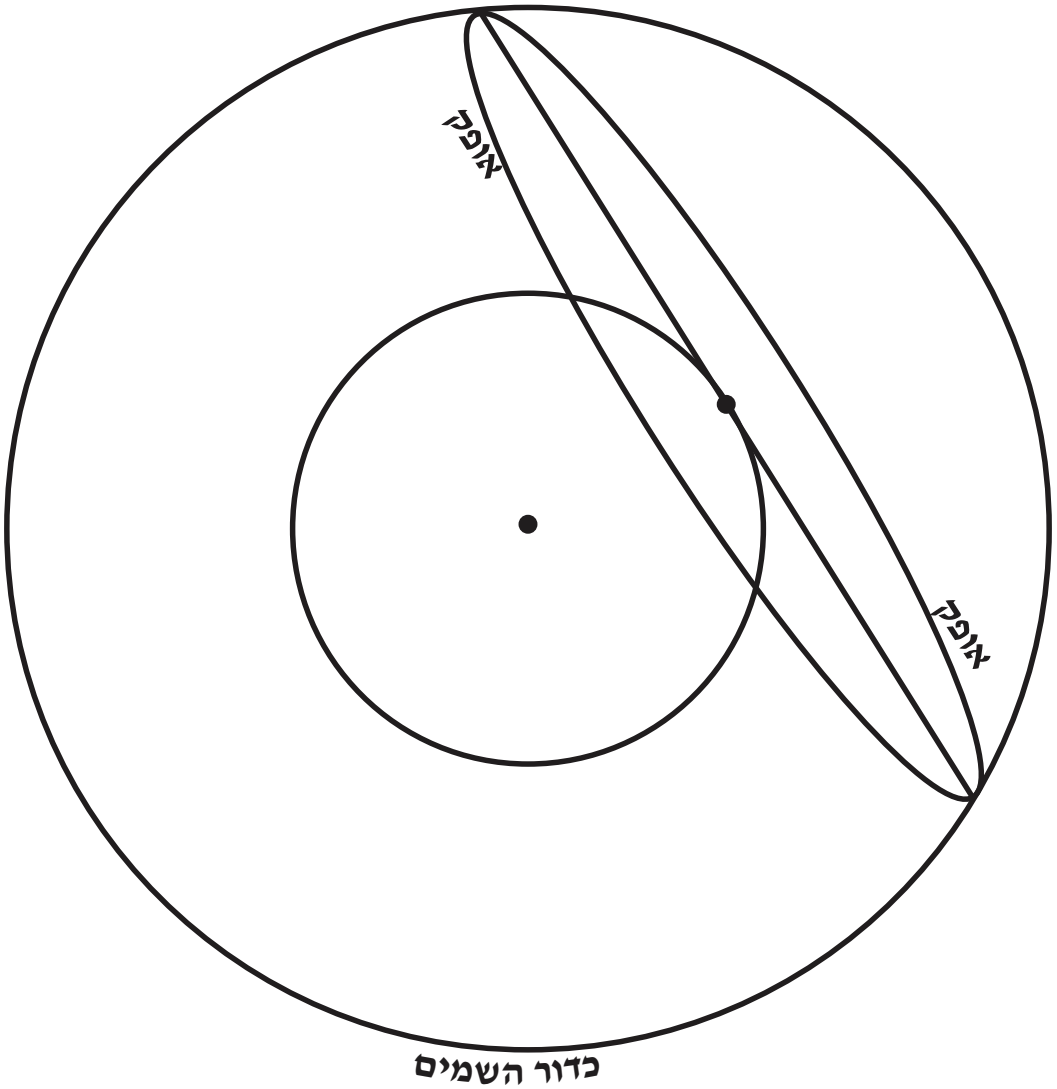
פרק י"ט
תמונה 8



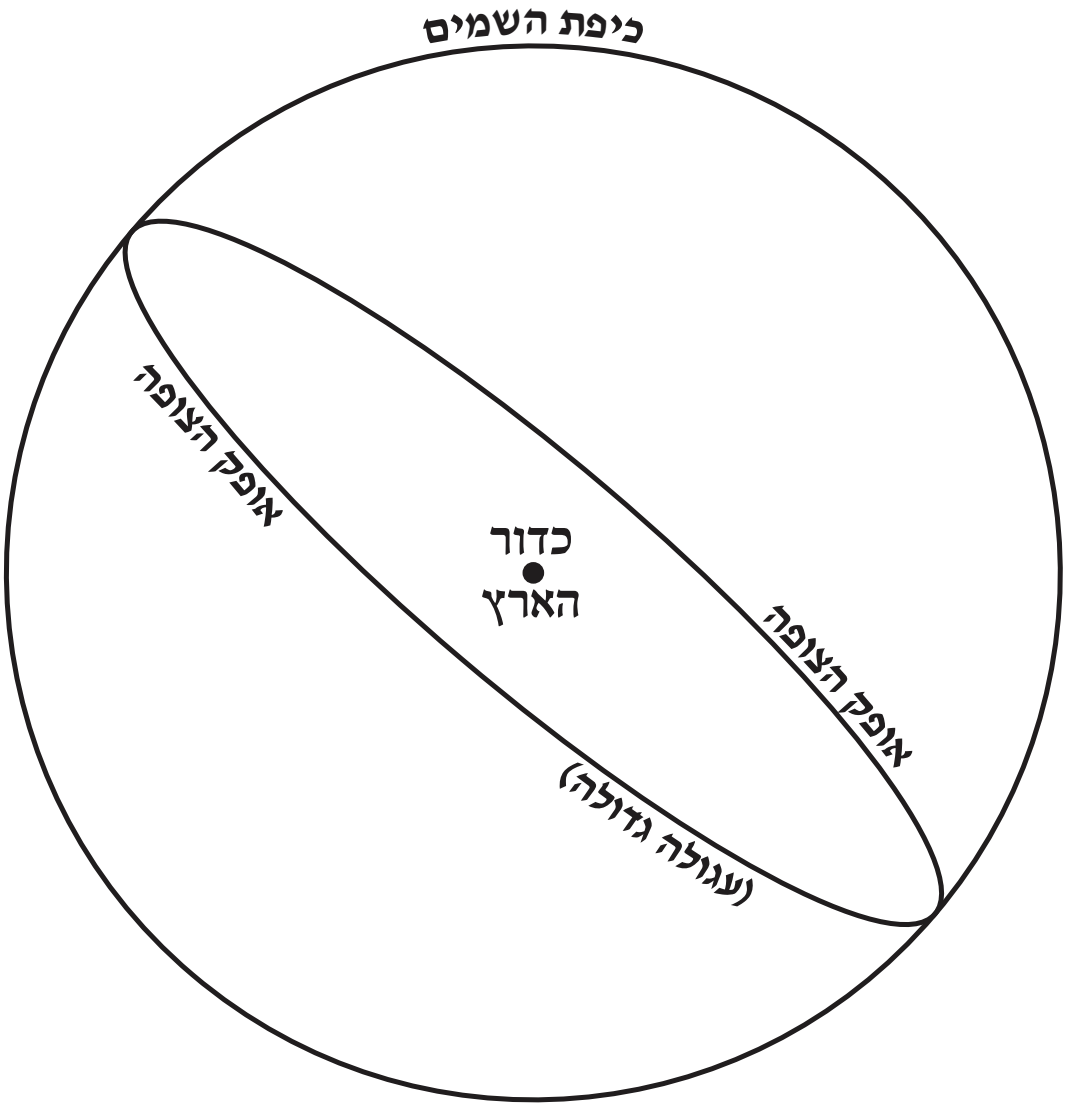
פרק י״ט
תמונה 9



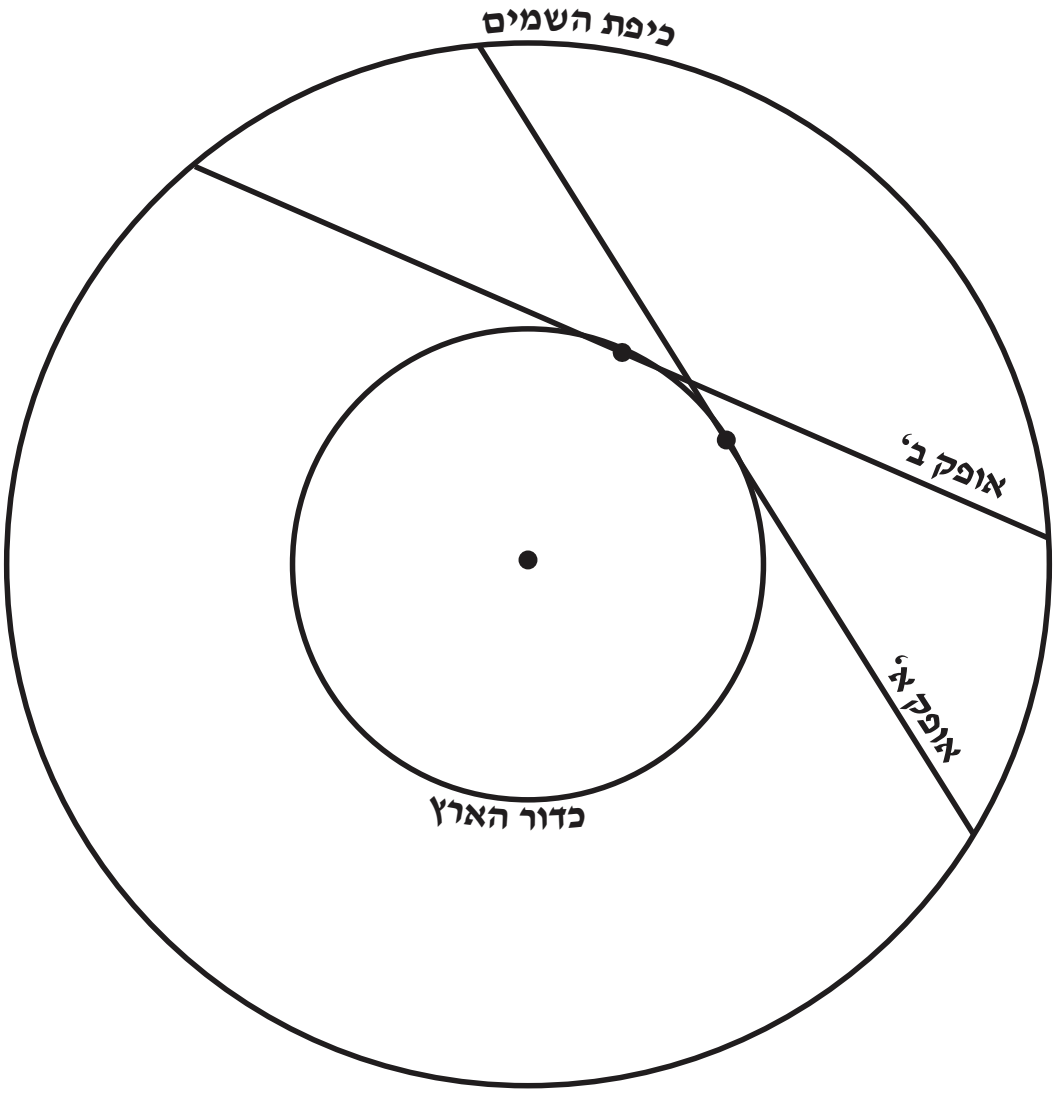
