

בעזרת ה' יתברך ויתעלה

היא חכמתכם

האסטרונומיה
בהלכה

היא הכמתכם

האסטרונומיה

בהלכה



כל הזכויות שמורות



**הערות והארות תתקבלנה ברצון
בכל עניני הספר ניתן לפנות:
יואל שילה**

**תמר 14, רכסים, ת.ד. 6270
050-4127719 ,04-9847719**

shiloyoel@gmail.com

מפתח העניינים

- 13 הקדמה**
- 16 מילון מושגים**
- 22 תמצית תנועות הארץ והירח**
- 23 כדור הארץ**
- 23 מידותיו**
- נתונים על כדור הארץ * פחיסות כדור הארץ 23
- 24 חלוקת כדור הארץ**
- חלוקת הארץ לקוי רוחב 24 * חלוקת מעגל למעלות 24 * חלוקת הארץ לקוי אורך 24 * חלוקת הארץ לרבעים 25
- 25 סיבוב הארץ על צידו**
- השינויים באורך היממה 25 * מהירות הסיבוב תלויה בקו הרוחב 26 * קביעת אורך השעה 26 * סידרי וסינודי 26
- 27 האטמוספירה**
- שכבות האטמוספירה 27 * רפרקציה - השינוי הנראה במיקום השמש 27 * האטמוספירה מחזירה אור 28 * הקוטב המגנטי 28 * השינויים בסטייה המגנטית 29 * הצבת שעון שמש 29
- 29 תבנית העולם**
- תבנית העולם 29 * נתוני תמונת העולם 29 * האם הארץ מישורית או כדורית 30 * הארץ כדורית 30 * דעת חז"ל 30 * מה ההשלכה כלפי ההלכה למעשה 30 * מחלוקת חכמי ישראל וחכמי אומות העולם במהלך השמש בלילה 31 * מחלוקת האם השמש מקיפה את הארץ או להיפך 32 * ההוכחות שהשמש מקיפה את הארץ 32 * תפיסת העולם לפי ההנחה שהארץ במרכז - הגישה הגיאוצנטרית 33 * מסלול פרטי לכוכבי הלכת 33 * מסלוליהם שונים זה מזה 33 * מדוע המסלולים לוליניים 34 * חישוב המסלולים 34 * הארץ לא במרכז המעגלים 34 * המרחק מהארץ משתנה 34 * התנועה המועטת של שאר הכוכבים 35 * ההקפה היומית 35 * חלוקת גלגל המזלות 35 * המהלך האמיתי והאמצעי 36 * היתרון שבשיטה הגאוצנטרית 36 * ההוכחות שהארץ מקיפה את השמש - הגישה ההליוצנטרית 37 * תשובות התפיסה ההליוצנטרית לקושיות עליה 39 * הכרעת המדע במחלוקת 39 * ההתייחסות התורנית למחלוקת 40 * על פי הקבלה 41 * התפיסה בחוברת זו 42
- 43 השמש**
- 43 מרחק השמש הממוצע**
- המידה הראשונה של המרחק לשמש 43 * המרחק המשתנה לשמש 43 * צבע השמים 44
- 44 גודלה וחומה של השמש**
- שיעור קוטר השמש 44 * נרתיק החמה 44 * כתמי השמש 44
- 45 הסיבוב היומי של הארץ ביחס לשמש**
- שינוי במהירות ההקפה 45 * ניתן לבטא הקפה באופנים שונים 46 * סידרי וסינודי 47 * משך הקפת הארץ 47 * שנה טרופית וסינודית 47 * שעות היום תלויות בקו האורך 48 * ההסכמה הבינלאומית 48 * הסוגיא הקרובה ביותר 48 * פירוש הראב"ח 49 * פירוש הכוזרי והר"ה 49 * היכן הוא קצה המזרח 51 * בני הישיבות ביפן 51 * גרירת היבשות המזרחיות 52 * מה מוסכם ומה לא 52 * האם הגבול קו ישר 53 * הקושי לאתר את הקצה המזרחי 53 * הקשיים על שיטת הר"ה מהמציאות 53 * ישוב הר"ה עם המציאות - הגר"ד יצחקי 54 * האם הראשונים התייחסו במפורש ל'קו' שבו התארץ מתחלף 56 * מה הורו הפוסקים 57 * התייחסויות אחרות לקו התאריך 59 * הנראה לענ"ד 60
- 62 זווית עליית השמש**
- זווית עליית ושקיעת השמש 62 * הטיית זווית השמש בשל קו הרוחב 62 * החוג הארקטי והאנטארקטי 63 * בקטבים אין שקיעה 63 * השפעת הזווית על אורך היום 63 * השינויים במשך הדמדומים 64
- 65 זמני היום**

השמש הנראית והממוצעת 65 * משך היממה 65 * זמני היום תלויים במיקום השמש 65 * מצב השמש קובע את שעות היום 66 * חישוב זוית השמש 66 * קביעת הזמנים באזור הקטבים 68 * קביעת השבתות בקטבים 69 * הלילה המאיר בקיץ של ארצות הצפון 72 * הזמן בחלל ובצוללת 73 * הקביעה עפ"י זוית השמש ביחס לאופק 73 * שעות זמניות 73 * החזרת האור הראשון 74 * אור הזודיאק 74 * זריחת ושקיעת החמה 75 * איחור הזריחה אחר יום ההיפוך החורפי 75 * רפרקציה 76 * השמש בחלל 76 * הזריחה והשקיעה במקום גבוה 76 * זמן הזריחה מושפע מהפרשי הגובה 76 * זריחה ושקיעה הנראות מעל הדר 77 * הזריחה והשקיעה במקום נמוך 77 * ראיית הזריחה מתאחרת במקום נמוך או מוסתר 77 * המושכל ראשון 77 * סוגיית הנברשת 78 * חמה 'מטפטפת' 78 * מנהג ההמתנה 78 * קביעת הספר 'נברשת' 79 * הכרעת המהרי"ל דיסקין 79 * הוראת החזו"א 79 * הילוך מיל 80 * כמה דקות הוא הילוך מיל 80 * בין השמשות 81 * ביהש"מ של רבי יהודה ורבי יוסי 81 * כמו מי ההלכה 81 * לילה הוא ביציאת שלשה כוכבים 81 * צאת אלו כוכבים הוא הלילה 81 * הסתירה בדעת רבי יהודה 82 * שיטת ר"ת 82 * דעת ר"ת 82 * מקורו של ר"ת 83 * הבהרה 83 * 'הבנת חלק מהראשונים' בדעת ר"ת 83 * הקושי המציאותי בשיטת ר"ת 84 * 'הבנת חלק מהאחרונים' בשיטת ר"ת 84 * 'הבנת הגר"א' בשיטת ר"ת 85 * דעת מו"ר 85 * שיטת הגאונים והגר"א 86 * שיטת הגאונים 86 * מקורם של הגאונים 88 * שיטת היראים 88 * שיטת היראים 88 * המנהג 88 * כיצד נהגו 88 * כיצד נוהגים 89 * חצות הוא כשהחמה בשיא גובהה 89 * חמה בראש כל אדם 90 * חצות לא בהכרח מחלק לחצאים שווים 90 * חצות הלילה 90 * חצות הלילה 90 * חצות היום בארץ ישראל 91 * חצות בארץ ישראל 91 * מְשׁוּוֹת הזמן - התנודות בזמן החצות 91 * הקדמה 91 * מושגי יסוד להבנת חישוב חצות היום 91 * ימי החצות הממוצע 92 * ההפרש בין החצות הממוצע לאמיתי 92 * השפעת מהירות ההקפה על סטיית החצות 92 * הפרשי הזמן מחמת מהירות ההקפה 93 * ב' - השפעת נטיית ציר כדור הארץ על סטיית החצות, מבוא 94 * הפרש הזמן מחמת המיקום על המילקה 95 * הסבר 95 * בימי השוויון וההיפוך 96 * שקלול הסטיות לגרף אחד 97 * 97 * הצגה מוחשית של השינויים בזמני היום 98 * מפתח קביעת זמני היום 98 * א' - זמן עלות השחר 98 * ב' - זמן 'משיכיר את חבירו' 99 * ג' - זמן הזריחה 99 * גירסת הרמב"ם 99 * ד' - בין השמשות לגאונים 100 * ה' - 'ראיית ג' כוכבים' 100 * שיעור הרמב"ם של צה"כ 100 * בכל רגע הזריחה כאן והשקיעה שם 100 * התפתחות קביעת שעות היום 101

103 המעגלים שסביב כדור הארץ

המישורים השמימיים 103 * זוית השמש בקו המשווה 105 * הטיית ציר הסיבוב של הארץ כלפי השמש 105 * יום השוויון/השינוי האביבי 106 * יום ההיפוך הקיצי 106 * יום השוויון הסתוי 106 * יום ההיפוך החורפי 106 * השפעת מיקום השמש במילקה על שיא גובהה בחצות 107 * ביאור סוגיית גובה הסוכה 107 * 108 * חילופי העונות 108 * א' - השפעת מספר שעות השמש 108 * ב' - השפעת בליעת הקרינה באטמוספירה 109 * ג' - השפעת פיזור קרינת השמש 109 * השפעת קו הרוחב על זוית השמש 109 * בחצות חם יותר 110 * למרחק מהשמש כמעט אין השפעה 110 * השנוי בהטיית ציר הסיבוב של הארץ 110

111 שנת השמש

אורך שנת השמש שס"ה ימים 111 * תוספת רבע יום 111 * חודשי חמה מלאים וחסרים 111 * תוספת יום באוגוסט 112 * הצטברות ההפרשים 112 * התאמת ההפרשים 112

