



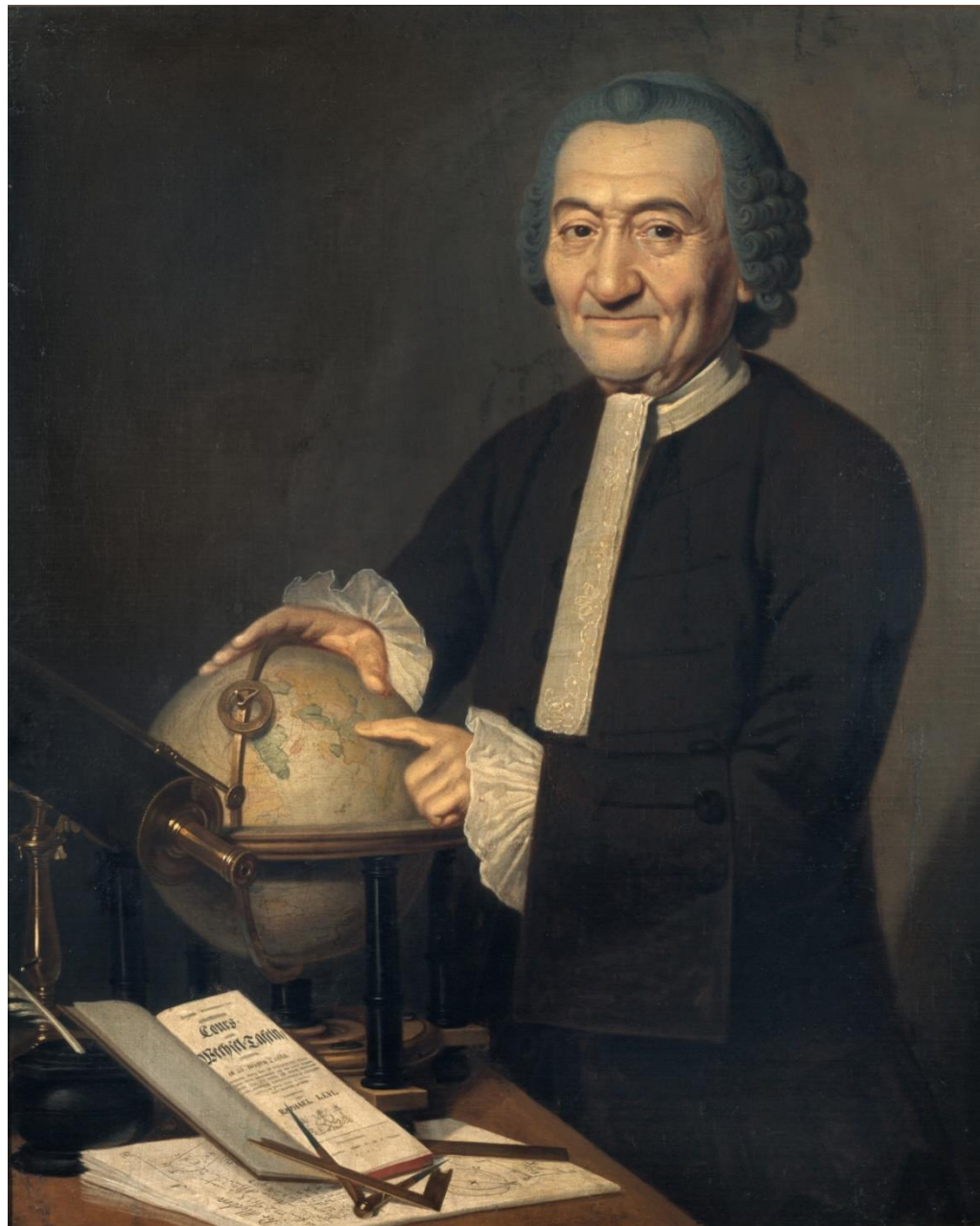
המחלקה למתמטיקה

סמינר הלוח העברי

לוח זמני היום בהלכה
שחיבר ר' רפאל הלוי מהנובור

ד"ר ערן רביב

ג' בטבת תש"ף | 31 בדצמבר 2019



- Source: *Historisches Museum am Hohen Ufer, Hanover*
ערן רביב

רפאל הלוי - ביוגרפיה

- רפאל לוי (הלוי) סגל יליד הנובר (1685, תמ"ה - 17 במאי 1779, ב' בסיוון תקל"ט) היה מתמטיקאי ואסטרונום יהודי, התפרסם בעיקר עקב ספרו "תכונת השמים" (שהודפס ללא ידיעתו ע"י ר' משה מטיקטין). רפאל הלוי התייתם בגיל צעיר מאביו, יעקב יוסף לוי, למד בישיבת פרנקפורט על נהר מיין, ואחר כך למד בכוחות עצמו מדעים ושפות.
- עבד כמנהל חשבונות אצל יהודי החצר וולף אופנהיימר בהנובר. לאחר מכן משך את תשומת לבו של לייבניץ, שהיה איש החצר בהנובר, והפך לתלמידו ובן-חסותו, והיה למזכירו האישי במשך כשש שנים. (לאחר פטירת לייבניץ הוא הוציא 2 ספרים, בגרמנית, בחשבון אינפיניטסימלי 1747, 1776).
- בהמשך היה מורה לפילוסופיה, למתמטיקה ולאסטרונומיה.
- ספרו "תכונת השמים" (אמסטרדם תקט"ז) עוסק באסטרונומיה, ובו ביאור להלכות קידוש החודש של הרמב"ם; כן פרסם לוחות אסטרונומיים שונים ומאמרים במתמטיקה. חלק מחיבוריו עדיין בכתבי יד, וחלקים מחיבוריו נחקרו בשנים האחרונות ע"י אינג' איידלר מבלגיה.
- במהלך הדורות לא הכירו ברום ערכו לקידום המחקר באסטרונומיה היהודית, בלוח העברי, ובזמני היום בהלכה.

רפאל הלוי – מצבת זכרון

פ"ט

איש אשר אלה לו ראוי להציב ציונים ולחוק
בעט ברזל למען ידעו דורות אחרונים איש צדיק
וישר ונשוא פנים בישישים חכמה ואורך
ימים ושנים, נהירין ליה שבילי דרקיע כשבילי
דנהר דעים ונבונים, יסיק שמים במרכבת תחכ
מונים ואספ בחפניו כל גלילות ארץ וימים קדמונים חכמתו
ובינתו לעיני כל עמים והמונים, התיצב לפני מלכים
ורוזנים, ראוי לעבר את השנים רפאל אחד מן השרים
הראשונים ה"ה התורני הרבני המפורסם מהור"ר רפאל
בן החבר רבי יעקב יוסף הלוי זצ"ל יצאה נשמתו ביום ב'
לעת ערב ונקבר למחרתו ביום ג' ג' סיון תקל"ט לפ"ק
ת"נ'צ'ב'ה'



תכונותיו

- בר' רפאל הלוי מהנובר התמזגו כשרונות ותכונות מיוחדות:
 - למדנות.
 - התמדה.
 - דייקנות – עד כדי פרפקציוניזם.
 - ענווה.

חיבוריו שהופיעו בדפוס בעברית

- תכונת השמים (אמשטרדם 1756): ספר שהודפס כאמור "מאחורי גבו וללא ידיעתו".
- לוחות העיבור – חלק א' (ליידן 1756): טבלאות עזר לחישוב מולדות ותקופות ע"פ האסטרונומיה המודרנית (של המאה ה-18).
- לוחות העיבור – חלק ב' (הנובר 1757): טבלאות עזר לחישוב מולדות ותקופות ע"פ האסטרונומיה התלמאית להבנת הלכות קדוש החודש לרמב"ם. {הספר הראשון שהודפס בהנובר באות עברית}
- לוח לזמני היום בהלכה (חמ"ד 1766) – לוח רב שנתי המבוסס על התאריך הגרגוריאני והודפס כדף בודד.
– מדף בודד זה יצאו 2 מהדורות דפוס, ולאחרונה נמכר במכירה פומבית העתק של הלוח בכתב יד של "פלאגיאט".

חיבוריו שעדיין בכתב יד

- ספר חכמת התכונה – כתב היד הוהדר ע"י אינג' איידלר.
- תכונת השמים הארוך – כתב היד הוהדר ע"י אינג' איידלר.
- כללי סוד העיבור והתכונה – כתב יד מספריית אוקספורד, Ox Mich 58, הוהדר ומוער ע"י אינג' איידלר.
- סימני השווקים והירידים בערי גרמניה. (כ"י לונדון).
- עברונות (כ"י לונדון).
- קביעת ליקוי השמש (כ"י לונדון).
- קובץ חבורי רפאל הלוי הנובר (כ"י לונדון).
- חכמת האלגברה (כ"י אוקספורד).
- דרוש על הגלגלים (ספריה הלאומית).
- חשבון הקץ והתחיה (כ"י ברלין).

תכונת השמים

- הודפס ע"י ר' משה מטיקטין ללא ידיעתו של הנובר.

לסדר ולפרט אשר פקד על פי משה עבד ה' ל'פ'ק

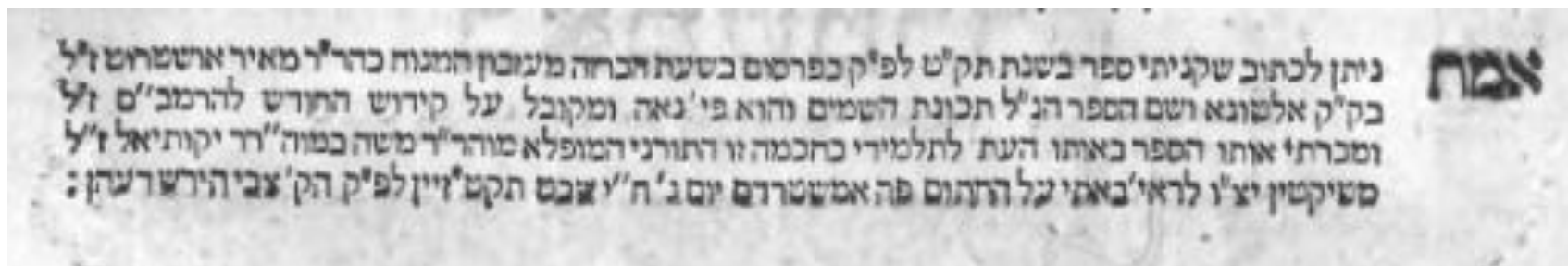
- בבחירת הגימטריה לתאריך רומז ל"בעלים"

לסדר ולפרט אשר פקד על פי משה עבד ה' ל'פ'ק

באשר שטרדם

בבית זכרון החדש והמשוכה מהארץ יאן יאנסון

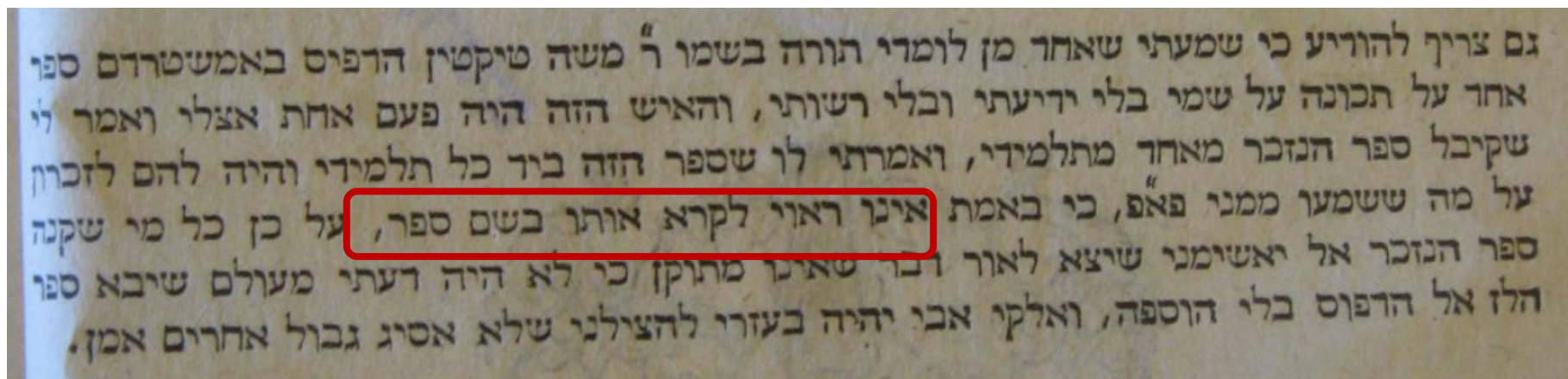
רכישת כתב היד מעיזבון תלמיד



"אמת ניתן לכתוב שקניתי ספר בשנת תק"ט (1749) לפ"ק בפרסום בשעת הכרזה מעיזבון המנוח כהר"ר מאיר אושטרוט ז"ל בק"ק אלטונא ושם הספר הנ"ל תכונת השמים והוא פי' נאה ומקובל על קידוש החודש להרמב"ם ז"ל ומכרתי אותו הספר באותו העת לתלמידי בחכמה זו התורני המופלא מוהר"ר משה במוה"ר יקותיאל ז"ל מטיקטין יצ"ו לראי' באתי על החתום פה אמשטרדם יום ג' ח"י שבט תקט"ז זיין לפ"ק הק' צבי הירשדעהן"

"אויבו של הטוב הוא הטוב ביותר"

- ומה דעתו של הנובר עצמו על הספר (ענוותנותו)...
(מתוך הקדמתו ל"לוחות העיבור חלק שני):



- לולא "הסגת הגבול" אולי לא היינו יודעים על חיבורו
החשוב הנ"ל.