פרק י״ט
תמונה 10



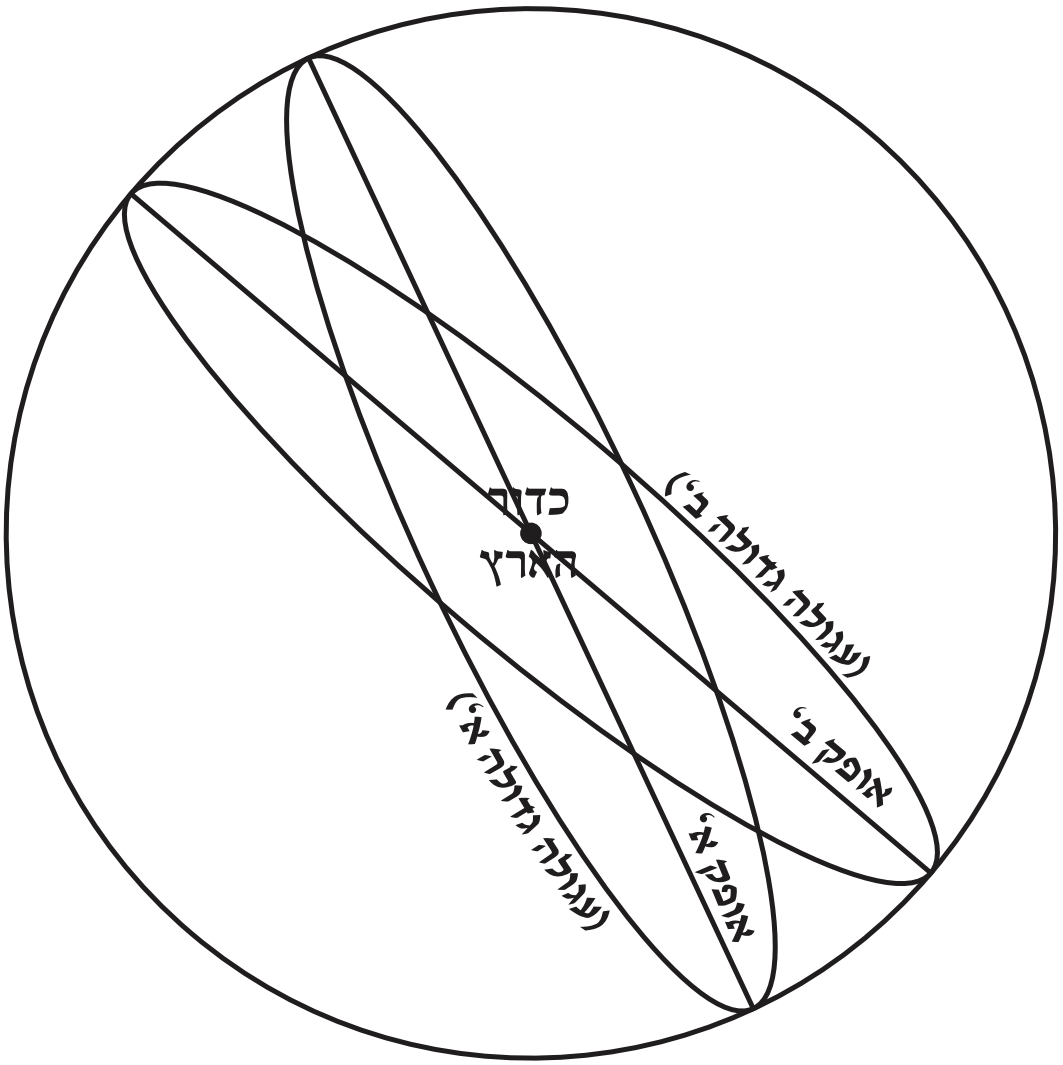
פרק י"ט
תמונה 11



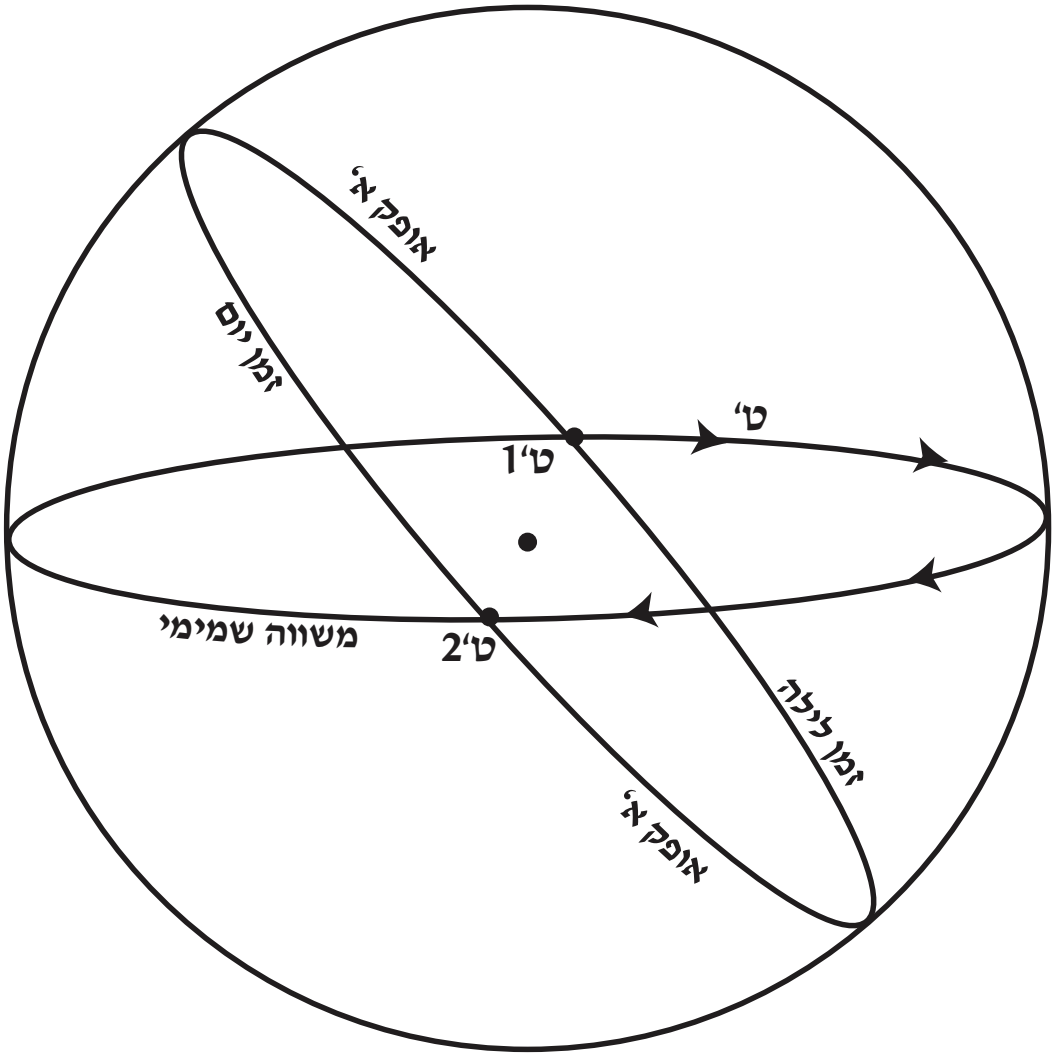
פרק י"ט
תמונה 12