112 התקופות

הגדרת התקופות 112 * ארבע התקופות 112 * תקופת ניסן 113 * תקופת שמואל - חלוקה נוחה של שנת השמש 114 * למה משמשת תקופת שמואל 114 * תקופת שמואל היא אמן מקורב 114 * תקופת רב אדא - התאמת שנות הלבנה לשמש 115 * למה משמשת תקופת רב אדא 115 * הסטייה בחשבונו של רב אדא 116 * אורך השנה האסטרונומית 116 * למה משמשת התקופה האסטרונומית 116 * אורכי התקופות האסטרונומיות אינם זהים 117 * מאימתי תחילת חשבון התקופות 119 * תחילת יום התקופה 119 * היכן נתלו המאורות 119 * הצטברות הסטיות של תקופת שמואל 120 * התאמת מועד התקופות לבריאת העולם 121 * התאמת מועד התקופות ליעודן 121 * ברכת החמה 122

123 הירח**123 תכונות הירח**

שם 'הלבנה' 123 * אור הירח אינו עצמי 123 * המדידה הראשונה של קוטר הירח 123 * המדידה הראשונה של המרחק לירח 123 * המדידה המדעית 124

124 הקפת הירח החודשית

צורת הקפת הירח 124 * המילוי 124 * סוף זמן קידוש לבנה 125 * ליקוי לבנה 125 * גודל הירח הנראה 126 * השעה שהלבנה בשיא גובהה בדרום 126 * גובה הלבנה בחודשים השונים 126 * המולד 127 * כמה שעות הירח מוסתר 127 * המולד הראשון 128 * בהר"ד 128 * הכרזת זמן המולד בשבת מברכין 129 * מולד הלוח הוא זמן מופשט 129 * כלפי איזה אופק מתייחס מולד הלוח 129 * 129 * כלפי איזה שעות מתייחסות שעות הלוח 130 * באיזה חצות מדובר 130 * אין להכריז את המולד האמיתי 132 * אין להתמיר את זמן הלוח במערכת שעות אחרת 132 * לא להכריז על דקות וחלקים 133 * סוף זמן קידוש לבנה 133 * החישוב בחו"ל 133 * מתי והיכן הלבנה צפויה להֵרָאוּת במהלך החודש 134 * באמצע החודש 134 * בחצי השני של החודש 135 * הגובה והמיקום הצפוי של הלבנה בראייתה הראשונה 136 * טווחי ראיית הירח החדש 137 * ראיית הלבנה במציאות 138 * זווית ראיית הלבנה 138 * המזלות מציינים את מסלולי החמה והלבנה 138 * מסלול הלבנה היומי ממזרח למערב - משתנה במשך החודש 139 * זווית הטיית המילקה משתנית 140 * ריחוק הלבנה מהמילקה 141 * כיסוי הלבנה כ"ד שעות 141 * לעתים אינה מתכסה כ"ד שעות 142 * ייחוס שגיאה לעדים 142 * ראיית הירח הישן והחדש באותו יום 142 * הירח הישן נראה מאוחר 143 * משך הקפת הירח 144 * אורך החודש משתנה 145 * שינוי מיקום הירח היומי האמיתי 145 * משך ההקפה הממוצעת 145 * עקלקלות המסלול לפי תפיסת הראשונים 146 * השפעת המיקום בגלגל על מועד המולד 146 * הקפה סידרית וסידרית 147 * ליקוי החמה 148 * ליקוי הלבנה 148 * הימים המסוגלים לליקויים 148 * מחזור נסיגת הקשרים 149 * מדוע הליקויים אינם בכל חודש 149 * מחזור הסָרוּס 149 * צורת הליקוי 150 * גורמי הליקויים 150

151 עיבור השנה

שנת הלבנה קצרה משנת החמה 151 * תיאום שנות הלבנה עם שנות החמה 152 * לא מוסיפים ימים לשנה 152 * יש להוסיף חודש לשנת העיבור 152 * התורה סמכה על ביה"ד 153 * דעת רבותינו המַעְבְּרים הראשונים 153 * השנה מתחילה בחודש ניסן 154 * מעברים את ג' ח אדז"ט 154

156 הלוח

קביעת הלוח 156 * שנה פשוטה או מעוברת 156 * הדחיות 156 * 2 - 'מולד זקן - בל תדרוש' 156 * 3 - 'ג' ט ר"ד בשנה פשוטה - גרוש' 156 * 4 - 'ב' ט"ו תקפ"ט לאחר עיבור - עקר מלשרוש' 157 * קביעת יום ר"ה הבא 157 * סימן השנה 157 * ישראל מונים ללבנה 158 * בית דין ששינו 158 * הלוח הקבוע 159 * דוחים רק את ר"ה 159

160 קידוש החודש

מספר הימים בחודש 160 * החובה לקדש את החדשים 160 * חישוב המולד המדויק 160 * בדיקת עדי הראיה 161 * א' - 'לפני החמה או לאחר החמה' 161 * ב' - 'לצפונה או לדרומה' 161 * ג' - 'כמה היה גבוה' 162 * ד' - 'לאין היה נוטה' 162 * ה' - 'כמה היה רחב' 163 * התנאים המאפשרים את הראיה 163 * הפרעת אור החמה לראיית הלבנה 163 * גודל חרמש הלבנה 163 * סיכום התנאים הנצרכים לראיית הלבנה החדשה 163 * השפעת התאריך 164 * המרחק בין הירח לשמש על המילקה 164 * המרחק בין הירח לשמש על המשווה 164 * ראיית הלבנה במציאות 165

165 'סוד העיבור'

הסוד שבסוד העיבור 165 * להיכן מתייחסת שעת הלוח 165 * הלוח נוסד על קצה המזרח 165 * הלוח נוסד על טבור הארץ 166 * השפעת השינויים באורך היממה והחודש 167 * הלוח נוסד על אופק ירושלים 168 * סוגיית 'סוד העיבור' 169 * המימרא הראשונה 169 * המימרא השניה 171 * נולד קודם חצות - בחישוב המודרני 173 * המימרא השלישית 174 * כמה זמן הלבנה מכוסה 174

178 הלכות קדוש החודש לרמב"ם

מצות קדוש החודש 178 * קבלת העדות 178 * חילול שבת לעדות 179 * קבלת עדות אחר המנחה 179 * השלוחין 179 * עדים שהגיעו לאחר כמה ימים 180 * עיבור השנה 180 * בשל מה אין מעברים 180 * באלו דינים מעברים 180 * מתי מעברים 181 * בשל מה אין מעברים 181 * קביעת הלוח 181

יו"ט שני בחו"ל 181 * עיבור ומולד 182 * ההפרש בין שנת החמה ללבנה 182 * קביעת המולדות 182
 * קביעת יום ר"ה 183 * חודשים מלאים וחסרים 183 * תקופת שמואל 183 * חישוב שעת התקופה
 184 * חישוב היום והשעה של תקופת ניסן בשנה מסויימת 184 * מציאת תאריך תקופת ניסן בשנה
 מסויימת 184 * תקופת רב אדא 185 * אורך כל תקופה הוא רבע מהשנה 185 * מציאת רגע תקופת
 ניסן של רב אדא 185 * מקומה האמיתי של השמש 186 * הקדמה 186 * סוד העיבור 186 * רשת
 הקואורדינטות השמימית 187 * מהלך אמיתי ואמצעי 187 * יום הייחוס 187 * החשבונות הותאמו לא"י
 188 * הקדמות 188 * גובה הכוכב 189 * דוגמא 189 * מקום השמש האמיתי ביחס לארץ 190 *
 מציאת גובה השמש 190 * מסלול השמש 191 * מנת המסלול 191 * מקום השמש האמיתי על גלגל
 המזלות 191 * דוגמא 192 * חישוב יום התקופה 192 * גלגלי הירח 192 * 'אמצע הירח' 193 * 'אמצע
 המסלול' 193 * הקדמה 193 * אמצע הירח עשרים דקות אחר השקיעה 193 * התנועות המרכיבות את
 הגלגל הגדול 194 * מקומו האמיתי של הירח 194 * המרחק הכפול 194 * המרחק בין אמצע השמש
 והירח 195 * התוספת 196 * מסלול הנכון 196 * מנת המסלול 196 * מקום הירח האמיתי 197 * דוגמא
 197 * מישורי הירח נוטים ממישור המזלות 198 * כלפי מה הגלגל נוטה 198 * קו הקשרים 198 *
 מחזור נסיגת הקשרים 199 * דוגמא 199 * רוחב הירח 199 * דוגמא 199 * הקדמה 200 * מדדי הראיה
 200 * קיצי הראיה 200 * האורך הראשון המינימאלי 200 * השתנות האורך הראשון בתאריכים שונים
 200 * רוחב ראשון 201 * אורך שני 201 * רוחב שני 202 * הנליזה והאורך השלישי 202 * קיזוז או
 תוספת הנליזה 203 * 203 * האורך הרביעי וקשת הראיה 204 * דוגמא 204 * קשת הראיה
 המינימאלית 205 * קיצי הראיה 205 * חישוב 'קיצי הראיה' 205 * דוגמא 206 * עקלקלות הירח 206
 * חכמת התקופות 206 * גורמים המשפיעים על הראיה 207 * קביעת חודש ללא עדים 207 * הגבלת
 מספר החודשים המלאים והחסרים 207 * ראיית הירח בארצות המערביות 207 * ראיית הירח בארצות
 המזרחיות 207 * ראייה במדינות הצפוניות 208 * בדיקת העדים 'לאין היה נוטה' 208 * הנטיה מושפעת
 מהתאריך 209 * חישוב מעלות נטיית הירח לצפון או לדרום קו המשווה 209 * 209 * בדיקת העדים
 'פגימתה לפני החמה או לאחר החמה' 209 * בדיקת העדים 'כמה היה גבוה' 209

