

פירוש על קידוש החודש

שחיבר החכם השלם ורופה מומחה

ר' יוסף שלמה דלמדיגו המכונה יוסף שלמה רופה יש"ר מקנדיה

יוצא לאור על פי כתב-יד יחיד בעולם אשר
בספריה רוזנטלינה באמשטרדם

המהדיר והמפרש

יוסף יצחק איידלר

מהנדס אזרחי

בריסל-בלגיה

מחבר הספר הלכות קידוש החודש על-פי הרמב"ם
תשע"א

Astronomical Commentary

on

Hilkhoh Kiddush ha-Hodesh

By

Joseph Solomon Delmedigo

Edited from a Unique Manuscript

In the Rozenhaliana Library of Amsterdam

Edited and Commented by

Ir. J. Jean Ajdler
Civil Engineer
Brussels-Belgium
2011

Introduction

I. Some biographical elements.

Joseph Solomon Demedigo (1591 – 1655) was the son of Elijah Delmedigo, rabbi at Candia. He was given a thorough Jewish and classical education. At the age of 15 he was admitted at the University of Padua. He studied there mathematics and astronomy, medicine and philosophy. In the same time he continued his Jewish studies. We know that he attended the lectures of Galileo during the years 1609 – 1610. He was also in contact, during this period, with Leone Modena, whom he visited in Venice. In 1613 he completed his studies at the University of Padua and he returned to Crete where he married and practiced medicine. After a few years he left his homeland, never to return. He passed through Cairo and Constantinople where he was in contact with local Karaites. He probably shared with them an interest for secular learning. He later went to Poland where he was practicing medicine in Vilna in 1620. He stayed about five years in Poland. In 1621 he was in Lublin and in 1624 he was twice in Krakow.

He went then to Hamburg where he remained shortly and then for a longer period to Amsterdam. In these towns there were many Jewish physicians, of local and mostly of converses offspring. It seems that he could not earn his living as physician and was obliged to turn to a rabbinical career. In 1629 he printed his first book *Elim*. It was published by Manasseh ben Israel. His other printed books were issued at the same period. His disciple Samuel Askenazi edited his book *Ta'alumot Hokhmah* in Basle: *Mazref la-Hokhmah* in 1629 and *Novelot Hokhmah* in 1631.

In about 1630 he settled in Frankfort on the Main where he became the communal physician.

In about 1648 he settled in Prague where he resided until his death. Here he could again have chosen the rabbinical career in order to earn his living.

His books denote his ideas and ideal of popularization of scientific knowledge.

However, his contemporaries R' Yom Tov Lipman Heller and R' Yair Hayim Bachrach spoke of him in the highest terms and praised his piety and his vast erudition.

Because of the involvement of Delmedigo in the general evolution of sciences and ideas, the following time table could be useful.

General History.

1580 defeat of the Armada

1598 Edit of Nantes

1610 Assassination of Henri IV

1618 Begin of the thirty years' war

1628. Descartes in Holland

Jewish History.

1571 Birth of Leone Modena
 1611 Death of Samuel Archivolti, rabbi of Padua
 1622 Manasseh ben Israel preacher in Amsterdam
 1625 R' Saul Morteira becomes Hakham in Amsterdam
 1627 R' Yom Tov Lipmann Heller becomes chief rabbi of Prague
 1628 Portrait (and its engraving) of Delmedigo in Amsterdam
 1629 Arrest of of R' Yom Tov Lipmann Heller in Vienna
 1629 Sentence and Grace of R' Yom Tov Lipmann Heller
 1648 Death of Leone Modena.
 1650 R' Samuel Aboab Rabbi in Venice

History of Mathematics and sciences

1579 Canon mathematicus of François Viète
 1591 Algebraic revolution, Viète uses letters in Algebra
 1593 De Varorium: Viète discovers the fundamental formula of spherical triangles
 Leading to the formulas of transformation of astronomical coordinates
 1594 First works of Napier on logarithms
 1603 – 1610 J. Burgi discovers independently the logarithms
 1609 Kepler: Astonomia Nova
 1610 Galileo discovers the satelites of Jupiter
 1614 John Napier: Logarithmorum canonis descriptio
 1616 First trial of Galileo
 1624 Henry Briggs improves the logarithms
 1632 Galileo: Heliocentrism
 1633 Second trial of Galileo

II. Delmedigo and Hilkhut Kiddush ha-Hodesh.

In the book: Yoseph Shelomo Delmedigo (Yashar of Candia), his life, works and Times, by Isaac Barzilay, Leiden 1974, we read page 63 about his two visits to Krakow in 1624. In a letter written to Zerah mi-Troki, at Vilna shortly after March 1624:

ובהיותי בק"ק קראקא נקבצו אלי מחכמי פרתמי
 הארץ לשמוע הלכות קדוש החדש של הרמב"ם ז"ל
 וכדי להקל המעיינים עשיתי מאמר קטן מבאר
 דברי הרב עם הלוחות בצדו....אלא שהקונטרסים
 האלו הם יחד עם שאר ספרי בק"ק קראקא.

When I was in Krakow, some of the wise and noble people of the land gathered around me to listen to my exposition of Maimonides tractate concerning the laws of the sanctification of the new moon. And in order to get a better understanding of the subject, I composed a small essay explaining the words of the master to which I also appended tables. However all these pamphlets remained together with the rest of my books in Krakow. Barzilay refers to Ha-Carmel, VI, (1867) p. 390, col. B.

In the same book the author mentions all the unpublished works that Delmedigo claimed. He mentioned those books according to the list in Mikhtav Ahuz, the list published by Shmuel Ashkenazi (introduction to Mazref la-Hokhma) of Delmedigo's published and unpublished works that Yashar mentioned in his writings. In this last list we find (9) Essays on Maimonides' Hilkhot Kiddush ha-Hodesh with reference to Ha-Carmel, VI, (1867) p. 390, col. B.

The present manuscript seems indeed to belong to Delmedigo. There are many references to his printed books in sentences written in the first person:

שהבאתי בספר חקות שמים
וכבר דברתי על זה בספר מעיין חתום
ובספר סוד היסוד הארכתי, עיין שם
בספרי סוף ספר גבורות השם

At the end of the manuscript, the epoch of Delmedigo is examined but the text does not speak in the first person but about the epoch of Yashar.

It seems that the present version of the commentary on Hilkhot Kiddush ha-Hodesh must be a longer and more elaborated version than the version written in Krakow for didactic purpose. Indeed the present version represents, in an important part, a supercommentary on the commentary of R. Obadia ben David: corrections of the text or of misprints and elucidations of the text. The commentary includes also mathematical developments about the examples of the Mefaresh. Delmedigo devotes many explanations about the properties of the equality of two fractions, about the multiplication of two trigonometrical functions and especially long considerations about the evaluation of a number of natural days (sunset to sunset) in mean time.

In his commentary Delmedigo uses at one occasion one of the formulas of the spherical rectangular triangle. Note that Delmedigo never mentioned or used the general formula of the spherical triangles that François Viète had discovered and published in his De Varorium, 1593. He was therefore not aware of the formulas of transformation of the astronomical coordinates. By contrast Delmedigo used the tables of Viète published in 1573: Canon Mathematicus. Delmedigo knew about the recently discovered logarithms but he did not use them practically nor in Elim nor in the present manuscript.

Despite the knowledge by Delmedigo of the last, or at least, the recent mathematical developements, this commentary on Hilkhot Kiddush of ha-Hodesh remains a book of the past. It is still written in the same spirit as the commentaries of R.Obadiah ben David, Ralbah and Levush. Delmedigo is attached to details about calculation, about the passage from true time to mean time. But the great problems of the book of sanctification, the sense of the whole procedure of the calculation of the arc of vision, escape to him. In the discussion about the definition of the arc of vision between the Mefaresh against Ralbah and Levush, Delmedigo did not react. He had nothing to argue and he clearly by his silence supported the position of the Mefaresh. More generally Delmedigo has nearly nothing to add about the last chapters of Kiddush ha-Hodesh, the most difficult and challenging chapters. When he addresses the problem of the quota of the geographical latitude (p. 338, left column, 16th broad line in the Vilna edition) he discusses the details of the numerical calculation. But he never questions the formula itself.

Books mentioned in the manuscript.

ספר המצוות. ספר צורת הארץ. ספר יסוד עולם. ספר הלבוש. ספר המאיר. ספר עיון הכוכבים. תשובות הרלב"ח. ספר הכוזרי. ספר המספר מהחכם ר' א' מזרחי. ספר אוקלידוס. ספר חקת שמים. מעיין גנים. גבורת השם.

Personalities mentioned in the manuscript.

אברהם בר חייא. המבאר = המפרש. בעל ספר המאיר. בעל המאור. אבן עזרא. ר' חננאל. ר' משה. ריף. Ptolemy, Rheinhold, Euclides and Regiomontanus.

Our manuscript has the numerotation Ros 255 (n° 3908). It does not appear in the list of manuscripts ascribed to Demedigo available on the web site of the Hebrew University. The manuscript was already briefly described by Tsi Langerman Kiriath-Sefer Vol 58 (1983) pp. 199-200.

Delmedigo in his commentary generally does not refer to the classical references, chapter and halakhah, but to the numerotation of the pages.

It is then important to examine to which edition of Mishneh Torah he referred.

The first edition of Mishneh Torah appeared in Soncino in 1490 by Gershom ben Moses. In 1524 Bomberg printed the first classical edition of Mishneh Torah.

In 1550, Alvise Bragadini issued a new edition of Mishneh Torah. It included the text of Maimonides, the commentaries of Kesef Mishneh and Migdal Oz and in Hilkhoh Kiddush ha Hodesh the text of Maimonides was completed by the commentary of R. Ovadia ben David but without the different drawings belonging to the text although the empty spaces in the text seem to correspond to reserved places for these drawings. It included also for the first time the annotations of R. Meir Katzenellenbogen of Padua.

In the same year, Bragadini's competitor, Marco Antonio Giustiniani published also his own edition, including the full text of Maimonides' code, with commentaries of Kesef Mishneh and Migdal Oz and in Hilkhoh Kiddush ha Hodesh the text of Maimonides was completed by the commentary of R. Ovadia ben David but without the different drawings belonging to the text. It included also an abridgement of R. Meir Katzenellenbogen's commentary and was published without Katzenellenbogen's knowledge. We note that the chapter 5 of Hilkhoh Kiddush ha-Hodosh correspond to folios 202 a and 202b while the manuscript refers at that place for the first time to page 278. Delmedigo does not seem to have used this edition.

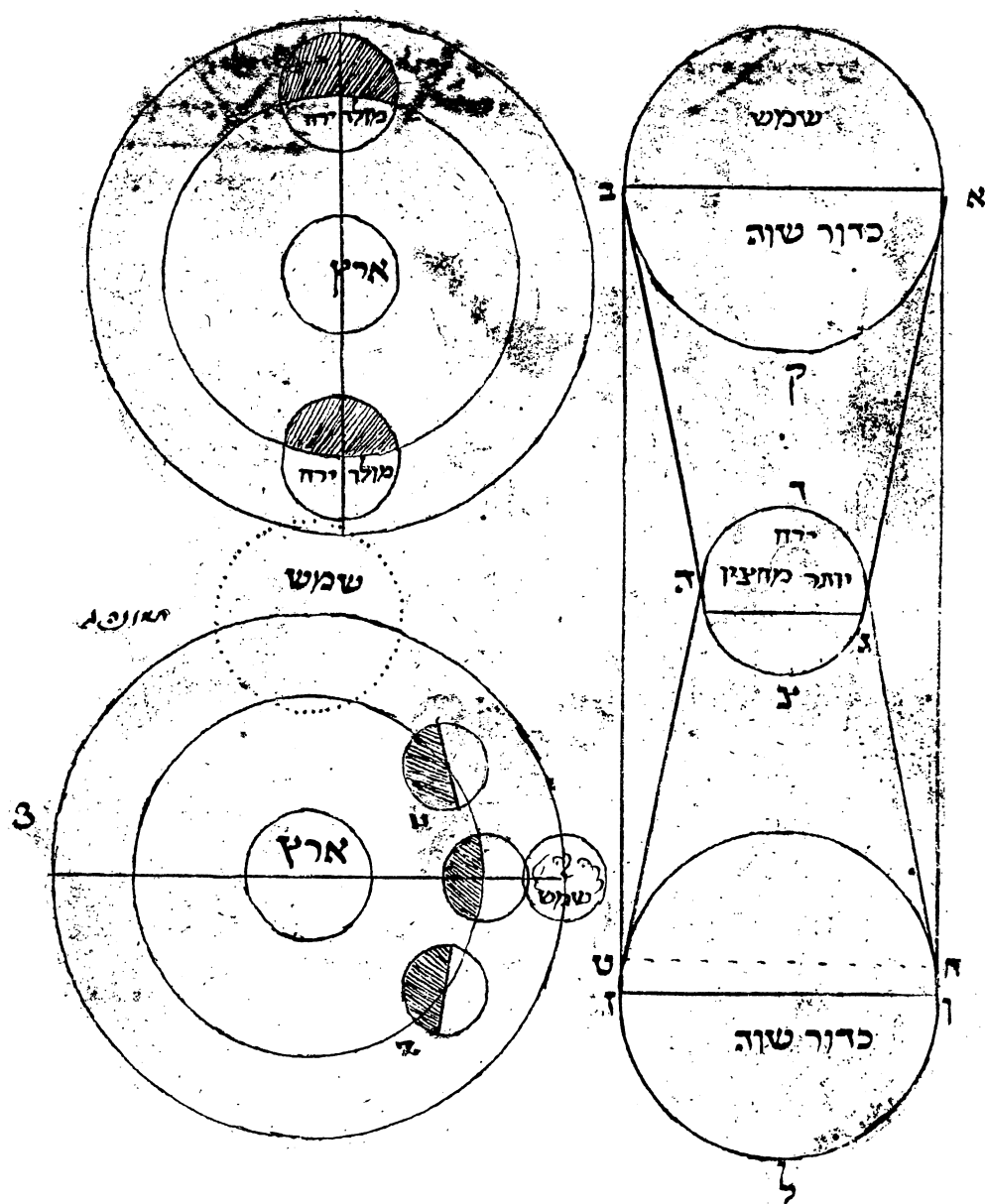
This second edition resulted in a celebrated dispute between the two printers followed by a decision of R. Moses Isserles in favor of Bragadini. But it led a prolonged feud and denunciations to Pope Julius III, who eventually decreed the burning of all copies of the Talmud in 1553. It is only in 1564 that Alvise Bragadini's press resumed its activities.

The second edition of Mishneh Torah by Bragadini was published in 1574-1575 in Venice. In the front page it is stated:

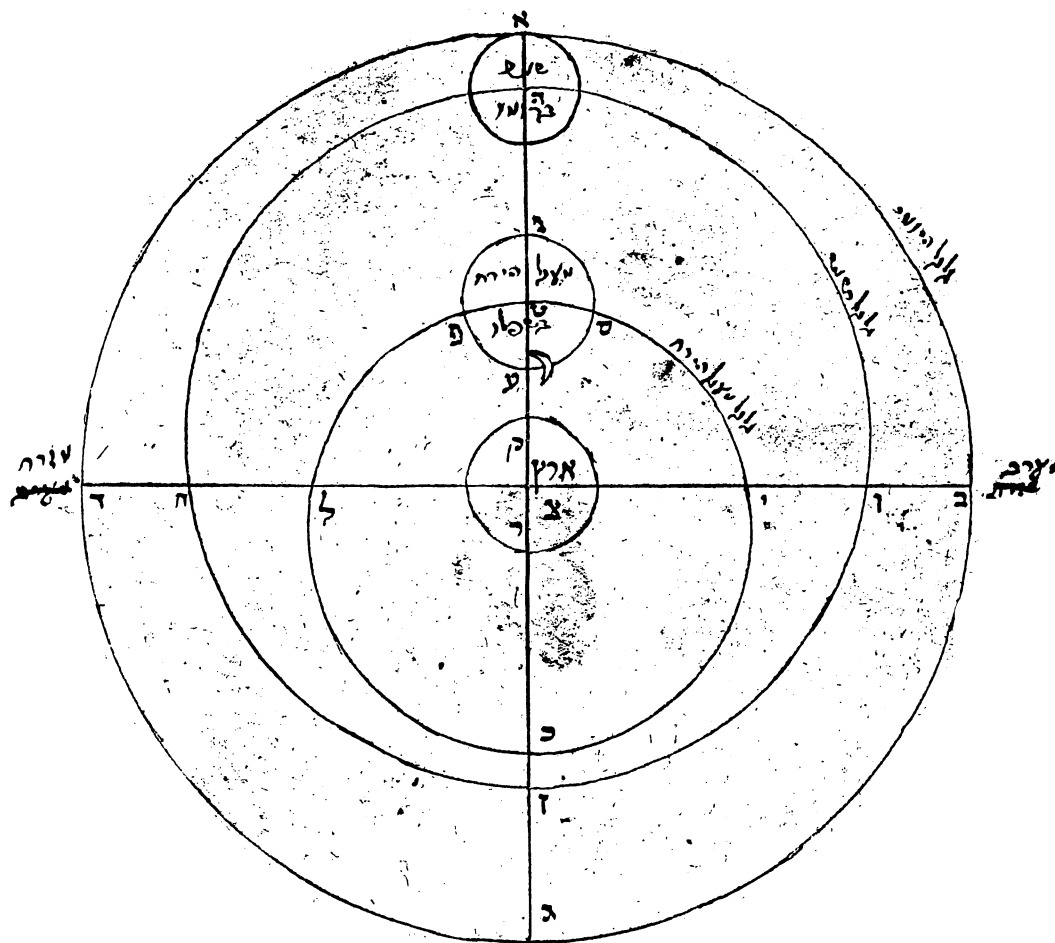
וחדשנו בחלק ראשון התמונות השייכות בפירוש הלכות קדוש החדש ועוד הוספנו על ההלכות הנזכרות פירוש מהר"ר לוי'ן חביב.

It is to this edition and to its pagination that Delmedigo refers in his manuscript.

פירוש על קידוש החודש



פוליו 3a
תמונה זו לבאר בו האופנים בענין האריכות וקוצר זמן הסתירה.



פוליו 3b

במפרש¹ **שאם תהיה תנועת השמש כבידה** וכ"ל הכל בזה שמרכז גלגל השמש ומרכז גלגל מעגל הירח אינו על מוצק גלגל היומי והמה יוצאי מרכז² (ד"מ³ בתמונה הקודמת מוצק⁴ גלגל היומי שהוא גם כן מוצק הארץ בנקודת **צ**. ומוצק החמה והלבנה כששניהם בנקודת ד"מ הוא בנקודת ק וכששניהם בשפל, מוצקם הוא בנקודת ר. ובתמונה הנ"ל ציירתי השמש ברום והירח בשפל וא"כ מוצק גלגל השמש הוא נקודת ק ומוצק גלגל מעגל [הירח] הוא בנקודת ר)

וע"כ נחלקים אלו שני הגלגלים ע"י קו **בד** (שהוא האופק) לשני חלקים בלתי שווים. וחלק הגדול בגלגל החמה (שהוא גלגל ה**וזה**) הוא **וזה** והוא נקרא גובת⁵ רום וחלק הקטן שהוא חלק **וזה** נקרא שפל רום.⁶

¹ Hilkhoh Kiddush ha-Hodesh 1: 3 in Mefaresh

² Eccentric.

³ דרך משל.

⁴ מרכז means the center of the circle, the trajectory of the sun or of the moon; it is a synonymy of

This word was used in this meaning by Ibn Ezra; see in his introduction to his commentary on the Torah:

גד בן-עמי צרפתי: מונחי המתמטיקה בספרות העברית של ימי. גלגל היוצא אשר מוצקו רחוק ממוצק הארץ. See more details in H.K.H. 5, 2. R' Ovadiah the Mefaresh, uses also this word with this meaning, for example in his commentary of

⁵ Apogee.

וכן מעגל⁷ הירח (שהוא גלגל טיכל) החלק הגדול שהוא יכל נקרא גובה רום וחלק הקטן שהוא יטל הוא נקרא שפל רום. וכשהם בגובה אז הם הולכים בכבדות משום שתנועתם אינו נראית כ"כ רק כמעט כמו שהם עומדים על מעמדם לפי שצריכים לילך מהלך רחוק לצד מזרח שהוא ד"מ מנקודת ו לנקודת ח⁸ וק"ל. וכשהם בשפל הם הולכים במהירות משום שמהלכם קצר לצד מזרח, שהוא ד"מ בגלגל מעגל מנקודת י לנקודת ל. וגם תדע שתנועת מעגל הירח הוא על תנועת גלגל השמש וגלגל מעגל הירח שהם תנועתם ממערב למזרח⁹ כמו מנקודת ו לנקודת ה ולנקודת ח. וכן גלגל מעגל הירח מנקודת י לנקודת ט ולנקודת ל. אכן מעגל הירח תנועתו הוא ממזרח למערב,¹⁰ מנקודת ס לנקודת (נ)¹¹ [ע] ולנקודת פ. וא"כ בנקל תבין שכשהירח בחצי העליון של מעגל דהיינו מנקודת ס עד נקודת פ שאז היא הולכת [ממזרח] למערב לקרב לנקודת ס ומוצקו הולכת למזרח לקרב לנקודת פ. וע"כ מהלכה בכבדות ובאריכות. ואם תהי בחצי התחתון של המעגל דהיינו מנקודת פ עד נקודת ע ועד נקודת ס שאז אדרבה גם תנועה ממערב למזרח דהיינו לקרב אל נקודת פ וע"כ תנועתה קלה ובמהירות. וע"פ מ"ש תוכל להעלות על הלב ח' אופנים באריכות ובקצר הסתירה ואלו הן:

[א'] אם תהי תנועת השמש כבדה ברום היוצא דהיינו בחלק ויהא ותנועת הירח במהירות בשפל היוצא דהיינו בחלק י(כ)¹² [ט] ל וע"כ בקל תוכל להשיגו¹³ ואז אם גם הירח בחלק התחתון של מעגל דהיינו בחלק סעפ ואז גם היא הולכת ממערב למזרח על סדר אלו הגלגלים וא"כ נדמה¹⁴ לנו מהלכה לצד מזרח לקרב אל החמה משום שמוצקו הולכות למזרח וגם הלבנה במעגלו הולכת לקרב אל החמה ואז בהכרח זמן הסתירה קצר מאוד בתכלית הקוצר.

[ב'] ואם תנועת השמש כבדה ברום היוצא ותנועת הירח במהירות בשפל היוצא כצ"ל רק פוליו 4a

שהירח בחלק העליון של מעגל שאז תנועתה היפך אל מוצקה וא"כ אף שמוצקה ממהרת לקרב אל החמה מ"מ היא נסוגה אחור לצד מערב. מ"מ זמן הסתירה קצר קצת.

[ג'] אם שני המאורות בשפל היוצא ומ"כ שניהם הולכים במהירות והלבנה במהרה תשיג החמה (אבל לא כל כך מהרה כשהחמה כבדה והיא מהירה) והירח בחצי התחתון של המעגל שאז גם היא הולכת למזרח לקרב אל החמה יקצר אבל לא כאופן ה-א' (משום ששם גם הלבנה ממהרת והחמה מאחרת).

[ד'] ואם שני המאורות בשפל היוצא והירח בחצי העליון של מעגל, יקצר זמן הסתירה קצת (משום שעכ"פ הולכת בקלות).

[ה'] ואם תנועת השמש במהירות בשפל רום היוצא והירח בכבדות ר"ל בגובה רום היוצא והירח בחלק העליון של המעגל יאחר מאד להשיגו.