קולופון תכונת השמים - 1734

(הודפס רק כעבור 22 שנים)

השמים

צז

תכונת

למערכ ומכריח כל הגלגלים והכוכבים עמו כי מהירות הזה אי אפשר לאייר בשכל באשר שהשמש הוא הכוכב
היותר גדול ויתלועע סביב הארץ כך'ד שעות כל כך היקף גדול וכן שאר הכוכבים ודי בזה
למסחיל בחכמה זו :

ועתה הגניחות את חבורי זה הקטן בכמות וגדול באיכות ותחינתי היא לתלמידיי ולכל אשר מעיין צו
שישים לבו להשכיל בענין הדבר עד שיבין אותו ואל יאשימני על אשר ימצא בו דבר אשר חלקתי על
הראשונים כי לופה תעלומות ומבין לפועי מחשבות הוא יודע ועד כי לא לגרוע ממעלתם ח"ו עשינו זה לא כונתנו
בכל זה היתה לשם שמים כדי להעמיד הדבר ההוא על צוריו ולהוציא משפטיו לאור וגם כדי לעורר התלמידים
שיקטו לב להבין ויבינו וישכילו בחכמות עליונות ואולי ימצא חן בזה בעיני חלקים ואדם יחי ראון מלפני חלקי
החלקים ואדוני החלוקים שיקרא לשמו הגדול וישיב שבות עמו ויקוים בכו מקרא שכתוב העם ההולכים
בתוֹסֵף ראו אור גדול יושבי בארץ כלמות אור נגה עליהם : נגמר החבור קטן זה בשנת בפר לעמד
ישראל אשר **פדית** לפ"ק :

תכניתו של הנובר

- באקראי מצאנו שבאחד העותקים של לוחות העיבור שנמכר ככל הנראה במכירה פומבית בשנת 2009 מופיע דף מודפס ומודבק, דף שלא נמצא בעותקים האחרים.
- דף זה שופך אור על תכניתו המקורית של רפאל הלוי תכנית שמטעמים לא ידועים לא יצאה מהכוח לפועל.

תכניתו של הנובר



סימן ההדבקה

תכניתו של הנובר

"קורא (?) קרי בחיל על קצווי ארץ לידע ולהודיע לכל אשר נדב לבו
לשתות מנהר החכמה ומקור התבונה מחכמת התכונה וקידוש
החודש הנני נוטה אליו שלומי מנהר ידיעתי ומשם יפרד והיה
לארבע ראשים להשקות לכל איש חכם לב . הראש האחד
הוא **החלק הראשון** הנקרא לוחות העיבור והוא רק הקדמה לשאר החלקים השלשה:

ובחלק השני יבואו לוחות המהלכים לשמש וירח עם מנותיהם אשר
מתוכם יכול המבין לדעת מקום שמש אמיתי ומקום ירח אמיתי בכל זמן
ובכל מקום ואפשרות הראיה לירח בכל מקום לדעת הרמבם ז"ל: **ובחלק**
הג' יבוא פירוש על קידוש החודש להרמבם ומקור טעמו ונמוקו מהיכן
הוציא כל דבריו. וגם פירוש מכמה הלכות חמורות בש"ס בביאור רחב.
ובחלק הד' יבוא סדר תכונה חדשה עם מופתים ועם מהלך כוכבי לכת
השבעה בלשון קל ובחשבון קצר: לכן הנני מודיע לכל מי אשר יבוא לידו
חלק ראשון **הזו** אל ימהר בכריכה עד שיקבץ גם השלושה חלקים
האחרונים ויעשה ממנו _ _ (?) לרוות צמאוננו והיו לאחדים ממני (?) כה
דברי רפאל לוי מהנובר

לוחות העיבור

חלק א' ליידן תקט"ז

• מעבר לדף השער:

הארת לדעת לכל בר דעת שהשגות גבולי הדפוס
מספר חדש כזה שכיחי היוזקו אם ידפיס אחריו מי
שאינו בקי כי אם טעה במספר אחד בלוחות
האלו / התועלת בכלל מקולקל ואני יגעתו ב
ביגעת הרכה / ער שיצא מתחת ידי דבר מ
מתקן שאין בו אפילו טעות אחד לכן באתי
בחיטת ידי ממש בכל ספר וספר / כדי ש
שירעו משל מי הוא / אם והוא מדפוס שלי
או מדפוס הבא אחריו וכל ספר שאין בו ח
חתימת שמי בכתב ידי לאו דירי הוא ;

98



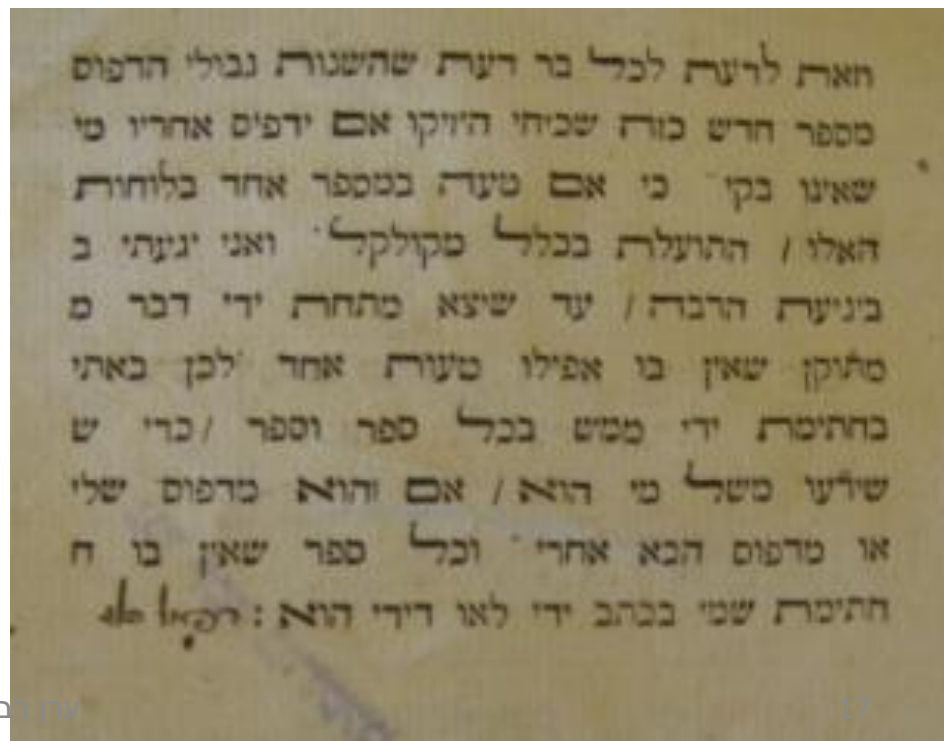
נדפס ע"י הארון ליסאק בליידן שנת
הקט"ז לפק

חתימתו של הנובר בכל אקסמפלר

עותק הספריה הלאומית

עותק רש"י פין
hebrewbooks

חזאת לדעת לכל בר דעת שהשגות גבולי הדפוס
מספר חדש כזה שכיחי הויקו אם ידפיס אחריו מי
שאינו בקי כי אם טעה במספר אחד בלוחות
האלו / התועלת בכלל מקולקל ואני יגעת ב
ביגיעת הרבה / עד שיצא מתחת ידי דבר מ
מתקן שאין בו אפילו טעות אחד לכן באתי
בחתימת ידי ממש בכל ספר וספר / כדי ש
שירעו משל מי הוא / אם הוא מדפוס שלי
או מדפוס הבא אחרי וכל ספר שאין בו ח
חתימת שמי בכתב ידי לאו דויד הוא : רפאל בלוי



עותק ספריית בית מדרש לרבנים פריס (תודה לר"י איידלר)

חזאת לדעת לכל בר דעת שהשגות גבולי הדפוס
מספר חדש כזה שכיחי היוזקו אם ידפיס אחריו מי
שאינו בקי כי אם טעה במספר אחד בלוחות
האלו / התועלת בכלל מקולקל ואני יגעת ב
ביגעת הרבה / עד שיצא מתחת ידי דבר מ
מתוקן שאין בו אפילו טעות אחד לכן באתי
בחתימת ידי ממש בכל ספר וספר / כדי ש
שירעו משל מי הוא / אם והוא מדפוס שלי
או מדפוס הבא אחרי וכל ספר שאין בו ח
חתימת שמי בכתב ידי לאו דדי הוא : רפאל גאן

עותק ספריית עץ חיים באמסטרדם

לוחות העבור

ראה זה רבר חדש אשר לא היה לשלמים

אלו לוחות העבור יש בהם רב האיות ומעט הכמות :

ומהם תדע בזמן מן הזמנים שבעה עתים .

הראשון רגע מולד האמצעי .

השני רגע מולד הנכון .

השלישי רגע מולד האמתי .

הרביעי רגע ניגוד האמתי .

החמישי רגע תקופת האמתי .

הששי רגע ליקוי השמש .

השביעי רגע לקוי הירח .

תבנים ויסוד המהגרים חתוכן ופילסוף החבר

רפאל הלוי מהאגבר .



נרפס ע"י האדון ליסאק בלייזן שנת

הקטן לפק

1756

חזאת לדעת לכל בר דעת שהשגות גבולי הדפוס
מספר חדש כזה שכיחי הויקן אם ידפוס אחריו מי
שאינו בקי כי אם טעה במספר אחד בלוחות
האלו / התועלת בכלל מקולקלי ואני ינעתי ב
ביניעת הרבה / עד שיצא מתחת ידי דבר מ
מתקן שאין בו אפילו טעות אחד לכן באתי
בחתימת ידי ממש בכל ספר וספר / כרי ש
שירעו משל מי הוא / אם הוא מדפוס שלי
או מדפוס הבא אחרי וכל ספר שאין בו ח
חתימת שמי בכתב ידי לאו ידידי הוא : רפאל הלוי

מצא את ההבדלים

לוחות העיבור

ראה זרה רבו חרש אשר לא הורה לעולמים

אלו לוחות העיבור יש בהם רב האיות ומעט הכמות :

ומהם תרע בזמן סן הזמנים שבעה עתים .

הראשון רנע מולד האמצעי .

השני רנע מולד הנכון .

השלישי רנע מולד האמתי .

הרביעי רנע ניגוד האמתי .

החמישי רנע תקופת האמתי .

הששי רנע ליקוי השמש .

השביעי רנע לקוי הירח .

חברים ויסרם המהגרים התוכן ופילסוף החבר

רפאל הלוי מהאנאבר .



גרפס ע"י האדון ליסאק בליידן שנת

הקטן לפק

1756

לוחות העיבור

ראה זרה רבו חרש אשר לא הורה לעולמים

אלו לוחות העיבור יש בהם רב האיות ומעט הכמות :

ומהם תרע בזמן סן הזמנים שבעה עתים .

הראשון רנע מולד האמצעי .

השני רנע מולד הנכון .

השלישי רנע מולד האמתי .

הרביעי רנע ניגוד האמתי .

החמישי רנע תקופת האמתי .

הששי רנע ליקוי השמש .

השביעי רנע ליקוי הירח .

חברים ויסרם המהגרים התוכן ופילסוף החבר

רפאל הלוי מהאנאבר .



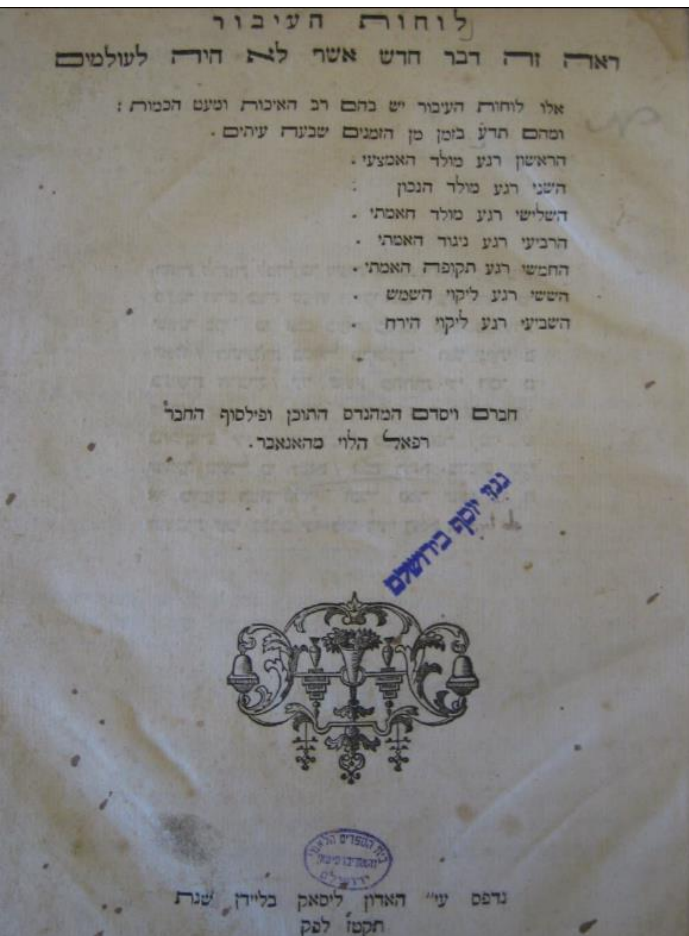
גרפס ע"י האדון ליסאק בליידן שנת

הקטן לפק

העותקים החתומים הם רק עותקים מתוקנים

- במהדורת הדפוס הראשונה שם הספר 'לוחות העיבור', ואילו במהדורה השנייה 'לוחות העבור' (ללא האות יו"ד).
- מבדיקתנו עולה שככל הנראה הגיליון הראשון כולו - 8 עמודים ראשונים (כולל השער) הודפסו פעמיים והוחלפו בחלק מהטפסים, פעולה זו אינה שגרתית בעידן סידור האותיות הידני, והצריך מהמחבר השקעה נוספת הן בזמן והן בממון.
- אנו משערים שבמועד הסמוך לסיום ההדפסה הראשונה של 'לוחות העיבור' חלק ראשון, מצא הנובר 2 שגיאות דפוס (ככל הנראה טעויות של סדר הדפוס), ועקב קפדנותו לא חסך מאמץ והדפיס את כל הגיליון (כולל השער) בשנית, וזאת מתוך מגמה להחליפו בטפסי הספר שהיו עדיין תחת ידו. מסתבר שבמועד מאוחר יותר גילה כמה טעויות נוספות ולפיכך צרף בעמוד האחרון של החלק השני של 'לוחות העיבור' - "לוח הטעות".
- על מנת לשים לב מיד אם העותק הוא "מתוקן" או משובש הוא הוריד את האות יוד משם הספר ורק העותקים המתוקנים בכתב ידו או המתוקנים ממהדורה בתרא - חתומים בחתימת ידו.