210 הכוכבים

210 כוכבי הלכת

כוכבי הלכת 210 * כוכבי הלכת על המילקה 211 * חיזוי מקום כוכבי הלכת 211 * הסבר המסלול הלוליני
 211 * שצ"מ חנכ"ל 211 * סדר שימוש הכוכבים 211

213 כוכבי השבת

כוכבי השבת 213 * ספקטרוסקופ 213 * פרלקס 213 * אלו כוכבים יָראוּ 214 * חלוקת הכוכבים לשלש
 מחלקות 214 * זריחת ושקיעת הכוכבים 215 * הסבר תנועת כוכבי השבת 215 * מחזור הנקיפה 215
 * מיקום כימה 216 * האם גלגל המזלות קבוע 216 * הנקיפה בדברי הרמב"ם 217 * מחזוריות הטיית
 הציר 217 * כוכב הצפון 217

218 קבוצות כוכבים

קבוצות כוכבים 218 * הערפיליות 219 * מרחק הכוכבים 219 * ריחוק והתרחקות הכוכבים 219 *
 בהירות והרכב הכוכבים 219 * מהירות האור 220 * שביל החלב 221 * קבוצות כוכבים 221 * המזלות
 כמציגי מקום 221 * מישור המילקה 222 * רוחב 'גלגל המזלות' 222 * זריחת ושקיעת הכוכבים 222 *
 נטיית גלגל המזלות 223 * השינוי במיקום כוכבי המזלות 223 * וצבא השמים לך משתוחים 224

230 אינדקס לספר 'היא חכמתכם'



ה'יא חכמתכם

הלכות רבות תלויות בקביעת זמני היום, וללא הבנת המציאות באופן ברור - קשה להורות כהלכה בענינים אלו; תועלת נוספת קיימת בספר בהבהרת מושגים אחדים המופיעים בגמרא בראשונים ובפוסקים, ובהמחשתם, שקשה להבינם ללא רקע אסטרונומי. בספר זה מוסברים היסודות התלויים בהבנת מציאות מהלך גרמי השמים: כדור הארץ, השמש, הירח וחלק מהכוכבים - בהיבטים הנוגעים להלכה.

מטרת הספר איננה להיות ספר מקצועי אלא להפוך את נושאים אלו לגשישים, ולכן לא הובאו בו נוסחאות חישוב, ולא הוסברו יסודות הטריגונומטריה כפי המקובל בספרים רבים.

מטרת הספר גם איננה לקבוע מסמרות בסוגיות זמני היום, אלא רק להוות רקע להבנת המציאות, ולכן הושמטו ממונה דיונים רבים הנוגעים רק לסוגיות הלכתיות ולא למציאותיות, כגון סוגיית השעות הזמניות, וכדו'.

מטרת הספר גם איננה ללמד אסטרונומיה לשמה, ולכן מובאות בה בעיקר רק ידיעות הרקע, והידיעות הנצרכות להבנת הנושאים ההלכתיים, וראה בשו"ת חת"ם סופר (סי' כ"ו) שהתחיל לכתוב ספר מיוחד לחכמות אלו למען יהיה ביד תלמידיו ללמוד מתוכו לבל יספיקו בילדי נכרים, וכשיצא לאור ספר הברית אמר לתלמידיו שיש להכיר לו טובה 'שהרבה ביטול זמן הרווחתי במה שאינני מוכרח לחבר כזה בשבילכם', וכתב שם 'לא באנו עתה אלא לרוות צמאון התלמידים המבקשים תפקידם, ובחפשם בספרים לא מצאו ידיהם בביהמ"ד, יש קצרו ויש האריכו, וכיון שלא השיגו לידע חשבון האמצעי וטעמו על פרי - לא יבואו לראות ולהבין חכמה היותר פנימי והוא חשבון האמיתי, ומי שלא נמסרו לו מפתחות החיצונות - בהי עייל, על כן אמרתי אחת היא תם וישר והגון לפני לכתוב קונטרס זה בעזהשי"ת, להטעים להם חשבון האמצעי בקוצר האפשרי כאשר יכולין שאת, וטעם מפורש על כל דבר, באופן שבלי ספק יהיה להם פתח פתוח ליכנס פנימה, וכל החפץ - ימלא ידו ברכת ה' בספרי רמב"ם ומפרשיו, עכ"ל.

המתבונן בחכמה זו יוכל להכריז בפה מלא ש'אין מרום עיניכם וראו מי ברא אלה המוציא במספר צבאם לכלם בשם יקרא מרב אונים ואמין פח איש לא נעדר' - והרי במקורן של דברים - חכמה זו היא חכמת ישראל ושמירתם ועשייתם כי הוא חכמתכם ובינתכם לעיני העמים, אשר ישמעון את כל החקים האלה ואמרו רק עם חכם ונבון הגוי הגדול הזה, ופירשו חז"ל (שבת ע"ה.) 'אמר רבי יהושע בן לוי משום בר קפרא, כל היודע לחשב בתקופות ומזלות ואינו חושב - עליו

מילון מושגים

באשר החוברת כוללת מושגים הנצרכים כדי להבין את הנושאים המדוברים,
ואלו בלולים באלו - מובא כאן ריכוז המושגים

- אד"ו ראש** - הימים שבהם ר"ה לא יחול כדי שיוהכ"פ לא יחול ביום ששי או ראשון, וכדי שהושענא רבא לא יחול בשבת.
- אופק** - המישור הדמיוני המפריד את חלקו העליון של הרקיע מחלקו התחתון.
- אור הזודיאק** - קרני אור הנראות במקום חשוך כשעה לפני עלות השחר, הנובעות מהחזרת אור השמש מאבק הנמצא בשביל החלל; יתכן שהן המכונות 'איילת השחר'.
- אורך ראשון** - הזווית שבין הירח לשמש על מישור המילקה - הקובעת את גודל החלק המואר של הירח.
- אורך שני** - חישוב מרחק הירח מהשמש בגלגל המזלות, תוך התחשבות בצופה מעל פני האדמה ולא ממרכז כדור הארץ.
- אטמוספירה** - שכבות האויר שסביב הארץ.
- אמצע הירח** - המהלך היומי של מרכז הגלגל הקטן של הירח על מסלול הגלגל הגדול.
- אמצע המהלך** - מהלך הכוכב ביחס למעגלו הפרטי.
- אנאלמה** - מסלול עקום דמוי הספרה 8 הנוצר מצילומים עוקבים של מיקום השמש באותה שעה במהלך השנה.
- אפוגאון** - 'רחוק מהארץ' - הנקודה במסלולו האליפטי של כוכב שבה הוא מרוחק ביותר מהארץ, וממילא נראה קטן ביותר.
- אפיציקל** - 'על המעגל', המעגל הקטן המייצג את מסלולו של כוכב הסובב במעגל קטן סביב מעגל גדול, לפי התפיסה הגאוצנטרית.
- אפהליון** - 'רחוק מהשמש' - הנקודה שבה הארץ מרוחקת ביותר מהשמש במסלולה השנתי [כיום בערך ב-4 ביולי].
- אפקט דופלר** - התופעה שבה גלי אור וקול פוגעים בגוף מתקרב בתדירות גבוהה, ובגוף מתרחק - בתדירות נמוכה.
- אקוונט** - נקודה הממוקמת בהמשך הקו שבין הארץ למרכז הדפרנט [המעגל הגדול], ומרוחקת ממנו כמרחק הארץ ממנו - וביחס לאקוונט מרכז האפיציקל [הגלגל הקטן] נע במהירות אחידה, לפי התפיסה הגאוצנטרית.
- אקסצנטר** - 'יוצא מעגל', מעגל שנקודת המרכז שלו אינה הארץ, בתפיסה הגאוצנטרית.
- ארבע התקופות** - ארבעת הימים שבהם היום הארוך או הקצר ביותר, או שהיום שווה ללילה, וכן 91 הימים שביניהם.
- ביהש"מ של רבי יהודה** - משך הזמן שהוא ספק יום ספק לילה, שמתחיל משתשקע החמה, ונמשך שלשת רבעי מיל, ומסתיים בצה"כ.
- ביהש"מ של רבי יוסי** - משך הזמן שהוא ספק יום ספק לילה, והוא כהרף עין, ומתחיל בסיום ביהש"מ

כדור הארץ

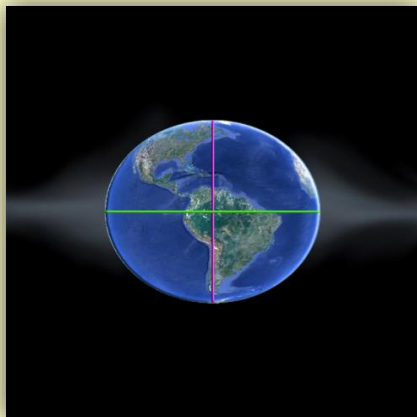
מידותיו

קוטר והיקף

נתונים על כדור הארץ: כדור הארץ הוא גוף עגול, שקוטרו הממוצע כ-12,742 ק"מ, והיקפו כ-40,075 ק"מ בקו המשווה [את מדת המטר קבעו לפי אחד מתוך 10,000,000 מהמרחק שבין הקוטב לקו המשווה, כפי שנמדד ידנית במשך כשבע שנים; הראיות שהיו לכדוריות הארץ לפני שיכלו לצלמו מהחלל הן: א'- בעת ליקוי לבנה צלו של כדור הארץ על הירח נראה כעיגול; ב'- מעשה שהיה בליקוי לבנה שבכל מדינה טענו שראוהו בשעה שונה - ומהפרש השעות ניתן היה ללמוד במדויק מה היקף הארץ; ג'- כשמתקרבים למקום - מתחילה רואים את ראשי הבתים, וככל שמתקרבים - רואים יותר חלקים מהבניינים, וכן כשאניה מתרחקת - חלקה התחתון נעלם בתחילה, ואח"כ חלקה העליון; ד'- האניות שהקיפו את הארץ נסעו בכיוון אחד והגיעו למקומן בחזרה ('עתים לבינה' להגר"י גינזבורג עמ' 11-10)].