[ו'] ואם השמש בשפל והירח ברומו אבל הירח בחצי התחתון של מעגל ימהר ג"כ [קצת] להשיגו.

⁶ Perigee.

⁷ The words מעגל and גלגל seem to be synonymies. However Delmedigo uses גלגל for the main circles and the eccentric circles while is uses מעגל for the little circles and the epicycles.

⁸ The explanation is not clear and not convincing. The movement of the celestial body on the eccentric circle is uniform but because of the eccentricity the angular velocity measured from the earth in the point is non uniform. When the body is nearer to the earth the angular velocity is greater.

⁹ The diurnal movement of the celestial bodies is clockwise or retrograde; it is for the observer in the center of the celestial sphere from east to west. The annual movement of the sun and the monthly movement of the moon are direct movements, counterclockwise or from the west to the east.

¹⁰ The movement of the moon on the epicycle is clockwise or retrograde, thus from the east to the west.

¹¹ There is a lapsus calami in the manuscript.

¹² There is a lapsus calami in the manuscript.

¹³ The moon will easily recapture the sun. Despite his Sephardic origin and education, seems to take the same grammatical liberties as his contemporary fellow rabbis of Europe. He seems to forget that ירח is masculine.

¹⁴ The movement of the moon on the epicycle is clockwise and we have the impression that its movement is in the same direction as the center of the epicycle. Thus their movements combine and the apparent velocity is maximum.

[ז'] ואם השמש ברומו שמאחר וגם הירח ברומו ומאחר והוא בחצי העליון של מעגל שמאחר ג"כ יהיה אריכות בסתירה אבל לא כ"כ גדולה.

[ח'] ואם ב' המאורות ברום והגוף הירח בחצי התחתון של מעגל לא יהיה זמן הסתירה ארוך כלל אדרבה הוא קצר מאוד.

הנה הסברתי לך ח' אופנים שיעלו על לב המעיין בענין אריכות וקוצר סתירת הירח במולד.¹⁵ אכן רוח היא בממש¹⁶ שנתבאר בתכונה ובס' עיון הכוכבים¹⁷ והביאו הבעל יסוד עולם מאמר ג' פ' י"ו ובספר צורת הארץ¹⁸ שלעולם בדבוק הירח עם השמש ובניגוד, יהיה מרכז מעגל הירח בגובה רום הגלגל היוצא מרכז.¹⁹ (וכשיהיה התנועה) ימצא בשפל רום היוצא²⁰ הלכך פסול לך הארבע האופנים הראשונים והד' האחרונים, הם הטובים והנכבדים ועליהם כיון המבאר ז"ל שאם תהיה תנועת השמש כבדה במרחקו הרחוק (פ' בגובה רום היוצא) ותנועת הירח במהירות והוא כשיהיה במרחקו הקרוב (פ' בשפל המעגל בחלק התחתון שאז הולך המעגל צד מזרח שאע"פ שמרכז המעגל בגובה רום היוצא, עם כל זה ממחר הוא בתנועתו מצד המעגל) יהיה עת הסתירה קצר הרבה לפי שהירח ישיג את החמה במהרה והוא האופן ה-ח' מן השמונה אופנים הנ"ל.²¹

עוד כתב ז"ל אם תהיה תנועת השמש במהירות ותנועת הירח בכבדות ר"ל שהשמש בשפל היוצא והירח ברום היוצא ובחלק בעליון של מעגל כמו באופן החמישי כנזכר לעיל יהיה עת הסתירה ארוך הרבה לפי שאין הירח משיג את החמה אם לא בזמן מרובה לפי שהחמה ממהרת לברוח והיא מתנועת בכבדות. ואם יהיו שתיהן ממהרות בתנועותיהם פי' שהשמש בשפל היוצא והירח אע"פ שהיא ברום היוצא היא עם כל זה בשפל המעגל ר"ל בחלק התחתון של מעגל והוא האופן ה- ו' יהיה זמן הסתירה קצר ואינו כמו קוצר האופן הא' [חד] מאלו ה- ח' הא' [אופנים]. ואם השמש בכבדות וגם הירח בחצי העליון של מעגל כמו באופן ה-ז' יהיה אריכות בסתירה אבל לא כ"כ גדולה כמו באופן ה-ה' מה' [אופנים].

פוליו 4b

ועתה אסדר לך לוח בענין האריכות והקוצר בסתירה ע"פ שמונה האופנים הנ"ל.

נמנעים

תנועת השמש כבדה	ותנועת הירח מהיר
ברום היוצא ר"ל	במרחק הקרוב ר"ל

¹⁵ However, according to the theory of Ptolemy, which was still followed at the author's time, the mean moon or center of the epicycle is at the apogee at the conjunction and the opposition. Therefore only the four last cases of these 8 possibilities must be considered and it is the case 5 which gives the longest time of recapture of the sun by the moon.

¹⁶ Apparently he means that these 8 cases are purely theoretical and in the reality there are less cases because some of the cases are not met in the reality.

¹⁷ This book is mentioned a few times in this manuscript. I cannot identify it; it could perhaps be the surname of Ptolemy's Almagest.

¹⁸ THE Geography of R. Abraham bar Hiyya.

¹⁹ According to the model of Ptolemy, the center of the epicycle, which is the mean moon, is at the apogee of the eccentric at the moment of the conjunction and the moment of the opposition.

²⁰ The text is not clear. This situation happens at the first and the last quarter.

²¹ At the moment of the conjunction the center of the epicycle is at the apogee of the eccentric. The mean sun has thus a slow velocity. However if the moon is in the lower part of the epicycle, the velocity of the center of the epicycle and of the moon on the epicycle have the same direction and add together so that the moon recaptures the sun in a short while especially if the sun is at its apogee. It corresponds to the case π; it is the shortest possible at the conjunction. Indeed the case α is not possible according to the model of Ptolemy.

במרחק הרחוק בשפל היוצא והוא בחלק התחתון של מעגל: זמן הסתירה מאוד קצר
או בחלק העליון של מעגל: זמן הסתירה קצר קצת

תנועת השמש במהירות והירח בכבדות ר"ל
בשפל רום שמעגלו בגובה רום
היוצא והיא בחלק העליון: בתכלית האריכות נסתר
או בחלק התחתון: נסתר באורך קצת.

מנעים

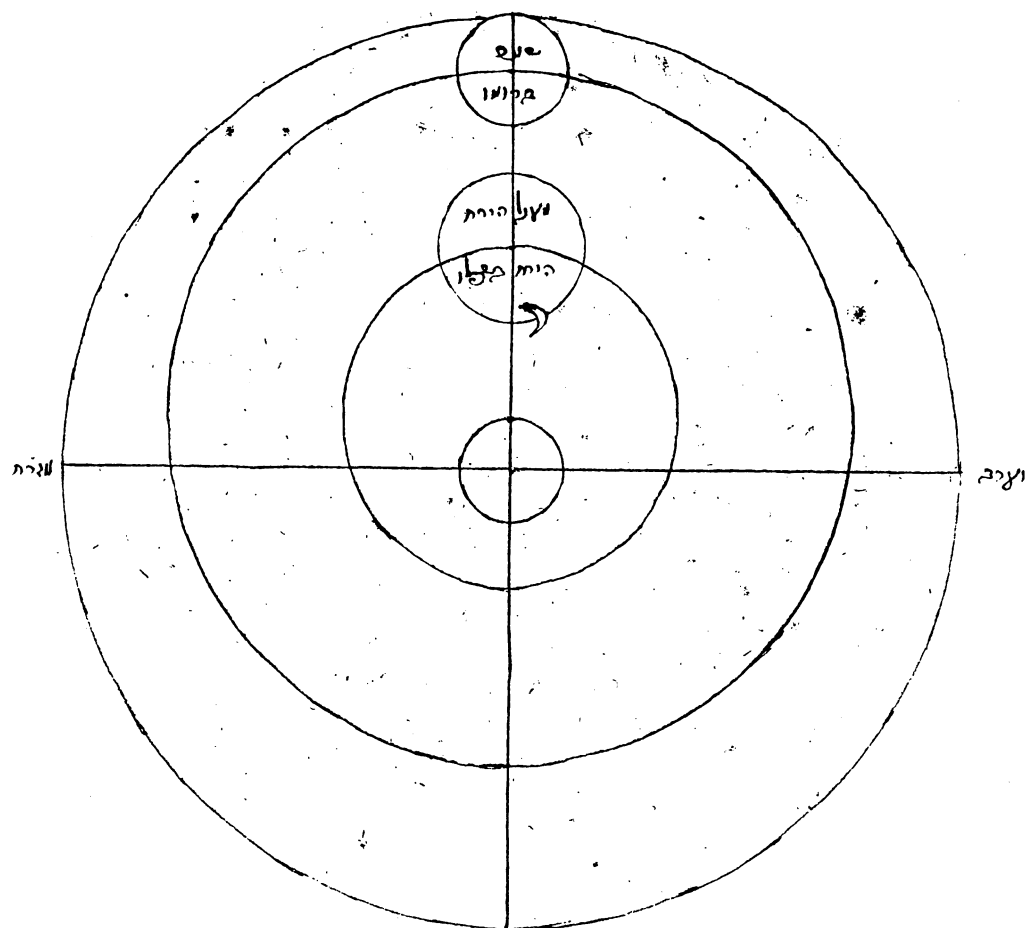
שני המאורות והירח בחצי העליון: יקצר הקצרה קצת.
בשפל היוצא של מעגל
והירח בחצי התחתון: יקצר הסתירה אבל לא כאופן ה-א'
של מעגל

שני המאורות כבדים והירח בחצי העליון: זמן הסתירה ארוך ולא כאורך האופן הנ"ל
ברום היוצא של מעגל
והירח בחצי התחתון: אינו כ"כ ארוך ובקיצור יגלה.
של מעגל

ועתה אסדר לפניך ה- ד' אופנים האפשריים באריכות וקיצור הסתירה באלו התמונות הבאים אשר עין בעין יראה ולבבו יבין כוונת המבאר.

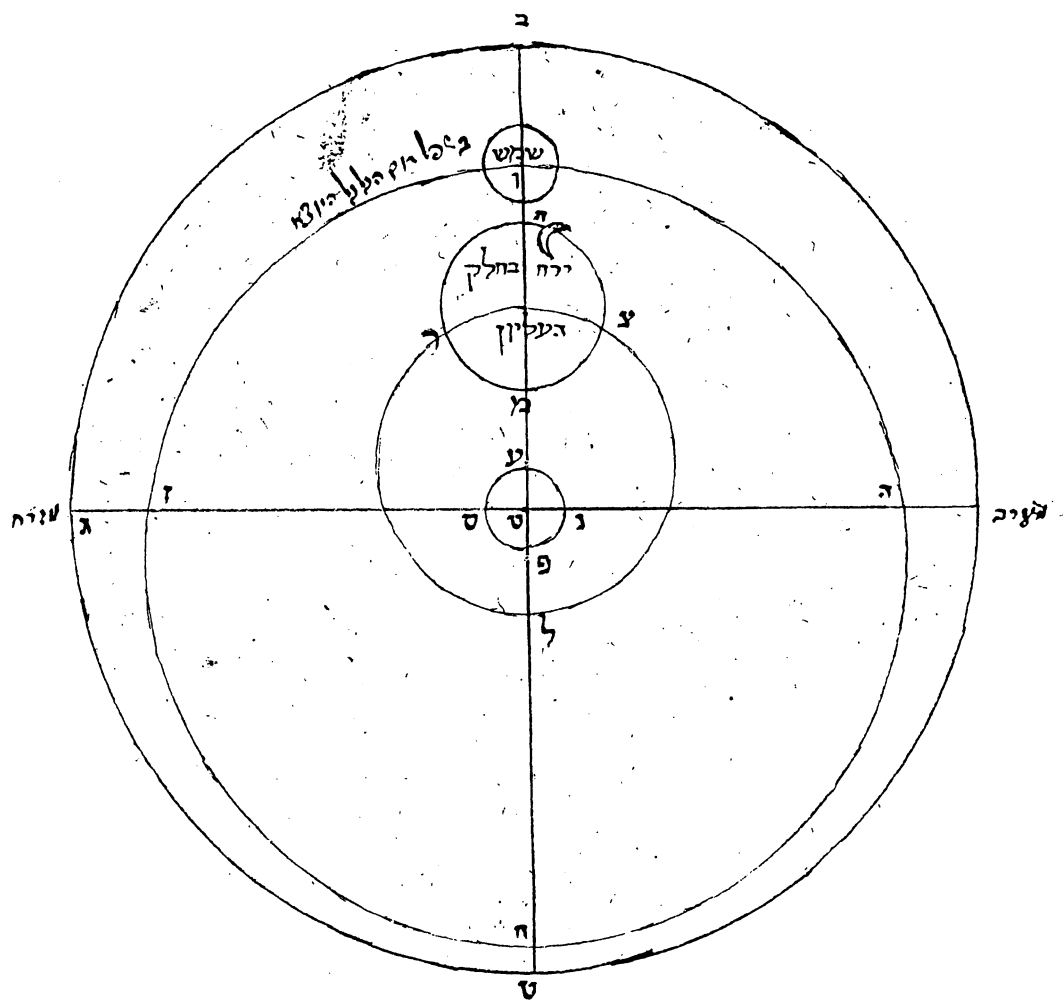
פוליו 5a

ביאור אופן א' של המבאר²² שהשמש ברומו וכבד בתנועתו והירח במהירות שהיא בשפל מעגלו ר"ל בחלק התחתון ומתנועע לצד מזרח כתנועת מרכז מעגלו, יהיה זמן הסתירה קצר מאוד שהשמש ברומו נראה כעומד ואינו זו והירח רץ במהירות במקומות הנ"ל.

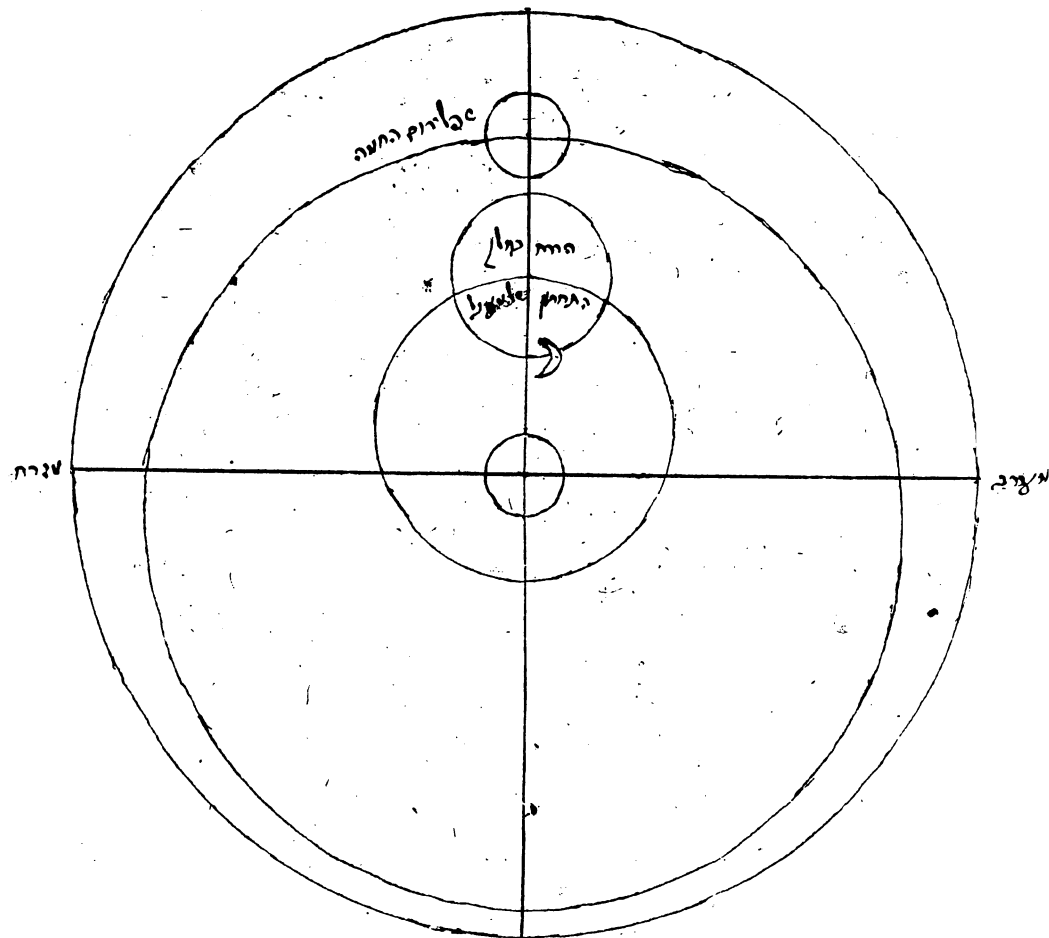


²² He refers here to the four cases considered by the Mefarsh, these four cases do not apparently refer with the order of the cases considered above.

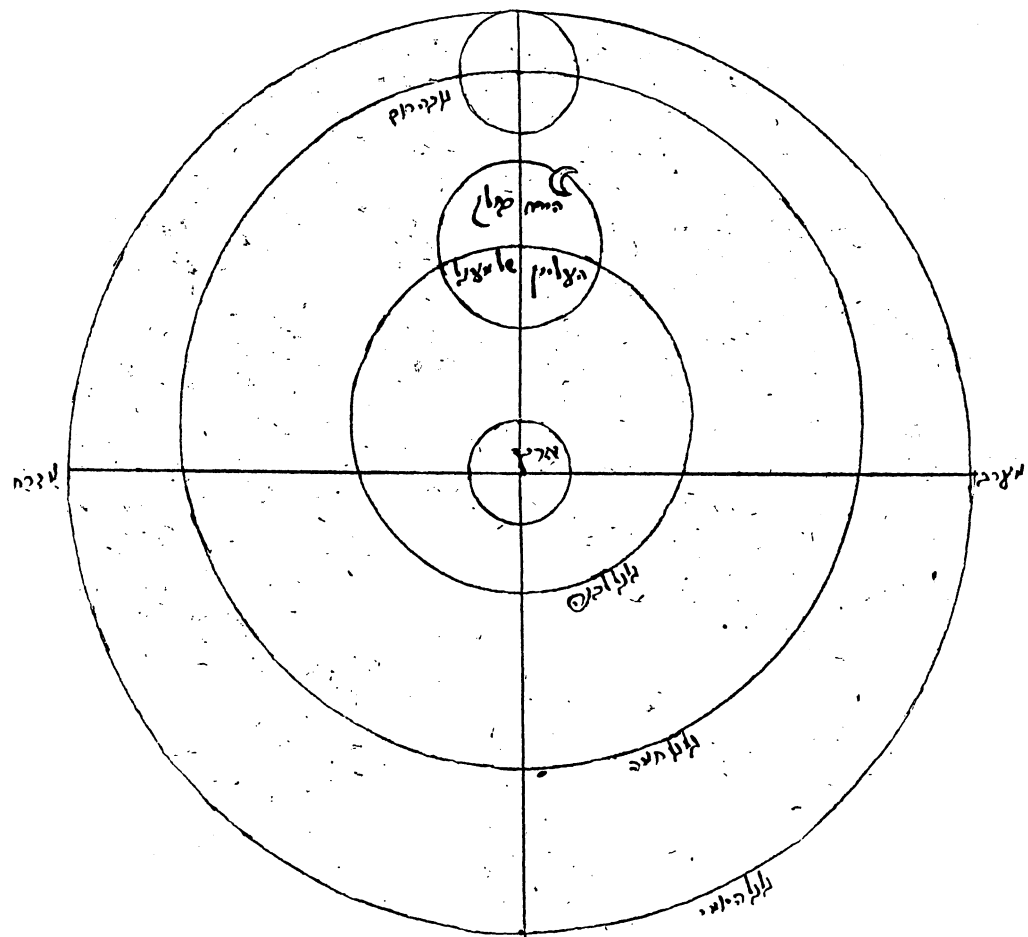
ביאור אופן ב' שהשמש בשפלו ממהר לרוץ ובורח מן הירח והירח בחלק העליון של מעדל וחוזר לאחוריו לצד מערב, ודאי שתהיה הסתירה ארוכה.

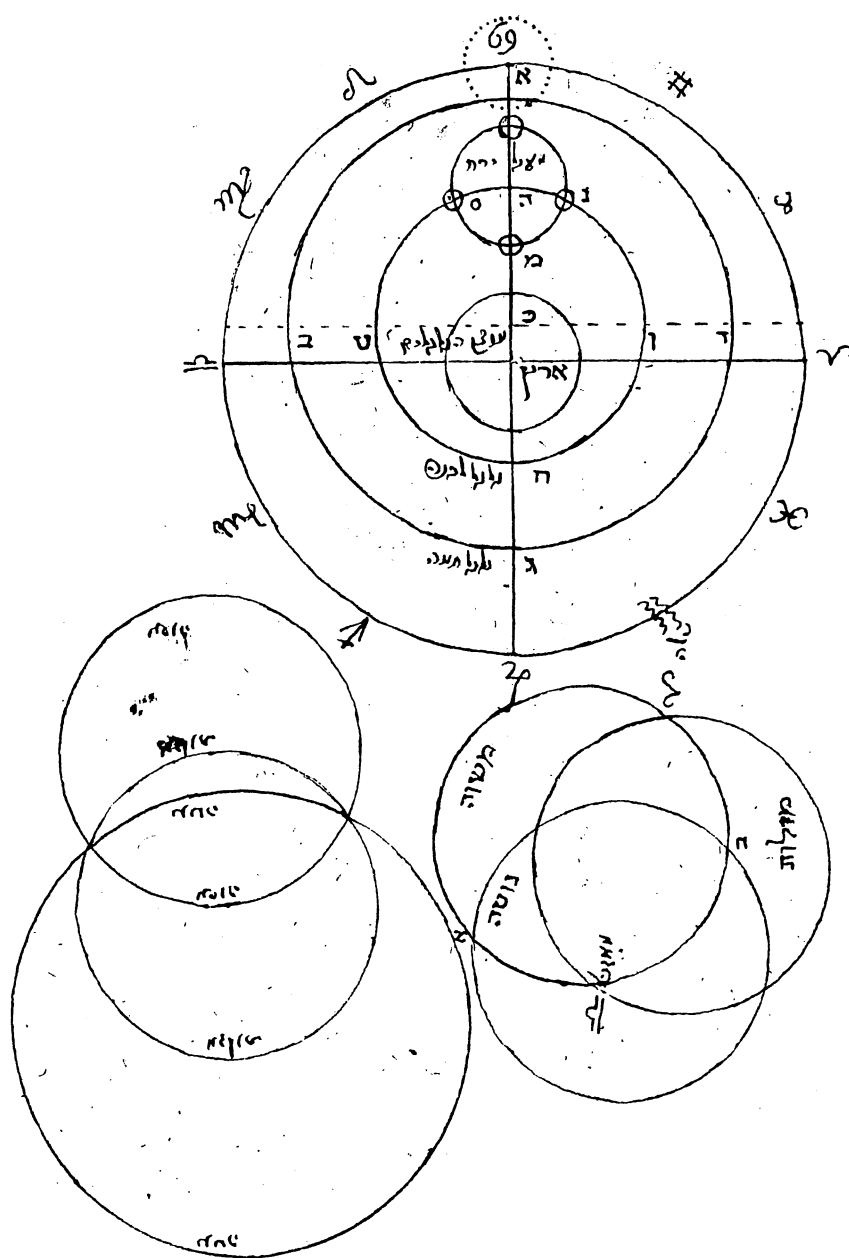


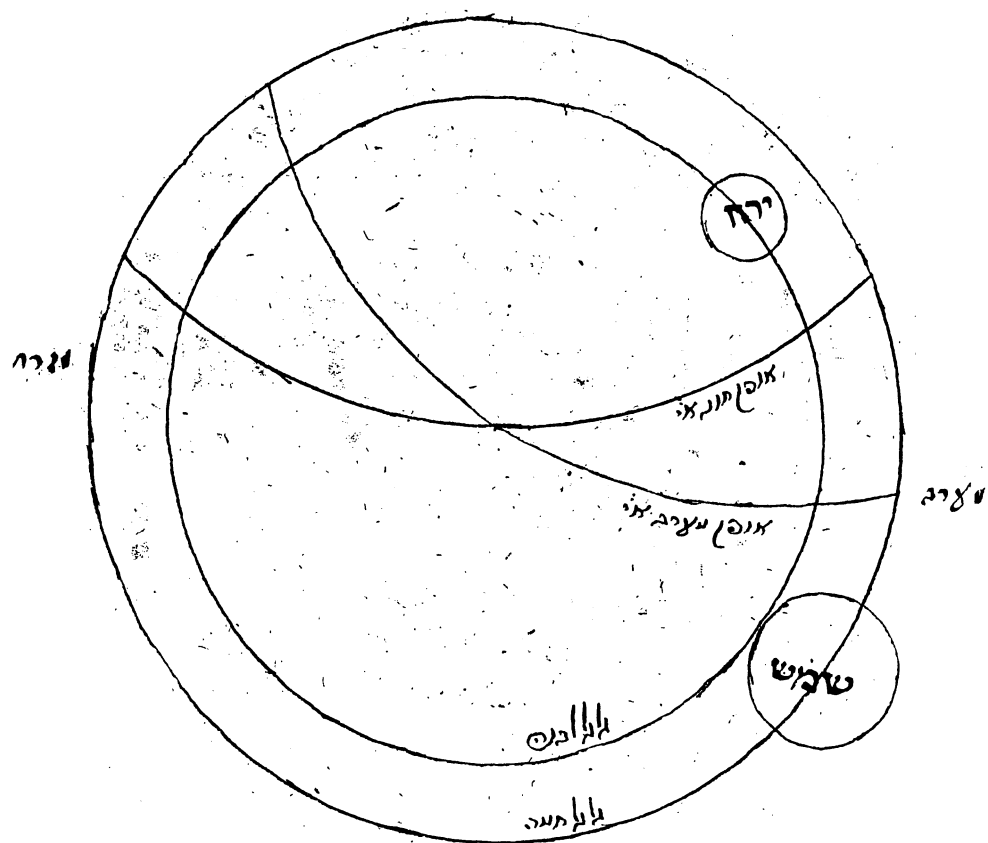
תמונה המבארת האופן ה-ג' של מבאר: השמש בשפל היוצא מרכז והירח בחלק התחתון של מעגל שממהר ג"כ לצד מזרח, יהיה זמן הסתירה קצר אבל לא כקוצר האופן ה-א' ששם היה השמש מאחר ואלו בדרך זה הוא ג"כ ממחר ואין הירח משיגו כ"כ במהירות.