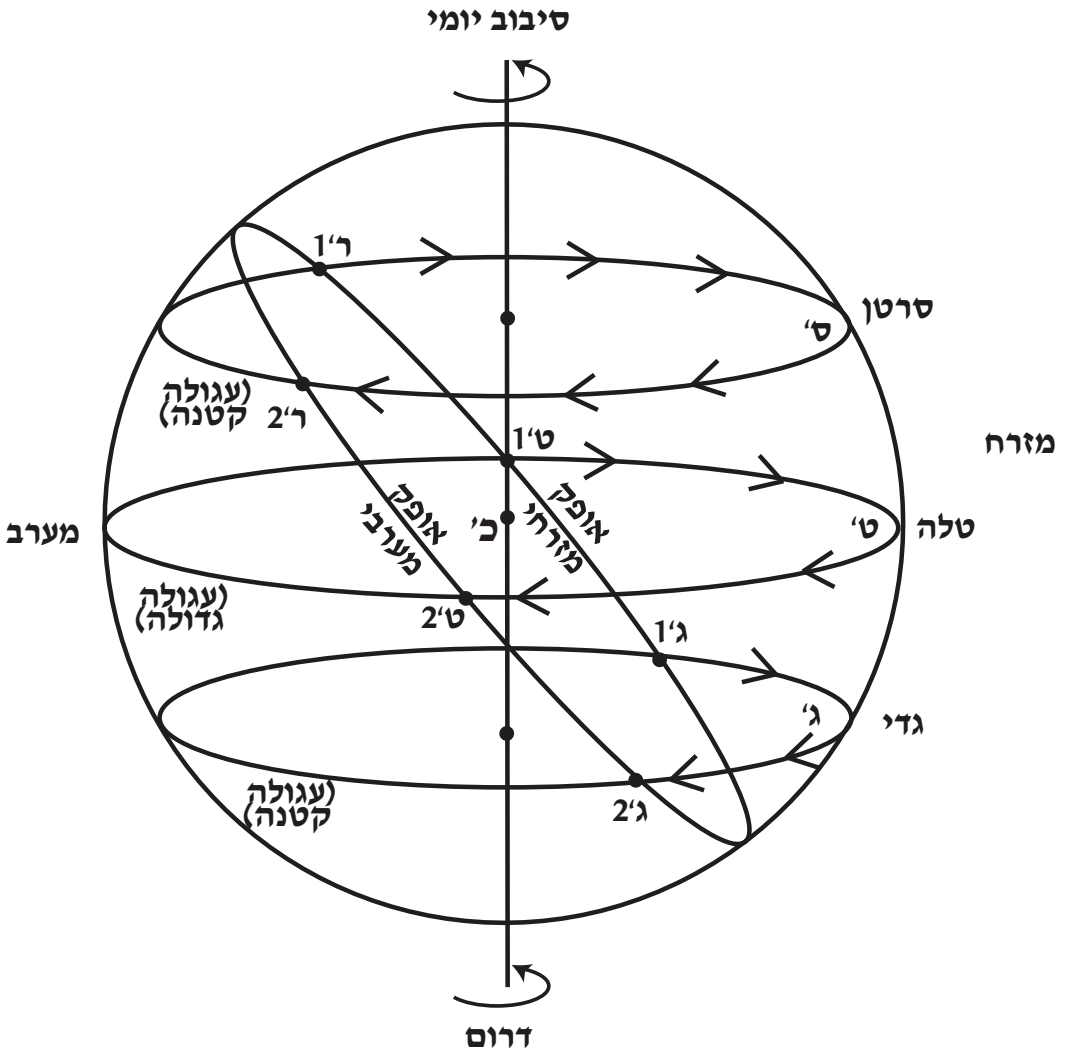
פרק י״ט
תמונה 13



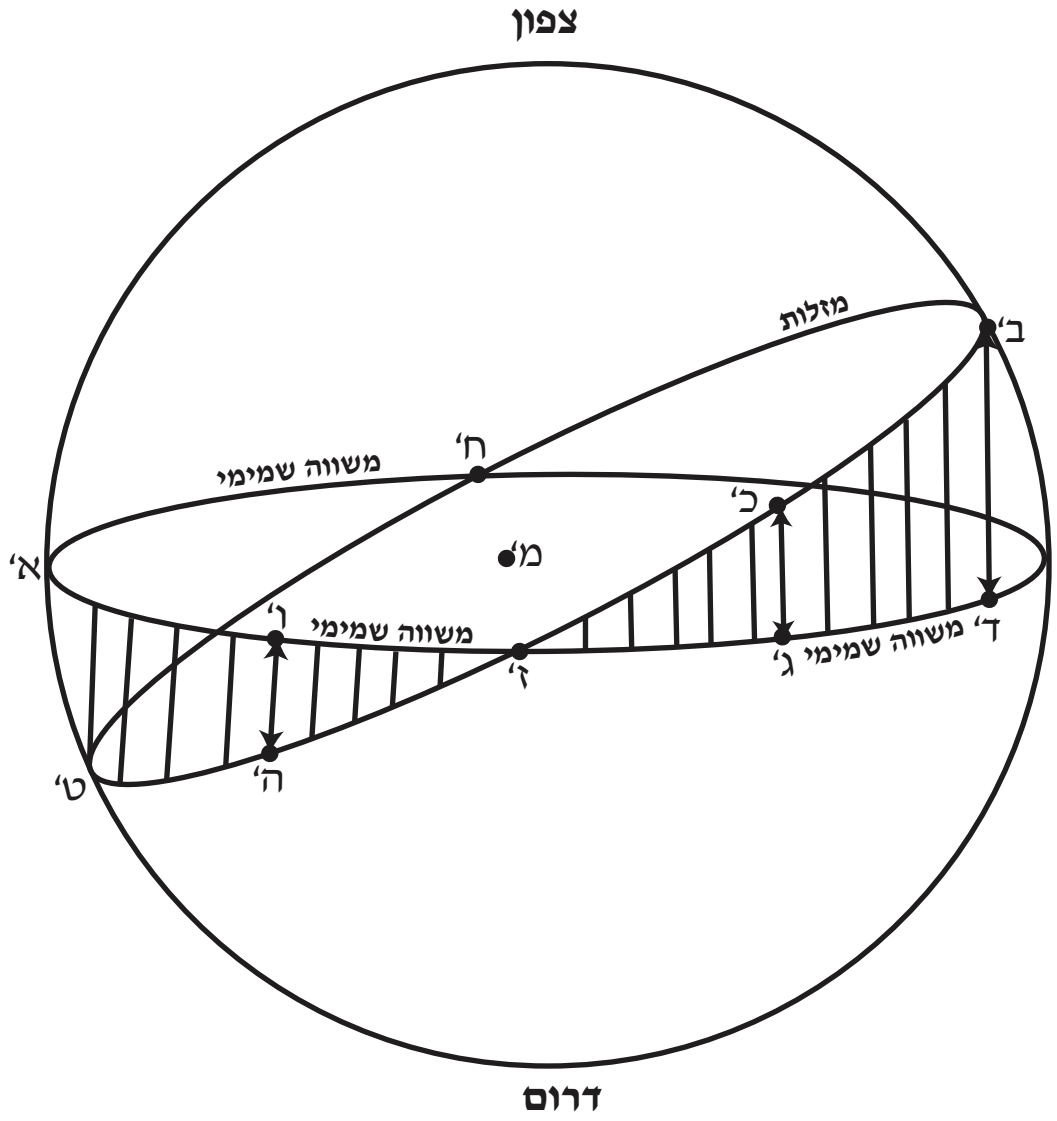
פרק י"ט
תמונה 14



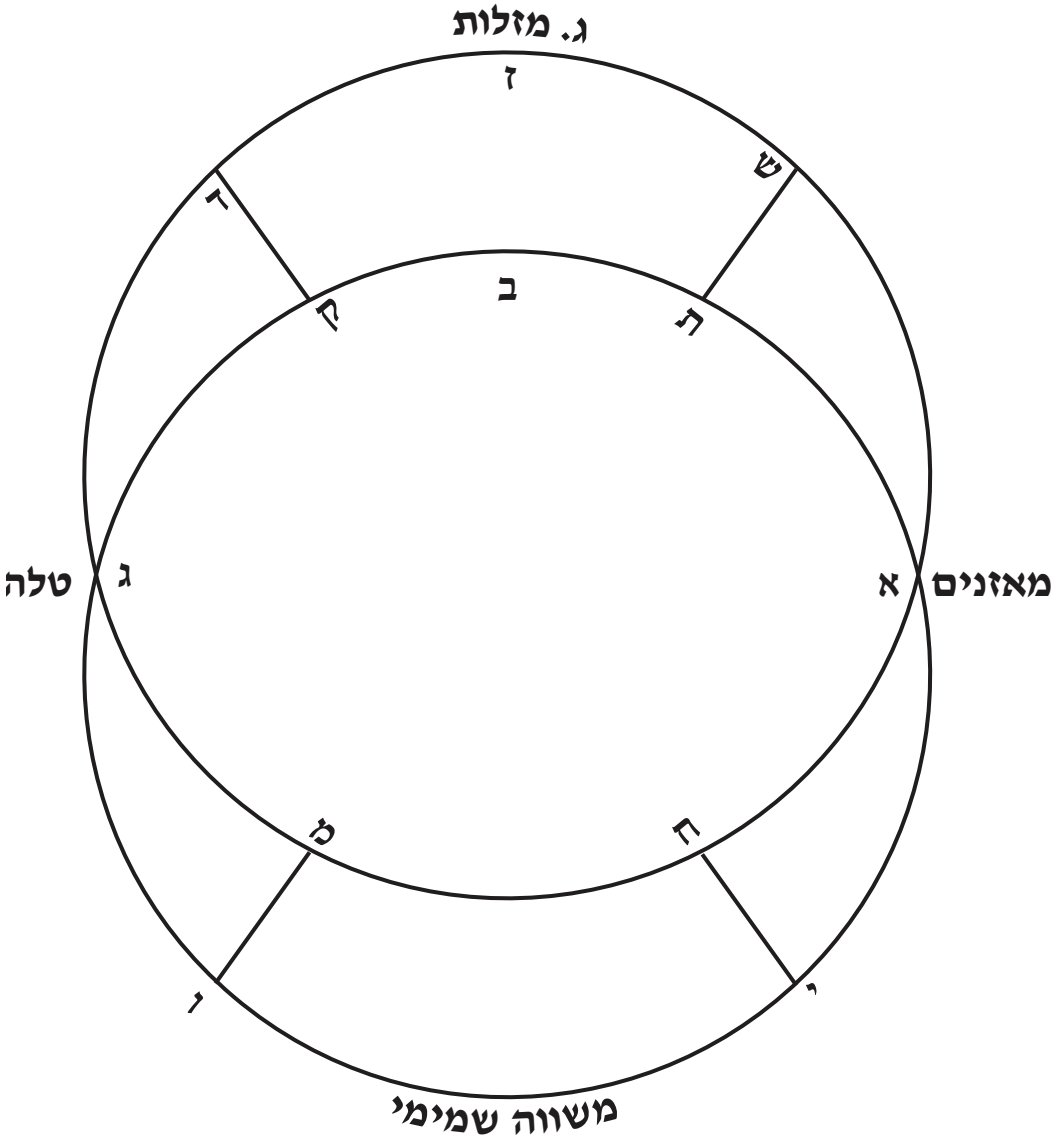