כדור הארץ הוא פחוס

פחיסות כדור הארץ: כדור הארץ מסתובב על צירו, וממילא נוצר כח צנטרפוגלי [הכח הגורם שדבר המסתובב - שואף לברוח ממרכז הסיבוב החוצה] **המנפח את אמצע הכדור החוצה, ודוחס את הקטבים**

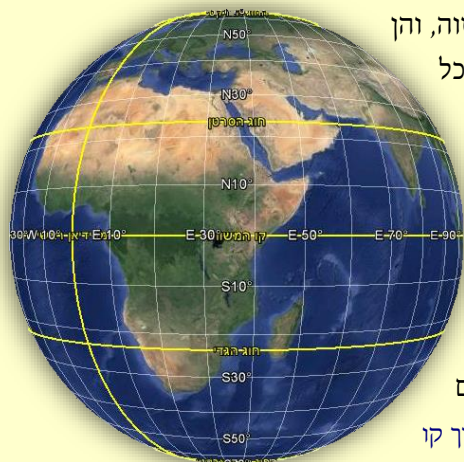


[הקצוות] **פנימה**, ולכן קוטר כדור הארץ מקוטב לקוטב קטן בכ-41 ק"מ מקוטרו ממזרח למערב - ואינו כדור מושלם (וכ"כ בספר 'עתים לבינה', להגר"י גינזבורג, עמ' 342, וראה מלבי"ם תהלים ע"ה ח' 'יראו שאם יסובב כדור סביב קוטרו יפלו כל חלקיו אל אמצעו, באשר מהירות הסיבוב תגדל יותר באמצע הכדור ממה שהוא בשני צידיו'); עוד סיבה הגורמת לכך היא הלחץ שמפעילים גושי הקרח שבקטבים על הקטבים. העובדה שכדור הארץ אינו לגמרי עגול גורמת ליצירת 'מחזור הנקיפה' [ראה בעמ' 215] - ובעקבות זאת כוכבי המזלות כבר אינם נראים במקומם המקורי [ראה בעמ' 223].

חלוקת כדור הארץ

קוי רוחב

חלוקת הארץ לקוי רוחב: נוהגים לחלק את כדור הארץ ל-180 קוי רוחב: קו רוחב אפס הוא קו המשווה - כלומר הקו שעליו כל הנקודות המרוחקות מרחק שווה בין הקוטב הצפוני לדרומי; קו רוחב 90 צפון הוא הקוטב הצפוני [על ציר הסיבוב הצפוני], וקו רוחב 90 דרום הוא הקוטב הדרומי; מעלות הרוחב נקבעות על פי המרחק מקו המשווה, והן טבעיות ולא הסכמיות, ואינן נראות על הארץ; המרחק בין כל מעלת רוחב הוא שווה, והוא כ-111 ק"מ, והוא ט"ו פרסאות



(חזו"א קט"ו כ"א [כלומר, שכל פרסה היא 7.4 ק"מ, ובדייק כך מבואר בספר 'עתים לבניה' שהיקף כדור הארץ הוא 5,400 פרסאות]); מדינת ישראל נמצאת בין קו רוחב $29^{\circ}34'$ [אילת] לקו רוחב $33^{\circ}12'$ [צפון החרמון]. מאחר שקוי הרוחב מקיפים את כדור הארץ -

הרי שאורך קוי הרוחב מתקצר ככל שמתרחקים מקו המשווה לכיוון הקטבים, כי קוטר הכדור קטן ככל שמצפינים

או מדרימים [כלומר - אורך קו המשווה הוא כ-40,075 ק"מ, ואורך קו

רוחב 90 הוא נקודה בלבד - כעין לחם פרוס]. קו הרוחב משפיע על אורך

בין השמשות, כמבואר בעמ' 64, וממילא על אורך היום, אך קו הרוחב לא משפיע על זמן חצי היום (חזו"א קט"ו כ'); את קו הרוחב ניתן לקבוע על פי גובה כוכב הצפון, ועפ"י גובה השמש בחצות היום (ראב"ח א' ה').

קוי אורך

חלוקת מעגל למעלות: כדי שיהיה קל להגדיר מיקום של נקודה במרחב נוהגים להשתמש בחלוקה למעלות: נוהגים להגדיר שכל מעגל מחולק ל-360 מעלות, וממילא בחצי מעגל יש 180 מעלות, ורבעי המעגל הם 90 ו-270 מעלות; לדוגמא, כל תנועה של מחוג השניות בשעון - היא של שש מעלות $[360 \div 60]$, ותנועה של חמש דקות במחוג הדקות - היא של שלשים מעלות $[360 \div 12]$; את המעלה מחלקים לששים דקות של הקשת, ואת הדקה לששים שניות; את המעלות נוהגים לסמל באפס עליון, ואת הדקות - בקו עליון, ואת השניות - בשני קוים, כך שעשרים מעלות ושלושים דקות וחמישים ושבע שניות מסומלות $20^{\circ}30'57''$.

חלוקת הארץ לקוי אורך: בהתאם לזאת נוהגים לחלק את כדור הארץ ל-360 קוי אורך [=מְרִידָן] המפלחים את הכדור מצפון לדרום; אורך כל הקוים שווה, והמרחק שבין קו לקו הוא מעלה אחת מתוך 360 מעלות של היקף הכדור; בקו המשווה - המרחק בין קו לקו הוא כ-111.3 ק"מ $[360^{\circ} \div 40,075]$, וככל שמצפינים או מדרימים - קוי הרוחב מתקצרים, וממילא המרחק שבין קו אורך אחד למשנהו מתקצר [כעין פלחי תפוח].

מעלות האורך הן הסכמיות ולא טבעיות, כי ניתן לקבוע את ההתחלה היכן שרוצים (חזו"א קט"ו כ"א), ובשנת תרמ"ד (1884) קבעו באופן שרירותי את הקו העובר דרך מצפה הכוכבים העתיק בגריניץ'

ההלכתי על פי תפיסת המציאות האובייקטיבית]; מאחר שראש וראשון לביסוס העקרונות ההלכתיים בזה היה הרמב"ם - על כן נתייחס בהמשך לקביעותיו כמייצגים את דעת חז"ל, וכבר העיד הרמב"ם עצמו (מ"ג י"ד) 'ולא תבקש ממני שיסכים כל מה שזכרוהו מענין התכונה למה שהענין נמצא, כי החכמות הלמודיות היו בזמנים ההם חסרות - ולא דברו בהם על דרך קבלה מן הנביאים אבל [=אלא] מאשר הם חכמי הדורות בענינים ההם או מאשר שמעום מחכמי הדורות ההם, ולא מפני זה אומר בדברים שאמצא להם שהם מסכימים לאמת - שהם בלתי אמתיות או נפלו במקרה, אבל כל מה שאפשר לפרש דברי האדם עד שיסכים למציאות אשר התבאר מציאותו במופת - הוא יותר ראוי באדם המעולה המודה על האמת לעשותו'.

מחלוקת חכמי

ישראל וחכמי אומות

העולם במהלך השמש

בלילה: לקמן (עמ' 82)

התבארה מחלוקת חכמי ישראל וחכמי אומות העולם אם השמש מהלכת בלילה למעלה מן הרקיע או למטה מן הרקיע, והתבאר

שלחלק מהמפרשים ר"ת יישב את הסוגיות [על פי הנחה לשונית שיתכן וחכמי הש"ס קראו 'משמשקע' לזמן שונה מהזמן הנקרא 'שקיעת החמה'] על פי תפיסת חכמי ישראל שהגדירו את הרקיע כגוף גשמי בעל עובי, שיש בו חלונות שהשמש יוצאת ונכנסת בעדם, ואילו הגאונים יישבו על פי תפיסת חכמי אומות העולם שהשמש מקיפה את הארץ בלילה.

ההשלכה המעשית ממחלוקת זו היא אם הגדרת הלילה מותנית

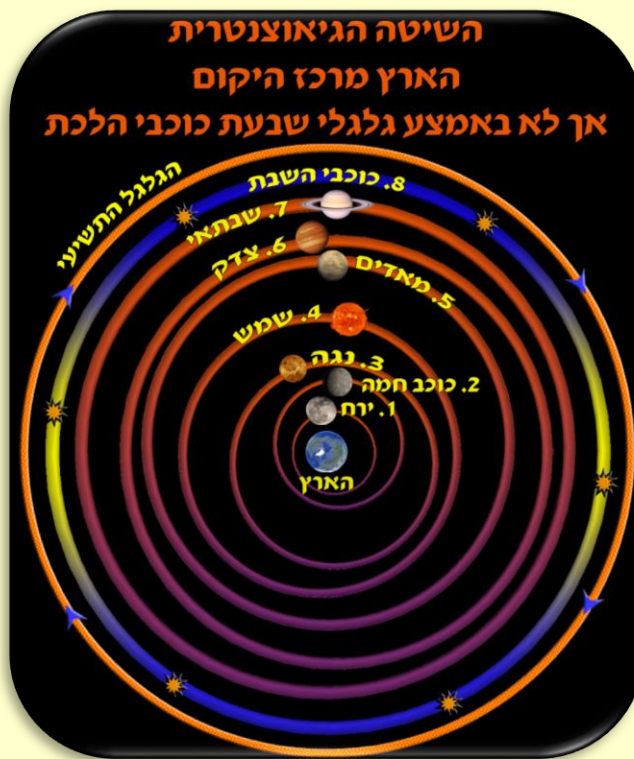


היקום; ד' - אילו הארץ היתה מקיפה את השמש - הרי היו צריכים להרגיש רוח חזקה.