תמונה ד' שלנו מבאר אופן ד' של המבאר כשיהיה השמש בגובה רום וגם הירח בחלק העליון של המעגל וחוזר לאחור והסתירה ארוכה אבל לא כ"כ כמו באופן השני שהשמש היה ממערב ובורח מהירח.







שם בא"ד וכיון שלא מצאנו טמאים הם²⁴ כצ"ל: עוד שם קמ"ל דלא עכ"ל וצ"ל לפי עניות דעת כצ"ל והשאר נמחק.

עוד שם²⁵ ולא היתה כפרתו ראוייה לקרב (שהיו הבהמות קטנות) עד אחר הפסח כ"ל. ורש"י פירש שהיה הנשיא חולה ואמדהו למות ערב פסח או ב' ימים קודם פסח ויהיו טמאים או שכלתה אפר הפרה אין מעברין ויעשו בטומאה.

רע"ה

בד"ה²⁶ אין מעברין ולא שמואל הקטן הוה (פירוש: שהוא ברשות עלה) אלא אינש וכ"ל. ע"ב ובד"ה²⁷ ואין מעברין אלא ביום. א"ר אבהו כצ"ל והשאר נמחק.²⁸ איזיהו חג שהחדש מתכסה בו: נ"ב שהלבנה אינה נראית בעליל לכל העולם דכתיב בכסא ליום חגנו, הוי אומר זה ר"ה שחגה בר"ח משא"כ בשאר חגים שבאמצע החדש הם וכתוב כי חק וכ"ל חק שישאל עושין באותו חג דהיינו קידוש החדש, הרי הוא משפט כו' ובד"ה יש לב"ד לחשוב ולידע כ"ל³⁰ אע"פ שיחשבו התקופה לפני הזמן זה אינו אומרין אלא לאחר ר"ה כצ"ל. ע"ג בד"ה ואם עברוה כו':³¹ ומזה יתבאר לך שזה שעשה חזקיהו מלך יהודה היינו לכתחלה אבל בדיעבד מה שעשה עשוי הוא כצ"ל. בפנים³² ורגילין היו לעבר בערב שביעת: פירש רש"י ז"ל להוסיף להם חדש לעבודת קרקע. ובהגה³³ ואיש בא מבעל שלישיא וכ"ל: אמור מעתה ראוייה היתה אותה שנה להתעבר, פירוש שהביא שעורים שלא הגיע האביב שלא גדלו חיטין.

פרק ה'

בפנים: כל מה שאמרנו מקביעות ר"ח ע"פ הראייה כ"ל. ובביאור ד"ה כל מה שאמרנו מקביעות ר"ח כ"ל³⁴ עד ודבר זה הלכה למשה כ"ל: ענין זה נתבאר בפרקי ר"א הגדול.

²³ The author refers to passages of the Mefares; he does not give his reference by the chapter and the halakhah but by the page of his edition of the Rambam, which he does not precise. Apparently he used the edition of Venice 1574-76, apparently the first edition with the commentary of R. Ovadia ben David on Hilkhoh Kiddush ha-Hodesh and its drawings.

²⁴ HKH 4; 6 at the end of Mefares.

²⁵ HKH 4; 6 completely at the end of Mefares.

²⁶ HKH 4; 9.

²⁷ HKH 4; 12.

²⁸ We don't know what was printed in his edition and what he suppresses in the commentary of the Mefares.

²⁹ HKH 4;12, in Mefares.

³⁰ HKH 4; 13.

³¹ HKH 4;14.

³² HKH 4; 15. בפנים = in the text of Maimonides.

³³ The glose of Remah in HKH 4; 2.

³⁴ Mefares on HKH 5;1.

ובד"ה אלא פעמים כ"ל³⁵: ומוצק גלגל מעגל הירח (פירוש: מרכז העגול היקף הקפת הירח) תנועתו בכל יום ג"כ ממערב למזרח³⁶ כצ"ל. ובחצי התחתון ממערב למזרח כצ"ל.
רע"ט.

בביאור ומעגל הירח לנ"מ כצ"ל.

הקיבוץ האמצעי ר"ל שמרכז המעגל בקו אחד עם מרכז החמה והוא מהלך מרכז המעגל, חשבון הנהוג אצל בני ישראל.

עוד שם: לפי ששלשתן על קו אחד: פירוש מרכז החמה והלבנה והמעגל.

עוד שם: והוא קיבוץ נקודת ל שהוא הירח עצמו כצ"ל.

והוא נקודת ה עם השמש והוא הקיבוץ האמצעי ומוצק המעגל והשמש תנוע[תם] אל המזרח כצ"ל והשאר נמחק.³⁷

עוד שם ואחר שבארנו זה הענין והוא שאפשר שיהיה עת המולד האמצעי כצ"ל

ותהיה הראייה בליל ד' והיה המולד האמצעי ביום ג'. ובמה שכתב ותהיה הקביעה בליל ג' נ"ב כשהמולד פוליו 8b

האמצעי אחר חצות יום ב' הוי מולד זקן ואין קובעין בו ביום שא"א שיראה הירח קודם ו' שעות אחר קיבוץ האמצעי.

עוד שם אחר חצות תהיה הקביעה ביום ה' נ"ב שאין קובעין ר"ה ב- אד"ו וזה אינו נמצא רק במולד תשרי.

וכן אפשר כשיקדם הקיבוץ האמצעי לקיבוץ האמיתי (שתקדם הקביעה לראיה או שיהיו שתהן ביום א[חד]) כמו שתאמר שיהיה הקיבוץ אמצעי ביום ב' כצ"ל.

ואם יהיה בין זמן קיבוץ האמיתי שאחר קיבוץ האמצעי שהיו ביום ב' ובין ליל ג' וכ"ל יהיה יום הקביעה ביום ב' קודם יום הראייה ביום שהרי הקביעה ביום שני והראייה בליל ג'. ואם יהיה הקיבוץ האמצעי אחר חצות יום ג' והירח נראה בליל ה' יהיה יום הקביעה הוא יום הראייה והוא יום ה' לפיכך כ"ל כצ"ל

עוד שם ע"ב³⁸ שהרי אע"פ שיהיה הקיבוץ האמצעי אחר חצות יום ג' ותהיה הקביעה ביום ה' אי אפשר שתהיה הראייה בליל ד' שהרי אמרנו שהקיבוץ האמיתי מתאחר מהאמצעי. וכך הוא פירוש דבריו א"א שהראייה

תקדים לקביעה אלא כשהאמיתי קודם לאמצעי דאלו כשהאמצעי קודם א"א להיות הראייה קודמת. וז"ק³⁹

שהרי אמרנו שהקיבוץ האמיתי מתאחר מהאמצעי וא"כ אם היתה האמצעי אחר חצות יום ג' שהקביעה נדחית הרבה דהיינו עד יום ה' אפילו הכי אפשר שיהיה זמן רב בין האמצעי לאמיתי הבא אחריו ולא יראה בליל ד'

ואולי אפילו בלילה כגון שהאמצעי אחר חצות יום ג' והאמיתי בסוף יום ד'⁴⁰ שאז לא יראה בליל ה' ואנחנו

עכ"פ קובעין ביום ה' וא"כ לא תקדים הראייה לקביעה אלא כשהאמיתי קודם לאמצעי ואין צורך למחוק מלת אי ולגרס אפשר כ[מו] ש[כתבו] קצת ולדעתם הפ[ירוש] כשהאמיתי קודם לאמצעי אפשר להיות הקביעה

אחר הראייה שהרי אפילו היה האמצעי ביום ג' אם הוא אחר חצות נדחית עד יום ה' שאין אנו קובעין לא ביום ג' משום שהוא זקן ולא ביום ד' משום לא אד"ו וע"כ ידחה עד יום ה' ואפשר שתהיה הראייה בליל ד' והיא

קודם לקביעה שהרי אמרנו שהקיבוץ האמצעי מתאחר מהאמיתי וא"כ מעת האמיתי עד תחילת ליל ד' זמן

ארוך ואפשר שיראה בליל ד'. שעת הראייה נחשבת מהאמיתי לא מהאמצעי. וראה מה שכתבתי בקונטרס אצל התמונה.⁴¹

³⁵ Mefarsh on HKH 5;2.

³⁶ Delmedigo corrects a mistake still extant in our text (edition Vilna-Warsaw). However the mistake was corrected in the edition Shabtaï Freinkel.

³⁷ The following of the text is coherent and I don't see any reason to erase it.

³⁸ In the Vilna-Warsaw edition on p. 316, 3 lines from bottom.

³⁹ Probably קשה.

⁴⁰ The explanations are confused. The true conjunction in Tishri can follow the mean conjunction by 6 hours maximum and precede the mean conjunction by 14 hours maximum. Thus if the mean conjunction is Tuesday after noon, it is certainly before 6 p.m. and the true conjunction is the latest on Tuesday evening before midnight and certainly not at the end of the 4th day. On this assumption the earliest vision of the new moon will be 20 1/3 hours after the true conjunction, thus on Wednesday evening (ליל ה') the earliest, or Thursday evening or only on Friday evening.

⁴¹ See Hilkhoh Kiddush ha-Hodesh al-pi ha-Rambam, J. Ajdler, 1996, pp. 225-227.

ובד"ה וזה שיהיה כ"ל⁴² ויהיה מולד האמצעי לפני יום הקביעה ולא יתכן שיהיה יום הקביעה אחר יום הראייה אלא בעת שתרחק הקביעה ליום ג' מן המולד שאפשר שיהיה יום הקיבוץ האמיתי כ"ל כצ"ל⁴³ ולאפוקי ממה שתקן וכתב שאי אפשר שמ"ש פוליו 9a

המבאר שאפשר ר"ל דבר זה [נדיר] הוא אבל יכול להיות.
 עוד שם⁴⁴ ויחד אותן בארצות שהן למערב א"י אע"פ שאין השינוי מצד הקביעה (שהקביעה אחד בכל המקומות) אלא מצד הראייה ואע"פ שהראייה משתנית בכל מקום בשתי מדינות שאחת מזרחית ואחת מערבית, שבמערבית יראה מה שלא נראה למזרחית. או ששתיהם במזרח א"י או שתיהן במערב או אחד מהן במזרח א"י והאחד במערב של א"י שנמצאת א"י באמצע, לעולם יהיה שינוי בראייה. אפי[לו]⁴⁵ הר"ם הביא משל ממדינות שהיא במערב א"י לפי שעכשיו עסקין בראית א"י ודוק. ואולי רצה לתרץ קוש[א] שהייתי מקשה: מאחר שהקביעה אינה משתנית וכ"ל השינוי הוא מצד הראייה ומאי אכפת לן אם נראה במערב א"י וכי בשביל ראית במערב נקדש הלבנה בא"י? ולפיכך פ[ירש] מפני שאין עסוק כאן אלא בראית א"י דכך ג"כ ממקומו[ת] שהם יותר מערביי[ם] הימנה פירוש שלא רוצה לומר שמקדשים אנחנו בא"י מאחר שנראית בבבל אלא מפני שדבר בא"י דבר בארצות שהן יותר מערביות ודו"ק.
 עוד שם בד"ה זה שאנו [מחשבין בזמן הזה] כ"ל⁴⁶ שאם ח"ו יאבדו בני ישראל מא"י יר[חם] השם על זה. בספר המצוות קנ"ג כתב ז"ל: חלילה לאל מעשות זה.
 עוד שם בפנים סימן ח': שאפילו י"ט שני של ר"ה בזמן הזה מדברי סופרים. נ"ב אבל בזמן קביעתה ע"פ הראייה היה יום שני עיקר וממנו היו מונין ל"כ וסוכות ולא היה י"ט [ראשון] אלא מדבריהם ועכשיו אנו מונין מן הראשון והוא העיקר ויום ב' משום מנהג אבותינו.⁴⁷
 תוספת ביאור על פרק ה' בענין קדימה קביעה לראייה ולהפך.

כתב המבאר שלא תהיה הראייה קודמת לקביעה אלא על תנאי שיהיה הקיבוץ האמיתי קודם לאמצעי כמו בדרך ה-ג' שאע"פ שהאמצעי היה אחר חצות יום ג' היתה הראייה בליל ד' והקביעה ביום ה' שאפשר הוא שיראה הירח בליל ד' שהרי אמרנו באותו דרך ה-ג' שהקיבוץ האמיתי מתרחק [צ"ל?]⁴⁸ או ממהר מהאמצעי ר"ל שאלו האמיתי היה ברגע אחד עם האמצעי אחר חצות לא יראה הירח בליל ד' אבל אם הוא מתרחק ממנו שקודם לו הרבה אפשר שיראה בליל ד'. ומוחק בלבוש מלת **אי** עיין עליו והנראה בענין שאין למחוק מלת **אי** וה"פ לא יהיה יום הקביעה אחרי יום הראייה אלא על תנאי שהאמיתי קודם לאמצעי כמו בדרך ג' דלעיל שהראייה בליל ד' והקביעה ביום ה' (ואפי[לו])⁴⁹ דרך זה אינו רק פוליו 9b

למערב א"י כאשר יבאר אח"כ) דאם תאמר אפשר שהראייה תקדים לקביעה אפילו כשהאמצעי קודם לאמיתי (ודוק בלשונו שהרי אמרנו שהקיבוץ האמיתי יתאחר מהאמצעי ר"ל אם נניח שהאמצעי קודם לאמיתי) כמו בדרך החמישי לעיל וכמו שת[קן] אותו בספר הלבוש שהאמצעי היה אחר חצות יום ג' והאמיתי אחריו שאז אנו מוכרחים לדחות הקביעה עד יום ה'. וס"ד שהראייה תקדים לה בליל ד' וזה לא יתכן שהזמן קצר שהרי האמצעי אחר חצות והאמיתי אחריו ולכן הראייה בליל ה' ביום הקביעה. שבשלמא בדרך ה-ג' הגם שהאמצעי

⁴² At the end of Halakhah 2.

⁴³ In Mefarsh p. 317 of the edition Vilna-Warshaw, on top.

⁴⁴ End of the commentary of the Mefarsh on HKH 5;2.

⁴⁵ This adverb is surprising.

⁴⁶ HKH 5; 13.

⁴⁷ The whole remark is surprising: it is true only if the witnesses did not arrive on the evening following the 29th day. Then the first day was kept because they were waiting for the arrival of the witnesses. But after Minha, when the witnesses did not arrive, they kept it only for rabbinical reasons and the day of Rosh ha-Shanah was postponed to the next day. All this of course only in Jerusalem. Often they kept only one day in Jerusalem and outside of Jerusalem they considered the first day as the true day for the counting of the 10 days of Tishri and the fixing of Kippur.

היה אחר חצות יום ג' אמרנו שיראה בליל ד' לפי שהאמיתי היה קודם לאמצעי הרבה משא"כ כאן שהוא מתאחר ולכן לא יתכן שיראה בליל ד' ולא עוד לפעמים אפשר בליל ה' וק"ל.
 בד"ה וזה שיהיה אחר הראייה (פירוש: הקביעה) ביום פלא הוא ובארצות שהן למערב א"י. הנה המבאר הביא משל כגון כשהאמצעי ביום ג' אחר חצות והאמיתי בליל ג' שנדחת הקביעה ביום ה' והירח נראה בליל ד' במערב א"י. והוא הדרך ה-ג' דלעיל ואמר שיחד אותו למערב⁴⁸ ואמר שבא"י לא יראה ולהם יראה ולא אמר דרך כלל כשהמולד אחר חצות מקום א[חד] לא יראה שם הירח אלא ליותר מערביי[ם] הימנו לפי שעסקו כאן בראיית א"י. ומה לנו בראייתו בשאר מקומות אבל תדע לך שגם בדרך ה-ב' הנ"ל לא יראה בליל ג' בא"י שהאמצעי היה אחר חצות יום ב' והאמיתי קודם לו ביום ב' וצ"ל דהתם נמי מיירי בארצות המערביי[ם] מא"י. ומה שלא זכרו הרב ולא המבאר הוא שהתם הראייה והקביעה ביום א[חד], ביום ג'. ואפילו תימא שלא יבא בא"י בדרך זה יש לנו דרך אחר כגון כשהאמצעי אחר חצות יום ג' והאמיתי אחריו כמו בדרך החמישי שהקביעה והראייה ביום א[חד] ר"ל ביום ה' משא"כ בקדימת הראייה לקביעה שאין לנו דרך אחר כי אם למערב א"י.⁴⁹

פוליו 10a

[הלוח] מראה איך יתכן שהקביעה קודמת לראייה או שתיהן ביום אחד או שהקביעה אחר הראייה, וזה כשהאמיתי קודם לאמצעי.

1. אם יהיה הקיבוץ האמיתי תחילת ליל ב' הקיבוץ האמצעי אחריו בתחילת יום ב' תהיה הקביעה ביום ב' והראייה בליל ג' אחריה יום א'

2. האמיתי ביום ב' או בליל ב' האמצעי אחר חצות יום ב' תהיה הקביעה ביום ג' והראייה בליל ג' בהדדי

3. האמיתי בליל ג' האמצעי ביום ג' אחר חצות תהיה הקביעה ביום ה' והראייה בליל ד' קודם הקביעה

כל הנ"ל יתבאר ג"כ כשהאמצעי קודם לאמיתי.

4. האמצעי ביום ב' בבוקר או שהיא בליל ב' שאפשר שתראה בליל ג' והאמיתי ביום ב' תהיה הקביעה ביום ב' קודם הראייה שהיא ביום ג'

5. האמצעי אחר חצות יום ב' והאמיתי אחריו תהיה הקביעה ביום ג' והראייה ביום ד' בהדדי אם יראה הירח אבל לא יראה קודם שש שעות אחר המולד

שבדרך (ה-א') וה-ב' וה-ג' אפשר שיראה קודם שש מהמולד לפי שקדם החבור מהאמיתי משא"כ כאן שהאמיתי אחריו ולכן יש לתקן הלשון כך:

5. האמצעי אחר חצות יום ג' והאמיתי אחריו הקביעה ביום ה' והראייה ג"כ בליל ה' כמו בדרך ב'

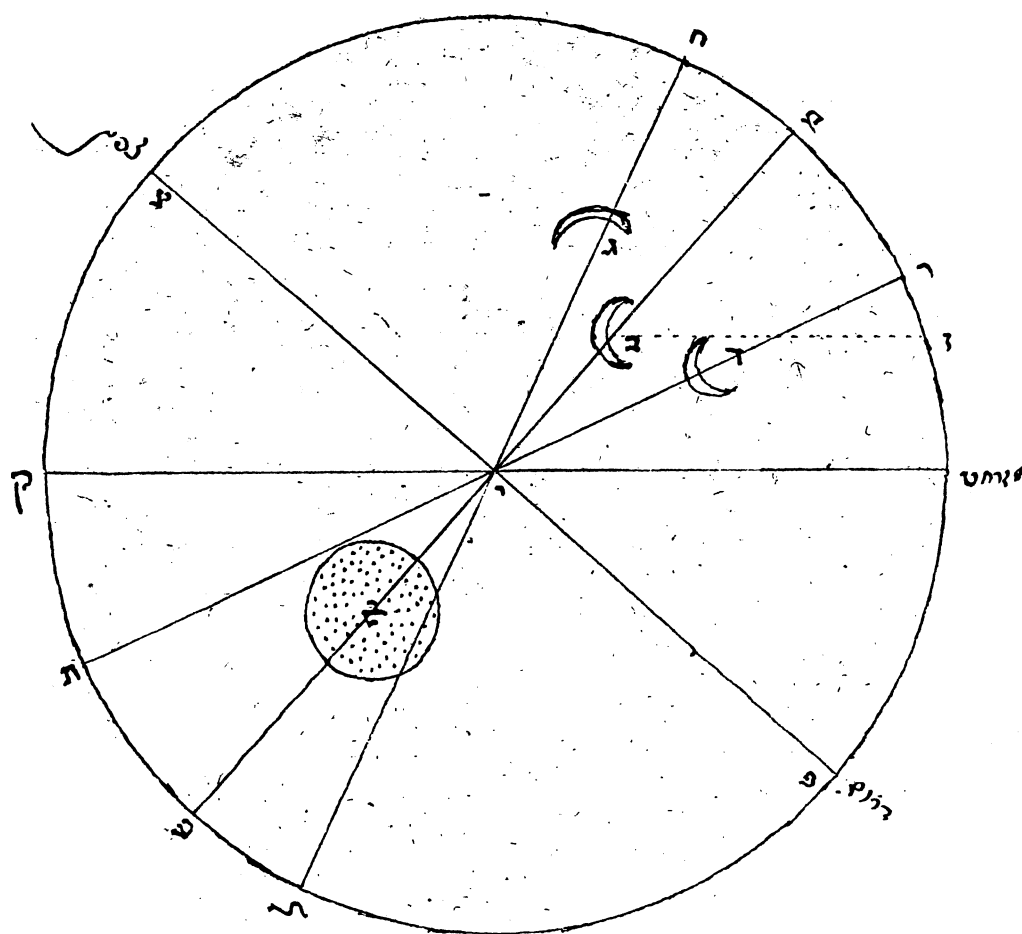
הן אלה ה' דרכים אפשריים. אבל שהאמצעי קודם לאמיתי לא תקדים הראייה לקביעה שהאמיתי אחר שאם יהיה כמו בדרך החמישי הנ"ל בסמוך כגון שהיה האמצעי אחר חצות יום ג' והאמיתי אחריו, שהקביעה ביום ה'

⁴⁸ In the Mefarsh, at the end.