עותק הספריה הלאומית – מהדורה א' מתוקנת בכתב ידו של המחבר, ולכן חתומה



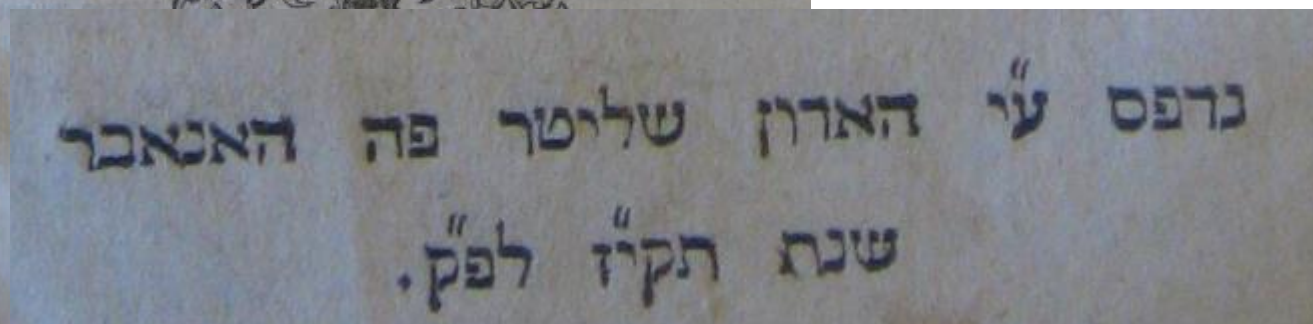
24.	20.	316
6.	4.	608
17.	1.	620

חזרת לדעת לכל בר דעת שהשגרת גבולי הדפוס
מספר חדש כזה שכיחי חיוקו אם ידפיס אחריו מי
שאני בקי כי אם טעה במספר אחד בלוחות
האלו / התועלת בכלל מקולקל / ואני יעיתי ב
ביגועת הרבה / עד שיצא מתחת ידי דבר מ
מתוקן שאין בו אפילו טעות אחד / לכן באתי
בחתומת ידי ממש בכל ספר וספר / כדי ש
שירעו משל מי הוא / אם והוא מדפוס שלי
או מדפוס הבא אחריו / וכל ספר שאין בו ח
חתימת שמי בכתב ידי לאו דירי הוא : רפאל הלוי

31	745	נא
33	781	נב
34	816	נג
35	852	נד

לוחות העיבור חלק שני

- מדוע חלק א' הודפס
בליידן וחלק ב'
בהנובר?



גרסת ע' הארון שליטר מה האמנות
שנת תק"ז לפ"ק.

הנובר וליידן

Distance between Hannover (Germany) and Leiden (Netherlands)

By car: 410 km or 255 miles and takes 4 hours, 3 mins.

By air: 358 km or 222 miles and takes about 0 hours, 26 mins.

Countries you will drive through from Hannover to Leiden.



ספרו "הגדול" – שלא הודפס

לוחות העיבור סוף חלק א'

ועתה אתה הקורא ראה והבן הארבע משלים שהבאתי ובארתי בהם כל חלוקות האפשר
בחשבונות האלו בלישנא קלילא המשתמע לכל מעיין. והתועלת היוצאין מן לוחות האלו
אי אפשר לפרטם בספר קטן הכמות. אמנם יש בהם תועלת גדול למי שנפשו חשקה להבין
קידוש החודש להרמבם. ובהרבה מקומות בתלמוד. ואין רצוני להאריך בשכחם במקום
שראוי לקצר אף שידוע למבינים. ואם יוכני השם יתב להעלות חיבורי הגדול לבית הדפוס משם
תראה כל חכמת לימודיות ובפרט סדר וחשבון התכונה ופירוש מספיק על קידוש החודש
להרמבם. ופירוש מכמה מאמרים סתומים בתלמוד. ובו כלול המופת על לוחות
האלו. כד הקטן רפאל בלאא החסיד החבר יעקב יוסף מבית לוי זצ"ל פה
הנובר שנת תק"ו לאלף הששי ליצירה ה':

הלוח הראשון

לזמני היום 1766

לוח זמני היום

1766

(ערך את הלוח בגיל 81)

לוח עלות השחר וצאת הכוכבים נ"ך החמה נשקיעת החמה לכל ימי השנה באופקים בלרין העובר ואמשטרדם וכל המקומות שחבשם צפונות מן כל מעלות ע"ב מעלות: וסודר הלוח מיסוד על חדשי האומות המוכנים לחמה: ותמצא בכל לוח משלשה לוחות הלוח הראש הלוח: ובתחתיו הלוח החדשים וימי החדש משלשה לשלשה ימים: ובתוך השורות תמצא בכל עמודה שעות ופיגוען מסמן אמית: ובצד ימין תמצא כתוב עלות השחר נ"ך החמה נשקיעת החמה וצאת הכוכבים: וחברתי לוח זה בתכלית הקיצר פה העובר שנת תקס"ר אלף השישי רפאל מכית לוי:																																
פברוארי											ינואר											דצמבר										
ימי	20	17	14	11	8	5	2	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	31	28	25	22	החדש										
עלות השחר	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	שעות מינוטן										
נ"ך החמה	54	6	12	17	23	28	33	39	43	47	51	55	59	2	5	9	12	10	11	12	13	מינוטן										
נשקיעת החמה	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	שעות מינוטן										
צאת הכוכבים	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	50	53	56	59	41	42	43	44	מינוטן										
ימי	21	24	27	30	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	2	5	8	11	14	17	20	החדש										
אקטובר											נוועמבר											דצמבר										

פערבוארי				מערץ												אפריל													
ה'תרש"ב	20	23	26	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	3	6	9	12	15	18	21	= ימי							
שעות	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	שעות							
מינוטן	3	57	52	46	40	34	28	22	15	9	3	57	50	44	37	31	24	18	11	5	59	השטר							
שעות	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	נץ							
מינוטן	54	48	42	36	30	24	18	11	6	59	53	47	41	35	29	23	16	11	5	59	53	החמה							
שעות	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	שקיעת							
מינוטן	6	12	18	24	30	36	42	49	54	1	7	13	19	25	31	37	44	49	55	1	7	החמה							
שעות	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	צאת							
מינוטן	51	56	2	8	14	20	26	32	38	44	51	57	3	10	16	23	29	36	42	49	55	הכוכבים							
ה'תרש"ב	21	18	15	12	9	6	3	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	31	28	25	22	= ימי							
אקטובר				דעמבעמבער												אונגסטוס													

אפריל				מאי												יוני												יולי				אוגוסט				
החודש	21	24	27	30	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	31	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	31
שבת	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
מנוחה	19	22	25	28	31	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	31	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	31	3	6	9	12	15	18	21	24	27
שבת	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
מנוחה	13	16	19	22	25	28	31	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	31	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	31	3	6	9	12	15	18	21
שבת	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
מנוחה	7	12	18	24	29	31	40	45	50	54	58	3	6	10	13	15	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	3	6	9	12	15	18	21
שבת	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
מנוחה	15	2	8	14	21	27	33	40	46	51	57	2	7	11	15	19	22	25	27	28	29	30	31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
החודש	22	19	16	13	10	7	4	1	29	26	23	20	17	14	11	8	5	2	29	26	23	20	17	14	11	8	5	2	29	26	23	20	17	14	11	8
אוגוסט				ספטמבר												אוקטובר												נובמבר				דצמבר				

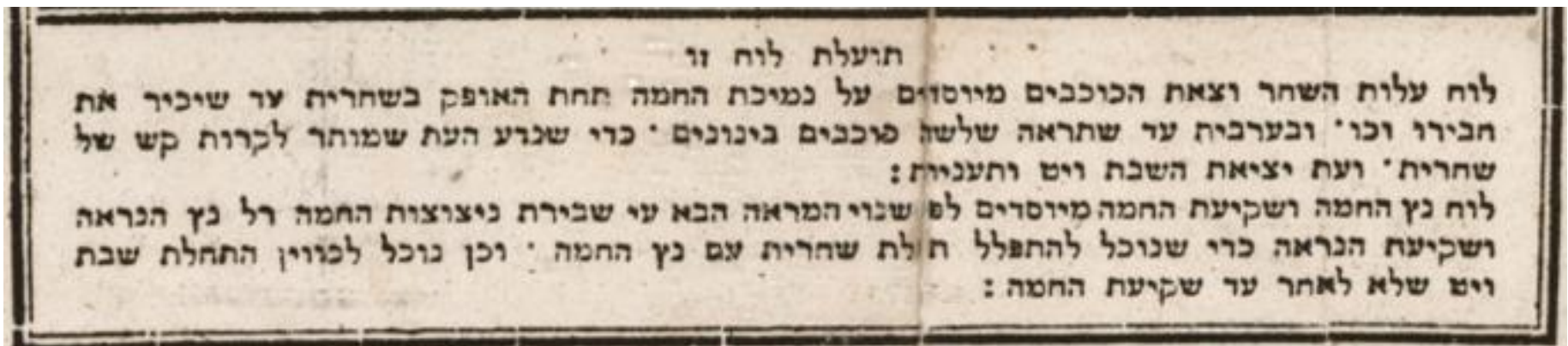
לוח עלות השתר הצאת המוכרים מיוסדים על נמיכת החמם תחת האופק בשחרית עד שיכיר את החבור וכן ובערכית עד שותראה שלשה בוכבים כינונים כרי שגרע העת שמורת לקרות קש של שחרית רעת יציאת השבת יוט ותעניות לוח קן החמם ושקיעת החמם מיוסדים לפי שניו המראה חבא על שכרית ניצעות החמם ררל קן הגרמא ושקיערת הגרמא כרי שנוכל להתפלל תפלת שחרית עם קן החמם וכן נוכל לכרור התחלת שבת יוט שלי לאחר עד שמועת החמם

מהדורה בתרא

עותק הספריה הלאומית

לוח לזמני היום בהלכה

- בהיותו ב- 81 חיבר לוח חדשני לזמני היום בהלכה.
- הלוח מבוסס על התאריך הגרגוריאני (המקורב לשנת החמה), ומכיל את זמני עלות השחר, הנץ החמה, שקיעת החמה וצאת הכוכבים.
- החידושים העיקרי של הלוח הוא קביעת הזמנים ההלכתיים בהתבסס על עומק השמש מתחת לאופק במעלות (= המגדיר את דרגת החושך של הרקיע), ולא כפרק זמן קבוע משקיעת/זריחת החמה! בנוסף חישוביו כוללים התחשבות ברפרקציה.



חשיבותו ההלכתית של הלוח

- כפי שהראה אינג' לוינגר (המעין גליון 200) הלוח התקבל באהבה, אומץ ע"י ר' נתן אדלר רבו של החת"ס כ"אורים ותומים" בעניין זמני היום ההלכתיים.
- הלוח מצוי בספריה הלאומית ועותק של הלוח מצוי בספרו של הרב בניש "זמני היום בהלכה" (עמ' 525).