תפיסת העולם לפי ההנחה שהארץ במרכז - הגישה הגיאוצנטרית: האיציטגנין המפורסם

תלמי [ששמו היה קלאודיוס פתולמיוס, ובלשון הראשונים לעתים מכונה 'פְּתִלְמִיּוֹס' (הראב"ע [ספר העיבור דף י', יצא בשנת ד'תתק"ו (1146)] והחת"ם סופר [סי' כ"ו] כתבו שהיה זה תלמי המלך, אולם נלענ"ד ששאר המפרשים סברו שלא היה זה אלא מדען)] היה חי באלכסנדריה בערך בסוף המאה התשיעית לאלף הרביעי [כלומר בערך בשנת ג'תת"כ (140 לספ"ה)], ועל סמך הוכחות אלו סיים את ניסוח **התאוריה הגיאוצנטרית** [=הארץ במרכז] ששלטה בעולם המדע כמעט ללא עוררין במשך כ-1,400 שנים - והיא התפיסה שהיתה ביסוד דברי חז"ל [לאחר שהודו לחכמי אומות העולם] והראשונים [שחי בארצות האיסלם והכירו את תפיסת העולם היוונית (הגרז"מ קורן)]; מובאים כאן עיקרי השיטה:

א' - לפי תפיסה זו השמש והירח וכל צבא מעלה סובבים במהלך שוה בלי למהר או להאט [השמש והירח וכן שאר השבעה כוכבים מהלך כל אחד ואחד מהן בגלגל שלו מהלך שוה, אין בו לא קלות ולא כבדות - אלא כמו מהלכו היום, כמו מהלכו אמש, כמו מהלכו למחר, כמו מהלכו בכל יום ויום] (רמב"ם קדה"ח י"א י"ג).



מסלול פרטי לכוכבי הלכת:

ב' - כל כוכב משבעת כוכבי הלכת [לבנה, כוכב-חמה, נוגה, חמה, מאדים, צדק, שבתאי; את המאזר הגדל למְשַׁלֵּת היום ואת המאזר הקטן למְשַׁלֵּת הלילה ואת הפוכבים - ה' - כוכבים וחמה ולבנה: הרי שבעה (פסיקתא זוטרותא בראשית א' ט"ז)] מקיף את הארץ ממערב למזרח במסלול פרטי - שיש לו מדה וזמן משלו [גלגל הקרוב ממנו - הוא גלגל הירח, והשני שלמעלה ממנו - הוא גלגל שבו הכוכב הנקרא כוכב, וגלגל שלישי שלמעלה ממנו - שבו נוגה, וגלגל רביעי - שבו חמה, וגלגל חמישי - שבו מאדים, וגלגל שישי - שבו כוכב צדק, וגלגל שביעי - שבו שבתאי] (רמב"ם יסודי התורה ג' א').

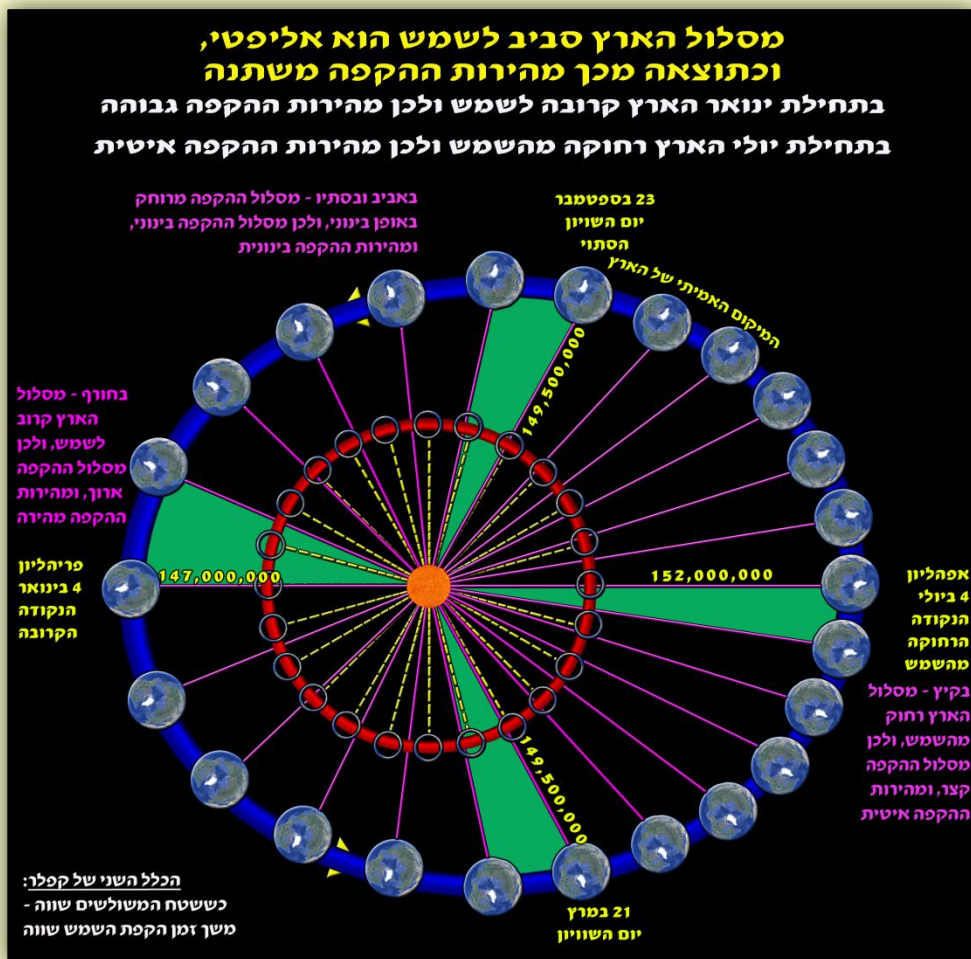
מסלוליהם שונים זה מזה: ג' - לכל כוכב המקיף את הארץ יש מסלול עגלגל משלו השונה

מהאחרים בנטייתו וגובהו ומרחקו מהארץ [כל הגלגלים האלו המקיפין את העולם הן עגולין ככדור והארץ תלויה באמצע] (רמב"ם שם ד').

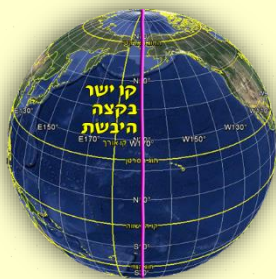
הסיבוב היומי של הארץ ביחס לשמש

מסלול הארץ סביב השמש

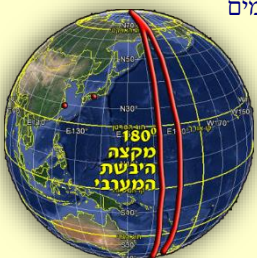
שינוי במהירות ההקפה: המהירות הממוצעת של הקפת כדור הארץ סביב השמש היא כ- 110,000 קמ"ש [כשלים ק"מ בשניה]; מכיוון שמסלולי גרמי השמים המקיפים גרמים אחרים אינם עגולים אלא אליפטיים [עפ"י הכלל הראשון שניסח קפלר (חוקי הטבע האסטרונומיים שגילה קפלר מכונים היום בפי האסטרונומים בשם 'שלושת חוקי קפלר', אולם העדפתי לשנות את הניסוח ל'כללי קפלר', מטעם ברור)] והשמש אינה במרכז האליפסה אלא באחד ממוקדיה, ומכיון שמהירות התנועה עולה כאשר המסלול קרוב יותר לגרם השמים המוקף [עפ"י הכלל השני שניסח קפלר - שהקו המקשר בין גרם השמים המוקף לגרם המקיף - עובר על פני שטחים שווים בחלל בפרקי זמן שווים] - לכן כשהארץ נמצאת בחודש יולי בנקודה המרוחקת מהשמש - ממילא מהירות ההקפה נמוכה יותר, וכשבחודש ינואר היא בנקודה הקרובה יותר לשמש - מהירות ההקפה גבוהה יותר.



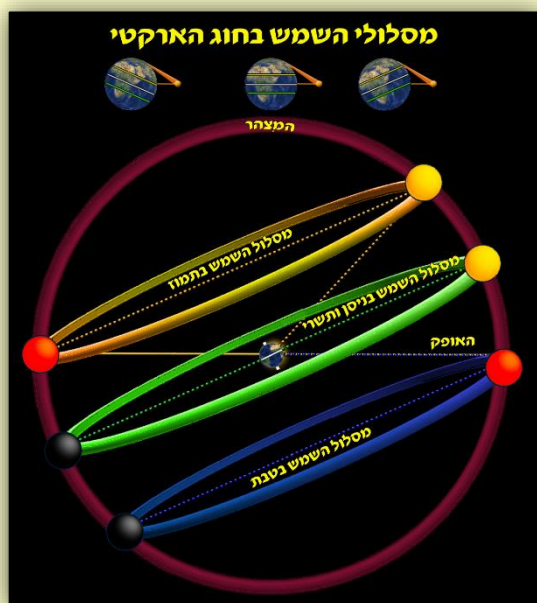
יכול היה לדעת בזמנו ממקום זה אולם העקרון שטבע שריר לקצה המזרח האמיתי, ובכך יפן וניו זילנד מקדימות לירושלים, וסברתו היא שאף שגבולות ומידות הראשונים מעידים שלא חישבו במדויק את מרחקי האורך למזרח, אך מ"מ מדבריהם למדנו בהגדרת 'קו התאריך' שהקו צ"ל ישר כמהלך השמש, ובסוף היבשה ממש, ובקצה היבשת הכוללת את אירופה ואסיה, ואינו חוצה את היבשת [ליסוד עולם והאפודי], ושהמציאות של קצה היבשת קובעת אותו ולא המעלות, ומסתבר שצ"ל מקום טבעי שיכול להיות מוגדר לרבים [ולא רק כשמוגדר בהגדרה גאוגרפית מסובכת כשנגחאי - שהרי בזמנם לא יכלו להגדיר] - ורק הקו היורד מקצה סיביר עונה על דרישות אלו.