⁴⁹ See Hilkhos Kiddush ha-Hodesh al-pi ha-Rambam, J. Ajdler, 1996, pp. 225-227. This situation is exceptional, but it can happen in Israel as this was the case in 4683 (p. 226).

א"א שתהיה הראייה בליל ד' שאין בין המולד לליל ד' שש שעות ולפעמים מסתתר זמן ארוך שאפילו בליל ה' לא יראה כגון שהאמיתי היה בסוף יום ד' שבודאי לא יראה בליל ה'.

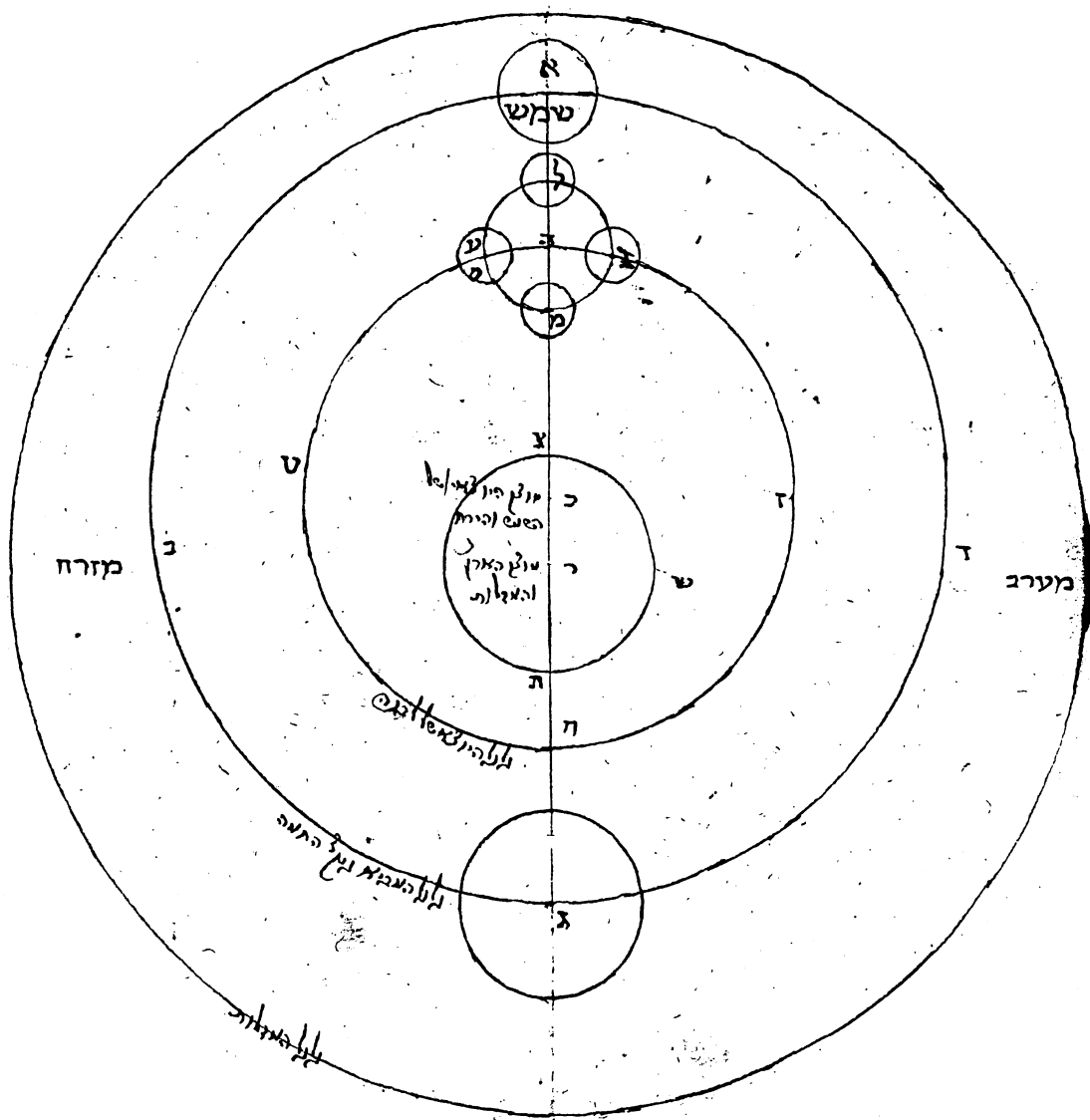
פוליו 10b

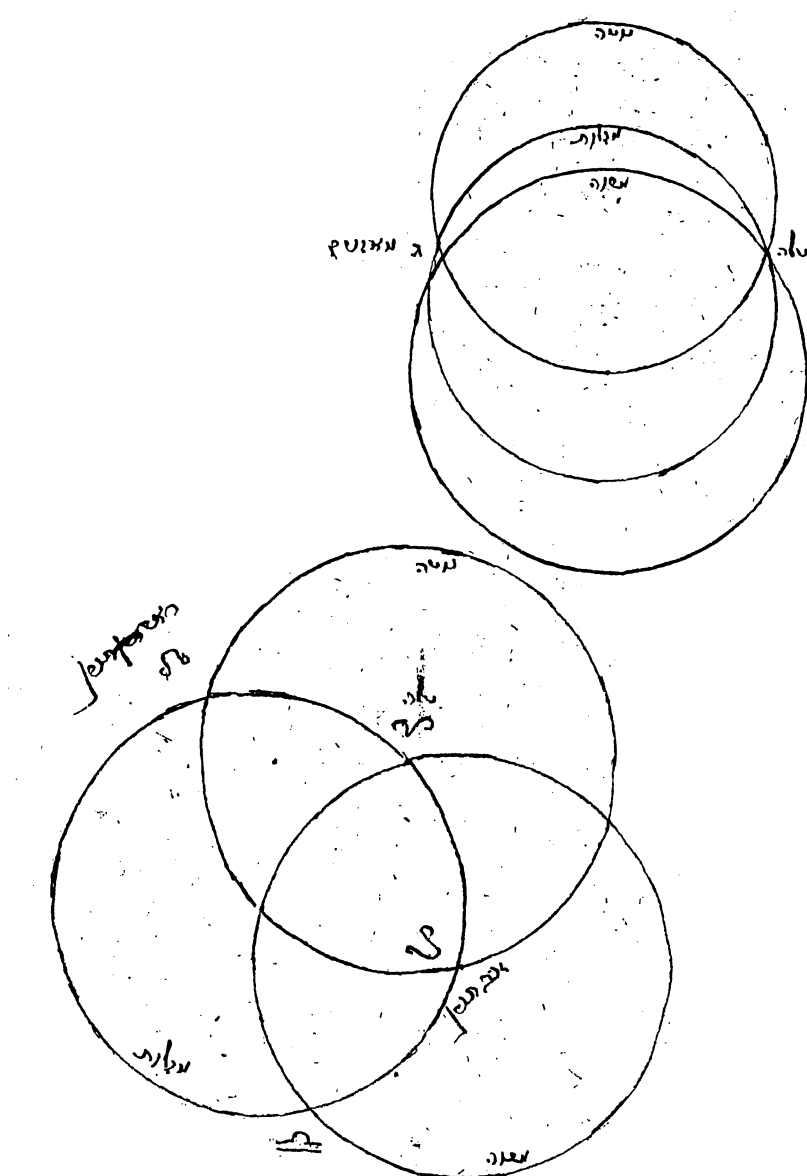


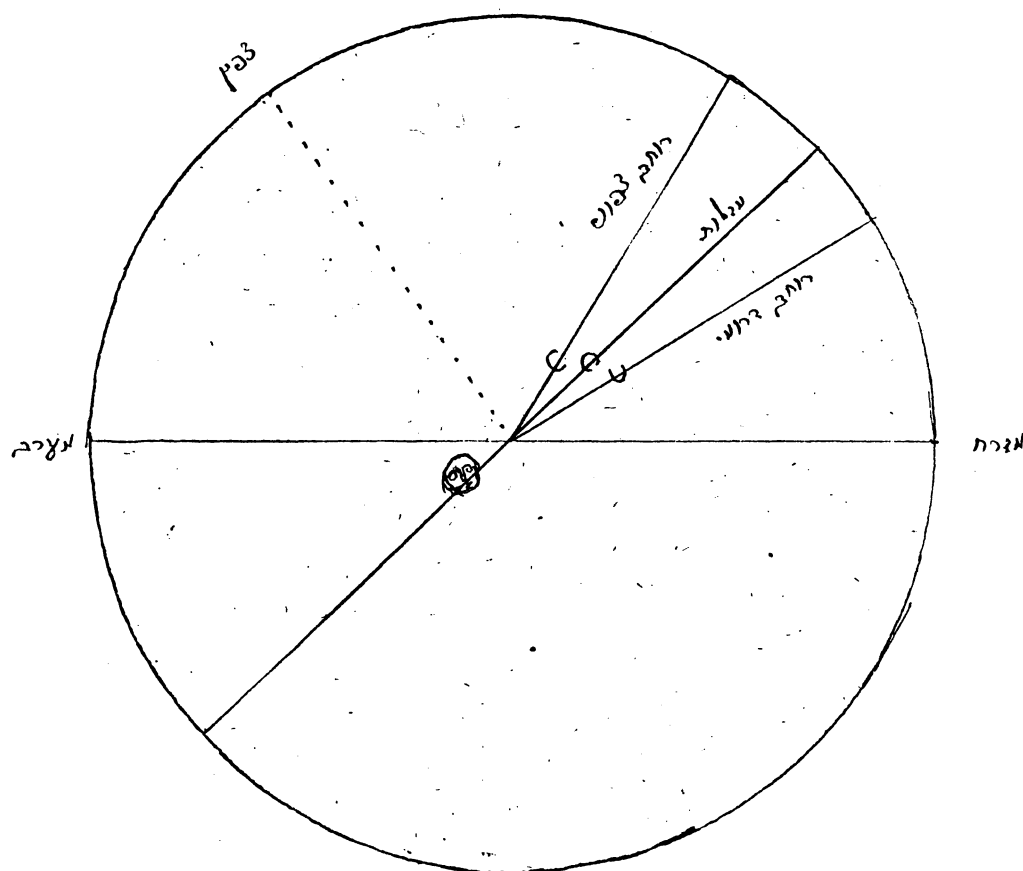
א: מרכז גוף השמש והוא נשקע תחת האופק והירח מרכזו בנקודת ב בקו אחד עם השמש אב ר"ל בקו הלקוטי שהוא באמצע אפודת המזלות ואין לו רוחב לא לצפון ולא לדרום. על כן קרניו נוטים אל נקודת ז ר"ל דרך קו בז שהוא מקביל לקו יט שהוא מזרח העולם באותו האופק. וכשהירח בנקודת ג, ר"ל נוטה מהקו הלקוטי שבו השמש לצד צפון יהיו קרניו נוטים לצד דרום וכשהירח

פוליו 11a

בנקודת **ד**, הנוטה לצד דרום, יהיו קרניו נוטים לצד צפון. ולעולם הירח נראה לצד מזרח והכל מבואר בתמונה הנ"ל. **טק** הוא אופק א"י **קצ** גובה ציר הצפוני על האופק. **פ** הוא הציר הדרומי. **מ ב א ש** הוא קו מהלך השמש, לא ימוט לעולם ממנו לא לצפון ולא לדרום. קו **ל י ג כ** הוא גלגל הנוטה שבו הירח נוטה מן השמש לצפון. קו **י ד ר** הוא גלגל הנוטה שבו הירח נוטה מן השמש לצד דרום







מבמבאר⁵⁰ זה שחשבן על דעת בטולמיוס מיום כ"ט י"ב תשצ"ב ר"ל בפחות חלק משל ר"ג כצ"ל

ולפי שזה היום חלוק אצלו ל-ס' חלקים כצ"ל

כשנשים עשר חלקים מאלף ושמונים ר"ל שנ"ד ח' תתס"ד כצ"ל פירוש שחדש בטולמיוס כ"ט יום ל"א חלקים ו-ג' שניים:פ[ירוש] היום נחלק אצל התוכנים לששים חלקים וכל חלק לס' שניים וכ"ל ולפ"ז אנו חולקים יום אחד שהוא ששים חלקים על כ"ד שעות, יפול לכל שעה ב' חלקים ומחצה.⁵¹ הלכך ל' חלקים הם י"ב שעות והיתר שהוא חלק אחד נהפוך לשניים ויהיו ס' שניים ועוד יש לנו ג' שניים שהם ק"י שניים. ולפי שהשעה היא

⁵⁰ Mefarsh on HKH 6;3, in the middle of the right column p. 318 (edition of Vilna).

⁵¹ An hour is 2.5 parts (minute) or each part of the day is 24 minutes. One minute is 2.5 under-parts or each under-part is 0.40 minutes. $29d\ 31'\ 50'' = 29d\ 12h + 1/60 + 50/3600 = 29.5\ d + 24m + 20m = 29d\ 12h\ 44m = 29d\ 12h\ 720\ halakim$.

ב' חלקים ומחצה שהם ק"ן⁵² שניים יהיו אלו ה-ק"י שניים שני שלישי שעה ו-י' שניים⁵³ ובלוח תמצא שלישי אחד של שעה שהוא 360 וא"כ ב' שלישיים הם 720 וה-י' שניות הם שלישי חומש של שעה פירוש שתחלק השעה לשלושה והשלישי שהוא 360 תחלק לחמישה והוא 72 ותוסיפו על החלק ויעלו תשצ"ב⁵⁴, הלכך חדש בטלמיוס כ"ט י"ב תשצ"ב והשנה י"ב פעמים כ"ט י"ב תשצ"ב ר"ל שנ"ד ח' תתס"ד, חסר י"ב חלקים מחשבון רבן גמליאל שהוא שנ"ד ח' תתע"ו.

ובד"ה ושנת החמה ועל דעת אלבתני⁵⁵ כ"ל וב' שלישי חלק מ-ש"ס ביום יהיה החיסרון כצ"ל.
פירוש דבריו חומש שעה מהלוח הנ"ל הוא 216 חלקים⁵⁶ וחומש עישור פי' אחד מחמישים הוא 21 3/5.⁵⁷
קבוצם 237 3/5 והם משברי⁵⁸ התכונה כמו י"ג חלקים ראשונים מאורך ש"ס מהן עשינו שעה וכ"נ יתר על שס"ה יום ושש שעות השנה אצלם.

עוד שם בטלמיוס סובר שזה הפחת הוא חלק מ-ש' ביום ואם תחלק כ"ד שעות על ש' תמצא שלכל שעה יהיו י"ב חלקים וחצי⁵⁹ ה-ש', ש-כ"ד פעמים י"ב וחצי יעלו ש'. אלו ה-י"ב חלקים וחצי תהפך לחצאין ויהיו כ"ה חצאין לכל שעה. וא"כ חלק אחד מה-ש' הוא ב' חלקים מ-כ"ה של שעה ואחד מ-כ"ה של שעה הוא חמישית של חמישית של שעה והחמישית הוא 216 בלוח חלקהו על חמישה ותמצא מ"ג וחומש. וב' פעמים מ"ג וחומש הם פ"ו ו-ב' חומשין וזהו חלק מ-ש ביום. לפיכך תהיה מדת שנת החמה שס"ה יום ו-ה' שעות ו-תתקצ"ג חלקים ו-ב' חומשי חלק שארית.⁶⁰

שנת החמה על שארית שנת הלבנה הוא י' כ"א קי"ז ו-ג' חומשים

365d 5h 993 3/5

1080 – 86 2/5 = 993 3/5

354 8 876

10 21 117 3/5

פוליו 13a

ועל דעת אלבתני התוכן הערבי שאמר שהחסרון מרביע היום הוא ג' חלקים ו-ב' שלישיים מ-ש"ס ביום יהיה החסרון מחלקי ר"ג רס"ד חלקים ודרך זה תלך כמו בגלגל הנחלק ל-ש"ס הלכך לכל שעה יפול ט"ו חלקים שב-כ"ד שעות יתנועע הגלגל בכל ה-ש"ס חלקים. אכן בכל שעה ט"ו חלקים. תהפוך השעה ל-ס' דקים יהיה לכל מעלה ד' דקי שעה שהוא אחד מ-ט"ו לשעה ובלוח חלקים בעבור [חלק] תמצא ע"ב חלקים ולפי שאמר אלבתני שהחסרון ג' חלקים מ-ש"ס יהיא ג' [פעמים] ע"ב והם 216. ועוד ב' שלישיים מחלק מ-ש"ס והנה ב' שלישי של ע"ב הם מ"ח וא"כ תוסיף אלו ה-מ"ח על 216 ויעלו 264 ר"ל רס"ד חלקים, תגרעם מן 1080 ישארו תתי"ו חלקים. תהיה א"כ לפי דעתו השנה שס"ה יום ה' שעות תתי"ו [חלקים] והיא שנת החמה וממנה תגרע שנת הלבנה שנ"ד ח' תתע"ו נשאר י' כ' תתר"ך שארית שנת החמה על שנת הלבנה.

1080 – 264 = 816

⁵² $2.5 * 60 = 150$.

⁵³ 1 hour = 150 / 3600 days. Thus $(110 / 150) * 60 = 44$ minutes. Delmedigo writes: $110'' = (2/3) * 150'' + 10'' = (2/3) \text{ hour} + 10 * 0.40 \text{ minutes} = 44 \text{ m}$.

⁵⁴ In the margin it writes $720 + 72 = 792$.

⁵⁵ Mefarsh on HKH 6;3, 5 lines from bottom of the right column (edition of Vilna). According to al-Battani the tropical year is $365.25 \text{ d} - 3 \frac{2}{3}$ of 360 in a day = $365.25 \text{ d} - [(3 \frac{2}{3}) / 360] * 25920 = 365.25 \text{ d} - 264 \text{ halakim} = 365 \text{d } 5 \text{h } 816 \text{ halakim}$.

⁵⁶ $1 / 360$ of a day = $1 / 15$ of an hour; thus the difference is also $(3 \frac{2}{3}) / 15$ of an hour or $3 / 15 \text{ hour} + (2/3) / 15 \text{ hour}$. The first term is then $(3/15) * 1080 = 1080 / 5 = 216 \text{ halakim}$. The second term is $(2/3) / 15 \text{ hour} = (2/45) * 1080 = 48 \text{ halakim}$.

⁵⁷ There is confusion in the manuscript. We are no longer dealing with the tropical year of al-Battani but with the opinion of those who consider that the tropical year is $365.25 \text{ d} + 0.2 \text{ hours} + 0.02 \text{ hours} = 365.25 \text{d} + 216 \text{ halakim} + 21.6 \text{ halakim} = 365.25 \text{d} + 237.6 \text{ halakim}$.

⁵⁸ An astronomical fraction.

⁵⁹ $300 / 24 = 12.5$

⁶⁰ $1 / 300 \text{ day} = 1440 \text{ m} / 300 = 4.80 \text{ minutes} = 25920 \text{ halakim} / 300 = 86.40 \text{ halakim}$. The tropical year of Ptolemy is then $365 \text{d } 6 \text{h} - 86.4 \text{ halakim} = 365 \text{d } 5 \text{h } 993.6 \text{ halakim}$

365 5 816

354 8 876

10 20 1020

ובד"ה והמולד הראשון:⁶¹ גרענו מן המולד הזה והוא יום ו – ב שעות שארית שנה פשוטה שהוא ד – ח – תתע"ו.

נשאר המולד שקודם יצירת אדם הראשון.

6 – 14 – 0

4 – 8 – 876

2 – 5 – 204

וכן אם נוסיף ד – ח – תתע"ו על יום ו – ב שעות ביום פירוש י"ד שעות

6 – 14

4 – 8 – 876

3 – 22 – 876

ג – כ"ב – תתע"ו מולד שנה שאחריה.

עוד שם: ויש מהם מי שהתחיל ממולד אדם הראשון והוא ו – ב שעות כצ"ל.

עוד שם: לפיכך תהיה תחילת ימי אדם הראשון ממולד יום ו – ב שאירע שהיה מולדו ומולד תשרי בזו השנה ביחד כצ"ל והשאר מיותר.

ולפי שנצטווה אדם בזה החשבון לא יתכן שיהיה תחלת חשבון אלא ממולדו לפי שא"א שיצטווה מי שלא נברא עד עתה. פירוש דבריו הוא שלא לתוהו נברא העולם ותכליתו בשביל האדם ואם אדם אין מה צורך לעולם ומה צורך היה שיברא קודם שנברא האדם שהרי א"א שיצטווה קודם שנברא וא"כ מה צורך שנקדים מציאת העולם קודם בריאתו וציווי וק"ל.

פוליו 13b

עוד שם: [יצא לנו מולד שנה אחריה ג' י' תתע"ו] וה' י' הראשונה [נמחק] למולד יום ג' כ"ב תתע"ו כצ"ל.

וכתבו רוב בעלי העיבור להתחיל ממולד של ב – ה – ר"ד כצ"ל.

ובד"ה כל י"ט שנה כו'⁶² כשתקבץ ימי ז' שנים מעוברות ושעותיהם וחלקיהם יהיו ב' אלפים ו-תרפ"ז יום ו-שש שעות ו-תתפ"ג חלקים⁶³, צרפם על ימי ה-י"ב שנים הפשוטות יהיה הכל ששת אלפים וכ"ל כצ"ל.

⁶¹ HKH 6;8 at the beginning, on top of p 318, left column.

⁶² HKH 6;8.