עוֹתֵק "לא נודע" של הלוח- מהדורה קמא

לוח עלות השחר וצאת הכוכבים * נץ חמה ושקיעת החמה לכל ימי השנה באופקים ברלין. הנובר
ואמשטרדם ולכל המקומות שרחבם צפנית מן גב מעלות עד גב מעלות * וסדר הלוח מיוסד על
חדשי האומות השונים לחמה * ותמצא: כל לוח משלשה לוחות האלו בראש הלוח ובתחתית הלוח
החדשים וימי החודש משלשה לשלשה ימים ובתוך * השורות תמצא בכל ערוגה שעות ומינוטין
מומן אמתי ובצר ימין תמצא כתוב עלות השחר נץ החמה שקיעת החמה וצאת הכוכבים * וחברתי
לוח זו בתכלית הקיצר יפה הנובר שנת תקכו לאלף הששי רפאל סבית לוי

דעצעמבר					יאנוארי										פערברוארי										
החודש	22	25	28	31	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	2	5	8	11	14	17	20	ימי =			
שעות	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0	6	6	6	עלות השחר			
מינוטין	13	12	11	10	9	7	5	2	59	55	51	47	43	39	34	29	24	19	14	9	3				
שעות	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	נץ החמה			
מינוטין	13	13	12	11	9	6	3	0	57	52	48	44	39	33	28	23	17	12	6	0	54				
שעות	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	שקיעת החמה			
מינוטין	47	47	48	49	51	54	57	0	3	8	12	16	21	27	32	37	43	48	54	0	6				
שעות	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	צאת הכוכבים			
מינוטין	40	41	42	43	44	46	49	52	55	58	2	6	10	14	19	24	29	34	40	45	51				
החודש	20	17	14	11	8	5	2	29	26	23	20	17	14	11	8	5	2	30	27	24	21	ימי =			
דעצעמבר					נאוועמבר										אקטאבר										

פברוארי				מרץ				אפריל			
---------	--	--	--	-----	--	--	--	-------	--	--	--

אפריל				מאי				יוני				יולי				אוגוסט			
ימי =	2	5	8	11	14	17	20	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35
עלות השחר	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
נץ החמה	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
שקיעת החמה	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8
צאת הכוכבים	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ימי =	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	50	53	56

תועלת לוח זו
 לוח עלות השחר וצאת הכוכבים מיוסדים על נמיכת החמה תחת האופק בשחרית עד שיכיר את
 חבירו וכו' ובערבית עד שתראה שלשה כוכבים בינונים כדו שנרע העת שמוחר לקרות קש של
 שחרית ועת יציאת השבת ויט ותעניות:
 לוח נץ החמה ושקיעת החמה מיוסדים לפי שנוי המראה הבא עי שבידת ניצוצות החמה רל נץ הנראה
 ושקיעת הנראה כדו שנוכל להתפלל חלת שחרית עם נץ החמה וכן נוכל לכוין התחלת שבת
 ויט שלא לאחר עד שקיעת החמה:

בהשוואה ללוח הנמצא בספריה הלאומית

- ככל הנראה מסתבר שזהו העותק הראשון שהודפס ע"י הנובר, כי נפלו בו כמה טעויות דפוס (וראינו כמה היה הנובר רגיש לעניין השגיאות, וללא ספק גנז את המהדורה הראשונה).

מועתק ע"י יעקב די פינטו

(באדיבות קדם- בית מכירות)

לוח עולות היצור וצאת הכוכבים בין ישיקית החמה לכל ימי השנה באופקים של ברלין קטור ואמסטרדם
 וכל המקומות שיהיהם צפונות עד 66 מעלות יסוד העלות מודוס יכל חשוי האומנות
 המדינה חמה ובכל לוח עם מרחות האלו המצא בריאשו ובתחתיו החרישים יוצא החודש שיעשה
 לשעשה ימים יבוצר ימי המצא כחוס וכן עלות היצור בין ישיקית החמה וצאת הכוכבים:

מפניבאר												יאנאר												דעצעמבר												ימי																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
22	25	28	31	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	50	53	56	59	62	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	98	101	104	107	110	113	116	119	122	125	128	131	134	137	140	143	146	149	152	155	158	161	164	167	170	173	176	179	182	185	188	191	194	197	200	203	206	209	212	215	218	221	224	227	230	233	236	239	242	245	248	251	254	257	260	263	266	269	272	275	278	281	284	287	290	293	296	299	302	305	308	311	314	317	320	323	326	329	332	335	338	341	344	347	350	353	356	359	362	365	368	371	374	377	380	383	386	389	392	395	398	401	404	407	410	413	416	419	422	425	428	431	434	437	440	443	446	449	452	455	458	461	464	467	470	473	476	479	482	485	488	491	494	497	500	503	506	509	512	515	518	521	524	527	530	533	536	539	542	545	548	551	554	557	560	563	566	569	572	575	578	581	584	587	590	593	596	599	602	605	608	611	614	617	620	623	626	629	632	635	638	641	644	647	650	653	656	659	662	665	668	671	674	677	680	683	686	689	692	695	698	701	704	707	710	713	716	719	722	725	728	731	734	737	740	743	746	749	752	755	758	761	764	767	770	773	776	779	782	785	788	791	794	797	800	803	806	809	812	815	818	821	824	827	830	833	836	839	842	845	848	851	854	857	860	863	866	869	872	875	878	881	884	887	890	893	896	899	902	905	908	911	914	917	920	923	926	929	932	935	938	941	944	947	950	953	956	959	962	965	968	971	974	977	980	983	986	989	992	995	998	1001	1004	1007	1010	1013	1016	1019	1022	1025	1028	1031	1034	1037	1040	1043	1046	1049	1052	1055	1058	1061	1064	1067	1070	1073	1076	1079	1082	1085	1088	1091	1094	1097	1100	1103	1106	1109	1112	1115	1118	1121	1124	1127	1130	1133	1136	1139	1142	1145	1148	1151	1154	1157	1160	1163	1166	1169	1172	1175	1178	1181	1184	1187	1190	1193	1196	1199	1202	1205	1208	1211	1214	1217	1220	1223	1226	1229	1232	1235	1238	1241	1244	1247	1250	1253	1256	1259	1262	1265	1268	1271	1274	1277	1280	1283	1286	1289	1292	1295	1298	1301	1304	1307	1310	1313	1316	1319	1322	1325	1328	1331	1334	1337	1340	1343	1346	1349	1352	1355	1358	1361	1364	1367	1370	1373	1376	1379	1382	1385	1388	1391	1394	1397	1400	1403	1406	1409	1412	1415	1418	1421	1424	1427	1430	1433	1436	1439	1442	1445	1448	1451	1454	1457	1460	1463	1466	1469	1472	1475	1478	1481	1484	1487	1490	1493	1496	1499	1502	1505	1508	1511	1514	1517	1520	1523	1526	1529	1532	1535	1538	1541	1544	1547	1550	1553	1556	1559	1562	1565	1568	1571	1574	1577	1580	1583	1586	1589	1592	1595	1598	1601	1604	1607	1610	1613	1616	1619	1622	1625	1628	1631	1634	1637	1640	1643	1646	1649	1652	1655	1658	1661	1664	1667	1670	1673	1676	1679	1682	1685	1688	1691	1694	1697	1700	1703	1706	1709	1712	1715	1718	1721	1724	1727	1730	1733	1736	1739	1742	1745	1748	1751	1754	1757	1760	1763	1766	1769	1772	1775	1778	1781	1784	1787	1790	1793	1796	1799	1802	1805	1808	1811	1814	1817	1820	1823	1826	1829	1832	1835	1838	1841	1844	1847	1850	1853	1856	1859	1862	1865	1868	1871	1874	1877	1880	1883	1886	1889	1892	1895	1898	1901	1904	1907	1910	1913	1916	1919	1922	1925	1928	1931	1934	1937	1940	1943	1946	1949	1952	1955	1958	1961	1964	1967	1970	1973	1976	1979	1982	1985	1988	1991	1994	1997	2000

דעצעמבר

פאניבאר

אקטובר

[illegible][illegible]

זמן עליה הישר וצאת הכוכבים מיוסדים ביעהר עד יצייר את חבירו וכו' ובערב עד יתראה
 יצאנה כוכבים ביננים כד' להודיע את ק'ש וחמן יציאת שבתות וימים טובים הביאנו
 ענינו למנוחה ולשמחה נגמר ביום ה' יט' לס' ה' ביעהר הקלע לעק ע"י יעקב די פינטו לט

לוח עלות היעור וצאת הכוכבים נץ ושקיעת החמה לכל ימי השנה באופקים של ברלין קנור ואמשטרדם
וכל המקומות שרחבם צפונית מן ג'ב מעלות עד ג'ב מעלות וסדר הלוח מיוסד על חדשי האומות
המונים לחמה ובכל לוח שב הלוחות האלו תמצא בראשו הלוח ובתחתית הלוח
לשלשה ימים ובצד ימין תמצא כתוב וכן עלות היעור נץ ושקיעת החמה וצאת הכוכבים:

לוח עלות השחר וצאת הכוכבים נץ חמה ושקיעת החמה לכל ימי השנה באופקים ברלין קנור
ואמשטרדם ולכל המקומות שרחבם צפונית מן ג'ב מעלות עד ג'ב מעלות וסדר הלוח מיוסד על
חדשי האומות השונים לחמה ותמצא בכל לוח משלשה לוחות האלו בראש הלוח ובתחתית הלוח
החדשים וימי החודש משלשה לשלשה ימים ובתוך השורות תמצא בכל ערוגה שעות ומינסון
מוסן אמתי ובצד ימין תמצא כתוב עלות השחר נץ החמה שקיעת החמה וצאת הכוכבים; וחברתי
לוח זו בתכלית הקיצר יפה הנובר שנת תקכו לאלף הששי רפאל מכית לוי

תועלת לוח זו

לוח עלות השחר וצאת הכוכבים מיוסדים על נמיכת החמה תחת האופק בשחרית עד שיכיר את
חבירו וכו' ובערכית עד שתראה שלשה כוכבים בינונים כרי שגדע העת שמוחר לקרות קש של
שחרית ועת יציאת השבת ויס ותעניות:
לוח נץ החמה ושקיעת החמה מיוסדים לפי שנוי המראה הבא עי שבירת ניוצות החמה רל נץ הנראה
ושקיעת הנראה כרי שנוכל להתפלל חלת שחרית עם נץ החמה וכן נוכל לכוין התחלת שבת
ויס שלא לאחר עד שקיעת החמה:

וזמן עלות היעור וצאת הכוכבים מיוסדים ביעור יעד יעור את חבירו וכו' ובערב עד יתראה
שלשה כוכבים בינונים כרי להודיע יעת ק"ש וזמן יציאת שבתות וימים טובים הביא
עיניו למנוחה ולשמחה נגמר ביום ה' יט לס' ה' ביעור הקטע לע"י יעקב די פינטו לט

תנועת השמש השנתית - הדמיה

- <https://astro.unl.edu/naap/motion3/animation>

Motions of the Sun Simulator

reset help about

Time and Location Controls

the day of year: 21 June

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

the time of day: 12:00

the observer's latitude: 52.0 ° N

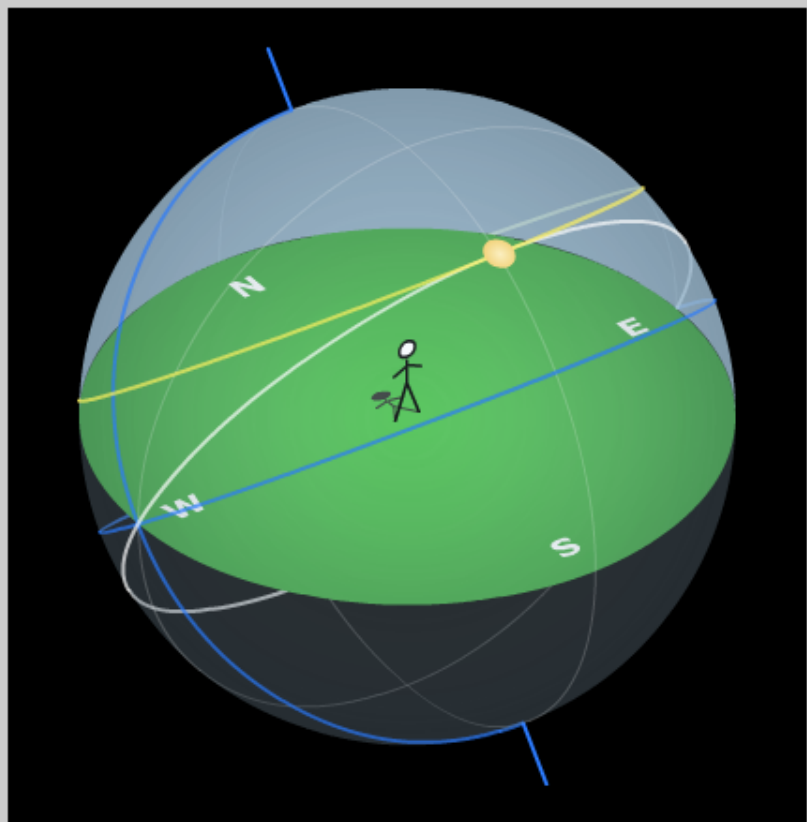
Animation Controls

start animation

animation mode:

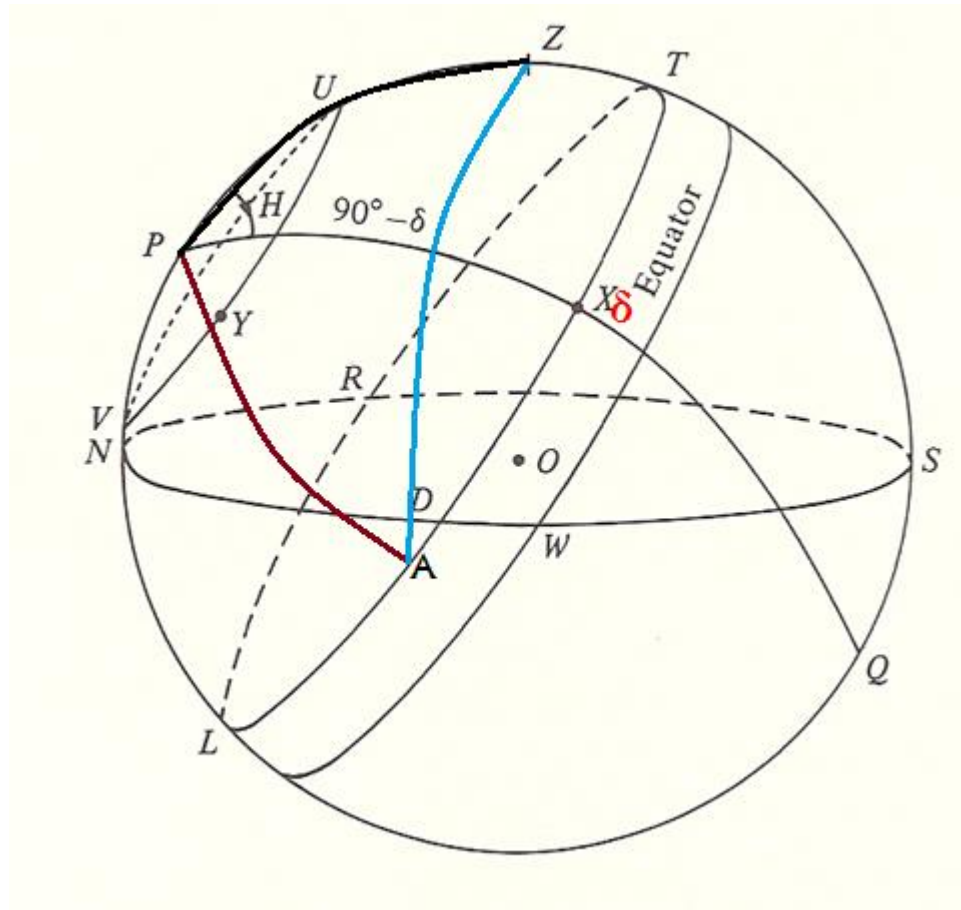
General Settings

- ☒ show the sun's declination circle
- ☒ show the ecliptic



עין רביב

חישוב צלע בעזרת שלוש הקשתות וזוית משפט הקוסינוסים במשולש ספרי



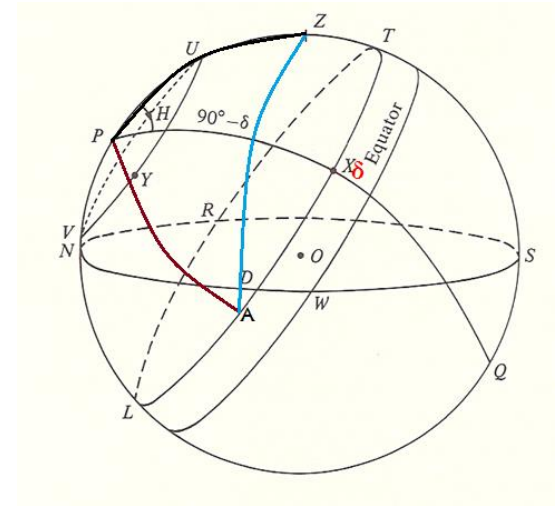
- $ZP = 90 - \varphi$
- $ZA = 90 + Z'$
- $PA = 90 - \delta$



משפט הקוסינוסים הספרי

- $ZP = 90 - \varphi$
- $ZA = 90 + Z'$
- $PA = 90 - \delta$

$$\begin{aligned}
 \bullet \cos(H) &= \frac{\cos(za) - \cos(pa) * \cos(zp)}{\sin(pa) * \sin(zp)} = \\
 &= \frac{\cos(90 + z') - \cos(90 - \delta) * \cos(90 - \varphi)}{\sin(90 - \delta) * \sin(90 - \varphi)} = \\
 &= \frac{\cos(90 + z') - \cos(90 - \delta) * \cos(90 - \varphi)}{\sin(90 - \delta) * \sin(90 - \varphi)} = \\
 &= \frac{\cos(90 + z') - \sin(\delta) * \sin(\varphi)}{\cos(\delta) * \cos(\varphi)}
 \end{aligned}$$



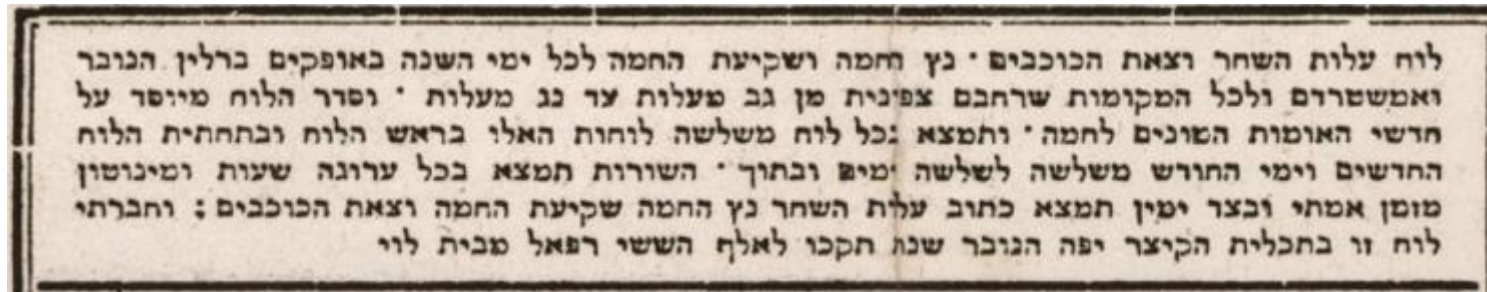
אופן השימוש בלוח

מערץ							אפריל							
13	10	19	22	25	28	31	3	0	9	12	15	18	21	ימי =
5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	עלות
22	15	9	3	57	50	44	37	31	24	18	11	5	49	השחר
6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	בץ
11	6	59	53	47	41	35	29	23	16	11	5	59	53	החמה
5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	שקיעת
19	54	1	7	13	19	25	31	37	44	49	55	1	7	החמה
6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	צאת
32	38	44	51	57	3	10	16	23	29	36	42	49	55	הכוכבים
30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	31	28	25	22	ימי =
ועפ"טעמבר							אונדס							

Local Apparent Time vs. Local mean time

- מערכת הזמן שהיתה מקובלת היא זמן מקומי אמיתי – Local Apparent Time - כלומר הזמן ע"פ שעון השמש, כאשר השמש חוצה את קו המצהר $\leq$ חצות היום = 12 בצהריים, ולא הזמן המקומי הממוצע Local mean time - הנהוג בשימוש כיום. סולם ה-'זמן ממוצע מקומי' המודרני (LMT), עם 'משוואת הזמן' התואם אותו, הוגדר ב-1672 ע"י Flamsteed, אבל יושם בחיים האזרחיים בפועל רק החל מסוף המאה ה-18 (לראשונה בעיר ג'נבה בשווייץ קרוב ל-1790, ובלונדון בשנת 1792) ברוב הארצות (כגון גרמניה, אוסטריה, פולין והונגריה וכו') רק בחצי הראשון של המאה ה-19. (הנתונים מאינג' לוינגר מת"א).

אופן השימוש בלוח- "זמן אמיתי"



- השעות הן בנות 60 דקות.
- הלוח בנוי בהסתמך על- **local apparent time** כלומר בכל יום בעת חציית השמש את קו האורך המקומי (המצהר = מרדיאן) השעה נקבעת ל- 12 בצהריים = **local apparent noon**. מכאן נובע שיש סימטריה סביב השעה 12 בצהריים בהתייחס לנץ ושקיעת החמה.

5	5	4	4	נץ
1	5	9	3	חמה
6	6	7	7	שקיעת
49	55	1	7	חמה

$$12 - (7h, 7m) = 4h, 53m$$

$$12 - (6h, 49m) = 5h, 11m$$

במילים אחרות:

סכום "הנץ" עם שקיעת החמה
תמיד ייתן 12:00 שעות!!

האלמנך הראשון

- כפי שהוכחנו, הנובר היה ער לחידושי המדע של המאה ה-18 והשתמש באלמנך הצרפתי שהיה חלון האלמנכים ועמד בקדמת המדע האסטרונומי של המאה ה-17 וה-18.
- האלמנך הצרפתי החל לצאת מידי שנה החל מהרבע האחרון של המאה ה-17 (1679).
- האלמנכים סרוקים וזמינים לצפייה-
- <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb327469896/date>

אלמנך צרפתי- 1766

6

JOURS.	JANVIER.	COM- MENC. du Crép.	Lever du Soleil.	Cou- cher du Soleil.	FIN du Crépuf- cule.	LEVER de la LUNE.	COU- CHER de la LUNE.
		H. M.	H. M.	H. M.	H. M.	H. M.	H. M.
1	Me. Circoncifion	5. 55.	7. 52.	4. 8.	6. 5.	9. 43.	10. 30.
2	Jeudi S. Bafile.	5. 54.	7. 52.	4. 8.	6. 6.	10. 49.	10. 35.
3	Ve. S. Geneviev.	5. 54.	7. 51.	4. 9.	6. 6.	Matin.	10. 49.
4	Sa. S. Rigobert.	5. 53.	7. 50.	4. 10.	6. 7.	0. 3.	11. 6.
5	Dim. S. Siméon	5. 53.	7. 50.	4. 10.	6. 7.	1. 20.	11. 21.
6	Lun. les Rois.	5. 52.	7. 49.	4. 11.	6. 8.	2. 34.	11. 43.
7	Mar. S. Theau.	5. 52.	7. 48.	4. 12.	6. 8.	3. 52.	0. 12.
8	Mer. S. Lucien	5. 51.	7. 48.	4. 13.	6. 9.	5. 1.	0. 52.
9	Jeu. S. Pierre E.	5. 51.	7. 47.	4. 13.	6. 9.	6. 34.	1. 48.
10	Ve. S. Guillaum	5. 50.	7. 46.	4. 14.	6. 10.	7. 40.	3. 6.
11	Sam. S. Théod.	5. 50.	7. 45.	4. 15.	6. 10.	8. 49.	4. 43.
12	Dim. S. Paul H.	5. 49.	7. 44.	4. 16.	6. 11.	8. 52.	6. 16.
13	Lu. Oct. des R ^s	5. 48.	7. 43.	4. 17.	6. 12.	9. 18.	7. 46.
14	Mar. S. Hilaire	5. 48.	7. 42.	4. 18.	6. 12.	9. 32.	9. 5.
15	Merc. S. Maur.	5. 47.	7. 41.	4. 19.	6. 13.	9. 50.	10. 24.
16	Jeudi S. Furfy.	5. 46.	7. 40.	4. 21.	6. 14.	10. 6.	11. 38.
17	Ve. S. Antoine.	5. 45.	7. 39.	4. 22.	6. 15.	10. 22.	Matin.
18	Sa. C. S. Pierre.	5. 44.	7. 38.	4. 23.	6. 16.	10. 38.	0. 53.
19	D. S. Sulpice.	5. 43.	7. 36.	4. 24.	6. 17.	10. 52.	2. 8.
20	Lu. S. Sébastien	5. 42.	7. 35.	4. 25.	6. 18.	11. 26.	3. 18.
21	Mar. S. Agnès	5. 41.	7. 34.	4. 26.	6. 19.	0. 1.	4. 26.
22	Me. S. Vincent.	5. 40.	7. 33.	4. 28.	6. 20.	0. 546.	5. 26.
23	Jeudi S. Idéph	5. 39.	7. 32.	4. 29.	6. 21.	1. 40.	6. 15.
24	Ve. S. Timoth.	5. 38.	7. 30.	4. 30.	6. 22.	2. 43.	6. 51.
25	Sa. Conv. S. P.	5. 37.	7. 29.	4. 32.	6. 23.	3. 51.	7. 21.
26	D. Septuagfime.	5. 36.	7. 27.	4. 33.	6. 24.	5. 3.	7. 43.
27	Lundi S. Julien	5. 34.	7. 26.	4. 36.	6. 26.	6. 13.	8. 4.
28	Ma. S. Charlem	5. 33.	7. 25.	4. 36.	6. 27.	7. 22.	8. 21.
29	Me. S. Fr. de S.	5. 32.	7. 23.	4. 37.	6. 28.	8. 30.	8. 34.
30	Jeu. S. Bathilde.	5. 31.	7. 22.	4. 39.	6. 29.	9. 41.	8. 48.
31	Ve. S. Pierre N.	5. 30.	7. 20.	4. 40.	6. 30.	10. 51.	9. 2.

Jours croiffent du 1 au 31 de 31' 15" le mat. & de 31' 45" le foir.