הנראה לענ"ד: אם יורשה לי לחדש בדרך אפשר - שאם אכן ב'קו' עסקינן שאמור להמצא ב'קצה המזרח', ואם קו זה חוצה יבשת דלא כהכרעת מרן החזו"א, הרי שמאחר ואחד מנתוני היסוד הנלמדים ע"י רבותינו הראשונים ממדרש הפסוק 'להאיר על הארץ' הוא ש'הישוב העליון' אמור להתפשט על 180 מעלות, ושאר הכדור הוא 'הישוב התחתון' הנגרר אחר העליון - יש לנו לנסות לאתר היכן עשוי להכלל בהגדרת 'הישוב העליון', שהרי גם הגדרת 'קצה המזרח' לא באה כסיבת התחלפות היום אלא רק כסימן למקום שבו החלו היום הראשון [להאיר על הארץ] או השבת הראשונה, וכשהתורה קבעה את הפסוק במעשה בראשית שממנו קיבלו הקדמונים לחלק את העולם ל"ב שעות ו"ב שעות - הרי התורה ידעה את מבנה העולם האמיתי [דברי הראב"ח נובעים מפירושו ל'סוד העיבור', ונמצא שהבין שכוונת חז"ל בסוד העיבור מתקיימת רק במציאות שבה הישוב בדיוק ל"ב שעות; אמנם, בגמ' אין התייחסות למושג של 'הישוב העליון' (בהקשר שייחס לזה החזו"א - שהיבשה בדיוק 180 מעלות), וגם לא שחצי הכדור יישוב וחציו מים, ואילו במדרש כונן (בראשית, הובא בתוס' חגיגה י"ב, ובפסחים צ"ד: כתבוהו בשם 'אהא דאמור בעלמא', וכן בר"ן מו"ק כ"ה) אף מבואר שהעולם מורכב משליש מדבר ושליש ים ושליש ישוב (כלומר, מקום הראוי לישוב), ולכאורה קשה ללמוד הלכה למעשה מפי מדרש (שהמדרש שהים שליש סותר למדרש שא"י באמצע הישוב, והגמ' של כוש אחד ממששים סותרת את הגמ' שעובי הרקיע ה' מאות שנה), ובפרט לא לחדש הלכה חמורה מדעתנו, וכל דברי הן רק בהתבסס על הראשונים שהביאו מהמדרש ראייה להלכה, ולא על חז"ל, וצ"ג בכל זאת (הערת הרב יצחקי); מאחר והראשונים הניחו שהישוב העליון הינו יחידה אחת, שקצה המזרח הוא קצהו האחד וקצה המערב הוא קצהו השני - הרי שאת גבולות יחידת יישוב זו עלינו להחשיב כעיקר, ואין יתרון להחשבת קצה המזרח כגבול הישוב יותר מאשר קצה המערב [כלומר, אף שהימים מתחילים בקצה המזרח, אך אין בזה נפ"מ לקביעת גבול הישוב].



לענ"ד היה נראה לצדד בהגדרת 'קצה המזרח' במקום המרוחק 180 מעלות מהקצה המערבי של היישוב, מכמה טעמים: א'- הרבה יותר נוח להגדיר קצה מערבי ליבשת אירופה ואפריקה כי כיוון החוף בכיוון כללי מצפון לדרום, ולעומת זאת די קשה להגדיר קצה מזרחי ליבשת בשל הכיוון הכללי מצפון מזרח לדרום מערב, אף שיש בקו החוף כמה קצוות פחות או יותר ישרים מצפון לדרום [קצה סיביר, קמצ'טקה, סחלין, קוריאה, שנגחאי, וויטנם (שכבר בתוך צ' מעלות מירושלים)]; ב'- הרבה יותר נוח להגדיר כ'מקום יישוב' את 27 המעלות העודפות על 180 מעלות במערב אירופה ואפריקה [חצי גרמניה, צרפת,



ההשלכה המעשית: בשל כך לנמצאים

מעבר לקוי רוחב 66.5 - החמה לא תשקע בימי הקיץ ולא תזרח בימי החורף, כי עלייתה בחצות היום וירידתה בחצות הלילה הן רק 23.5 מעלות [66.5-90], ואין די בזה כדי שהחמה תעלה מעבר לאופק ביום הקצר ביותר [שמרוחקת 23.5 מעלות מהאופק, כגון ב-21 בדצמבר היא מולקו רוחב 23.5 דרום ולא תוכל לעלות מעל האופק לתושבי החוג הארקטי, וגם לא תרד מתחת לאופק לתושבי חוג האנטארקטי]; אם ננקוט שעלות השחר הוא כשהחמה מורכנת 16 מעלות תחת האופק - הרי שצפונית לקו רוחב 82.5 לא יראה עלוה"ש ב-21 בדצמבר [החמה מולקו רוחב 23.5 דרום, וכדי לעלות עד 16 מעלות תחת

האופק הרי צריכה לעלות 7.5 מעלות, וצפונית לקו רוחב 82.5 צפון איננה עולה יותר מכך (90-82.5); אם ננקוט שצאת ג' כוכבים הוא כשהחמה מורכנת 6.5 מעלות תחת האופק - הרי שצפונית לקו רוחב 60 לא יצאו ג' כוכבים ב-21 ביוני [החמה מולקו רוחב 23.5 צפון, וכדי לרדת עד 6.5 מעלות תחת האופק הרי צריכה לרדת 30 מעלות, וצפונית לקו רוחב 60 צפון איננה יורדת כל כך (90-60)].



קביעת הזמנים באזור הקטבים:

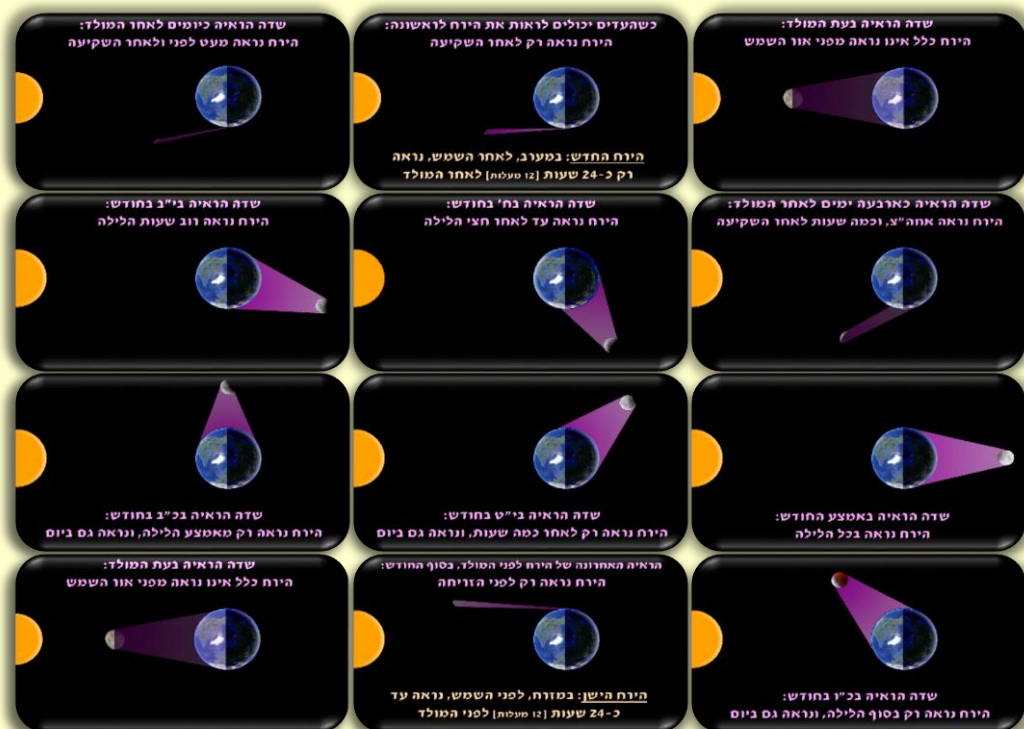
בקוטב הצפוני והדרומי - סיבוב החמה ברקיע מאוזן [שטוח], והשמש כלל לא יורדת או עולה במשך היום והלילה; בימי השוויון השמש מקיפה סביב בגובה האופק, בשיא הקיץ הקפתה היומית [השטוחה] גבוהה 23.5 מעלות מהאופק, והוא יום תמידי, בשיא החורף הקפתה נמוכה 23.5 מעלות מהאופק, והוא לילה תמידי - ונמצא שהיום הקיצי והלילה החורפי נמשכים ששה חדשים.