⁶³ 2687 d 6h 883 hal

חלקי העיבור	חלקי התכונה	חלקי העיבור	חלקי התכונה	חלקי העיבור	חלקי התכונה
738	41	378	21	18	1
756	42	396	22	36	2
774	43	414	23	54	3
792	44	432	24	72	4
810	45	450	25	90	5
828	46	468	26	108	6
846	47	486	27	126	7
864	48	504	28	144	8
882	49	522	29	162	9
900	50	540	30	180	10
928	51	558	31	198	11
936	52	576	32	216	12
959	53	594	33	234	13
972	54	612	34	252	14
990	55	630	35	270	15
1008	56	648	36	288	16
1026	57	666	37	306	17
1044	58	684	38	324	18
1062	59	702	39	342	19
1080	60	720	40	360	20

פוליו 14a

י"ב פשוטות 4252d 9h 792 hal

ז' מעוברות 2687d 6h 883 hal

ימי שנות הלבנה 6939d16h 595 hal⁶⁴

ימי י"ט שנות החמה 6939d18h

1h 485 hal⁶⁵

י"ט פעם י – כ"א – ר"ד 206d 18h 636 hal

ז' חדשי העיבור 206d 17h 151 hal

1h 485 hal

פרק ז'

בפנים סי[מן] ג': הרי זה נדחה לשל אחר אחריו כצ"ל.⁶⁶

ובביאור ד"ה אין קובעין . ר' זירא שלח להו צריך שיהיה לילה ויום מן החדש: נ"ב פירוש התוספות בפרק קמא דר"ה דף כ' ע"ב⁶⁷ הא דמאיימים על העדים על החדש שלא נראה בזמנו לומר ראינו אותה אע"פ שלא ראו ה"מ כשיום ל', לילה ויום, מן החדש עכ"ל

למדנו שאם נראית הלבנה הישנה משחשכה יום כ"ט שהוא ליל שלשים⁶⁸ נ"ב בתוספות דף כ' ע"ב הקשו על פירוש רשי ע"ש דקיימא לן דעשרים וארבעה שעי וכ"ל

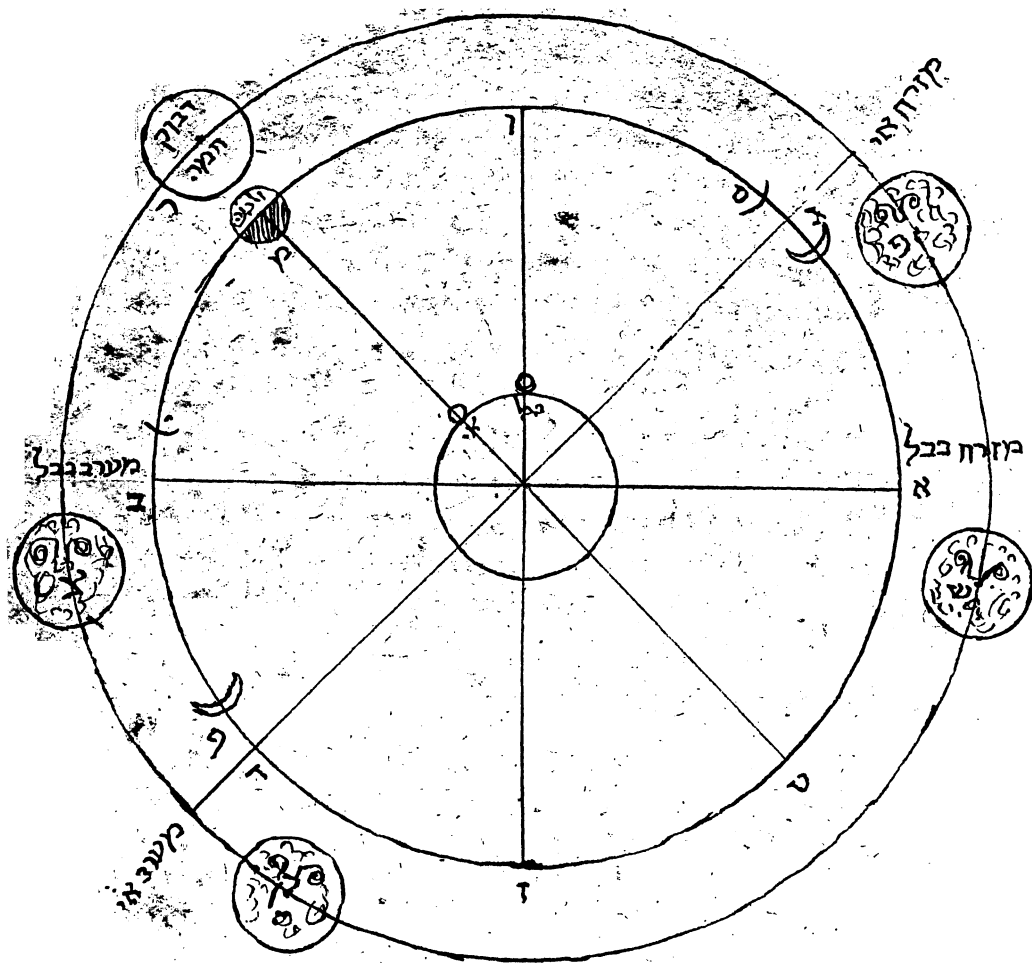
⁶⁴ In the manuscript it wrote 18h 595.

⁶⁵ In the manuscript it wrote 1 – 585.

⁶⁶ This correction appears in the edition of Shabtaï Fraenkel. It is difficult to know if his corrections in the text of Maimonides' are based on his own logical appreciation or if he had a manuscript at his disposal. Anyhow he certainly corrects the text of the Mefarsh according to his understanding.

⁶⁷ תוספות ד"ה צריך

וזו שאמר אבא אבוה דר' שמלאי: ⁶⁹נ"ב רשי ז"ל שהם ב' דברים.
 וזו דר' שמלאי, מלתא באנפי נפשי היא משא"כ לפי התוספות ובעל המאור שהכל ענין אחד הוא ומתוך קוטנן פירוש: לא שהיא תחת האופק אלא שהיא עדיין קטנה וקרובה לשמש.
 כ"ד שעי מכסי סיהרא: ⁷⁰נ"ב יהיה בתמונה שלפניך **אב** אופק בני בבל המזרחי, ו-**גד** אופק המערביים כמו ⁷¹בא".
אגסומיבדזט גלגל לבנה **שפתרצק** גלגל חמה והנה בהיות השמש **ש** זורח על אופק בני בבל, הירח קדם לזרוח לבני בבל רואים אותה ועד שיגיע לנקודת ג' עדיין הוא גדול ונראה להם הישן ומשם ואילך הוא נתקרב לחמה וכשהשמש שבנקודת **פ** עולה על אופק א"י הירח שבנקודת **ס** הוא מאוד קטן ואינו נראה לבני א"י אע"פ שהוא למעלה מן האופק לפי שהוא קרוב לשמש וגם מנקודת ג' ואילך נעלם מעיני בני בבל וכשיגיע לנקודת **מ** נדבק לשמש והיה המולד וכשיגיע לנקודת **ב** שהוא מערב בני בבל הירח הוא קטן וקרוב לשמש ששקע בנקודת **צ** ואינו נראה להם אבל כשיגיע לנקודת **ד** והשמש שקע לבני א"י בנקודת **ק** נתרחק השמש ונתגדל שעורו או שהוא בנקודת **ף** ונראית לבני א"י קודם שקיעתו תיכף לשקיעת החמה או קודם שקיעתה מעט.
 פוליו 14b



⁶⁸ HKH 6;1, in Mefaresh

⁶⁹ Mefaresh p. 319 right column line 37 in the Vilna-Warsaw edition.

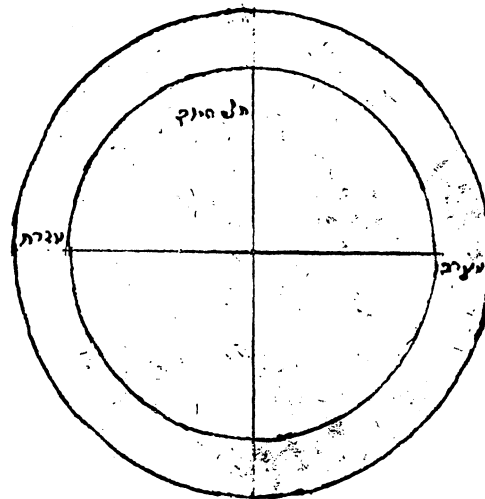
⁷⁰ Mefaresh p. 319 right column line 51 in the Vilna-Warsaw edition.

⁷¹ The whole figure is difficult to understand; similarly the relative position of Babel and Israel is surprising as Babel is at the east of Israel.

והנך רואה שלבני א"י שקעה הירח ד"מ בליל ב' בנקודת ה' קודם החמה שהיא אז אחריו בנקודת ז' שכך דרכו בסוף החדש להקדים לשקוע קודם החמה ונעלם מעיניהם שהיה תחת אופק דג י"ב שעות כשיעור חצי העגול וכשזרח על אופקם ביום ב' בנקודת ג' הירח היה קטן וקרוב לשמש ולא נראה לבני א"י ומנקודת ג' ואילך,

פוליו 15a

מכל שכן שנעלם שהיה קרוב יותר לשמש עד שש שעות אחרות דהיינו עד נקודת מ' שהיא נקודת חצי היום בא"י שבה תה(ו)[יה] המולד. הרי י"ח שעות העלם הירח הישן לבני א"י ואחר המולד נתרחק הירח מהשמש ואחר ו' שעות ר"ל לעת ערב כשהגיע לנקודת ה', תחילת ליל ג' נגלה לבני א"י היינו שש שעות מהחדש נסתר וי"ח מהישן לבני א"י. ולבני בבל הוא בענין אחר שביום ב' עדיין היה נראה להם דהיינו עד נקודת ג' כמו ג' שעות ביום ומשם נעלם הישן עד המולד שהיה בנקודת מ' ר"ל שהוא רביע עיגול מ- ג' עד מ' דהיינו שש שעות מהישן ואחר שנדבק בנקודת מ' ונפרד מהשמש היא נעלם עוד י"ח שעות מבני בבל לפי שכשהגיע לאופק בני בבל במערב ב' היה עדיין קטן שלא עברו מהמולד רק ג' שעות דרך משל ולא נתרחק מהשמש ששקע להם שם בנקודת ז' הרבה ולא ראו אותו קודם שקיעתה ואחר שקיעתו היה תחת האופק שלהם ולא יראו אותו והרי הוא נעלם י"ב שעות, חצי עגול וקודם ששקע ג' שעות הרי ט"ו שעות ואחר ט"ו שעות זרח השמש על אופק אב לבני בבל והירח אחריו כמו ג' שעות נתרחק מהשמש וכשיגיע לנקודת ג' שהם י"ח שעות מהחדש לבני בבל אזי נראה לכל לבני בבל ולבני א"י והכל מבואר.



פוליו 15b

עוד שם: בידוע שנראה בעולם בליל ג' כצ"ל⁷² עוד שם: ⁷³מאי מהדר לי רב אשי כ"ל נ"ב ואם היה אחר חצות אין קובעין למחר ואלו רבי זירא אומר שקובעין. אם זו היתה התמיה מאי מהדר לי רב אשי כ"ל. הירח בתחילת החדש נראה במערב סמוך לשקיעת החמה כ"ל קרוב אצל בני א"י שהם במערב כו' אחר שש שעות אע"פ שקרוב הוא כו' ואינם רואים אותו עד שיתרחק הרבה מן השמש. התמונה 4 הרביעית היא השני[ת] והיא שייכת כאן והשני[ת] 2 היא הרביעית. רפ"ב ע"א ולמראית העין יתבאר לך כ"ל ואע"פ שלא נתרחק מן השמש הרבה אלא שש שעות וזה שציירנו בבל נ"ב אע"פ שנוטה מאמצע העולם⁷⁴ למערב כמ"ש לעיל אבל לפי האמת מלכות בבל נתפשת עד קצה מזרח

⁷² Mefares p. 320 right column line 2 in the Vilna-Warsaw edition.

⁷³ Mefares p. 320 right column line 11 in the Vilna-Warsaw edition.

⁷⁴ It corresponds to the longitude 90°, 24° east of Jerusalem. The inhabited world was considered from 0° till 180°. Bagdad was thus to the west of the center of the world.

כ"ש בספר המאור ובספר יסוד עולם ע"ש. ומן הצורה הזאת מתברר לך שבזמן שמתרחק הירח מעל השמש כ"ל

ואינו נראה בא"י מפני שקרוב הוא אצלם כצ"ל

מדברי עלי בן מר חסאן ז"ל⁷⁵ אי אתה מוצא שיהיה המולד במקום מן המקומות (פירוש, בחצות או תכף אחריו) ויראה במדינה (ממדינה) העולם תכף אחר שקיעת החמה במערב אלא כשיהיה המולד בקצות המזרח כ"ל לשקיעת החמה בקצות המערב (ר"ל י"ח שעות אחר המולד) והעד שאמרה ההלכה נראה סתם כ"ל ואלו דברי רוח שהרי זה מורה ששעת הראייה [בקצות המערב אחר המולד י"ח שעות]⁷⁶ במערב אחר המולד שבקצות המזרח ב-י"ח שעות כו' שאם יהיה המולד קודם חצות יום שני בחלק אחד: נ"ב למזרחיים שהוא חצי ליל ב' למערביי[ם] הלכך תחילת ליל ג' למערביי[ם] שהוא שעת הראייה לשם הוא י"ח שעות אחר המולד והוא תחלת יום ג' למזרחיים. הרי לך כשקובעים בני מערב ר"ח יום ב' לפי שאפשר שיראה קודם ליל ג', כבר הוא יום ג' למזרחיים אבל זו אינה קשי שגם המערביים קובעים יום ג' ר"ל ביום הבא אחר היום שבסופו נראית הלבנה ולא כמו שאנו עושים ע"פ החשבון שקובעים בו ביום כשהמולד קודם חצות. עוד שם: ושוב זו הסברה הפסד:⁷⁷ נ"ב ר"ל שאף אם יהי[ה] המולד אחר חצות יום ב' או אפילו תחלת ליל ג' למזרחיים[ם] אפיל[ו]ן שיראה בסוף יום ב' של מערביי[ם] ויהיו קובעים יום ב' במערב ואין זה טענה שר' חסאן יחשב שלא תראה החדשה פחות מ-י"ח שעות שלמות ואלו מתחלת ליל ג' של מזרחיים[ם] ועד תחלת היום שלהם שהוא סוף יום ב' למערביי[ם] אינם רק י"ב שעות. וכל שכן שיסמכו בני א"י על ראיית אנשי מערב:⁷⁸ נ"ב פירוש היותם מערביי[ם] מא"י אע"פ שלא נראה לא"י שזה לא יעלה על הדעת. ובד"ה מולד תשרי כ"ל והוא ד – ח – תתע"ו כ"ל: לפי שתהיה קביעת שנה שלפניה יום ג' ולפי שיהיה המולד קודם חצות נקבע באותו יום ג' ומאחר שהיא מעוברת אע"פ שיבא מולד שנה כצ"ל.

פוליו 16a

בסוף ההגה ודחיית בד"ו משום אד"ו,⁷⁹ פירוש לא בד"ו פסח כידוע לעברנים. **ע"ד** עוד שם: בשלשי קובעין ברביעי דוחין כצ"ל: אלא אם כן יש בידם קבלה כו' דתנן בסוכה בפרק החליל דף נ"ד כ"ל דחינן לי (ועבדינן אלול מעובר כי היכי דליקלי ר"ה בשבת) ויומא דכיפורי ב-א' בשבת (וחיישינן משום ירקא ומתיי כדאמרין בר"ה) והתנן בשבת פ' ואלו קשרים חלבי שבת קרבים (ביה"כ של תמיד של בין הערביים קרבים ביה"כ שחל במוצאי שבת, אלמא חל יה"כ במוצאי שבת ופריק אחריו[ם]) היא דאמרי מקלע ולא דחינן דאין מעברין את החדש לצורך) ולא בין ר"ה לר"ה אלא ד' ימים (אם זה בא בשבת יחול בשנה הבאה בחמישי בשבת והיינו ד' ימים וזה הסדר לפי מולד הלבנה הוא שבין מולד כ"ט ומחצה לכ[ל] מולדות נ"ט⁸⁰ נמצא כל חדשי השנה אחד מלא ואחד חסר ואחרים ס[בירא] ל[יה] דאין מעברין ואין מחסרין שום חודש לצורך אלא קובעין ר"ח א[חד] מלא וא[חד] חסר לעולם, נמצא בין פסח לפסח ד' ימים, ששה מלאים וששה חסרים שנ"ד ימים. ש"ן ימים הן נ' שבועות נמצאו ד' יתרים בין קביעות שנה זו וקביעת שנה הבאה ואם היתה שנה מעוברת דקסבר חדש העיבור לעולם חסר וכ"ח ימים שלו הן ד' שבועות נמצא יתר יום אחד תנהו על ד' ימים שבשנה פשוטה הרי ה' עכ"ל רשי ז"ל. ועיין בר"ה דף כ' ושם לשון התוספות אלא ד' ימים בלבד דקסבר אין מעברין את החדש לצורך וכולם הולכי[ם] לפי המולדות. ובפ' דערכין פריך והאיכא יומא דשעי לתלת שנים ואיכא יומא דחלקי[ם], לתלתין שנים לפי שיש עדיין ח' שעות ו-תתע"ו חלקי[ם] עולות השעות ליום א[חד] לסוף ג' שנים והחלקים עולים ליום לסוף שלשים שנה ומשני כיון דלית בכולי שני לא קחשיב עכ"ל.

רפ"ג ע"א

עוד שם ראו שעשו אותם סעד למסורת כצ"ל:⁸¹ מפני שאין קובעין בימי אד"ו.

⁷⁵ Mefaresh p. 320 right column line 8 from bottom in the Vilna-Warsaw edition.

⁷⁶ Marginal addition.

⁷⁷ Mefaresh p. 320 left column line 2 in the Vilna-Warsaw edition.

⁷⁸ Mefaresh p. 320 left column line 4 in the Vilna-Warsaw edition.

⁷⁹ H.K.H. 7:7. Last words of the gloss of Rabad.

⁸⁰ I don't understand this abbreviation.

⁸¹ Mefaresh p. 321 right column line 4 in the Vilna-Warsaw edition.

עוד שם בסוף יום שלישי ויהיה הירח כ"ל.⁸² נ"ב הקריב המולד יותר ממ"ש הרב בליל ג' ולא יראה בליל ה' שא"א להתעלם יותר מ-כ"ד שעות וכמ"ש בעל ס"ע⁸³ אבל לא חקר הענין שאפילו אם יהיה המולד סוף יום ג' יראה בסוף יום ד' ואפשר לתרץ שר"ל שלא יראה בעמקים ובגיאיות עד שיתרחק הרבה מן השמש.

רפ"א ע"א⁸⁴

פרק ז'.

בפנים. סוף יום ג':⁸⁵ הרי זה נדחה לשל אחר אחריו כצ"ל.

ועיקר השאר מ-ד' דחיות כצ"ל

בביאור. צריך שיהיה לילה ויום מן החדש:⁸⁶ פירוש התוספות בר"ה פ"ק דף ד' ע"ב הא דמאיימין על החדש שלא נראה בזמנו (וכופין אותם) לומר ראינו אע"פ שלא ראו ה"מ כשיום ל' לילה ויום מן החדש עכ"ל.

עוד שם: שאם נראית הלבנה הישנה משחשכה⁸⁷ יום כ"ט

פוליו 16b

שהוא ליל ל' אין מקדשין כ"ל דקס"ד דכ"ד שעי מכסי סיהרא כ"ל:⁸⁸ נ"ב הק[ושיא] בתו[ספות] דאין נראה דתלי בראי[ה] שאיך יהיו קצת מקדשין על ראי[ה] זולת. ועוד שא"א שתראה הלבנה הישנה שמחשכה יום כ"ט שדרכה של ישנה לשקוע קודם שקיעת החמה שהרי בבוקר קודמת לזרוח קודם החמה ע"כ אמרו שיותר נראה לומר שמירי על החשבון ור"ל אם המולד הי[ה] קודם ליל ל' מקדשין אלא שאין אנו נוהגין כן שאפילו ביום ל' אם הוא קודם חצות מקדשין ע"ע. והנראה מפי[רוש] רשי הא דר' שמלאי מלת[א] באנפי נפשה היא דהא פי[רוש] שלח להו לחבירין שבכלל שני דברים שלמד כאן. ואלו לפי התו[ספות] הא דר' שמלאי קאי אהא דאמר צריך שיהא לילה מן החדש וכן פירש בעל המאור ע"ע.

עוד שם: אלא שש שעות אחר חדשה⁸⁹ ומתוך קוטנה של לבנה, פי[רוש] שלא מטעם ששוקעת תחת האופק אלא מפני קוטנה מתכסה אלו (השתי) [השש] שעות.

ובע"ב שם: כ"ד שעי מכסי סיהרא כ"ל:⁹⁰ נ"ב, פי[רוש] מלבד ה-י"ב שעות נעלם עוד י"ב שעות אלא שלמזרחי[ם] הם מהחדשה ולמערבי[ם] הן מהישנה ר"ל למזרחי[ם] שש קודם הדבוק ושש לאחר הדבוק והיא על אופקם וי"ב אחרת והיא תחת אופקם עד שתזרח השמש ותעלה אחריו הלבנה ולמערבי[ם] שוקעת בליל שקודם הדבוק והיא י"ב שעות תחת האופק וכשהיא זורחת למחר קודם החמה היא קטנה ואינה נראית להם עד הערב. הרי י"ב שעות אחרו[ת] שנעלמת מה[עין] אע"פ שהיא למעלה לאופק כצ"ל.

עוד שם, מכאן ואילך מפני קוטנה:⁹¹ נ"ב וגם מן החדשה אינה נראית ו' שעות ולסוף שש שעות כצ"ל.

עוד שם, וכל י"ב שעות שאחר שש שעות הראשון[ות]⁹² כ"ל שהרי היא תחת האופק כצ"ל.

וכל י"ח שעות של ישנה מתוך קוטנה,⁹³ נ"ב ומתוך שהיא תחת האופק.

עוד שם, חצות לילה איכא ביניהו כ"ל:⁹⁴ אין היום הולך אחר תחלת הלילה, ואם נראה הירח קודם חצות לילה מקדשין ביום ל': נ"ב ל' לבוש אבל אם לא נראית הישנה בתחילת ליל ל' אע"ג דגם החדשה לא נראית

ואפי[לו] נולדה בתחילת ליל ל' מקדשין החדש ביום ל' וזהו ההפרש בין פי[רוש] זה ובין פי[רוש] האחר שבסמוך ודו"ק.

⁸² Mefaresh on H.K.H. 7:8.

⁸³ I ask myself if it should not be יסוד עולם.

⁸⁴ We are back in chapter 7 in the manuscript.

⁸⁵ H.K.H. 7:3.

⁸⁶ Mefaresh 7: 1. P. 319 right column, line 9 in the Vilna-Warsaw edition.

⁸⁷ Mefaresh 7: 1. P. 319 right column, line 31 in the Vilna-Warsaw edition.

⁸⁸ Mefaresh 7: 1. P. 319 right column, line 34 in the Vilna-Warsaw edition.

⁸⁹ Mefaresh 7: 1. P. 319 right column, line 43 in the Vilna-Warsaw edition.

⁹⁰ Mefaresh 7: 1. P. 319 right column, line 50 in the Vilna-Warsaw edition.

⁹¹ Mefaresh 7: 1. P. 319 right column, line 65 in the Vilna-Warsaw edition.

⁹² Mefaresh 7: 1. P. 319 right column, line 68 in the Vilna-Warsaw edition.

⁹³ Mefaresh 7: 1. P. 319 right column, 6 lines from bottom in the Vilna-Warsaw edition.

⁹⁴ Mefaresh 7: 1. P. 319 right column, last line from bottom in the Vilna-Warsaw edition.