פרק י״ט
תמונה 15



פרק י״ט
תמונה 16



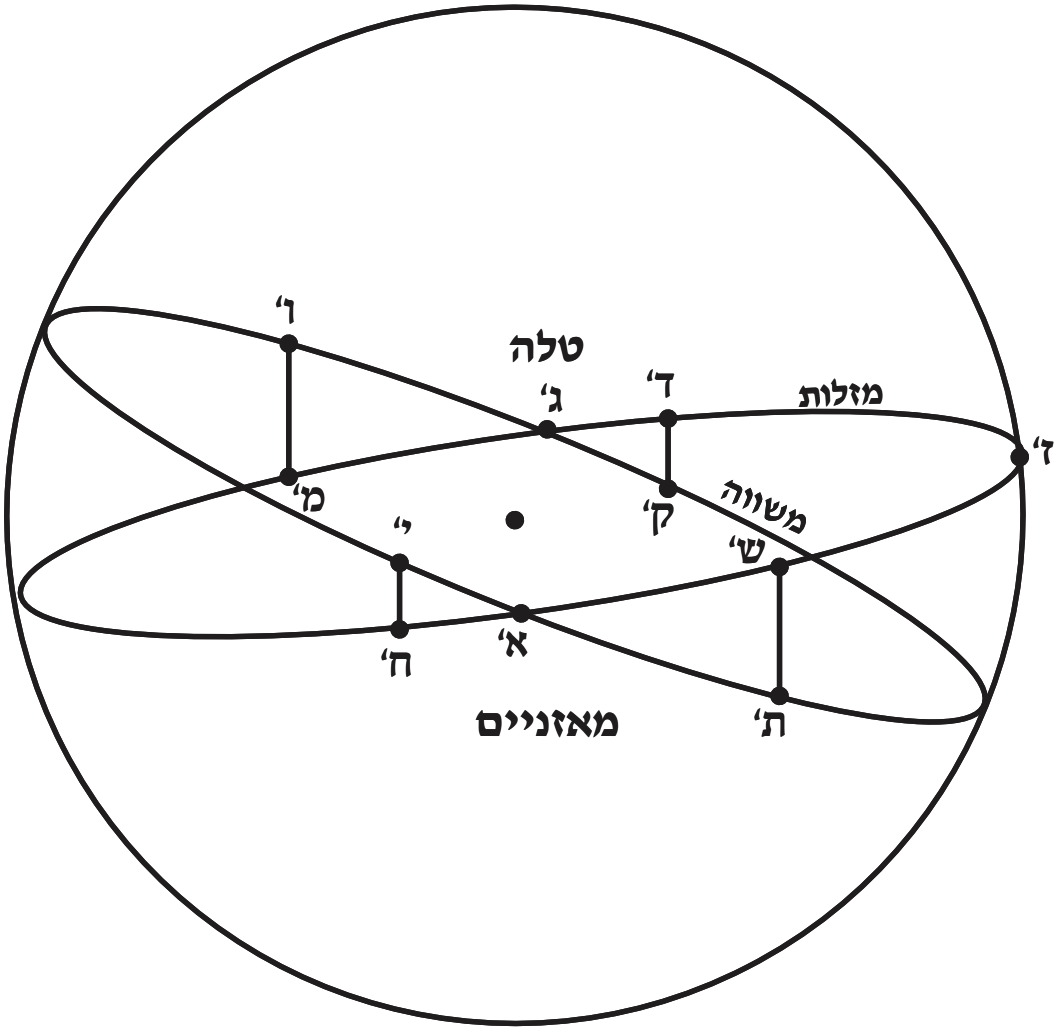
פרק י"ט
תמונה 17
(והיא ציור ס"ב (מתוקן) של המפרש)