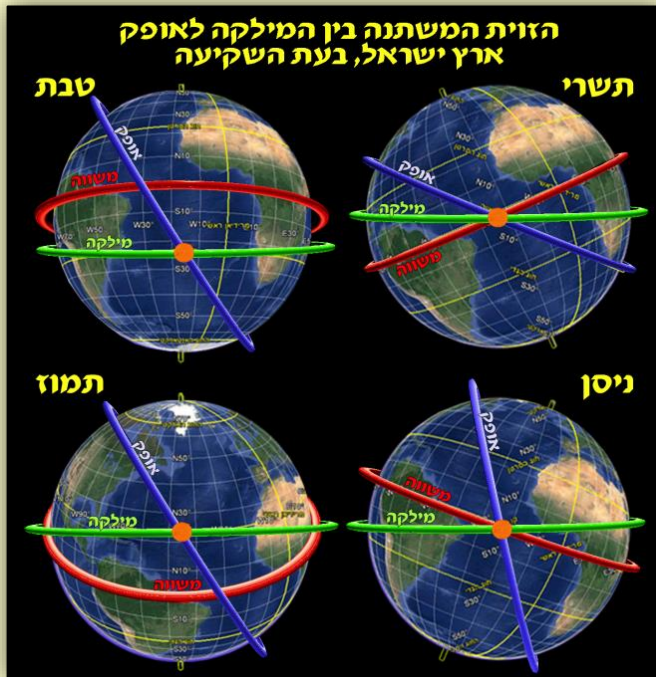
ככל שמתרחקים מהקטבים יש לשמש עליה וירידה גדלות והולכות - וניתן להחשיב את שיא העליה והירידה כחצות היום והלילה; כאשר מרוחקים

מהקטבים 23.5 מעלות [קו רוחב 66°33' צפון או דרום] - בחצות היום החורפי השמש זורחת מעל האופק, ובחצות הלילה הקיצי השמש שוקעת מתחת לאופק - וניתן להגדיר כזריחה ושקיעה; האזור שבין

דירחא כי חזיתו סיהרא דמשלים ליומא [הירח שוקע בעת זריחת החמה (רש"י)] בעירו חמירא, והקשתה הגמ' שסימן זה מתאים לט"ו בניסן ואילו מועד ביעור החמץ ב"ד 'אימת משלים - בחמיסר, והא אנו מארביסר מבערין?', וביארה שהסימן מיועד דוקא ליורדי הים 'לדידהו דמגלו להו עלמא - מארביסר משלים'; וקשה, מאחר וסימן זה מתאים לשעת הניגוד שהיא באמצע כ"ט יום י"ב שעות ותשצ"ג חלקים - הרי שהסימן לא מתאים לבוקרו של י"ד אלא לבוקרו של ט"ו - לאחר שעברו י"ד ימים ומחצה מתחילת החודש, וא"כ אדרבה בים שהאופק איננו מוסתר - הסימן עשוי להתאים לבוקר ט"ו, ובבקעת בבל המוסתרת בהרים - הסימן יתאים רק לבוקר ט"ז [שאז הלבנה תשקע מאחורי ההרים שבמערב כשהחמה תזרח מעל ההרים (שבמזרח)]; המאירי (ר"ה כ:): כתב שהים גבוה מהארץ כמ"ש 'פֶּנֶס פֶּנֶד מִי הָיָה', וממילא יורדי הים רואים את המאורות מנקודת תצפית גבוהה יותר - ולכן מקדימים לראות את השלמת הלבנה; בספר 'מחר חדש' (ר"ה כ"א). ביאר שמדובר כשקידשו עפ"י הראיה - וממילא יום י"ד לראיה הוא יום ט"ו למולד שעפ"י רוב הוא אחר הניגוד, ויותר נכון לפרש ש'משלים ליומא' הוא כשהלבנה שוקעת כשהאיר פני כל המזרח שני שליש שעה לפני הנץ החמה - שהוא ביום י"ד למולד (דלא כרש"י). הרב ואלטר שליט"א כתב שמאחר ויורדי הים מתנתקים מהיבשה לכמה חודשים - הרי שהפער בין 'קביעותם' לקביעות האמיתית עלול לעלות על יום אחד, כגון שבא"י היו ד' חודשים מלאים רצופים, וממילא לא די להם ביו"ט שני; ר"נ מסר להם סימן שאם היום שבו הלבנה נראית לראשונה יחשב כר"ח עבורם (שבלב ים אין להם ידיעה אמיתית אימתי קבעו את ר"ח) - הרי שהיום שבו הירח שוקע אחר זריחת החמה וכביכול 'ממתיך' לזריחה הוא יום י"ד, ועדיין ניתן לבער את החמץ, אלא שעל פי תחשיב אסטרונומי (שנעשה לנתוני שנים אלו בקוי האורך והרוחב של נהרות בבל והים הערבי) הוברר שכח סימן זה יפה רק לרוב השנים].

בחצי השני של החודש: בחצי האחרון של החודש תחילת הלילה חשוך, וסוף הלילה מואר באור הלבנה - כי היא ממשיכה להקאות גם בשעות הבוקר. **לקראת המולד** - הלבנה כבר קרובה לחמה, ולא תוכל להראות בשעות הבוקר מפני אור החמה המכה את אורה, ולכן תראה רק בסוף





שמקיף את חבירו - כאשר גופו של המקיף תמיד פונה לאותו כיוון, ונמצא שכלפי השמש הנמצאת במרכז הסיבוב - זווית האופק משתנית, ושינוי פרופיל זה כלפי השמש גורם לזווית משתנה בין האופק למילקה, וראה בעמ' 140 הסבר אחר, והדברים אינם סותרים אלא משלימים]. ח' - מיקום הירח הוא קרוב למישור המילקה, ועשוי לנטות עד כחמש מעלות לצפון או לדרום בניצב למילקה [רוחב צפוני או רוחב דרומי בלשון הרמב"ם (קדה"ח ט"ז ח'); כיום מחשבים שהוא חמש מעלות ותשע דקות של קשת (שהם 5.15 מעלות) - וממילא יש

לאתר את הירח בסמוך לקו הדמיני של מישור המילקה. ט' - כיוון חרמש הירח מופנה תמיד לכיוון השמש כי הוא מחזיר את אורה - ולכן כדי לחשב את כיוון החרמש יש לאמוד היכן השמש נמצאת כעת [בעומק לפחות חמש מעלות תחת האופק - שהוא מיקומה כעשרים דקות אחר השקיעה, ובארץ ישראל בזווית 58° לאותו מקום ששקעה בו - הנוטה לצפון או לדרום מהמערב בהתאם לעונות השנה (בהתאם למקום שהמילקה חצה את האופק)] - וכיוון החרמש יהיה מופנה לשם [הגדרה זו אינה הגדרת הרמב"ם (פיה"מ ר"ה ב' ז', וקדה"ח פרק י"ט) של בדיקת העדים בדיעת כיוון קצוות הירח - ששם פירש שהכוונה לכיוון הקו הניצב לקו המחבר את שני קצוות הלבנה (כלומר, הקצוות העליונים של החרמש, ולא עיגול החרמש)].

טווחי ראיית הירח החדש: רום - רום הירח החדש בשעת הראיה [לפחות עשרים דקות אחר שקיעת גוף החמה] הוא בטווח שבין ארבע לעשר מעלות מעל האופק, מאחר ובתוך ארבע מעלות מעל האופק הירח - החדש 'נכבה' בשל אדי האטמוספירה, ומעל רום עשר מעלות מעל האופק [ובראיה גבולית עד 12° - המתאים ל- 14° שלקשת הראיה] - הירח בודאי יוכל להראות. **מרחק לצפון ממקום שקיעת החמה באופק מערב** [שבקיץ הוא צפוני, ובחורף - דרומי]: הירח החדש יראה בטווח שבין שמונה מעלות צפונית למקום שקיעת החמה [בניסן, כשהאורך הראשון הוא כ-15 מעלות, כשזווית המילקה ביחס לאופק היא עד כ-85 מעלות (לצופים בקו רוחב כ-29 מעלות), והירח ברוחב צפוני מקסימלי (שמונה המעלות מורכבות מחמש מעלות בשל הרוחב המירבי הצפוני, ועוד כשלוש עד ארבע מעלות בשל מיקום השמש העכשווי עשרים דקות אחר השקיעה - שהוא צפוני למקום ששקעה בו, ובהפחתת כשתי מעלות דרומה בגלל זווית המילקה רק כ-82 עד 85 מעלות כלפי האופק ולא בניצב לו, ובסה"כ מעוגל לשמונה מעלות צפונית למקום שקיעת החמה)]; **מרחק לדרום**: עד 25 מעלות דרומית למקום שקיעת החמה [בתשרי, כשהאורך הראשון הוא כ-24 מעלות, כשזווית המילקה עם האופק היא כ-32 מעלות (לצופים בקו רוחב כ-35 מעלות), והירח ברוחב דרומי מקסימלי].