רבינו משה ז"ל: ⁹⁵ אמר שמואל ר"ח צ"ל הוא ר' חננאל שמזכיר [שתי] ⁹⁶. התו[ספות] פירשו בגמרה. עוד שם צריך שיהי וכו' אין קובעין ר"ח בו ביום של מולד א"כ בא המולד שעה ראשונה מן הלילה כ"ל: (נ"ב ואין הענין תלוי בראייה כאשר פירש רשי אלא במולד) וזהו מה שאמר אבוב דר' שמלאי לשמואל: נולד קודם חצות כו' ורצינו לומר שאז אפשר שיראה בשקיעת החמה ואם לא נולד לא יראה ומק[ים] למאי נפק[א] מינה והלא אתה מצריך שיהא לילה ויום מן החדש א"כ אפי[לו] נולד קודם חצות אין קובעין בו

פוליו 17a

ביום ולפיכך בא רב אשי ודחה מסורת זו שפי[ת]רש [רבי זירא שזהו פי[ת]רושה] על צריך שיהא לילה ויום אלא מלתא באנפי נפשה הוא ולעולם צריך שיהא לילה ויום מן החדש והא דאבוב דרבי שמלאי לא נאמר על הקביעות אלא לאכרושי סהדי שאם נתברר מן החשבון שנולד אחר חצות ובאו עדים ואמרו ראינוהו בו ביום, עדי שקר הם ולא אמר אבוב דרבי שמלאי הוראה כדי לקובעו או שלא לקובעו אם נולד קודם חצות. כך הוא פי[ת]רוש [דבריו והא דאמר רבי זירא אמר רב נחמן: כ"ד שעי מכסי סיהר[א] לא נתברר אצלנו יפה, בהא נבוכו רבים שאין כן לפי האמת ש- מ"ח שעי מכסי סיהר[א] עיין בס' י[סוד] ע[ולם].

ע"ד רבי יוחנן אמר מערב עד ערב, סבר אפילו אם נולד שעה שני[ת] מן הלילה אין קובעין מחר חדש ורש לקיש סבר כצ"ל.

מה זה אף זה חצות לילה דכתיב בפסח ואכלו את הבשר בלילה הזה וכתוב על מצות ומרורים יאכלוהו ש"מ שאכילת מצה אפי[לו] עד חצות והנה אם לא אכל מצה ביום הראשון אלא כמעט קודם חצות נחשב לו יום שלם כצ"ל. ע"כ מדברי ר"ח ז"ל כצ"ל. ⁹⁷

ר"ם ז"ל בפי[ת]רוש [הגמ[רא]] בלשון ערבי: נולד קודם חצות פי[ת]רוש [אם הירח אז מעט מן השמש אחר החבור קודם שש שעות ביום נראה לאחר שקיעת החמה לבני א"י כו' וכן אח"כ לבני א"י ויראו אותו לאחר שקיעת החמה. עוד שם: והוא פירוש הירח עדיין לא שקע. עוד שם: אלא א"כ היה ליל ר"ח כצ"ל. ולא אתי לאשמועינן אלא שמעתה דמכחישינן סהדי שאם חשבנו כצ"ל. עוד שם לעיל מזה וזה שאנו מצריכין שני גלגלים בלבד, פירוש אע"פ שבין גלגל חמה ולבנה יש כוכב ונוגה או ה"ל בלי מעגל לירח ויוצאי מרכז מביאים הגובה כדי שלא יתבלבל המעיין אלא יהיה ברור הדבר אצלו וניכר לראיית העין.

עוד שם: והחשבון והראייה כהדדי ננהו: נ"ב דע"פ שניהם מקדשין דאל"כ מאי נ"מ לאכרושי סהדי אם אין צורך לראייה. עוד שם: מחשבין את תולדו: לא לעצמו אמר לקובעו אלא לדחותו כלל שאי אפשר שאם היה המולד כ"ל נ"ב ולעולם דוחין אותו מיום מולדו אלא לפעמים ליום שלאחריו ולפעמים ליום שלאחר אחריו.

פוליו 17b

רפ"ו ע"ב.

והירח עצמו על נקודת ג לצד מערב ובזו הצורה כצ"ל אל נקודת ס והיתה בנקודת ג ובזו הצורה הוא אחר האמצעי כצ"ל.

⁹⁵ Mefarsh 7: 1. P. 319 left column, line 33 in the Vilna-Warsaw edition. Perhaps: R. Hanael whom the Mefarsh mentions twice.

⁹⁶ Difficult reading. Mefarsh 7: 1. P. 319 left column, line 4 in the Vilna-Warsaw edition.

⁹⁷ Mefarsh 7: 1. P. 319 left column, line 68 in the Vilna-Warsaw edition.

הנך רואה בהתמונה הנ"ל שהירח היה בדבוק עם השמש בראש טלה בנקודת א ועבר ממנו וסבב גלגל המזלות ר"ל בעגלו אבגד שהוא תחת המזלות ובא עד נקודת א שממנה התחלה להתנועע ב-כ"ו ימים ז' שעות מ"ג חלקים ולא מצא שם השמש שבזה הזמן התנועע גם הוא למזרח ועבר כל מזל טלה עד ראש שור בנקודת ח ורשף אחריו עד ח ושם נדבק עם השמש והזמן שבין הדבקים כ"ט י"ב תשצ"ג לדידן ולדעת בטולמיוס כ"ט י"ב תשצ"ב חלק א' פחות מחישובו.¹⁰⁷

בלוחות אלו תראה שמספר 1080 יש לו יותר חלקים מלמספר אלף ומספר 60 שבהם משתמשים חכמי התכונה ע"כ בחרו בו חכמי העבור כדי שלא יפלו בשברים ושברי שברים כמוהם כשחלק ל-ס' ראשונים וכל ראשון לששים שניים וכן עד עשיריים.

60	1000	1080	שעה
30	500	540	חצי
20	-	360	שליש
15	250	270	רביעי
12	200	216	חמישי
10	-	180	ששי
-	-	-	שביעי
-	125	135	שמיני
-	-	120	תשיעי
6	100	108	עשירי
-	-	-	י"א
5	-	90	י"ב
-	-	-	י"ג
-	-	-	י"ד
4	-	72	ט"ו
-	-	-	ט"ז
-	-	-	י"ז
-	-	60	י"ח
-	-	-	י"ט
3	50	54	ך
-	25	27	ם
-1	-	18	ס
-	-	9	ק"ך

פוליו 19a

רפ"ג ע"א וע"ב.

פרק ח'.

בפנים סימן ב',¹⁰⁸ מקצת השנים חסרים יתר על המלאים: נ"ב כבר השיג עליו בספר יסוד עולם מאמר ד' פרק ט' שא"א שהתוספת יגרום חסרון אבל הם סבות המלאים ואולם סבת החסרון הוא דחיית אד"ו כמ"ש באריכות וכ"כ המבאר בפרק הבא ושם אכתוב.

¹⁰⁷ The text is clear but the drawing much less.

¹⁰⁸ In our printed editions : paragraph 3.

29 - 23 - 1080	חדש מ- ל' יום
29 - 12 - 793	חדש לבנה
11 - 284	חסר תשרי י"א שעות ו-רפ"ז חלקים ואפ"ה נעשה אותו ל' יום
29 - 12 - 793	חדש לבנה
11 - 284	חשון תגרע
29 - 1 - 506	נשאר
29 - 12 - 793	ונעשהו מ-כ"ט יום, חדש כסליו
1 - 506	ונשאר לנו
29 - 14 - 219	ויעלה
11 - 861	ונעשהו מלא אע"פ שחסר
29 - 23 - 1080	כשתגרענו מן ל' יום
29 - 12 - 793	חדש טבת
11 - 861	תגרע ממנו
29 - - 1012	
29 - 12 - 793	ונעשהו חסר [ל] חדש שבט
1012	ומוסיפים עליו
29 - 13 - 725	ויצאו

ונעשה מלא מ-ל' יום וכן בכולם על זה הדרך ¹⁰⁹

ובביאור ומפרש מה עשו תשרי כ"ל¹¹⁰
עוד שם,¹¹¹ שניהם מלאים עושים, שניהם חסרים עושים, אחד מלא (ראשון) וא' חסר (שני) עושין וכ"ל עד
שיודע לך (מהבאים מא"י) שהוקבע ר"ח בזמנו.
עוד שם ל[שון] ר"ם ז"ל¹¹² פירוש מקדשין ר"ח אדר שני ביום ל' של אדר ראשון שהוא יום עבורו
(כשמעברין אותו) למימרא בנסחות ר"ל שי"ל ששני אדרים לעולם חסרים ולאפוקי מרב נחמן: בגולה היא
פומבדיתא כ"ל דגרסינן בבכורות דף נ"ח ע"א ולשון הגמרא כך הוא: במאי קמפלגי ר"ע סבר אדר הסמוך
לניסן זמנין מלא זמנין חסר, זמנין דמקלע ביום ל' וזמנין ב- כ"ט ומשום הכי לא קביע ליה זמן. וכן עזא סבר
אדר הסמוך לניסן לעולם חסר הלכך קביע לי זמן ב- כ"ט באדר.
עוד שם¹¹³ וקי"ל כר"ע וכן הא דגרסינן בההוא ענין כ"ל עלתה בתיובתא נ"ב והא דמשני משום דמצוה לקדש
ע"פ הראייה עלתה בקושיא דהתם הקשה רב כהנא כשהמקדש קיים מחללין אף על כולן מפני תקנת הקורבן
מדכולהו לאו משום דמצוה לקדש ע"פ הראייה ניסן ותשרי נמי לאו משום דמצוה לקדש ע"פ הראייה, תיובתא.
עוד שם, דבימות עזרא עברוה כ"ל,¹¹⁴ פי[רוש] מדקתני מימות עזרא משמע דבימיו עברוה כ"כ התו[ספות]
בר"ה דף י"ט.

פוליו 19b

¹⁰⁹ The real meaning of this calculation is unclear: 12 Jewish months are 354.37 days to compare with a year of 353, 354 or 355 days. 13 Jewish months are 383.90 days to compare with a year of 383, 384 or 385 days. 235 Jewish months are 6939.69 days to compare with 19 years of 6939, 6940, 6941 or 6942 days. It only after 689,472 years that we get the equality between 8,527,680 Jewish months and 251,827,457 days giving an average year of 365.246822 days. This year is 0.00462 days to long with regard of the tropical year. The explanation of the author that Tishri is made full because 29 – 12 – 793 is greater than 29 is not convincing; it is rather than we want the two months before Tishri and Nissan to be defective that Tishri and Nissan are full.

¹¹⁰ H.K.H 8; 5, line 6.

¹¹¹ Last lines of the right column p. 321.

¹¹² P. 321, left column line 2.

¹¹³ P. 321, left column, line 8.

¹¹⁴ Line 18.

עוד שם,¹¹⁵ ואומר אני שהעולה מכלל הדברים שבזמן שעש[ו] ע"פ הראייה אין לחדשים סדר בחסרות ובתשלום אלא החסרות כ"ל ומ"ש הגאון ז"ל בחבור (פי' בסי¹¹⁶), זה לאפוקי בפירושו על הגמרא שהביא לשמו לעיל בסמוך) הוא לפי החשבון לפיכך הא דשלחו לו למר עוקבא אדר הסמוך לניסן לעולם חסר הוא אמת לפי חשבון עיבור שבידנו בזמן הזה ואדר הראשון לעולם מלא וכמ"ש הרב כאן בחבורו וכ"כ התו[ספות] בר"ה דף י"ט בד"ה אדר הסמוך לניסן לעולם חסר אע"ג דמסקינן תשובה, אעפ"כ אנו נוהגין דשמא בימיהם היו מקדשין ע"פ הראייה, זמנין מלא וזמנין חסר אבל לדידן טוב למלאות הראשון שהוא חדש העבור ע"ש. משמא מכאן דהא דשלחו ליה למר עוקבא אדר הסמוך לניסן לעולם חסר מיירי כשמקדשין ע"פ הראייה דאלת"ה¹¹⁷ מאי מקשה רב נחמן דלמא הא כמר עוקבא ע"פ החשבון. ומ"ש כאן המבאר הא דשלחו לי למר עוקבא הוא לפי חשבון עבור בזמן זה רצינו לו שזה עכ"פ נתאמת בזמנינו זה שנוהגין ע"פ החשבון אבל האי דשלחו לי למר עוקבא ע"פ הראייה אמרו ודו"ק. שמתחילת שנה הראשונה למ[חזור][ק[טן]] עד כלות ב' שנים וחצי ר"ל עד סוף אדר הם חדשים מ-כ"ט י"ב ר"ל ט"ו שלמים ט"ו חסרים ונותרו ל' פעמים תשצ"ג שהם כ"ב שעות ו-ל' חלקים ונלוה ל-כ"ט י"ב תשצ"ג של ואדר שעה ואלף וחמיש(ה)[ים] חלקים שהם יום שלם ע"כ נעשה אדר ראשון מלא ונשארו מואדר י' שעות ותתכ"ג חלקים¹¹⁸ ונעשהו חסר מ-כ"ט יום ואותו י' שעות ותתכ"ג חלקים תוסיף על כ"ט י"ב תשצ"ג של ניסן ויעלו כ"ט כ"ג תקל"ג ונעשה ניסן מלא וכן תתמיד עד גמירא. וא"כ הדין נותן שנעשה אדר ראשון מלא. ודע שיש מחלוקת גדולה בין העברנים¹¹⁹ איזה אדר הוא המלא עיין בס[פר] יסוד עולם מ[אמר] ד' ושם העריך אבל אדר ראשון קרוב ל-ל' יום.

עוד שם ¹²⁰ מאה וי"ד חדשים מלאים שהם ג' אלפים יום כצ"ל: נ"ב	595	16	6939
קי"ד חדשים מלאים הם	ימים		3420
קי"ד חדשים חסרים הם	ימים		3306
ז' חדשי העיבור הם	ימים		210
כלל ¹²¹	ימים		6936

עוד שם על דברי המבאר ובדרך אחר תוכל לדעת סכום כל ה-תשצ"ג כמ"ש המבאר אך תקבץ ה-תשצ"ג לחוד ותמצא עולים ז' ימים ד' שעות תקצ"ה חלקים. ובקיצור חשבין י"ב שנים מ-י"ב חדשים הם קמ"ד חדשים ועוד ז' מעוברות מ-י"ג [חדשים].¹²²

פוליו 20a

מ-י"ג חדשים הם צ"א חדשים שקבוצם רל"ה חדשים	144
וחצים קי"ז וחצי חסרים מ-כ"ט יום	91
וחצים שלמים מ-ל' יום הלכך כל ב' חדשים הם נ"ט יום. תכפול נ"ט על קי"ז וחצי	235
	117.5
	59

¹¹⁵ Line 18.

¹¹⁶ Undefined reference.

¹¹⁷ דאם לא תאמר הכי.

¹¹⁸ $(12 - 793) - (1 - 1050) = 10 - 823$.

¹¹⁹ We say : מעברים.

¹²⁰ P. 321, left column, 8 lines from the end of the commentary on paragraph 5.

¹²¹ $(29 - 12 - 793) * 235 = 6939 - 16 - 595$. The three following lines : $114 * 30 = 3420$; $114 + 29 = 3306$ and 7 leap months = $7 * 30 = 210$ thus 6936 days in total.

¹²² Apparently it is a variant proposed by Delmedigo: the 19 years are 12 years of 12 months and 7 years of 13 months thus a total of 235 months.

יעלו ששת אלפים ו-תתקל"ב וחצי יום¹²³

6932.5

ואם תכפול רל"ה חדשים על תשצ"ג תמצא ז' ימים ד' שעות ו-תקצ"ה חלקים ותוסיפם על הכל

יעלו ששת אלפים ו-תתקל"ט [יום] ו-י"ו שעות ו-תקצ"ה חלקים גרע מאלו ששת אלפים ו-תתקל"ו שהוא קבוץ ימים של קי"ד שלמים

ו-קי"ד חסרים ו-ז' חדשי עבור מ-ל' יום שהם מאתים ועשרה ימים כצ"ל
 $6936 = 3420 + 3306 + 210$

3 - 16 - 595

בד"ה¹²⁴ נשארו ב' חדשים כ"ל ולא יתכן להוסיף בתשרי לפי שיש בו צום, נ"ב לא ידעתי מהיניך החסרון לתשרי בסופו אבל מהטעם שאמרנו לעיל שנקבצו מה-י"ב תשצ"ג עד שעלו ליום שלם הוכרחו לעשות תשרי מלא ודוק ובס[פר]י[סוד] ע[ולם] אמר שהוא בשביל צום טבת דכתיב בעצם היום הזה ואין לדחותו. בד"ה¹²⁵ יש שם סימנים כ"ל לפי שהקביעה לא תהי ביום ג' בשנה פשוטה אלא אם יהיה המולד מ-ב' ט"ו תפ"ט עד ל-ג' ט' ר"ד כ"ל.

רפ"ד

תהיה מולד שנה שאחריה מ-א' ט"ו תקפ"ט כצ"ל וא"א שתהיה חסרה אלא אם יהיה ביניהם ה' ימים וכן א"א שתהיה שלמה אלא א"כ יהיה ביניהם ז' ימים במעוברת הרי נתבאר שיש בזה הענין ו' חלקים (פשוטה ג'): חסרה שלמה כסדרן, מעוברת ג': חסרה שלמה כסדרן (כצ"ל). ואז יהיה מולד שנה שאחריה מ-ה' ב' תתע"ו עד ליל כצ"ל. ואם תהיה¹²⁶ הקביעה ב-ה' יהיו ביניהם ג' ימים עם יום הקביעה הראשון ואז תהיה חסרה ואם יהיה בשבת תהיה שלמה לפי שביניהם כ"ל. יצא המולד של שנה שאחריה כ"ל: נ"ב ונדחה הקביעה משום אד"ו כצ"ל. עוד שם לפי חשבון זה שאם תהיה הקביעה ב-ה' כו'

פוליו 20b

ויהיה מולד שנה שאחריה מ-ז' י"ח עד ל-ג' ב' תתע"ו. ובד"ה ואם מעוברת כ"ל¹²⁷ לפי שא"א שתהיה ביניהם ו' ימים אלא אם תהיה הקביעה ב-ד' כ"ל והנה ידעת שהימים הכשרים כ"ל גכ"ה גכמ"ז כ"ל¹²⁸ וראשון של פסח ז' ז' ג' ימים עם יום הקביעה כצ"ל ותמצא מהם תשרי ה' זחא זחמג בחג כ"ל והם זשג זשמא כ"ל ואם חלק אחד משנה הקביעות כמו שנתפרש ברחיות כ"ל¹²⁹ תשיעית לתשיעית¹³⁰ וכן כולן אינו כן גם זה שאמר כצ"ל. עוד שם¹³¹, ודקדקנו ומצאנו ג"כ (קביעות יום) ר"ה (שמה בהשינוי) לפי שמולד שנה עשירית כצ"ל ממחזור רע"ד¹³² בליל ג' ט' שעות ו-ק"כ חלקים ע"ג¹³³ שהם י"ג מחזורים ובשביל חסרון תתק"ה חלקים שנשארו ב-י"ג מחזורים שנשתנה בו הקביעה מיום ז'¹³⁴ ליום אחר כצ"ל. פי[רוש] שנת י' של מחזור רע"ד נשארה לאחר שני ימים ולא הספיקה לבא עד יום ה' אלא עד יום ג' בשביל חסרון החלקים הנ"ל

¹²³ $235 * (29.5) = 117.5 * 59 = 6932.5$ days and $235 * 793 = 186355h = 7 - 4 - 595$.

¹²⁴ Mefaresh on H.K.H 8; 6.

¹²⁵ H.K.H 8 ; 10.

¹²⁶ P. 322 right column line 41.

¹²⁷ P. 322 line 45.

¹²⁸ P. 322 left column, line 4.

¹²⁹ P. 322 left column, line 31.

¹³⁰ P. 322 left column, line 39.

¹³¹ P. 322 left column, line 44 or line 33 from bottom..

¹³² P. 322 left column, line 25 from bottom.

¹³³ Incomprehensible.

¹³⁴ P. 322 left column, line 23 from bottom; in both printed version the text is: מיום אל יום.

מפני שמולד שנת י"א ממחזור רס"א ז' י"ח תת"ג ומולד שנת י"ב: ו' י"ו שי"ב וקביעת[ה] בשבת תהיה י"א
שהיא מעוברת חסרה כצ"ל.¹³⁵

ועל דרך זו הולך השינוי מסוף שנה תשיעית ואילך כ"ל ודע שכלל שני: כל ה-י"ג מחזורים והם רמ"ז שנים
כצ"ל.¹³⁶ ויהיה שנת ה' פ"ה ליצירה והיא י"ב למחזור קטן רס"ח כצ"ל.¹³⁷ הרי קמ"ה ממחזור כ"א לפיכך יהיה
השינוי כצ"ל.¹³⁸ המחזור שאחריו אלא כמו אחר ד' אלפים שנים כ"ל.¹³⁹ או יתר מעט (נ"ב נ"ל ש-י"ז פעמים
תתק"ה עולים ל- ט"ו שעות בקירוב ולפיכך אמר או יתר מעט ושוב המולד לאחר קודם חצות יום ב' וקרוב
ל-י"ח ה"ל לומר). ושתי הסימנים ולולא חסרנו אלו החלקים כצ"ל נ"ב י"ו פעמים תמ"ז קרוב ל-ד' אלפים ר"ל
שהם 3952 ולפיכך אמר או יתר מעט.¹⁴⁰

רפ"ד ע"ג

פרק ט'.

ותקופת ניסן היתה בשנה ראשונה של יצירה פי[רוש] בקודמת ליצירה נקרא גם כן ראשונה ליצירה כמ"ש
המבאר לעיל ריש ע"ג.¹⁴¹

ובביאור ע"ד והוא מולד תשרי נקרא מולד אדם הראשון וכשתוסיף על יום א' ו-כ"ג שעות שקדמה תקופת
תשרי על מולד א[דם] ה[ראשון] חצי שארית שנת החמה כצ"ל.¹⁴²

1 - 23

5 - 10 - 642

7 - 9 - 642

ואמר בעל ספר מאיר¹⁴³ כצ"ל והוא הרב שהשיג על הריף. שקודם מולד א"ה ז' ט' תרמ"ב, לפיכך הוצרכנו
לחסר ז' ט' תרמ"ב ותהיה ההתחלה מר"ח ניסן בחשבון יתרון שנת החמה ר"ל היתרון י' כ"א ר"ד. ואף שבסוף
השנה נדע המרחק שבין שנת הלבנה לחמה הוא מתקופה לתקופה היינו מ-כ"ג אדר הלכך אם נרצה למנות
מר"ח ניסן אנו צריכין לגרוע ז' ט' תרמ"ב מיתרון י' כ"א ר"ד.¹⁴⁴
עוד שם¹⁴⁵ שלא נצטוינו במצות אלא אחר ב' אלפים תמ"ח שנים ליצירה. נ"ב שבהם כמו

פוליו 21a

קכ"ט מ"ק¹⁴⁶ ואם תכפול בהם שעה ותפ"ה תמצא יתרון ז' ימים לפיכך יפה עשינו שדלגנו מ-כ"ג אדר עד ר"ח
ניסן.¹⁴⁷ עוד שם¹⁴⁸ והקשינו על התשובה הראשונה פירוש שאין קיום לתשובה ראשונה אבל כך הוא כמו
שהשיבו בעלי העיבור שאם התקופה היא כשתגיע החמה בתחלת מאזנים א"כ אפילו הגיע כלילה בתחילתו
תהיה התקופה ולא ביום דלהן ב-ג' שעות ביום ואם תאמר כדבריהם כן הוא, אלו נבראת בתחילת מאזנים אבל
מאחר שלא נבראת בתחילת מאזנים לא תהיה התקופה רק למחר ביום, הנה בתש[ובה] זה אתה מודה
שנבראת בסוף בתולה וא"כ מה לך לומר שהיה צריך שיהיה אורה ניכר תאמר שנבראת בסוף בתולה ואין
התקופה רק בהיו' בראש מאזנים וע"כ התשובה שלך בטלה וק"ל.

¹³⁵ P. 322 left column, line 17 from bottom.

¹³⁶ P. 322 left column, line 15 from bottom.