7 1766.						
JOURS.	LONGITUDE DU SOLEIL.	DÉCLINA- SON du SOLEIL. Auriale.	DISTANCE de l'Équinoxe au Méridien.	TEMPS moyen au Midi vrai.	Différ.	
	S. D. M. S.	D. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	Sec.	
1	9. 11. 12. 3	22. 59. 57	5. 11. 16 0.	4. 13. 8	28,3	
2	9. 12. 13. 15	22. 54. 34	5. 6. 51 0.	4. 41. 9	28,1	
3	9. 13. 14. 26	22. 48. 45	5. 2. 27 0.	5. 9. 7	27,8	
4	9. 14. 15. 37	22. 42. 30	4. 58. 3 0.	5. 37. 1	27,4	
5	9. 15. 16. 48	22. 35. 45	4. 53. 39 0.	6. 4. 1	27,0	
6	9. 16. 17. 58	22. 28. 33	4. 49. 16 0.	6. 30. 7	26,6	
7	9. 17. 19. 7	22. 20. 56	4. 44. 54 0.	6. 56. 7	26,0	
8	9. 18. 20. 16	22. 12. 53	4. 40. 32 0.	7. 22. 5	25,8	
9	9. 19. 21. 25	22. 4. 24	4. 36. 10 0.	7. 47. 5	25,0	
10	9. 20. 22. 34	21. 55. 28	4. 31. 49 0.	8. 11. 9	24,4	
11	9. 21. 23. 42	21. 46. 6	4. 27. 29 0.	8. 35. 6	23,7	
12	9. 22. 24. 50	21. 36. 19	4. 23. 9 0.	8. 58. 6	23,0	
13	9. 23. 25. 57	21. 26. 8	4. 18. 50 0.	9. 21. 1	22,5	
14	9. 24. 27. 3	21. 15. 32	4. 14. 32 0.	9. 43. 1	22,0	
15	9. 25. 28. 9	21. 4. 31	4. 50. 14 0.	10. 4. 4	21,3	
16	9. 26. 29. 15	20. 53. 6	4. 5. 56 0.	10. 25. 1	20,7	
17	9. 27. 30. 20	20. 41. 17	4. 1. 40 0.	10. 45. 1	20,0	
18	9. 28. 31. 25	20. 29. 6	3. 57. 25 0.	11. 4. 5	19,4	
19	9. 29. 32. 40	20. 16. 30	3. 53. 10 0.	11. 23. 2	18,7	
20	10. 0. 33. 43	20. 3. 32	3. 48. 56 0.	11. 40. 4	17,2	
21	10. 1. 34. 44	19. 50. 10	3. 44. 42 0.	11. 57. 0	16,6	
22	10. 2. 35. 46	19. 36. 28	3. 40. 29 0.	12. 12. 9	15,9	
23	10. 3. 36. 45	19. 22. 23	3. 36. 17 0.	12. 28. 0	15,1	
24	10. 4. 37. 43	19. 7. 57	3. 32. 6 0.	12. 42. 3	14,3	
25	10. 5. 38. 41	18. 53. 10	3. 27. 56 0.	12. 55. 8	13,5	
26	10. 6. 39. 37	18. 38. 3	3. 23. 47 0.	13. 8. 6	12,8	
27	10. 7. 40. 34	18. 22. 35	3. 19. 38 0.	13. 20. 6	12,0	
28	10. 8. 41. 26	18. 6. 47	3. 15. 30 0.	13. 31. 7	11,1	
29	10. 9. 42. 19	17. 50. 40	3. 11. 23 0.	13. 42. 0	10,3	
30	10. 10. 43. 10	17. 34. 14	3. 7. 17 0.	13. 51. 4	9,4	
31	10. 11. 44. 1	17. 17. 29	3. 3. 12 0.	14. 0. 2	8,8	

אלמנך צרפתי- 1766

12:00

←————→

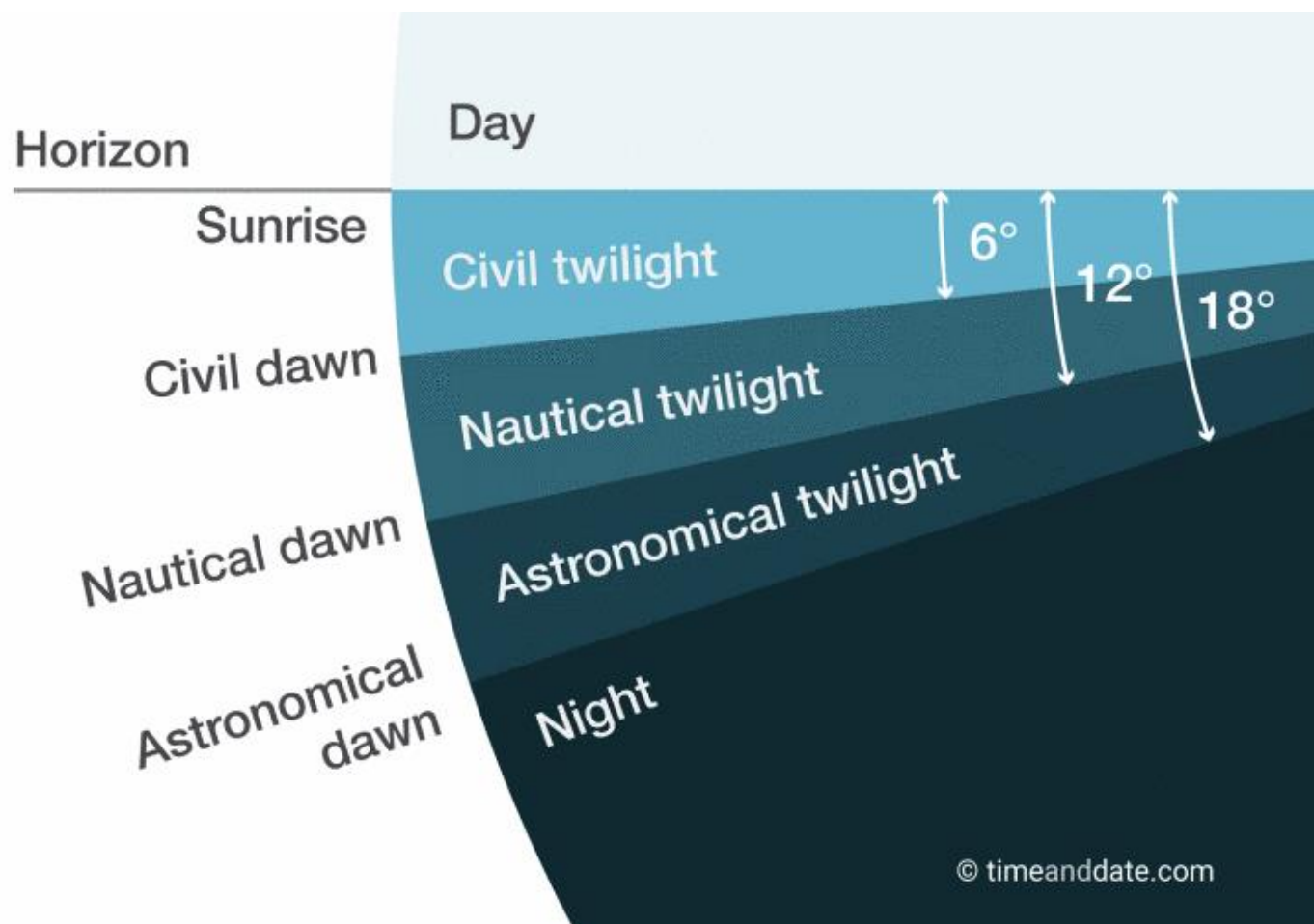
←————→

סוף שקיעה זריחה תחילת
הדמדומים דמדומי בוקר

JOURS.	JANVIER.	COM- MENC. du Crép.	Lever du Soleil.	Cou- cher du Soleil.	FIN du Crépuf- cule.	LEVER de la LUNE.	COU- CHER de la LUNE.
		H. M.	H. M.	H. M.	H. M.	H. M.	H. M.
1	<i>D. Circoncision.</i>	5. 55.	7. 52.	4. 8.	6. 5.	6. 20.	1. 34. 8.
2	<i>Lun. S. Bafile.</i>	5. 54.	7. 52.	4. 8.	6. 6.	7. 29.	2. 34. 1.
3	<i>Ma. S.^e Geneviève</i>	5. 54.	7. 51.	4. 9.	6. 6.	8. 30.	3. 42.
4	<i>Me. S. Rigobert</i>	5. 53.	7. 51.	4. 9.	6. 7.	9. 8.	5. 0.
5	<i>Jeudi S. Simeon</i>	5. 53.	7. 50.	4. 10.	6. 7.	9. 39.	6. 15.
6	<i>Ven. les Rois.</i>	5. 52.	7. 49.	4. 11.	6. 8.	9. 59.	7. 29.

רואים סימטריה כלפי חצות היום גם בין הזריחה לשקיעה וגם בין דמדומי בוקר ודמדומי ערב. (סך הערכים בוקר + ערב = 12 בצהריים).

דמדומי בוקר וערב באלמנך צרפתי- 1766



דמדומי בוקר וערב באלמנך צרפתי- 1766

- סוף היום מחושב כאשר השמש נמצאת 18 מעלות מתחת למישור אופק הצופה.

קו רוחב	
במעלות	48.8566
ברדיאנים	0.85271

תאריך	חשיכה		נטיה יומית			אורך מחצית היום	זווית שעה				
	שעות	דקות	בבסיס 60	במעלות	ברדיאנים	בדקות	במעלות	ברדיאנים	cos(90+Z)	90+Z	Z
01.01.1766	6	5	22,59',57"	-22.999	-0.401411	365	91.25	1.592613	-0.30745	107.91	17.91
20.03.1766	7	51	0,2,16	-0.0378	-0.000659	471	117.75	2.055125	-0.30685	107.87	17.87
21.05.1766	10	29	20,14,48	20.2467	0.353371	629	157.25	2.74453	-0.30866	107.98	17.98
01.06.1766	11	5	22,6,19	22.1053	0.38581	665	166.25	2.90161	-0.30873	107.98	17.98
01.08.1766	10	0	18,0,13	18.0036	0.314222	600	150	2.617994	-0.30914	108.01	18.01

$$\cos(H_s) = \frac{\cos(90+Z) - \sin(\delta_s) * \sin(\phi)}{\cos(\delta_s) * \cos(\phi)}$$

שקיעה/זריחה באלמנך צרפתי- 1766

• ערך השבירה – 33'

קו רוחב	
במעלות	48.8566
ברדיאנים	0.85271

תאריך	שקיעה		נטיה יומית		ברדיאנים	אורך מחצית היום בדקות	זווית שעה		cos(90+Z)	90+Z	Z	
	שעות	דקות	בבסיס 60	במעלות			במעלות	ברדיאנים			במעלות	בדקות קשת
01.01.1766	4	8	22,59',57"	-22.999	-0.401411	248	62	1.082104	-0.0099	90.567	0.567	34.042
20.03.1766	6	3	0,2,16	-0.0378	-0.000659	363	90.75	1.583886	-0.00911	90.522	0.522	31.314
21.05.1766	7	44	20,14,48	20.2467	0.353371	464	116	2.024582	-0.01	90.573	0.573	34.363
01.06.1766	7	55	22,6,19	22.1053	0.38581	475	118.75	2.072578	-0.00982	90.562	0.562	33.748
01.08.1766	7	31	18,0,13	18.0036	0.314222	451	112.75	1.967859	-0.00922	90.528	0.528	31.703

$$\bullet \cos(H_s) = \frac{\cos(90+Z) - \sin(\delta_s) * \sin(\phi)}{\cos(\delta_s) * \cos(\phi)}$$

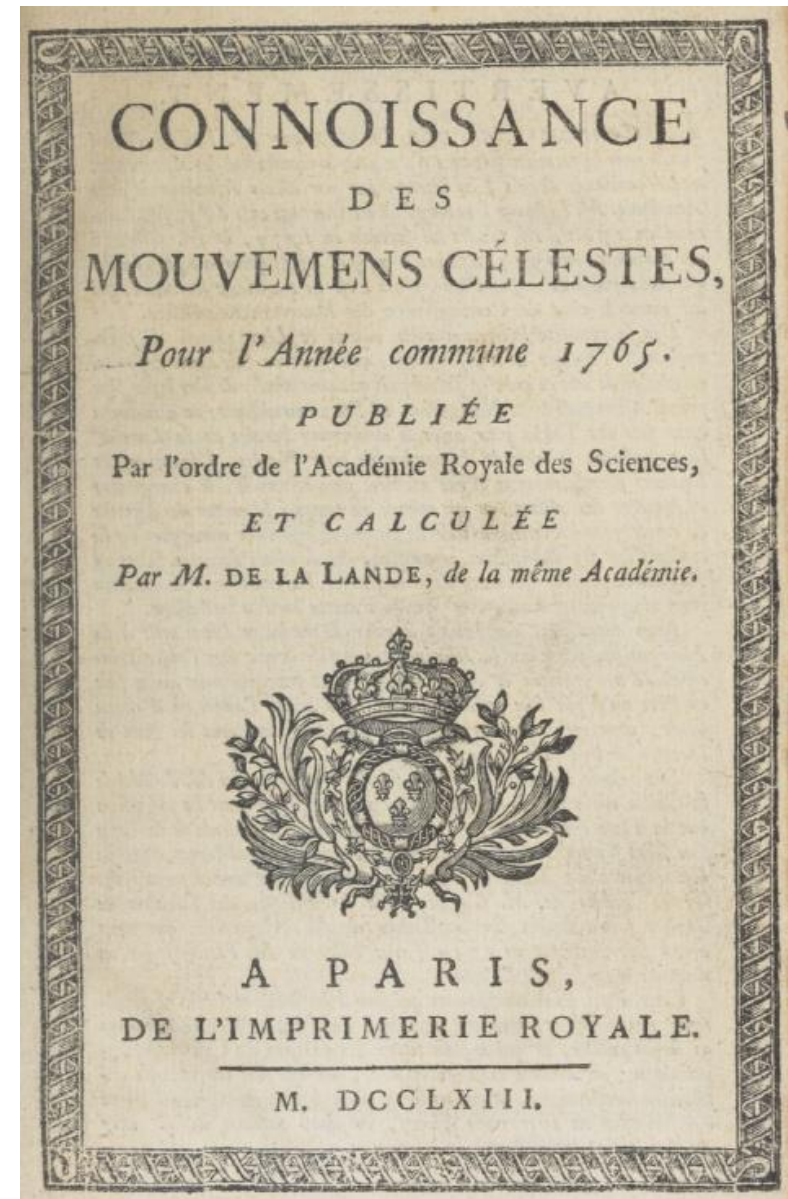
שיעור הרפרקציה- ברדלי 1765 (עמ' 140) (33')

136

TABLE DES RÉFRACTIONS
suivant les Observations de M. BRADLEY.