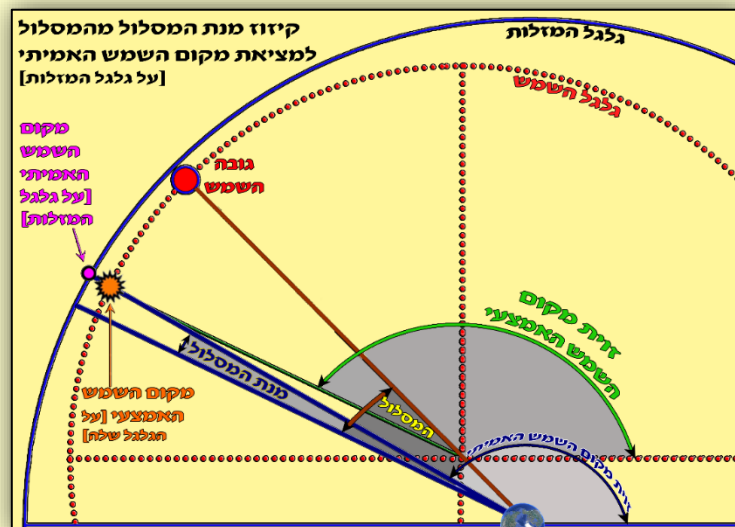
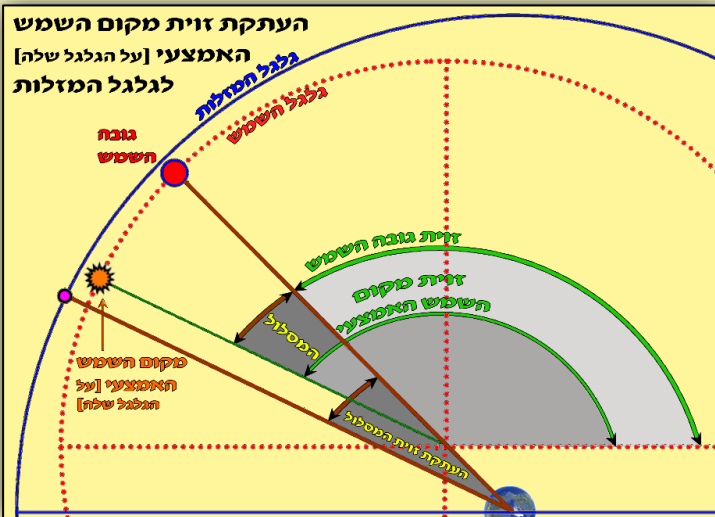
האמצעי היומי של נקודת הגובה [כ-53 שניות של קשת בשנה סדורה] כפול מספר הימים שעברו מאז יום העיקר - עד היום המבוקש (כמבואר בפרק י"ב).

מסלול השמש: ג' - לאחר מכן יש לחשב את 'מסלול השמש' - שהוא ההפרש שבין זווית נקודת הגובה לזווית מקום השמש האמצעי על הגלגל שלה, באמצעות הפחתה.

מנת המסלול: ד' - לאחר שידוע 'מסלול השמש' [ההפרש שבין מקום השמש האמצעי על הגלגל שלה לבין

זווית נקודת הגובה] - ניתן לדעת את 'מנת המסלול' - שהיא הזווית הנובעת ישירות מגודל זווית 'המסלול' [והיא בעצם הזווית המתקבלת מהסטת מקום הצפייה בשמש כלפי מרכז גלגל השמש - אל הארץ הנמצאת במרכז גלגל המזלות; חישוב הרמב"ם של 'מנת המסלול': כאשר 'המסלול' 180 או 360 מעלות - אין לו מנה, והמקום האמצעי הוא המקום האמיתי; אם הזווית שונה,

מנתה היא: $10^{\circ} \leftarrow 20', 20' \leftarrow 10^{\circ}, 40' \leftarrow 30^{\circ}, 85' \leftarrow 40^{\circ}, 1^{\circ} 15' \leftarrow 50^{\circ}, 1^{\circ} 29' \leftarrow 60^{\circ}, 1^{\circ} 41' \leftarrow 70^{\circ}, 1^{\circ} 50' \leftarrow 80^{\circ}, 1^{\circ} 57' \leftarrow 90^{\circ}, 1^{\circ} 59' \leftarrow 100^{\circ}, 1^{\circ} 58' \leftarrow 110^{\circ}, 1^{\circ} 53' \leftarrow 120^{\circ}, 1^{\circ} 45' \leftarrow 130^{\circ}, 1^{\circ} 33' \leftarrow 140^{\circ}, 1^{\circ} 19' \leftarrow 150^{\circ}, 1^{\circ} 1' \leftarrow 160^{\circ}, 42' \leftarrow 170^{\circ}, 21' \leftarrow 180^{\circ}$
 $0^{\circ} \leftarrow 180^{\circ}$; מנת המסלול שבין הזוויות הנתונות נמצאת על פי תחשיב ביניים (איטרופלוציה ליניארית); בחשבונות אלו מעגלים את השניות.



מקום השמש האמיתי על גלגל המזלות: ה' - הפחתת 'מנת המסלול' מזווית מקום השמש האמצעי - נותנת את זווית 'מקום השמש האמיתי' על גלגל המזלות ביחס לכדור הארץ [אם זווית המסלול יותר מ- 180° - יש להוסיפה על זווית מקום השמש האמיתי; במסלול בטווח בין 180-360 מעלות - המנה

להוסיפו עליו **[מאחר שהירח**

לאחר קיזוז שינוי הרוחב לירח צפוני, או הוספתו על ירח דרומי - יצא חשבון המעלות

הנליזה והאורך השלישי: ו' חישוב **'נליזת מעגל הירח'**: מקומו הנראה של הירח מעל פני הארץ צויין ע"י האורך השני והרוחב השני, וכדי למצוא את מקום זה ביחס לקשת המשווה - יש תחילה להציב אנך מקשת המשווה העובר מהקוטב הצפוני לדרומי דרך מקום הירח הנראה; חישוב קו זה מאפשר למצוא את הנקודה על קשת המשווה השוקעת עם הירח; נקודת החיתוך של קו ניצב זה עם גלגל המזלות יצוין באמצעות **'האורך השלישי'**, וחישובה נעשית ע"י קיזוז גודל קשת **'נליזת מעגל הירח'** מ'האורך השני' - באם 'הרוחב השני' הוא צפוני, או הוספתו על 'האורך השני' - באם 'הרוחב השני' הוא דרומי; גודל קשת **'נליזת מעגל הירח'** שיש לקזזו או להוסיפו על 'האורך השני' נובע מחישוב המותנה באורך 'הרוחב השני' ומהמזל. שיעור **'הנליזה'** שיש לקזז או להוסיף על **'האורך השני'** כדי לקבל את **'האורך השלישי'** - מותנה באורך **'הרוחב השני'** [חלקו היחסי של 'הרוחב השני' המהווה את 'נליזת מעגל הירח' כתוצאה של מיקום הירח בעונות השנה בחלקי המזלות השונים:

20° – 200° , 0° – 80° ← שתי חמישיות; 40° – 220° , 20° – 200° ← שליש; 50° – 230° , 40° – 220° ← רבע
 60° – 240° , 50° – 230° ← חמישית; 70° – 250° , 60° – 240° ← שישית; 80° – 260° , 70° – 250° ← אחד חלקי י"ב
 85° – 265° , 80° – 260° ← אחד חלקי כ"ד; ואם יהיה מקום הירח מחמש ועשרים ממזל תאומים עד חמש מעלות ממזל
 סרטן או מחמש ועשרים ממזל קשת עד חמש מעלות ממזל גדי לא תקח כלום, לפי שאין כאן נליזת מעגל].

אלו כוכבים יראו במשך הלילה

אלו כוכבים יראו: כיפת השמים זרועה בכוכבים, אולם לא ניתן לראות את כולם מכל מקום בכדור הארץ מאחר וחלק מהכוכבים תמיד נמצאים מתחת לאופק של אותו מקום, וגם הסיבוב היומי על צירו של כדור הארץ - אינו מאפשר לראות את הכוכבים הנמצאים מתחת לקו האופק; על הפסוק 'מוֹנֶה מִסְפָּר לְכֹכָבִים לְכֹלָם שְׁמוֹת יִקְרָא' (תהלים קמ"ז ד') כתב הרד"ק בשם הראב"ח שיש מספר לכוכבים הנראים, אולם הכוכבים שאינם נראים הם רבים והאדם אינו יכול לראותם ולמנותם - אלא רק הקב"ה יודע מספרם, ונבראו רק למשול על הארץ ולא להאיר כמ"ש 'וְלִמְשֹׁל בַּיּוֹם וּבַלַּיְלָה', ולעתים כמה כוכבים נראים לעינינו ככוכב אחד - מפני הגובה הגדול שבינינו. **לנמצאים בקו המשווה** - כל הכוכבים יוכלו להראות בשעות החשיכה כי כולם נמצאים מעל האופק, אלא שכל שהכוכב צפוני או דרומי - מסלולו בעת העליה והירידה - יהיה קצר [כלומר יעלה רק מעט עד נקודת ה'חצות' שלו], וכוכב הצפון אינו עולה מהאופק, ומסלולם של כוכבי מאזנים וטלה הנמצאים על מישור המשווה השמימי יהיו הארוכים ביותר - עד ממש מעל הראש. **לנמצאים בקוטב הצפוני** - כוכב הצפון נמצא בדיוק מעל הראש, רק הכוכבים הצפוניים לקו המשווה נמצאים מעל קו האופק, והם יראו במשך כ"ד שעות בשעות החשיכה, והכוכבים הדרומיים לקו המשווה כלל לא יראו כי הם תחת האופק.

חלוקת הכוכבים לשלש מחלקות: א' - הכוכבים הנמצאים צפונית לנטיית רוחב מסויימת הגדולה מ- 90° פחות קו הרוחב [כלומר, בישראל הנמצאת בקו רוחב 32° - הכוכבים הנמצאים צפונית לנטיית רוחב $58=90-32$] - יראו בכל הלילה, שהרי הם סובבים את כוכב הצפון ותמיד ימצאו מעל אופק צפון; ב' - הכוכבים הנמצאים באותה נטיה אולם לצד הקוטב ההפוך [כלומר בישראל - דרומית לנטיית רוחב 58 דרום] - לא יראו כלל; ג' - הכוכבים שבין נטיה זו לזו - יזרחו בשעה מסויימת וישקעו בשעה מסויימת, כאשר הכוכב יראה יותר שעות במשך הלילה ככל שנטייתו צפונית יותר, ופחות שעות בכל לילה כאשר נטייתו דרומית יותר. בשל כך כאשר השמש נמצאת ב'תקופת תמוז', כלומר בקו רוחב 23.5 צפון - היא נראית יותר שעות ביום מאשר כשהיא ב'תקופת טבת', כלומר בקו רוחב 23.5 דרום - שאז נראית רק מעט שעות ביום.