¹³⁷ 5085 = 267 * 19 + 12. See p. 322 left column, line 12 from bottom.

¹³⁸ P. 322 left column, line 10 from bottom.

¹³⁹ P. 322 left column, line 7 from bottom.

¹⁴⁰ 16 * 247 = 3952.

¹⁴¹ End of H.K.H 9 ; 3.

¹⁴² Mefares on H.K.H 9 ; 3, line 6.

¹⁴³ In the Vilna and the Fraenkel editions: ספר הביאור: see p.323 line 11.

¹⁴⁴ 365.25 - 12 * (29 - 12 - 793) = 365.25 - (354 - 8 - 876) = 10 - 21 - 204.

¹⁴⁵ P. 323 right column, line 22.

¹⁴⁶ מחזור קטן.

¹⁴⁷ 129 * 19 = 2451.

¹⁴⁸ P. 323 right column, line 7 from the end of the commentary of paragraph 3.

ושם נ"ב לכאורה נראה שזו אינה קושיא שהם חושבים המקום כשהתחילה להתנועע וזה היה ביום (ג') [ד'] ב-ג' שעות, לא משעות בריאה אבל יש להקשות ומה לו לברא לבטלה בליל ד' ולהמתין להתנועע עד יום ד' יבראנו ביום ד' וע"כ יש לומר שודאי תכף בלילה התנועע אלא שלא נרגשת התנועה עד יום ד' בעיצומו של יום ולפי זה אתה אומר שלא הגיע לראש מאזנים עד למחר וא"כ היינו תשובת חכמי העיבור ודו"ק.

רפ"ה

בביאור¹⁴⁹ כל שעה ו-תפ"ה של כל המחזורים שתרצה (פירוש ותוסיפם על כ"ג אדר וק"ל) ואם תרצה לידע וכ"ל נ"ב וחשבון שני המחזור מניסן דאל"כ צריך להוסיף שארית חצי שנה ג"כ והבן זה. עוד שם נשליך זו השארית על חדשי לבנה והנשאר פחות מחדש לבנה כצ"ל. ובד"ה אם תרצה לידע וכו"ל ולא תמצא מנין שתשליכנו שביעית כצ"ל. עוד שם ובד"ה ותוסיף בשאר ח' ימים ושבע שעות ו-קע"ח חלקים כצ"ל.¹⁵⁰ ולפיכך לא נשאר יותר מ-ז' ימים י"ו שעות כצ"ל. ונ"ב הלכך כשתוציא מ-ט"ו ימים ו-י"ו שעות ו-תת"ך חלקים ח' ימים ישארו ז' ימים י"ו שעות תת"ך חלקים. ובד"ה ואם תהיה השנה מעוברת כו"י¹⁵¹ יתבאר לך מה שבארנו נ"ב שלא דקדק הרב ולא השגית. עוד שם¹⁵² פ"ח יום והראוי פ"ז א' תקנ"ב והוסיף שבעה והיה ראוי להוסיף ח' ה' תשע"ג שהיתרונות (פי חלק רנ"ט מחזור) כצ"ל.¹⁵³ עוד שם וכשתקבץ הכל יהיו צ"ה ימים ז' שעות רמ"ה חלקים כצ"ל.¹⁵⁴ נשליך מזה המנין כו' לפיכך יתרחק יום התקופה מיום הקביעה כצ"ל. והיתה שארית השנה ה' ימים כצ"ל. מתרחקת מן המולד כמו ח' ימים¹⁵⁵ נ"ב ר"ל ב-ח' ניסן ואלו היה יום הקביעה בשבת והיה המולד בום ה' והיתה התקופה בליל ה' אז היינו מונים ה-ה' ימים מיום שבת כצ"ל.

8 – 5 – 773

87 – 1 – 552

95 – 7 – 245

88 – 14 – 219

6 – 17 – 26

והוא החיסרון¹⁵⁶

פוליו 21b

המתקבץ מ- י' כ"א ר"ד כו' אנו צריכין להוסיף חלק השבעה שאמר להוסיפם שמנה לפי ששארית שעה ותפ"ה ל-רס"ו (ו) [ז']¹⁵⁷ מחזורים י"ו יום ושתי שעות ו-תתקע"ה חלקים. נשליך מהם ז' ט' תרמ"ב נשארו ח' ימים וכו' והשעות והחלקים שאמרנו כצ"ל.

16 – 2 – 975

7 – 9 – 642

8 – 17 – 333

¹⁴⁹ Mefares on H.K.H 9; 4 p. 323, right column, line 7.

¹⁵⁰ Mefares p. 323, left column, line 25. In both Vilna and Fraenkel: וקע"ה חלקים.

¹⁵¹ Mefares p. 323, left column, line 39.

¹⁵² Mefares p. 323, left column, line 48.

¹⁵³ Mefares p. 323, left column, line 51.

¹⁵⁴ Mefares p. 323, left column, line 53.

¹⁵⁵ Mefares p. 324, right column, line 10.

¹⁵⁶ Mefares p. 324, right column, line 17.

¹⁵⁷

רפ"ה ע"ג פרק י'

בפנים סימן ב' סימן להם צ"א ז' תקי"ט ל"א כצ"ל. ¹⁵⁸	
בביאור ד"ה שנת החמה כו' שס"ה יום ושש שעות פחות פ"ב חלקים כצ"ל ר"ל שהוא יחשוב השנה של חמה	
פחות מחשבון שמואל הוא	365 – 5 – 1079 – 76
ושנת רב אדא היא	365 – 5 – 997 – 48
ואם תגרע משנת רב אדא	82 – 28
שנת לבנה	365 – 5 – 997 – 48
נשאר שארית שנת החמה על שנת הלבנה	354 – 8 – 876
ורביעית שהוא יתרון תקופה אחת	10 – 21 – 121 – 48
וחציו ר"ל זמן שתי תקופות	2 – 17 – 300 – 31
ושארית ג' תקופות ר"ל ט' חדשים	5 – 10 – 600 – 62
ושארית חדש אחד	8 – 3 – 901 – 17
ולדעת רב אדא שהשנה	365 – 5 – 997 – 48
תהיה רביעתו ר"ל זמן תקופה	91 – 7 – 519 – 31
וכשתגרע ממנו רביעת שנ"ד ח' תתע"ו	88 – 14 – 219
ישאר יתרון תקופה על רביעת שנת לבנה	2 – 17 – 300 – 31
רביעית שנת רב אדא ר"ל תקופה	91 – 7 – 519 – 31
לשלשה חלקים תמצא כמו חדש חמה שלו	30 – 10 – 533 – 10
גרע הימנו חדש לבנה	29 – 12 – 793
ונשאר שארית חדש חמה על חדש לבנה	21 – 820 – 10
פוליו 22a	
לשמואל	
כ"ט י"ב תשצ"ג ז' פעמים	29 – 12 – 793
עולים	7
גרע מהם סכום דרב אדא ¹⁵⁹	206 – 18 – 636
	206 – 17 – 151
	1 – 485
	¹⁶⁰ 10 – 21 – 204
	19
	206 – 17 – 151

¹⁵⁸ Mefares on H.K.H 10; 1 p. 324, line 6 of that paragraph.

¹⁵⁹ It is unclear why this name of R. Adda.

¹⁶⁰ Difference between 365.25 and 354 – 8 – 876, thus difference between the year of Samuel and 12 lunar months. When we multiply by 19 we get the difference between 19 years of Samuel and 228 months. If we subtract the 7 lacking months we get the final difference between 19 years of Samuel and 235 Jewish months.

לפיכך לדעת שמואל מותר החמה על הלבנה במחזור שעה ו-תפ"ה ולרב אדא לא נשאר כלום וחוזרת התקופה בראש כל מחזור כמו שהיתה בבריאה ב-כ"ט יום ג' שעות קנ"א חלקים לאדר ר"ל ט' שעות תרמ"ב חלקים קודם מולד ניסן.

29 – 12 – 793
9 – 642

29 – 3 – 151

הלכך לעולם בראש המחזור התקופה נופלת ב-כ"ט אדר קודם מולד ניסן ט' שעות תרמ"ב.
אבל לדעת שמואל המולד של תשרי היה ביום ו' ב' שעות והתקופה היתה ב-ג' שעות מיום ד' כ"ח¹⁶¹ אלול קודם המולד יום אחד ו-כ"ג שעה ואם נגרע מיום ו' ב' שעות ר"ל מהמולד חצי ד' ח' תתע"ו שהוא הדרך למצוא המולד למפרע נמצא מולד ניסן וכן כשנגרע חצי שארית שנות החמה על שנות הלבנה מזמן התקופה הראשונה פירוש שבין תקופת תשרי לתקופת ניסן שארית שנות חמה על לבנה ה – י – תרמ"ב ועוד יום אחד ו-כ"ג שעה שקדמה התקופה למולד הכל ז' ימים ט' שעות תרמ"ב חלקים.

6 – 14

2 – 4 – 438

4 – 9 – 642¹⁶²

מולד ניסן

5 – 10 – 642

חצי שארית שנת החמה על שנת הלבנה

1 – 23

הבדל בין תקופת שמואל ומולד תשרי

7 – 9 – 642

קדימת התקופה למולד ניסן

וכפי זה השיעור קדמה התקופה למולד ניסן.

Anno Mundi 1¹⁶³

Date	Day	
30 Shevat	Tuesday	
1 Adar	Wednesday	Molad Adar 2 – 20 – 929
22 Adar	Wednesday	Tekufat Samuel 4 – 0 – 0; 22 – 3 – 151 after Molad Adar
29 Adar	Wednesday	Tekufat Adda 4 – 0 – 0; 29 – 3 – 151 after Molad Adar
1 Nissan	Thursday	Molad Nissan 4 – 9 – 642
1 Elul	Thursday	Molad Elul 5 – 1 – 287
27 Elul	Wednesday	Tekuf Samuel 4 – 15 – 0; 1 – 23 – 0 before Molad Tishri
1 Tishri AM2	Saturday	Molad Tishri on Friday 29 Elul 6 – 14
5 Tishri	Wednesday	Tekufat Adda 4 – 14 – 1038 – 62 5 – 0 – 1038 – 62 after Molad Tishri.

ע"ד

עוד שם בביאור [הלכה א']¹⁶⁴: ושארית ט': ח'... פירוש ח' ימים ג' שעות תתק"א [חלקים] י"ז [רגעים] כצ"ל

¹⁶¹ In fact it is אלול כ"ח

¹⁶² In the manuscript it writes erroneously 4 – 10 – 438.

¹⁶³ Explanatory note: The first year of the Jewish calendar.

כשנחזיר שארית ו' חדשים אחורנית מיום ו' ב' והוא מולד הראשון: קודם אדם הראשון ביום אחד ו-כ"ג שעה כצ"ל.¹⁶⁵

רפ"ו

בביאור [הלכה א'] בחדש אדר ב-כ"ט יום ו-ג' שעות ו-קכ"א חלקים כצ"ל.
עוד שם:¹⁶⁶ לא תבא על חשבונה תקופת ניסן ב- י"ו בניסן לעולם (אלא באדר שני) ותהיה השנה הזאת מעוברת והיינו דאמר רב אדא כד חזית דמשכה תקופת (ניסן) [טבת] עד י"ו לחדש תעשה החדש מעובר ותפול התקופה באדר וחג הפסח יפול בתקופת ניסן והכל מבואר אבל לשמואל בשנת

פוליו 22b

חמישי ו- י"ו תפול התקופה אחר הפסח ונמצא הפסח נופל בתקופה ישנה של טבת ואלו היו דברי רב הונא על תקופת שמואל היה ראוי שיהיו אותן השתי שנים מעוברת. אלא ודאי אתקופת רב אדא קאי ודו"ק.
בסוף אותו עמוד: והיה המעוט הזה מעוט אור שהיתה ראוייה כצ"ל.¹⁶⁷
ועוד שם: מתגדל וצומחה לאלתר כצ"ל.¹⁶⁸
עוד שם: והאור בה עוד מתפשט ונתמעט והיה המעוט הולך כצ"ל.¹⁶⁹

רפ"ז (ג) [ו] ע"ב

בביאור: והלבנה הולכת השעות האלה אשר הקדימה התקופה למולד ה' חלקים פירוש מעלות שכל מזל מכיל ל' שמהלך הירח ביום י"ד מעלה בקרוב וא"כ ב-ט' שעות ו-תרמ"ב ילך ה' מעלות.¹⁷⁰
נראית בו על הארץ והיה אורה כצ"ל.
ולחאיר עד שהיה בה מן האור מה שהיה יכולה להראות בו על הארץ עד שלש שעות ו-תרמ"ב מליל ה' בקצה המערב.¹⁷¹
ונמצאת הלבנה ביום ד' עצמו ראוייה להקרות בשני שמות: פירוש מאור קטן ומאור גדול שביום ד' היתה פוחתת וגם כן נוספת.¹⁷²
בביאור,¹⁷³ והרוצה לידע יום התקופה וכו' (ואינה ?) תמצא התקופה אחר כ"ט ג' קנ"א חלקים ממולד אדר וידוע שאין במרחק זה מדת חדש לבנה, שאם היו יותר, היינו גורעין ממנו כ"ט י"ב תשצ"ג והיתה התקופה נופלת לפניו חדש אחד, ר"ל בחדש ניסן אבל כל זמן שלא יגיע ל-כ"ט י"ב תשצ"ג נשאר בחדש המולד שעבר וזה יקרה בכל השנים הפשוטות שתפול בניסן חוץ משנות א' ו-ט' למחזור קטן שתפול באדר שהמרחק בין ב' השנים לא יגיע ל-כ"ט י"ב תשצ"ג.
עוד שם:¹⁷⁵ מפני שהשנה מעוברת ואין במותר השנים מדת חדש העיבור. נ"ב פירוש שמותר מחזור הוא י' כ"א ר"ד של שנה פשוטה י"ט פעמים. לא מ-י"ב חדשים אבל העברנו (היינו לגרוע החדש העיבור כ"ט י"ב תשצ"ג ושמרו השארית).¹⁷⁶

¹⁶⁴ Mefaresh p. 324, right column line 15 of paragraph 1.

¹⁶⁵ Mefaresh p. 324, right column line 30 of paragraph 1. The Mefaresh counts the hours of the day independently and calls the Molad 6 – 14: ו – ב

¹⁶⁶ Mefaresh p. 324 last line of right column.

¹⁶⁷ Mefaresh p. 324, left column, line 23.

¹⁶⁸ Mefaresh p. 324, left column, line 24.

¹⁶⁹ Mefaresh p. 324, left column, line 32.

¹⁷⁰ Mefaresh p. 324, left column, line 36.

¹⁷¹ Mefaresh p. 324, left column, line 43.

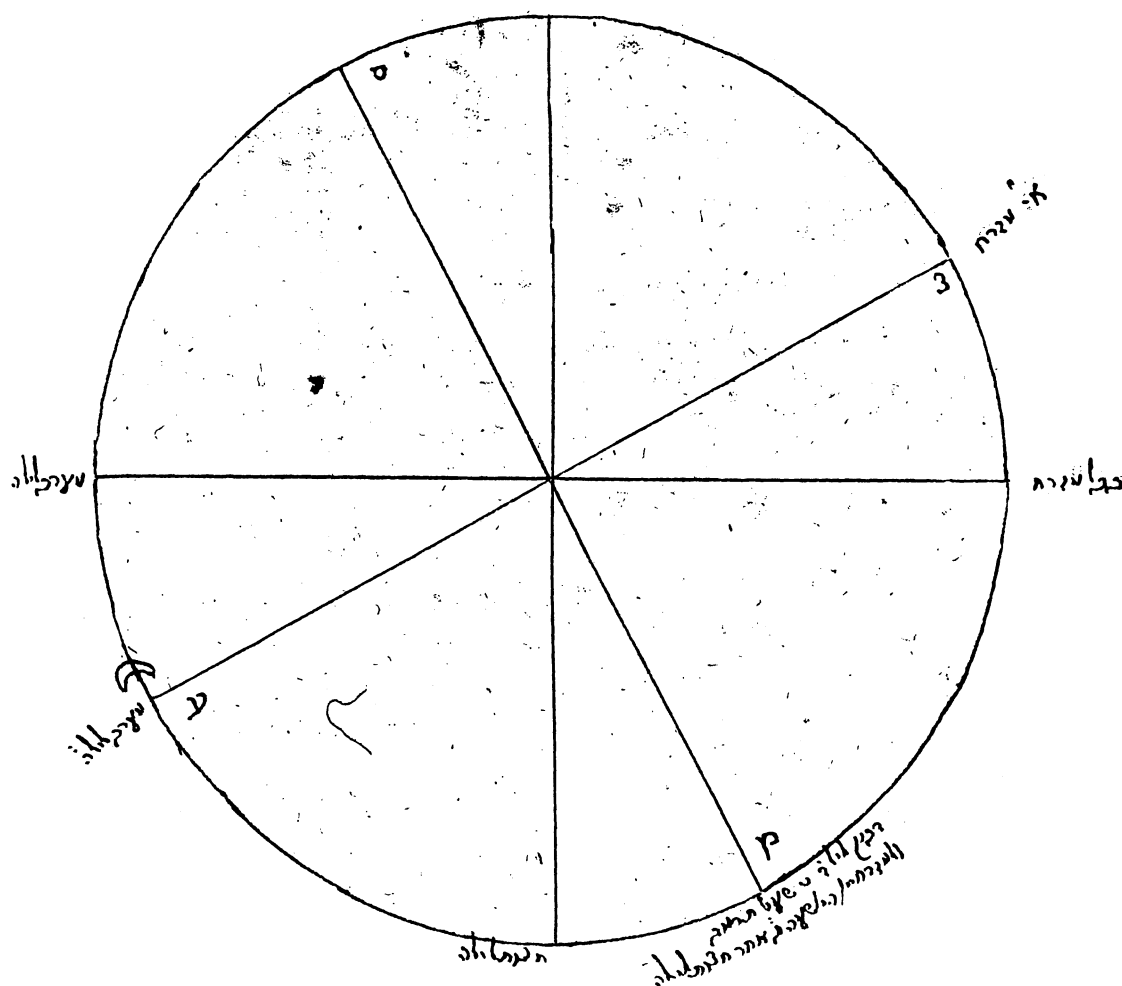
¹⁷² Mefaresh p. 324, left column, line 49.

¹⁷³ Mefaresh p. 324, left column, line 50.

¹⁷⁴ Mefaresh p. 324, left column, line 62.

¹⁷⁵ Mefaresh p. 324, left column, line 50.

בנקודת מ' המולד והיה בליל ד' ט' שעות תרמ"ב חלקים ועד ג' שעות תרמ"ב חלקים מליל ה' הרי י"ח שעות ר"ל מנקודת מ' עד נ' שש שעות ומ- ב' עד ס שש הרי י"ב ומ-ס עד ע' שש הרי י"ח. ולמעריבים יראה קודם שקיעה. ולמזרחיים עד ג' שעות בלילה לא יהיה ראוי לראות.



והנך רואה שבלייל ד' לבני א"י היה המולד, הרי שכל יום א' היה פוחת ומוסיף שקודם המולד ודאי פוחת ונעלם ונקרא קטן ואחר שנתגדל עד שהיה ראוי לראות נקרא מאור גדול וכל זה יהיה קודם כלות יום ד' ויראה לבני א"י והיינו שיש לו ב' שמות כצ"ל.

¹⁷⁶ Unclear. The year of Samuel exceeds 12 lunar months by 10 – 21 – 204 and after 19 yrs this excess reaches 206 – 18 – 636. After introducing 7 leap months, this excess is reduced by $7 * (29 - 12 - 793) = 206 - 17 - 151$ and becomes 1 – 485.

בפנים סימן ו': אינו רגיל בדרכים אלו כצ"ל. ובסימן י"א בסוף סימנו רנ"ט כ"מ) [ט] נ' ועל דרך זה בכל גרעון וגרעון.

י"ג: השמש והירח וכן השאר מן השבעה כוכבים כצ"ל.¹⁷⁷
 ובביאור: ¹⁷⁸ מקצת החודשים [פחות] משלשים כצ"ל ובביאור ד"ה לפי שאמרנו כו' עילת מחלוקתן כצ"ל
 ומוסיפין חמשה ימים והם המצריים כצ"ל.¹⁷⁹

רפ"ז ע"א

ובד"ה העיקרים¹⁸⁰ כ"ל בעלי חכמת התכונה חלקו הגלגל ל-ש"ס מעלות ולפי שזה המנין יש לו חצי ורביע ושמינית ושליש וחומש ועשור ושתות ותשיעי ולכן אין מחלקין אותו (פירוש: הגלגל) לזולת זה המנין שאין למנין אחר כל כך חלקים אף על פי שאין לו שביעי למספר ש"ס. והנה גם למספר אלף ושמונים שנשתמשו בו חכמי העיבור אין שביעי והתימא למה לא בחרו במספר ש"ס הקטן ממנו.

360	
180	חצי
90	רביעי
45	שמיני
120	שלישי
72	חומש
36	עשור
60	שתות
40	תשיעי
51 3/7	שביעי

ובד"ה השמש או הירח. ביאור זה קאי אסימן ט"ו שבזה הפרק.¹⁸¹
 עוד שם¹⁸² ונקרא גלגל הדומה ונקרא כן לפי שהוא דומה כצ"ל.
 עוד שם: ¹⁸³ וגלגל הנושא ג"כ לפי שהוא משלים כצ"ל עוד שם: ¹⁸⁴ ואע"פ שקשת השינוי (הנקרא אצל התוכנים שיווי) הוא זה גדול מזה (סוף סוף) בכל מקום (שהוא מורה על נקודת מרכז השמש או מרכז המעגל) שבין ב' הקווים יוצאים (כמו שנבאר) הווה קשת בגלגל המזלות כצ"ל. ובתמונה שצירנו תראה שבגובה רום הכוכב או בשפלו כמו בנקודת א ג. הקווים נופלים זה על זה ואין שום קשת שינוי ותכלית גודלה הוא ברביעיות ר"ל במקומות שהם בין הרום לשפלות. נקודות ז ח. שהקו הבא ממוצק היוצא והוא המורה על המקום האמצעי במזלות, הוא נרחק מהקו היוצא ממוצק העולם שהוא המורה על מקום הכוכב האמיתי במזלות.
 עוד שם: א ה ז ח ומוצקו כ כצ"ל.¹⁸⁵ ועלת שינוי המהלך כ"ל ובהפך זה בחצי ב ג ד כצ"ל.
 ובד"ה¹⁸⁶ כבר אמרנו כ"ל א' לחדש ניסן משנת י"ז ממחזור ר"ס (שהוא עיקר הרמב"ם ז"ל) עד תחילת ליל ג' שיומו א' לחדש ניסן לשנת ט' ממחזור רס"ט כצ"ל.

¹⁷⁷ Thus in contradiction with the Vilna edition השמש והירח belong to paragraph 12.

¹⁷⁸ Mefares p. 325, left column, line 7.

¹⁷⁹ Mefares p. 325, left column, line 9.

¹⁸⁰ Mefares p. 325, left column, line 8 from bottom at the beginning of paragraph 7.

¹⁸¹ Mefares p. 326, left column, line 1.

¹⁸² Mefares p. 326, left column, line 2.

¹⁸³ Mefares p. 326, left column, line 3.

¹⁸⁴ Mefares p. 326, left column, line 11.

¹⁸⁵ Mefares p. 326, left column, lines 16 and 17.

¹⁸⁶ Mefares p. 326 begin of paragraph 16.