Voyez la Connoiss. des Mouvemens célestes de 1765, page 196.

HAUT. apparente		RÉFRACTION.		HAUT. apparente		RÉFRACTION.		HAUT. apparente		RÉFRACTION.	
D.	M.	M.	S.	D.	M.	M.	S.	D.	M.	M.	S.
0.	0	33.	0,0	4.	0	11.	51,1	8.	40	6.	1,3
0.	5	32.	10,4	4.	10	11.	28,9	8.	50	5.	54,8
0.	10	31.	22,2	4.	20	11.	7,9	9.	0	5.	48,5
0.	15	30.	35,4	4.	30	10.	48,0	9.	10	5.	42,4
0.	20	29.	49,7	4.	40	10.	29,2	9.	20	5.	36,5
0.	30	28.	2,3	4.	50	10.	11,3	9.	30	5.	30,9
0.	32	28.	4,8	5.	0	9.	54,3	9.	40	5.	25,4
0.	36	27.	30,3	5.	10	9.	38,2	9.	50	5.	20,0
0.	40	26.	59,7	5.	20	9.	22,8	10.	0	5.	14,8
0.	50	25.	41,8	5.	30	9.	8,0	10.	15	5.	7,3
1.	0	24.	28,6	5.	40	8.	54,0	10.	30	5.	0,1
1.	10	23.	19,8	5.	50	8.	40,6	10.	45	4.	53,2
1.	20	22.	15,2	6.	0	8.	27,8	11.	0	4.	46,6
1.	30	21.	14,7	6.	10	8.	14,9	11.	15	4.	40,3
1.	40	20.	17,9	6.	20	8.	2,8	11.	30	4.	34,3
1.	50	19.	24,8	6.	30	7.	51,1	11.	45	4.	28,6
2.	0	18.	35,0	6.	40	7.	40,3	12.	0	4.	23,2
2.	10	17.	48,4	6.	50	7.	30,2	12.	20	4.	16,1
2.	20	17.	4,5	7.	0	7.	20,5	12.	40	4.	9,4
2.	30	16.	23,8	7.	10	7.	11,1	13.	0	4.	3,0
2.	40	15.	45,4	7.	20	7.	2,1	13.	20	3.	56,9
2.	50	15.	9,4	7.	30	6.	53,4	13.	40	3.	51,1
3.	0	14.	35,6	7.	40	6.	45,1	14.	0	3.	45,5
3.	10	14.	3,9	7.	50	6.	37,1	14.	20	3.	40,1
3.	20	13.	34,1	8.	0	6.	29,4	14.	40	3.	34,9
3.	30	13.	6,2	8.	10	6.	22,0	15.	0	3.	29,9
3.	40	12.	39,6	8.	20	6.	14,8	15.	30	3.	23,7
3.	50	12.	3,6	8.	30	6.	8,0	15.	40	3.	16,0



עלות השחר וזמן צאת הכוכבים בלוח הנובר

אפריל				
ימי	21	18	15	12
עלות השחר	3	4	4	4
נץ החמה	49	5	11	18
שקיעת החמה	7	7	6	6
צאת הכוכבים	7	7	7	7
ימי	22	25	28	31
מנוסח				

- רואים שבניגוד לאלמנך הצרפתי שבו יש סימטריה מלאה סביב חצות היום בכל זמני הלוח, בלוח הנובר יש סימטריה בין הזריחה לשקיעה אבל אין סימטריה בין עלות השחר לצאת הכוכבים, אמור מעתה שההנחה ההלכתית שלו לזמן "משיכיר" היא בדרגת חושך גבוהה יותר מאשר זמן צאת הכוכבים.

שקיעה/זריחה בלוח הנובר- 1766

אפריל				
ימי	21	18	15	12
עלות השחר	3	4	4	4
נץ החמה	49	5	11	18
שקיעת החמה	3	4	5	5
צאת הכוכבים	55	49	42	36
ימי	22	25	28	31
מאי				

- כיוון שהערכים בטבלת הנובר הם ערכים המכסים שלושה ימים, לכן ככל הנראה רפאל הלוי מהנובר השתמש בחישוב של הנטיה היומית מהיום העוקב לו.
- לדוגמא- הערך עבור 18.04 נלקח מה- 19.04 על מנת להטות את הטווח 18-20.04

$$\cos(H_s) = \frac{\cos(90+Z) - \sin(\delta_s) \cdot \sin(\phi)}{\cos(\delta_s) \cdot \cos(\phi)}$$

קו רוחב	
מעלות	52.5
רדיאנים	0.916298

עלות השחר בלוח הנובר- 1766

השמש 8 מעלות מתחת לאופק

		עלות השחר			נטיה יומית				אורך מחצית היום	זווית שעה		cos(90+Z)	90+Z	Z במעלות
		שעות	דקות	מע'	דק'	שנ'	במעלות	ברדיאנים		במעלות	ברדיאנים			
ינואר	4.1	4	51	22	42	30	-22.708333	-0.3963352	291	72.75	1.269727031	-0.13973702	98.0326289	8.032628911
	7.1	4	53	22	20	56	-22.348889	-0.3900617	293	73.25	1.278453677	-0.13940453	98.0133902	8.013390172
	10.1	4	55	21	55	28	-21.924444	-0.3826537	295	73.75	1.287180323	-0.13819617	97.9434795	7.943479535
	13.1	4	58	21	26	8	-21.435556	-0.374121	298	74.5	1.300270293	-0.13850314	97.9612384	7.961238413
	16	5	1	20	53	6	-20.885	-0.364512	301	75.25	1.313360262	-0.13801669	97.9330971	7.933097076
	19	5	5	20	16	30	-20.275	-0.3538655	305	76.25	1.330813555	-0.13918907	98.000924	8.000924031
	22	5	9	19	36	28	-19.607778	-0.3422203	309	77.25	1.348266847	-0.13967181	98.0288559	8.028855875
	25	5	13	18	53	10	-18.886111	-0.3296248	313	78.25	1.36572014	-0.1395038	98.0191341	8.019134069
	28	5	17	18	6	47	-18.113056	-0.3161325	317	79.25	1.383173432	-0.13872628	97.9741483	7.974148289
	31	5	21	17	17	29	-17.291389	-0.3017917	321	80.25	1.400626725	-0.13737532	97.8959956	7.895995592
פברואר	3	5	26	16	25	27	-16.424167	-0.2866558	326	81.5	1.42244334	-0.13800854	97.9326254	7.932625436
	6	5	31	15	30	52	-15.514444	-0.2707781	331	82.75	1.444259956	-0.13818139	97.9426248	7.94262479
	9	5	36	14	33	56	-14.565556	-0.2542169	336	84	1.466076572	-0.13793072	97.9281238	7.92812377
	12	5	41	13	34	46	-13.579444	-0.237006	341	85.25	1.487893187	-0.13727289	97.8900707	7.890070747
	15	5	46	12	33	39	-12.560833	-0.2192279	346	86.5	1.509709803	-0.13626086	97.8315358	7.83153582
	18	5	51	11	30	45	-11.5125	-0.200931	351	87.75	1.531526419	-0.1349198	97.7539821	7.753982132
	21	5	57	10	26	15	-10.4375	-0.1821687	357	89.25	1.557706357	-0.13588957	97.8100623	7.810062328
	24	6	3	9	20	18	-9.3383333	-0.1629847	363	90.75	1.583886296	-0.13659555	97.850893	7.850893018
	27	6	8	8	13	5	-8.2180556	-0.1434321	368	92	1.605702912	-0.13442989	97.7256545	7.72565453
	2	6	14	7	4	46	-7.0794444	-0.1235596	374	93.5	1.631882851	-0.13465786	97.7388361	7.738836147
מרץ	5	6	20	5	55	32	-5.9255556	-0.1034205	380	95	1.658062789	-0.13467634	97.7399047	7.739904729
	8	6	26	4	45	36	-4.76	-0.0830777	386	96.5	1.684242728	-0.13451023	97.7302996	7.730299639
	11	6	32	3	35	11	-3.5863889	-0.0625943	392	98	1.710422667	-0.13418427	97.7114526	7.711452612
	14	6	38	2	24	23	-2.4063889	-0.0419994	398	99.5	1.736602606	-0.13369659	97.6832568	7.683256752
	17	6	45	1	13	21	-1.2225	-0.0213367	405	101.25	1.767145868	-0.133566265	97.7969394	7.796939395
	20	6	51	0	2	16	-0.0377778	-0.0006593	411	102.75	1.793325806	-0.13487515	97.7514006	7.75140057
	23	6	57	1	8	44	1.1455556	0.01999372	417	104.25	1.819505745	-0.13395766	97.6983505	7.698350501
	26	7	3	2	19	25	2.3236111	0.04055466	423	105.75	1.845685684	-0.13294125	97.6395891	7.639589118
	29	7	10	3	29	38	3.4938889	0.06097986	430	107.5	1.876228946	-0.13436924	97.7221477	7.722147736

$$\bullet \cos(H_s) = \frac{\cos(90+Z) - \sin(\delta s) * \sin(\phi)}{\cos(\delta s) * \cos(\phi)}$$

עלות השחר בלוח הנובר- 1766

קו רוחב	
מעלות	52.5
רדיאנים	0.916298

		עלות השחר		נטיה יומית					אורך מחצית היום		זווית שעה		90+Z	cos(90+Z)	Z
		שעות	דקות	מע'	דק'	שנ'	במעלות	ברדיאנים	בדקות	במעלות	ברדיאנים	ת			
אפריל	1	7	16	4	39	19	4.6552778	0.08124992	436	109	1.902408885	-0.1331505	97.651686	-0.1331505	7.651686011
	4	7	23	5	48	13	5.8036111	0.10129212	443	110.75	1.932952147	-0.13435013	97.7210425	-0.13435013	7.721042502
	7	7	29	6	56	13	6.9369444	0.12107252	449	112.25	1.959132085	-0.1330005	97.6430141	-0.1330005	7.64301407
	10	7	36	8	3	10	8.0527778	0.14054749	456	114	1.989675347	-0.13402697	97.7023582	-0.13402697	7.702358229
	13	7	42	9	8	56	9.1488889	0.15967823	462	115.5	2.015855286	-0.13260091	97.6199147	-0.13260091	7.619914682
	16	7	49	10	13	20	10.2222222	0.17841143	469	117.25	2.046398548	-0.13351796	97.6729295	-0.13351796	7.672929531
	19	7	55	11	16	11	11.2697222	0.19669376	475	118.75	2.072578487	-0.13211813	97.5920081	-0.13211813	7.592008111
	22	8	1	12	17	24	12.29	0.21450097	481	120.25	2.098758426	-0.13077686	97.5144867	-0.13077686	7.514486662
	25	8	8	13	16	47	13.2797222	0.23177488	488	122	2.129301687	-0.13173084	97.5696224	-0.13173084	7.569622412
מאי	28	8	14	14	14	16	14.237778	0.2484961	494	123.5	2.155481626	-0.13055473	97.5016491	-0.13055473	7.501649131
	1	8	21	15	9	36	15.16	0.26459191	501	125.25	2.186024888	-0.1316426	97.5645223	-0.1316426	7.564522349
	4	8	28	16	2	43	16.045278	0.28004293	508	127	2.21656815	-0.13280922	97.6319568	-0.13280922	7.631956826
	7	8	34	16	53	25	16.890278	0.29479096	514	128.5	2.242748089	-0.13211479	97.5918152	-0.13211479	7.591815182
	10	8	41	17	41	40	17.694444	0.30882631	521	130.25	2.273291351	-0.13359468	97.6773648	-0.13359468	7.67736481
	13	8	48	18	27	14	18.453889	0.32208112	528	132	2.303834613	-0.13526577	97.7739884	-0.13526577	7.77398844
	16	8	54	19	10	0	19.166667	0.33452144	534	133.5	2.330014551	-0.13534356	97.7784869	-0.13534356	7.778486901
	19	8	60	19	49	53	19.831389	0.34612303	540	135	2.35619449	-0.13578321	97.8039116	-0.13578321	7.80391164
	22	9	5	20	26	43	20.445278	0.35683741	545	136.25	2.378011106	-0.13491764	97.7538577	-0.13491764	7.753857722
יוני	25	9	10	21	0	26	21.007222	0.36664519	550	137.5	2.399827721	-0.13458913	97.7348617	-0.13458913	7.734861739
	28	9	16	21	30	54	21.515	0.37550759	556	139	2.42600766	-0.13646696	97.8434554	-0.13646696	7.84345541
	31	9	20	21	58	3	21.9675	0.3834052	560	140	2.443460953	-0.13570228	97.7992311	-0.13570228	7.799231082
	3	9	25	22	21	43	22.361944	0.39028956	565	141.25	2.465277568	-0.13722466	97.8872807	-0.13722466	7.887280735
	6	9	28	22	41	55	22.698611	0.3961655	568	142	2.478367538	-0.13641364	97.8403717	-0.13641364	7.840371671
	9	9	32	22	58	31	22.975278	0.40099424	572	143	2.49582083	-0.13793888	97.9285955	-0.13793888	7.928595535
	12	9	35	23	11	30	23.191667	0.40477094	575	143.75	2.5089108	-0.13883235	97.9802847	-0.13883235	7.980284743
	15	9	37	23	20	50	23.347222	0.4074859	577	144.25	2.517637446	-0.13919397	98.0012075	-0.13919397	8.001207452
	18	9	38	23	26	26	23.440556	0.40911487	578	144.5	2.522000769	-0.13910781	97.9962224	-0.13910781	7.996222432
	21	9	39	23	28	19	23.471944	0.40966271	579	144.75	2.526364092	-0.14001154	98.0485137	-0.14001154	8.048513747
	24	9	39	23	26	30	23.441667	0.40913427	579	144.75	2.526364092	-0.14050071	98.0768211	-0.14050071	8.07682113

$$\bullet \cos(H_s) = \frac{\cos(90+Z) - \sin(\delta_s) \cdot \sin(\phi)}{\cos(\delta_s) \cdot \cos(\phi)}$$