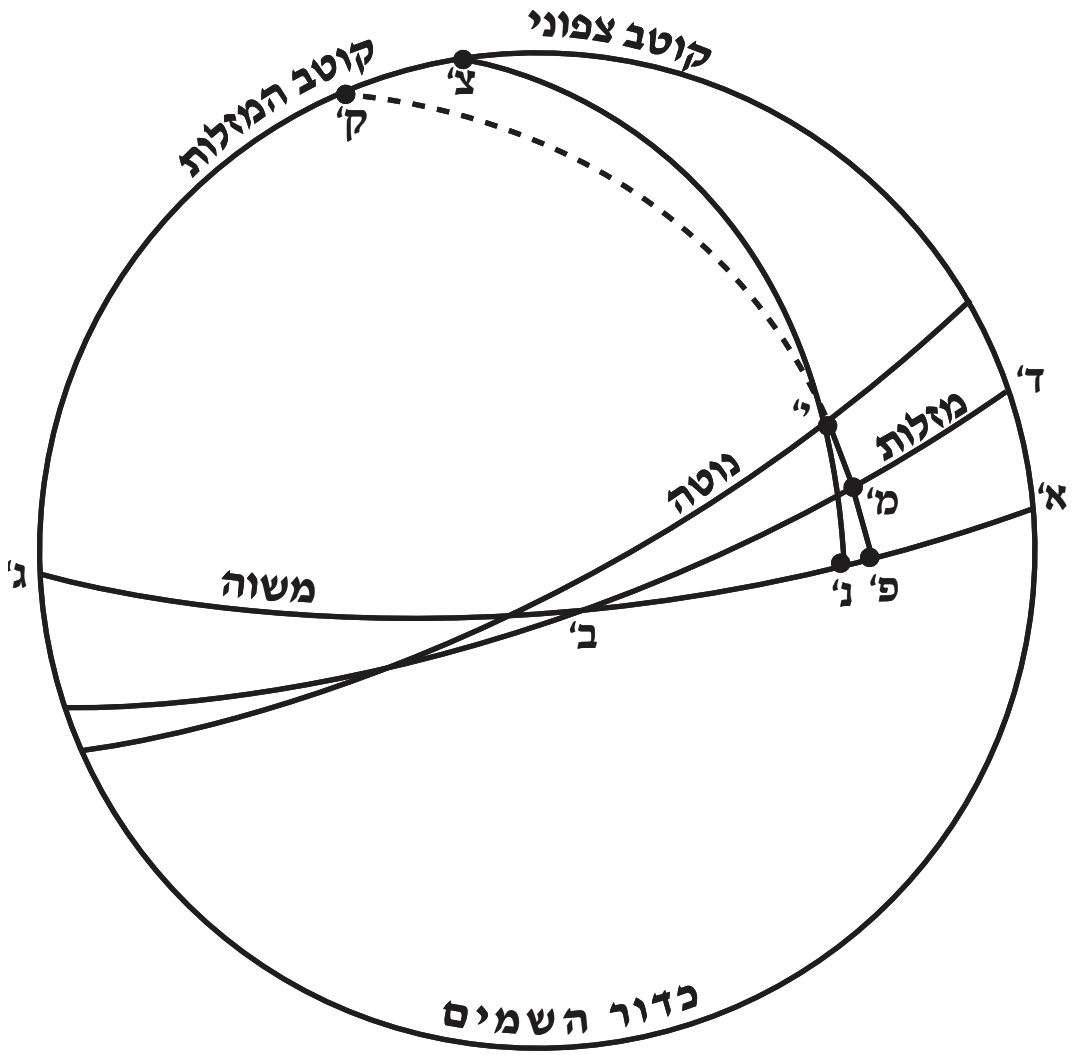
פרק י״ט

תמונה 18

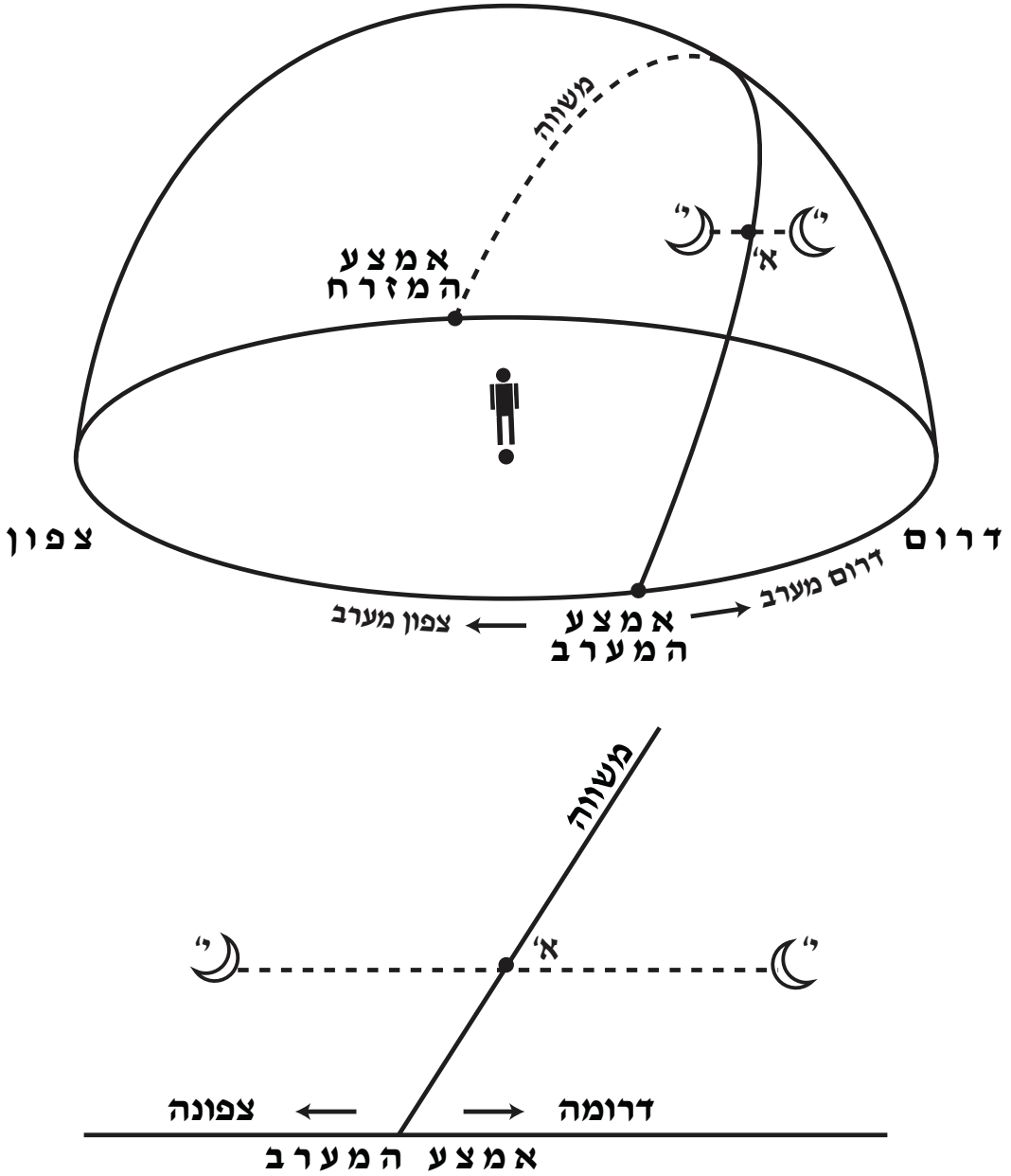
(והיא ציור תלת מימדי של ציור ס״ב של המפרש)



פרק י״ט
תמונה 19

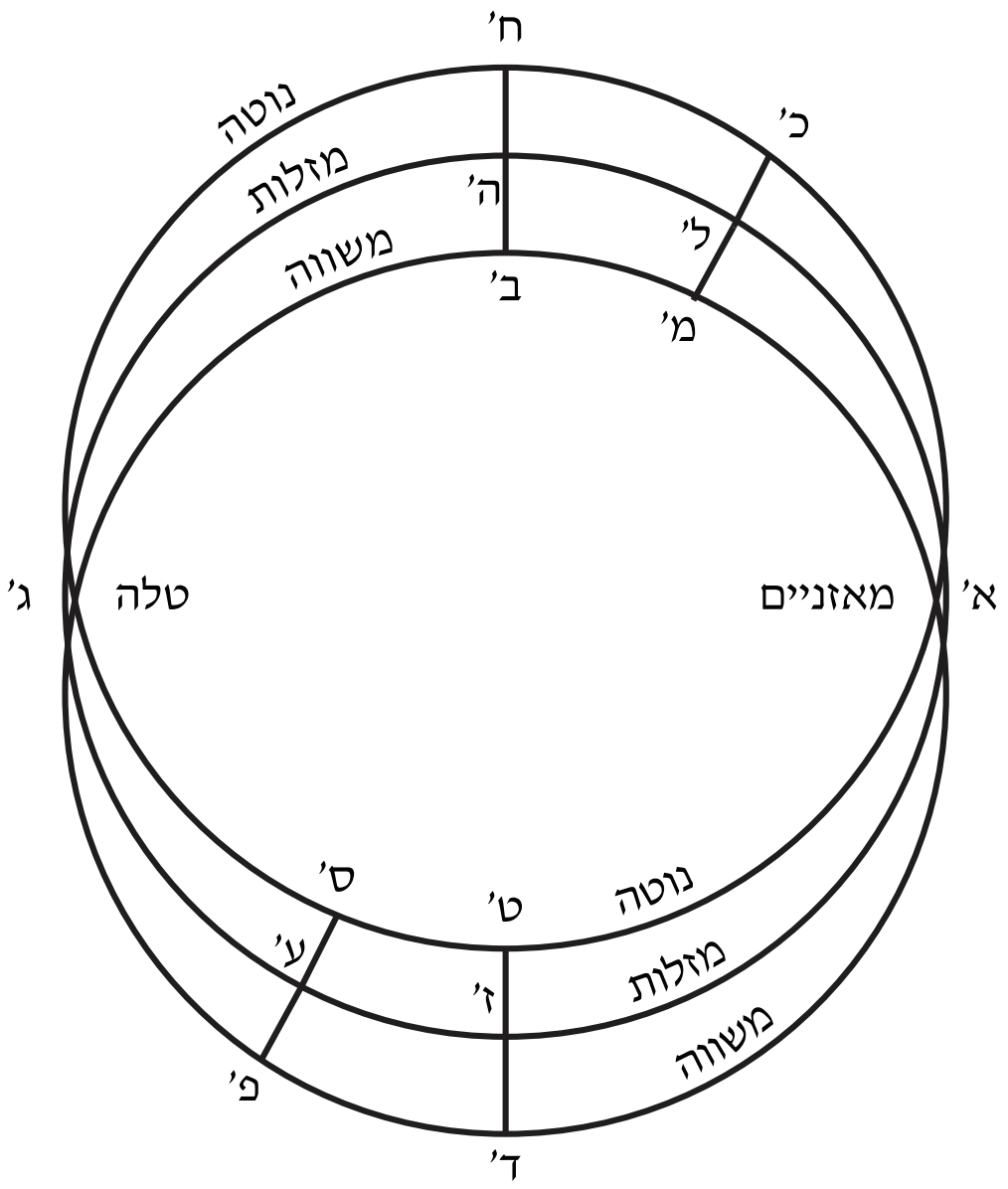


פרק י"ט
תמונה 20



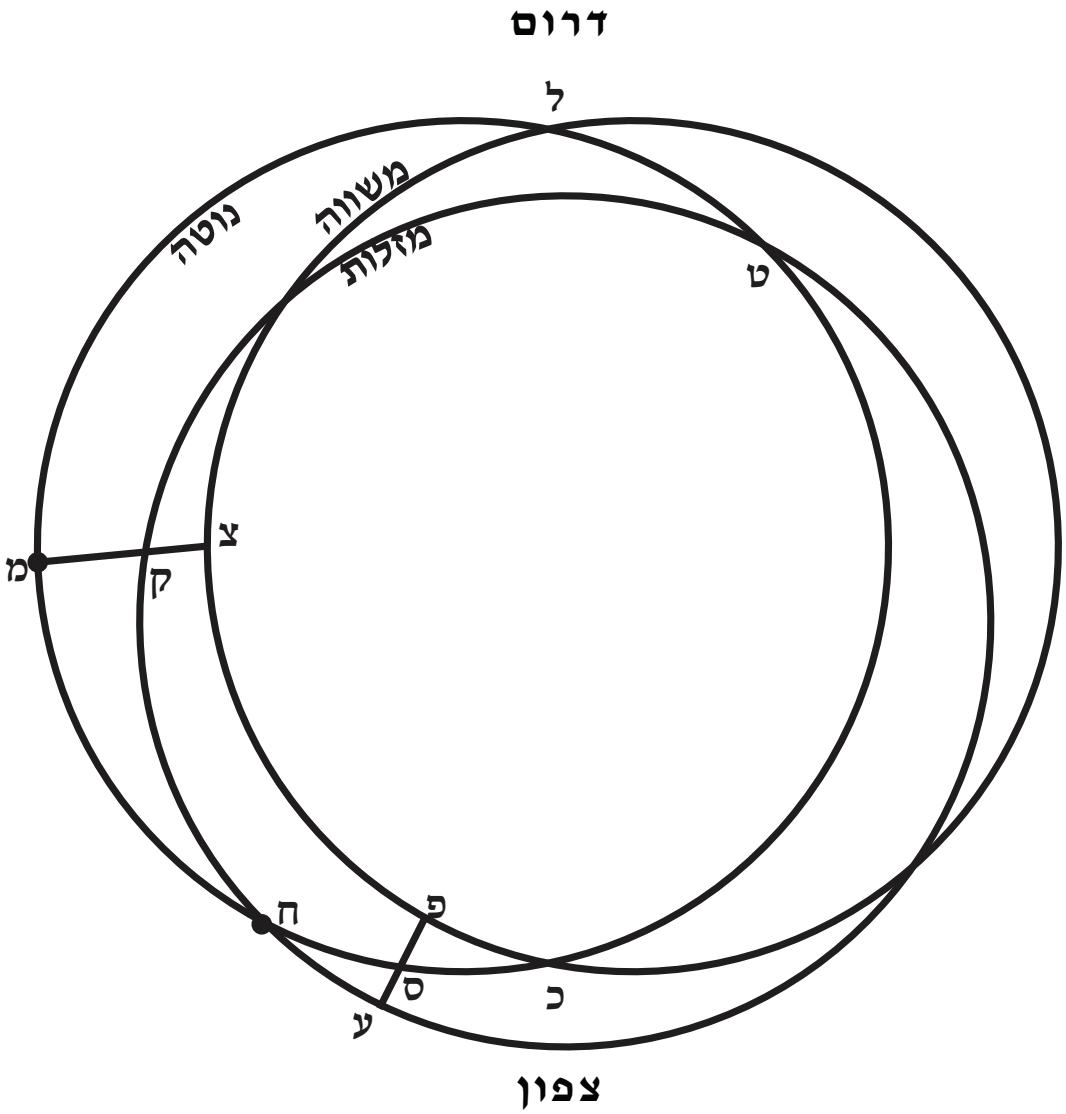
פרק י"ט
תמונה 21 א'
(והוא ציור ס"ג א' מתוקן במפרש)

צפון

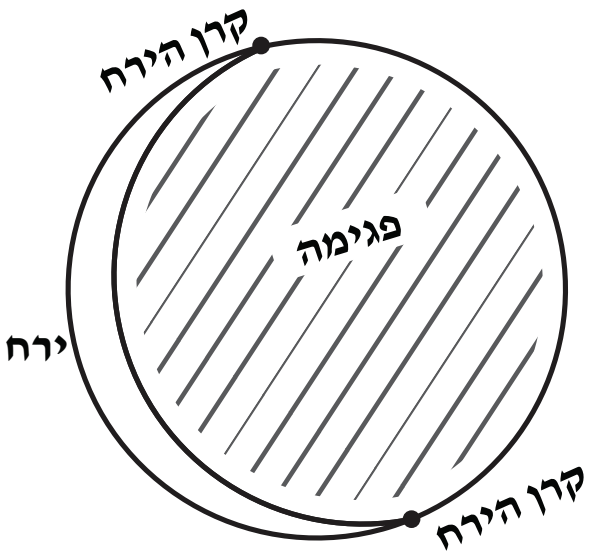


דרום

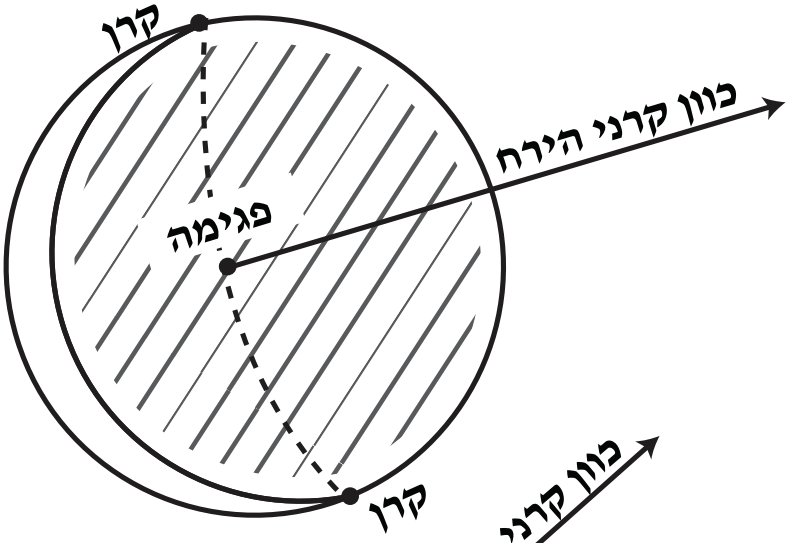
פרק י"ט
תמונה 21 ב'