צאת הכוכבים בלוח הנובר- 1766

קו רוחב	
52.5	מעלות
0.916298	רדיאנים

	Z	90+Z	cos(90+Z)	זווית שעה		אורך מחצית היום	נטיה יומית				צה"כ		תאריך	
				ברדיאנים	במעלו		ברדיאנים	במעלות	שנ'	דק'	מע'	דקות		שעות
ינואר	7.09047576	97.0904758	-0.12343652	1.239183769	71	284	-0.3963352	-22.708333	30	42	22	44	4	4.1
	7.066167423	97.0661674	-0.12301549	1.247910415	71.5	286	-0.3900617	-22.348889	56	20	22	46	4	7.1
	7.126353313	97.1263533	-0.12405789	1.261000385	72.25	289	-0.3826537	-21.924444	28	55	21	49	4	10.1
	7.138096585	97.1380966	-0.12426126	1.274090354	73	292	-0.374121	-21.435556	8	26	21	52	4	13.1
	7.103866068	97.1038661	-0.12366843	1.287180323	73.75	295	-0.364512	-20.885	6	53	20	55	4	16
	7.025630939	97.0256309	-0.12231334	1.300270293	74.5	298	-0.3538655	-20.275	30	16	20	58	4	19
	7.045068183	97.0450682	-0.12265003	1.317723585	75.5	302	-0.3422203	-19.607778	28	36	19	2	5	22
	7.027012381	97.0270124	-0.12233727	1.335176878	76.5	306	-0.3296248	-18.886111	10	53	18	6	5	25
	6.973906063	96.9739061	-0.1214173	1.35263017	77.5	310	-0.3161325	-18.113056	47	6	18	10	5	28
פברואר	6.887897853	96.8878979	-0.11992714	1.370083463	78.5	314	-0.3017917	-17.291389	29	17	17	14	5	31
	6.915915091	96.9159151	-0.12041259	1.391900078	79.75	319	-0.2866558	-16.424167	27	25	16	19	5	3
	6.917834692	96.9178347	-0.12044585	1.413716694	81	324	-0.2707781	-15.514444	52	30	15	24	5	6
	6.895844823	96.8958448	-0.12006484	1.43553331	82.25	329	-0.2542169	-14.565556	56	33	14	29	5	9
	6.850945745	96.8509457	-0.11928684	1.457349925	83.5	334	-0.237006	-13.579444	46	34	13	34	5	12
	6.93528499	96.935285	-0.12074819	1.483529864	85	340	-0.2192279	-12.560833	39	33	12	40	5	15
	6.853144984	96.853145	-0.11932495	1.50534648	86.25	345	-0.200931	-11.5125	45	30	11	45	5	18
	6.904901207	96.9049012	-0.12022176	1.531526419	87.75	351	-0.1821687	-10.4375	15	26	10	51	5	21
	6.791067487	96.7910675	-0.11824916	1.553343034	89	356	-0.1629847	-9.3383333	18	20	9	56	5	24
מרץ	6.814797607	96.8147976	-0.11866041	1.579522973	90.5	362	-0.1434321	-8.2180556	5	13	8	2	6	27
	6.82635446	96.8263545	-0.11886069	1.605702912	92	368	-0.1235596	-7.0794444	46	4	7	8	6	2
	6.826787824	96.8267878	-0.1188682	1.631882851	93.5	374	-0.1034205	-5.9255556	32	55	5	14	6	5
	6.817556173	96.8175562	-0.11870822	1.658062789	95	380	-0.0830777	-4.76	36	45	4	20	6	8
	6.800103473	96.8001035	-0.11840576	1.684242728	96.5	386	-0.0625943	-3.5863889	3	35	11	26	6	11
	6.774329856	96.7743299	-0.11795908	1.710422667	98	392	-0.0419994	-2.4063889	23	24	2	32	6	14
	6.740801513	96.7408015	-0.11737796	1.736602606	99.5	398	-0.0213367	-1.2225	21	13	1	38	6	17
	6.700547427	96.7005474	-0.11668023	1.762782545	101	404	-0.0006593	-0.0377778	16	2	0	44	6	20
	6.803475975	96.803476	-0.11846421	1.793325806	102.75	411	0.01999372	1.1455556	44	8	1	51	6	23
	6.751307584	96.7513076	-0.11756006	1.819505745	104.25	417	0.04055466	2.3236111	25	19	2	57	6	26
	6.695154171	96.6951542	-0.11658674	1.845685684	105.75	423	0.06097986	3.4938889	38	29	3	3	7	29

• $\cos(H_s) = \frac{\cos(90+Z) - \sin(\delta s) * \sin(\phi)}{\cos(\delta s) * \cos(\phi)}$

צאת הכוכבים בלוח הנובר- 1766

השמש 7 מעלות מתחת לאופק

קו רוחב	
מעלות	52.5
רדיאנים	0.916298

	תאריך	צה"כ		נטיה יומית					אורך מחצית היום		זווית שעה				Z
		שעות	דקות	מע'	דק'	שנ'	במעלות	ברדיאנים	בדקות	במעלו ת	ברדיאנים	cos(90+Z)	90+Z	במעלות	
אפריל	1	7	10	4	39	19	4.6552778	0.08124992	430	107.5	1.876228946	-0.11806519	96.7804524	6.780452368	
	4	7	16	5	48	13	5.8036111	0.10129212	436	109	1.902408885	-0.11695437	96.7163628	6.716362778	
	7	7	23	6	56	13	6.9369444	0.12107252	443	110.75	1.932952147	-0.11828109	96.7929095	6.792909532	
	10	7	29	8	3	10	8.0527778	0.14054749	449	112.25	1.959132085	-0.11709667	96.7245726	6.724572645	
	13	7	36	9	8	56	9.1488889	0.15967823	456	114	1.989675347	-0.11831205	96.7946964	6.794696378	
	16	7	42	10	13	20	10.222222	0.17841143	462	115.5	2.015855286	-0.11712494	96.7262035	6.726203521	
	19	7	49	11	16	11	11.269722	0.19669376	469	117.25	2.046398548	-0.11831802	96.7950408	6.795040805	
	22	7	55	12	17	24	12.29	0.21450097	475	118.75	2.072578487	-0.11722399	96.731918	6.731918004	
	25	8	2	13	16	47	13.279722	0.23177488	482	120.5	2.103121749	-0.11847053	96.8038407	6.803840749	
	28	8	8	14	14	16	14.237778	0.2484961	488	122	2.129301687	-0.1175629	96.7514714	6.751471421	
מאי	1	8	14	15	9	36	15.16	0.26459191	494	123.5	2.155481626	-0.11683086	96.7092378	6.709237753	
	4	8	21	16	2	43	16.045278	0.28004293	501	125.25	2.186024888	-0.11837623	96.7983994	6.798399361	
	7	8	27	16	53	25	16.890278	0.29479096	507	126.75	2.212204827	-0.11802407	96.7780795	6.778079504	
	10	8	33	17	41	40	17.694444	0.30882631	513	128.25	2.238384766	-0.1179183	96.771977	6.771977019	
	13	8	40	18	27	14	18.453889	0.32208112	520	130	2.268928028	-0.12005379	96.8952072	6.895207181	
	16	8	46	19	10	0	19.166667	0.33452144	526	131.5	2.295107966	-0.12054579	96.9236027	6.92360271	
	19	8	51	19	49	53	19.831389	0.34612303	531	132.75	2.316924582	-0.11957351	96.8674892	6.867489232	
	22	8	57	20	26	43	20.445278	0.35683741	537	134.25	2.343104521	-0.12090059	96.9440812	6.944081224	
	25	9	2	21	0	26	21.007222	0.36664519	542	135.5	2.364921136	-0.12093464	96.9460464	6.946046374	
	28	9	7	21	30	54	21.515	0.37550759	547	136.75	2.386737752	-0.12155024	96.9815801	6.98158006	
יוני	31	9	11	21	58	3	21.9675	0.3834052	551	137.75	2.404191045	-0.12112169	96.9568431	6.9568431	
	3	9	15	22	21	43	22.361944	0.39028956	555	138.75	2.421644337	-0.12143601	96.9749861	6.974986102	
	6	9	19	22	41	55	22.698611	0.3961655	559	139.75	2.43909763	-0.12249787	97.036284	7.036283998	
	9	9	22	22	58	31	22.975278	0.40099424	562	140.5	2.452187599	-0.12280005	97.0537293	7.053729289	
	12	9	25	23	11	30	23.191667	0.40477094	565	141.25	2.465277568	-0.12397012	97.1212857	7.121285664	
	15	9	27	23	20	50	23.347222	0.4074859	567	141.75	2.474004215	-0.12451848	97.1529496	7.152949565	
	18	9	28	23	26	26	23.440556	0.40911487	568	142	2.478367538	-0.12452772	97.1534829	7.15348285	
	21	9	29	23	28	19	23.471944	0.40966271	569	142.25	2.482730861	-0.12552022	97.2107987	7.210798749	
	24	9	29	23	26	30	23.441667	0.40913427	569	142.25	2.482730861	-0.12600607	97.2388587	7.2388587	

שקיעה/זריחה בלוח הנובר- 1766

קו רוחב	
מעלות	52.5
רדיאנים	0.916298

- מכיוון שאין לנו את הנתונים המדויקים שאיתם חישב רפאל הלוי את זמני היום ומכיוון שהנתונים מעוגלים לדקות, קצת קשה לשחזר את נתוני ערך השבירה שבה הוא השתמש. שינוי קטן בערך של הנטיה היומית מביא לתוצאות שונות:

תאריך	שקיעה		נטיה יומית					אורך מחצית היום	זווית שעה				Z	
	שעות	דקות	מע'	דק'	שנ'	במעלות	ברדיאנים	בדקות	במעלות	ברדיאנים	$\cos(90+Z)$	$90+Z$	במעלות	בדק' קשת
4.1	3	51	22	47	18	-22.788333	-0.3977314	231	57.75	1.007927643	-0.00780058	90.4469447	0.446944676	26.81668055
7.1	3	54	22	26	47	-22.446389	-0.3917634	234	58.5	1.021017612	-0.00893865	90.5121537	0.51215368	30.72922078
10.1	3	57	22	2	17	-22.038056	-0.3846366	237	59.25	1.034107582	-0.00917032	90.5254281	0.525428129	31.52568775

תאריך	שקיעה		נטיה יומית					אורך מחצית היום	זווית שעה				Z	
	שעות	דקות	מע'	דק'	שנ'	במעלות	ברדיאנים	בדקות	במעלות	ברדיאנים	$\cos(90+Z)$	$90+Z$	במעלות	בדק' קשת
4.1	3	51	22	55	18	-22.921667	-0.4000586	231	57.75	1.007927643	-0.00979546	90.5612474	0.561247393	33.67484356
7.1	3	54	22	29	47	-22.496389	-0.3926361	234	58.5	1.021017612	-0.00968451	90.5548901	0.554890055	33.29340329
10.1	3	57	22	4	17	-22.071389	-0.3852184	237	59.25	1.034107582	-0.0096661	90.5538352	0.553835195	33.23011167

שקיעה/זריחה בלוח הנובר- 1766

קו רוחב	
מעלות	52.5
רדיאנים	0.916298

- אי לכך נקטנו בשיטה של הרצת נתוני הפתיחה על פני טווח של ערכים וחיפשנו את הנקודה שבה יש התאמה מירבית לזמני היום בלוחו של הנובר.
- מסתבר שהוא השתמש בערך של כ-33', (45 התאמות, 16 חריגות של דקה).