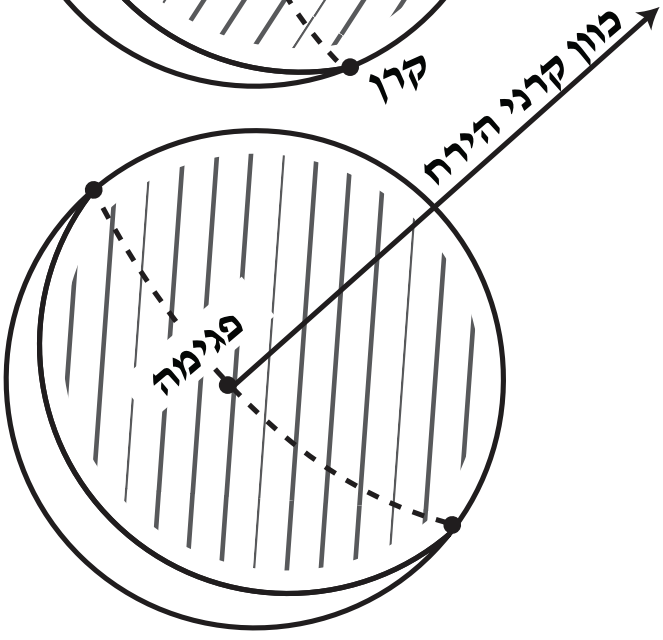
פרק י"ט
תמונה 22



א'

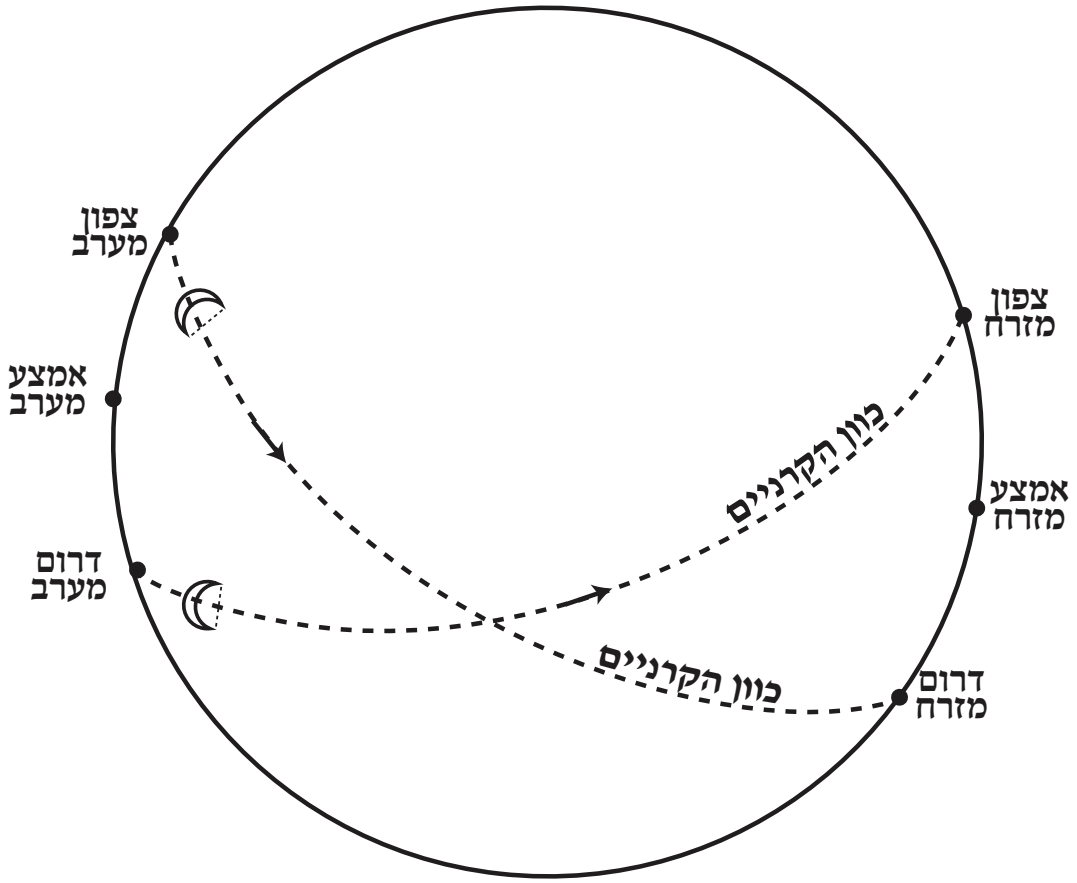


ב'

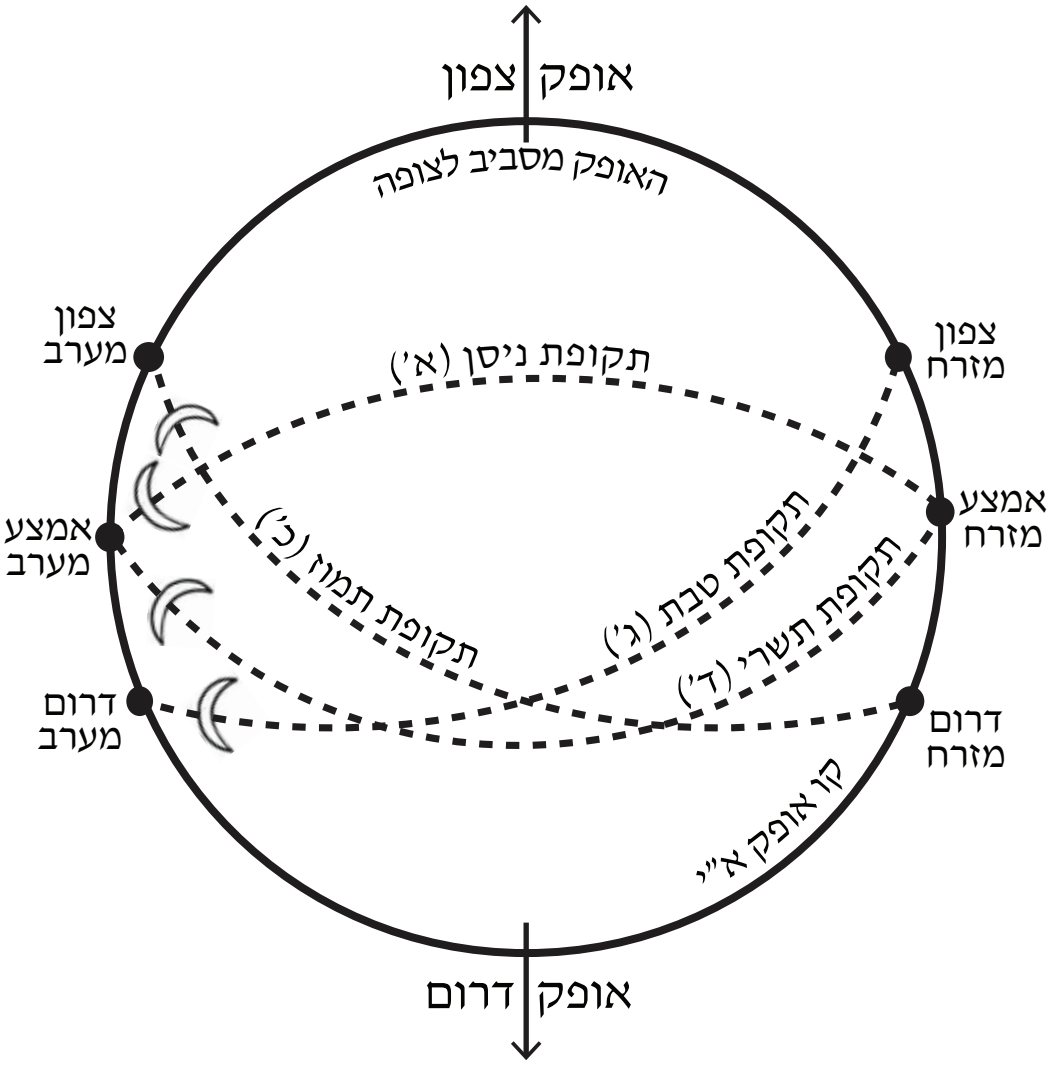


ג'

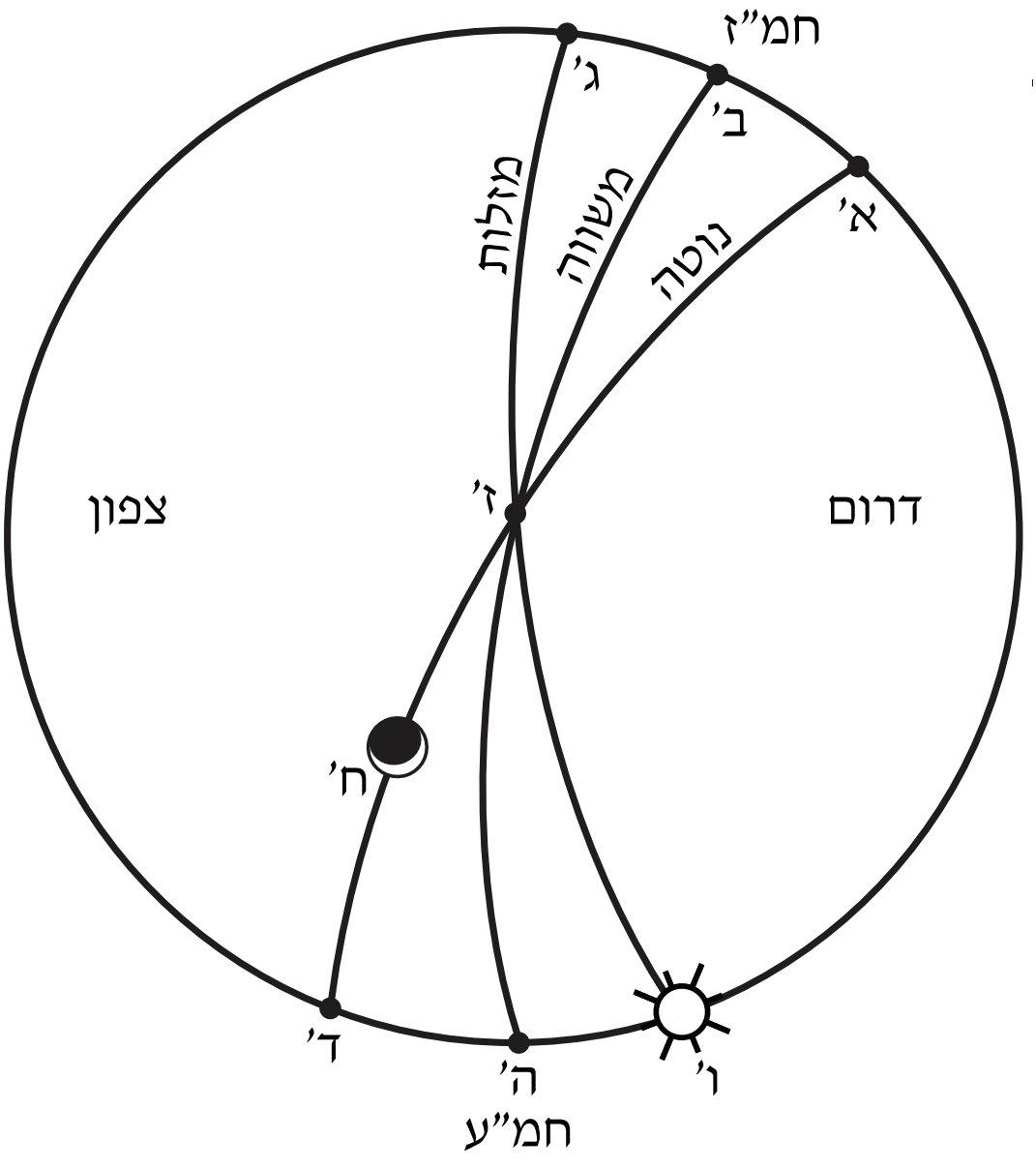
פרק י״ט
תמונה 23



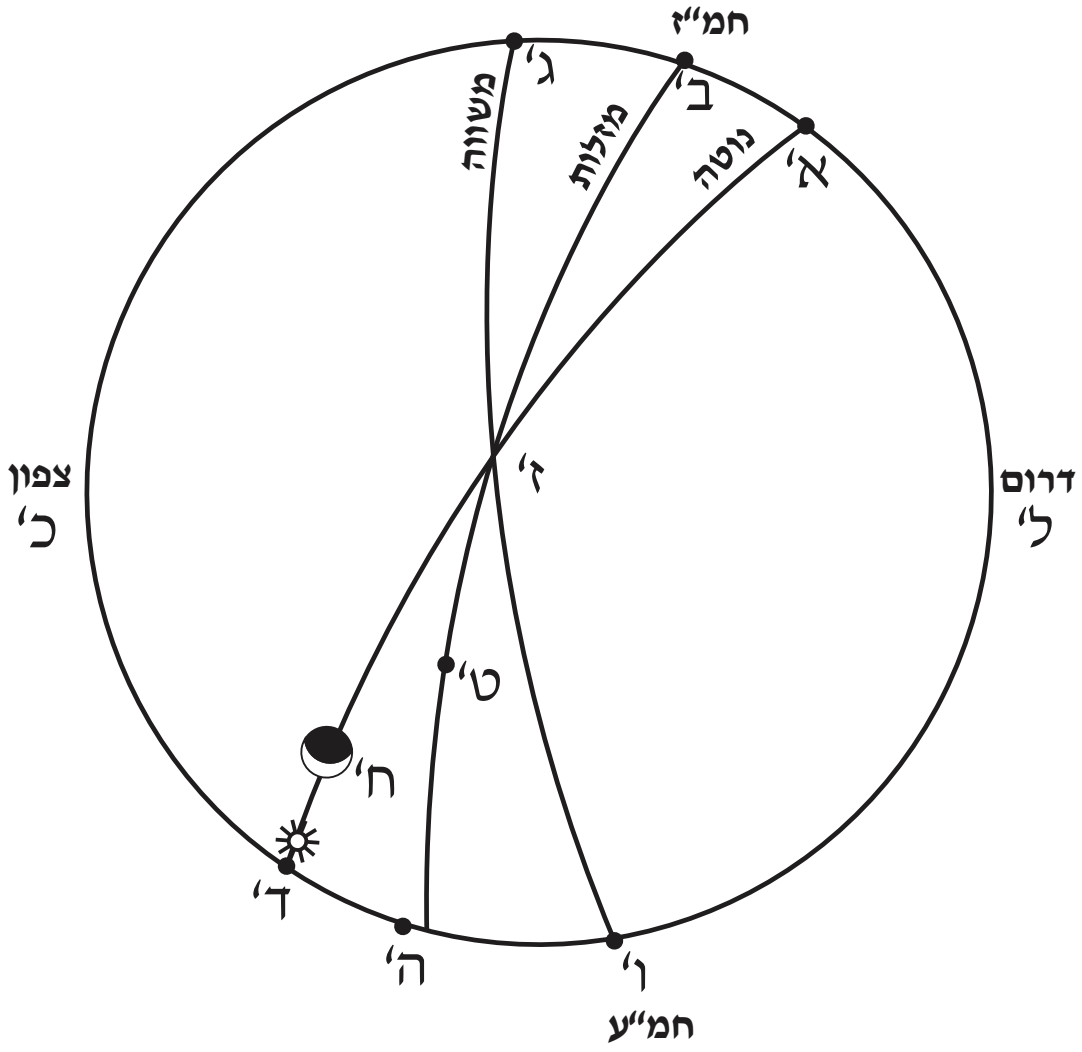
פרק י״ט
תמונה 24



פרק י"ט
תמונה 25
(והוא ציור מתוקן ס"ד א' של המפרש)



פרק י״ט
תמונה 26
(והוא ציור מתוקן ס״ד ב׳ של המפרש)



פרק י״ט
תמונה 27
(והוא ציור מתוקן ס״ד ג׳ של המפרש)