עוד שם ז"ל: נופל בשני הערביים כו' תקע"ג בחדש הנקרא שואל כצ"ל.
עוד שם: שני הערביים שהוא יום ו' ¹⁸⁷ נופל ביום ג' מחדש אב ר"ל בשנת ד' אלפים וג' מאות ו-פ"ב ליצירה
שהם י"ד יוליוס תרכ"ב [14 July 622 C.E.] שנת שתיים עשרה ממחזור רל"א. ¹⁸⁸
ובד"ה: ¹⁸⁹ לפי שהראיה כ"ל במו שבארנו בפרק ט' כצ"ל.
ובמקום הנוטה כו': ירושלים רחוקה מחוף הים המערב לצד מזרח ס"ו מעלה ויש שם עגולה שחולקת הישוב
כ"ל. עוד שם: וכן הדין בכל המדינות והנה סוף הישוב מב' הצדדים מורה תמונה זו שבהעגולה **א ב ג ד** וקו **א**
ג אלכסון עגולת משווה היום וכ"ל על אחת מ-ב' נקודות **א** או

פוליו 24a

ג וקו **ב ד** אלכסון כצ"ל. ובו הישוב ונקודת **ג** בפאת מערב ו-**א** בפאת מזרח וכו'. אבל יש לה אורך וכל המדינה
שבמקום **ס** רחוקה מן הקו השווה קשת **ל ס** כצ"ל. עוד שם: ורחבה מקו **א ג** קשת מדינת **ל ס** והוא ל"ב מעלה
כצ"ל.

ועתה אצייר לך התמונות שבהן מבאר כל דברי הפרק הזה עם דברי המבאר. ובתמונה 2F ¹⁹⁰ גלגל המזלות **א**
ב ג ד ומוצקו, מוצק הארץ **ט** וגלגל היוצא **א ה ז ח** עם מוצק **כ**. והנה עובי זה הגלגל כעובי עיגול **ס** שהם
מורים על גוף החמה וגודלה או על גודל מעגלי הירח או שאר כוכבי לכת שזה הגלגל היוצא נקרא נושא לפי
שנושא מוצק השמש או מוצק מעגלי שאר הכוכבים שיש להם מעגלים. שלשמש אין מעגל והוא בתוך שני
גלגלים שמקיפים מוצק הארץ, אבל הגדול הוא מרכזו, מרכז הארץ מצד גבנינותו ¹⁹¹ והקטן מקעירותו, ¹⁹²
שגבנינות הקטן וקעירות הגדול הם יוצאי מרכזו, שמרכזו הוא מרכז היוצא או הנושא. והנך רואה ב' קווים **ט**
ל ו- כ מ היוצאים מ-ב' המרכזים דרך מרכז החמה או המעגל של שאר הכוכבים, והוא נקודת **ס** ועוברים עד
גלגל המזלות. והם נפרדים שם זה מזה במרחק קשת **מ ל** והוא נקרא קשת השינוי ר"ל מורה שינוי בין מקום
הכוכב האמיתי (שמורה אותו הקו הבא ממרכז הארץ עד המזלות) למקומו האמצעי שמורה אותו הקו הבא מן
מרכז היוצא עד המזלות). והקשתות האלו **מ ל** שכל עוד שקרובות לרום הכוכב שהוא נקודת **א** בסרטן הן
קצרות. וכל עוד שהן קרובות לשפל הן רחבות כמו הקרובות לנקודת **ג** במזל גדי והקרובות לטלה ולמאזנים
בימנו בין ב' הקצוות.

בתמונה: הקדמונים לא ידעו ישוב בצד צפון רק עד ע' מעלות וכל צד דרום לא נודע להם כמונו היום וממזרח
למערב נתפחסם אצלם מהלך רב כשיעור חצי העיגול שהוא ק"ף מעלות על כן קראו המרחק שממזרח למערב
אורך ולמרחק שבין צפון ודרום, רוחב וכל הרוחב שלה היה צפוני ר"ל מהמשווה לצד צפון. ובסוף המערב
התחילו למנות הרוחב לפי שחשבו שלא היה שום ישוב משם ואלך לצד מערב מה שאין כן לצד מזרח שהיו
חושבים שיש עוד ישוב אבל לא נגלה להם רק שיעור ק"ף מעלות. וחצו עליו אמצע הישוב ל-פ' שירושלים
רחוק מתחילת מערב ס"ו מעלות ותהיה מרחקו מחצי הישוב כ"ד מעלות. והנה בתמונה הנ"ל עגולת **אבגד**
עוברת מוצק האורך ר"ל ממערב למזרח ונקודת **א ד ט** היקף המזרח ונקודת **ג ה ז** תחילת האורך שהוא
במערב ומתחלת הארך עד **לספ** נ' מעלות אבל ירושלים הוא בנקודת **צ** והיא רחוקה מהמערב ס"ו מעלות ונוטה
מהמשווה שהוא בתמונת הנ"ל עגול **א ג**, ל"ב מעלות לצד צפון בכדי קשת **ל ס**.

¹⁸⁷ In the Vilna edition this figure is lacking, in the Freankel edition it writes 'ה' and our author writes 'ו'.

¹⁸⁸ There is a great discussion among scholars whether the date of the Hidja is Thursday July 15 = 2 Av 4382 or Friday July 16 = 3 Av 4382. The Mefaresh adopts the second solution which corresponds to the cyclic calendar of the astronomers. The reading of the Freankel edition is incorrect because 3 Av was Friday. This date was also adopted by R' Abraham bar Hiyya and by R. Isaac Israeli.

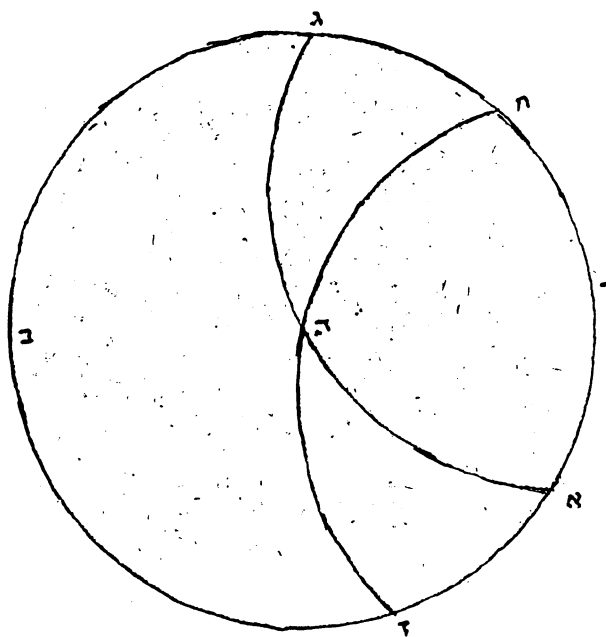
¹⁸⁹ Mefaresh p. 326, begin of paragraph 17.

¹⁹⁰ I don't see to what it refers.

¹⁹¹ Convexity.

¹⁹² Concavity

פרק י"ב. בפנים סימן א' סימנם רס"ה ל"ח ו'. עוד שם [סימן ב'] : נקודה יש בגלגל השמש וכ"ל וכן בשאר הגלגלים מה-ז' כוכבים
 ובביאור ד"ה¹⁹³ מהלך השמש כו' ביום א' יתרון על נ"ט ח' כ' שלישיים כצ"ל. ובד"ה¹⁹⁴ נקודה אחת יש בגלגל: והיא בצורה שקדמה נקודת א'¹⁹⁵ וכנגדה נקודה אחרת כו'. וכשתבונן במה שזכרנו בשיעור כו' תמצא בו קרוב (פירוש אבל לא בצמצום האמיתי).¹⁹⁶
 בד"ה¹⁹⁷ והאמצעי שיצא וכו': העיקר ה-ד'¹⁹⁸ ידיעת עלת השינוי מהימים והלילות כו'. דבר ידוע שיש עגולה גדולה כו' פירוש, הוא האופק. תמונה זו יותר נכונה מתמונת המחבר. עוד שם: והוא ידיעת שיעור הלילה ויומו כו' ותוסיף קשת והיא מכלת תנועת השמש ביום א' מעגולת משווה היום, פירוש שהמשווה הוא הסופר הזמן¹⁹⁹ ואם היה השמש ד"מ בראש מזל שור כששקע במערב, נשקע עמו המשווה ועד שישוב לשקוע למחר יתגלגלו עמו ש"ס מעלות המשווה ועוד חלק מהמשווה כפי התנועה המסוגלת שנסוג השמש לאחריו ביום אחד עד ששקע גם הוא. והתנועה שמשיית אינו שווה (קצת) [קשת] אמיתית וקשת אמצעית וא"כ תסיפו קשת זו, הוא מכוונת בין לאמצעית בין לאמיתית.



ויוסיף על זה מה שיעלה ממשווה היום עם תנועת השמש המסוגלת בה ביום כצ"ל.
 ובביאור העיקר הרביעי וכו': **אב גד** הו' וקשתות **זה טי כצ** דרומית קצרות ובאופן השווה קשת **נפ** שווה לקשת **למ** לקשת **קר** לקשת **סע** ובכן מבוארת תמונת המבאר. אבל בספר יסוד עולם מבאר בתמונה יותר נכונה כמו בתמונה הגדולה לפניך.

¹⁹³ H.K.H 12 ; 1.

¹⁹⁴ H.K.H 12 ; 2.

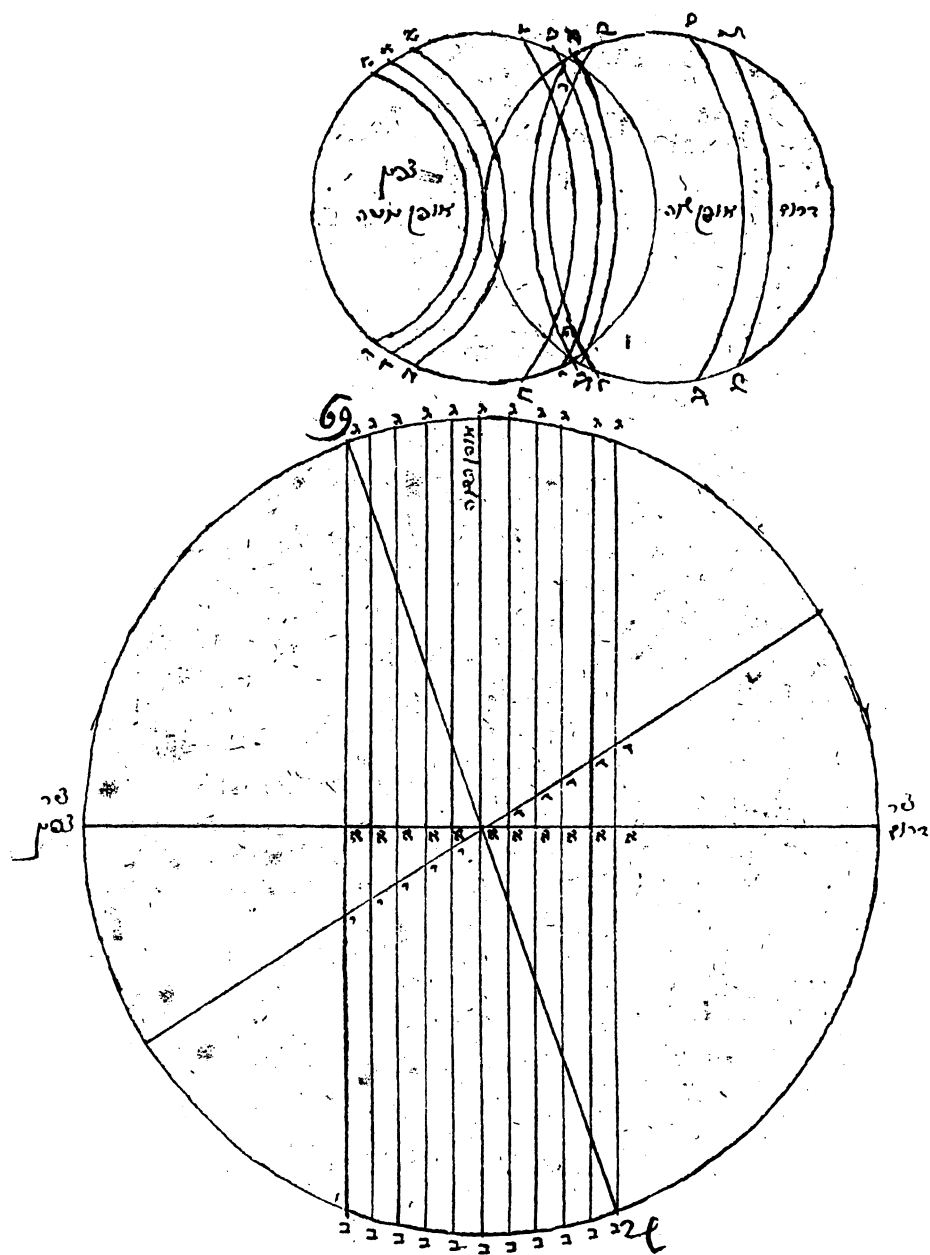
¹⁹⁵ Idem in Shabtai Fraekel edition.

¹⁹⁶ Mefares p. 327, right column, line 38.

¹⁹⁷ Mefares p. 327, right column, line 41.

¹⁹⁸ Mefares p. 327, right column, line 46.

¹⁹⁹ Today we call it the sidereal time.



פוליו 26a

בתמונה שלמעלה קוי **בג** הם גילי החמה ר"ל העיגולים שרשמו רושם בתנועה היומית ולאשר שוכנים תחת קו השווה. הצירים הם באופק שלהם וסביבם הם מתגלגלים ובכל ימי השנה הימים שוים ללילות שעגולי רושמי החמה נחתכים לחצאין מהאופק שלהם ר"ל קשתות **אב** שוות לקשתות **אג** אבל למי שאופקם נוטה גילי החמה הצפוניים שהם **יג** גדולים ומורים על הימים וגילי **יב** קטנים [ומורים] על הלילות ולהפך

הדרומיים גלילי רג קטנים וגלילי דב גדולים וסימנם [?] ²⁰⁰69 מורים על נטיית השמש לצפון ולדרום ר"ל על מהלך השמש במזלות.

רפ"ח ע"ג

עוד שם: לפי ששני צירי ²⁰¹משווה היום כו' אבל הציר ²⁰²הצפוני גבוה כו'. עוד שם: נ"ב דף רפ"ט: ²⁰³פחות מהקשת של מטה וזו היא צורתו מעל האופק השווה כו'. ואח"כ הולך ונוסף עד שתי מעלות ושליש שניים. ²⁰⁴כשתהיה השמש ב-כ"ט מעלה כ"ל. ²⁰⁵והוא על שני פנים כו' ודו"ק. המטאל"ע בפ' הא' שוה בכל המדינות כו' והעלה בזה ששני צירי ²⁰⁶משווה היום על אופק כל המדינות שעל קו השווה כ"ל וקו אהג הוא אלכסן כו' והוא מרחקה מחצי האופק המערבי כו' ונניח גם כן מדינה מרחקה מנקודת ג' פ' מעלות כו' וגם נניח מדינה מרחקה מנקודת ג' ע' מעלות כו' האחת ששים צ"ל ס' והשנית ע'. האחת עוברת על ראש שוכני אופק דהב והשני כו' אופק רזב. ²⁰⁷ובשני ימים א' נ"ח י"ז כצ"ל לפי שכפל נ"ט ח' כ' הוא א' נ"ח י"ו מ" והוא קרוב ל- י"ז. ²⁰⁸משל ראשון נ"ו מעלה עשרים חלקים כ"ח ²⁰⁹שניות והגובה כו' יצא הגובה פ"ו מ"ה י"ו כצ"ל. ²¹⁰ומנתה מן השיווי שמנה וחמישים חלקים ²¹¹ולפי שהמסלול כו' נוסף זה המנה על אמצע השמש כו' יהיה שלשה וארבעים מעלות וחמשה חלקים ²¹²והוא פחות וכ"ל וזה השיווי משעה ישרה עם מה שהוסיף בה הזמן האמיתי על האמצעי כו' ²¹³נ"ו מעלה ו-כ"ב חלקים ו-כ"ח שניים וכן נוסף על אמצע הירח כ"ט חלקים ו-כ"ח שניות כצ"ל. משל

²⁰⁰ Apparently the signs of Cancer (90°) corresponding to the summer solstice and Capricornus (270°) corresponding to the winter solstice.

²⁰¹ Mefares p. 328, left column, line 9 and not as in the Warsaw edition and the Shabtay Frankel edition צירי.

²⁰² Mefares p. 328, left column, line 10 and not as in the Warsaw edition and the Shabtay Frankel edition הצד. Same correction in the

²⁰³ Mefares p. 328, left column, line 12. The author refers to the pagination of the edition that he used.

²⁰⁴ Mefares p. 328, left column, line 26 and not as in the Warsaw and the Shabtay Frankel edition חלקים. The quota of the solar anomaly β is given by $\text{tg } \beta = e_0 \cdot \sin \alpha / (1 + e_0 \cos \alpha)$. B is extremum when $\cos \alpha + e_0 = 0$. According to Al-Battani, whom Maimonides follows, $e_0 = 0.0347$, thus β is extremum when $\alpha = 91.99^\circ$ and 268.01° . The longitude of the apogee was at Maimonides epoch $86^\circ 45' 08''$. The values of α when β is extremum are thus $178^\circ 44' 27''$ or about 29° in Virgo (versus 3° in Libra) and $354^\circ 45' 49''$ or about 25° in Pisces (versus 29° in Pisces of Mefares). The maximum value of β , the quota of the sun's anomaly, is 1.98856° or $1^\circ 59' 19''$. The value $2^\circ 30'$ is incomprehensible; the extremum of β according to Ptolemy is $2.3876^\circ = 2^\circ 23' 15''$ but the apogee of Ptolemy is $65^\circ 30'$ corresponding to $\alpha = 157^\circ 53' 15''$ or about 8° in Virgo. Anyhow the reference to Ptolemy seems completely anachronistic. The value of Delmedigo of $2^\circ 30''$ is thus much better and is the result of a calculation imprecision. We must not forget that even Delmedigo was not yet aware of the differential calculus and they proceeded by trial and error for finding their extrema.

²⁰⁵ And not as in the Warsaw edition and the Shabtay Frankel edition כ"ח מעלות כו'.

²⁰⁶ And not as in the Warsaw edition and the Shabtay Frankel edition צירי.

²⁰⁷ in the Warsaw edition and the Shabtay Frankel edition דזב.

²⁰⁸ Mefares, p. 328, left column, 2nd broad line.

²⁰⁹ Mefares, p. 328, left column, 6th broad line. In the printed editions $13''$, which seems correct.

²¹⁰ In the Vilna edition, incorrectly 26° instead of 86° .

²¹¹ In the Vilna edition, incorrectly $28''$. Thus $\alpha = 329^\circ 34' 58''$ and $\beta = -0.98^\circ = 0^\circ; 58'$ and $\lambda = 57^\circ 18' 13''$

²¹² Mefares, p. 328, left column, 8th broad line. in the Warsaw edition and the Shabtay Frankel edition 'נ חלקים. Delmedigo is right: the formulas are: $\text{tg } \alpha = \text{tg } \lambda \cdot \cos \epsilon$, $\sin \delta = \sin \epsilon \cdot \sin \lambda$, $\sin \Delta = \text{tg } \phi \cdot \text{tg } \delta$ and $\text{Matala} = \alpha - \Delta = \text{arc of the equator rising together with the arc } \lambda$. We find $\alpha = 55.01^\circ$ and $\Delta = 11.87^\circ$ and $\text{Matala} = 43.14^\circ = 43^\circ; 08'$ very near to Delmedigo's value $43^\circ; 05'$. $\Delta = 11.87^\circ$ represents $11.87 / 15 = 0.79$ hour, it is the difference between the true time of setting and 6 p.m. and between the true time of rising and 6 a.m. Thus sunrise at 5h 13m a.m. and sunset at 6h 47m p.m.

²¹³ Amiti = 5h 13m a.m. and Emtsai = 6 a.m. The reasoning of the Mefares is subtle. Mean longitude of the sun. = $56^\circ 20' 13''$ and true longitude = $57^\circ 18' 13''$. $\text{Matala} = 43^\circ 08'$ and $\Delta = 11.87^\circ = 53\text{m}$. During these 53m, between 6 p.m. and 6h 53m p.m the mean longitude of the sun increases by $(59' 8'') \cdot 53/1440 = 2' 11''$ and the mean longitude of the moon increases by $(13^\circ 10' 35.03'') \cdot 53/1440 = 0.48^\circ = 29' 6''$

אחר כו'²¹⁴ והוא צ"ח ל"ג נ"ג כו'²¹⁵ נקח מטאלעה"א יהיו צ"ב נ"ז²¹⁶ (צ"ג ל"ז נ"ב) והוא פחות מן האמצעי כו'. משל אחר כו' נגרע ממנו הגובה והוא פ"ו מ"ה ל"ח יצא לנו מסלול השמש כו' ישאר ר"ב מעלה כ"א כ"ט י"ח וזהו מקום השמש כו'.²¹⁷ משל אחר והוא רצ"ה מ"א ל"א (ל"ט צ"ל) כו'.²¹⁸ נגרע ממנו הגובה והוא פ"ו מ"ה מ"ה (נ"ג)²¹⁹ כו' נקח מטאלעה יהיה שי"ח מעלה ושני חלקים.²²⁰ לחשבונם²²¹ הם שי"ז ו-י"ז דקים אבל לחשבוננו הוא שי"ז מעלות וחמשים דקים.²²² ודע שהמזלות שיש בהן תוספת האמצע כו' הוא ראש מאזנים שכל אחד מהן הוא ק"ף מעלה אבל ראש טלה י"ו ומאחר שדברנו וכו' לפי שהן בנויין על דבריו הנה כו' כשיהיה האמצעי שוה למטאלעה מקום השמש כו'.

ובד"ה ודבר זה לא

פוליו 26b

תחוש לו בשמש, לפי שהוא דבר מועט שהרי תנועת השמש בשעה קרוב מ-ב' חלקים או יותר מעט וסוף חסרוננו או הוספתו הוה כשיהיה הזמן החסר או היתר שעה. שהרי אנו משלמין כו' שאם יהיה הזמן החסר או היתר חצי שעה כו' כי הרוב דיוכל להגיע במזל כו' בפירוש אבן חביב.²²³

ר"ף ע"א

תניח הירח כמו שהוא²²⁴ ואם יהיה אמצע השמש כו' חסרון מן האמצע כמו ד' מעלות ו-כ"ו חלקים, לפי הלוחות שלנו הם ל"ח חלקים.²²⁵ Aries 15° 38' = 10° 22' - 15°

during this span of time. However the mefaresh considers that the span of time to consider is Mean longitude – matala = $\lambda_m - (\alpha - \Delta) = (\lambda_m - \alpha) + \Delta = \Delta - \text{EoT}$. **This seems difficult to understand, the difference to consider should normally be Maghreb – mean longitude = $\alpha + \Delta - \lambda_m = \Delta + \text{EoT}$** with EoT or E is the equation of time.

²¹⁴ Mefaresh, p. 328, left column, 10th broad line, 100 days after the epoch.

²¹⁵ Idem Freankel edition.

²¹⁶ Idem Freakek edition.

²¹⁷ In the Freankel edition 202° 29' 18''. In the manuscript the א"כ is erroneous.

²¹⁸ Last example in detail: 300 days after the epoch. The epoch was 7°; 03' 32'', the displacement in 300 days is 295°; 41' 39'', the apogee is 86°; 45' 53'', the mean longitude of the sun is 302°; 45' 11''; $\alpha = 305.0488^\circ$ and $\delta = -19.5939^\circ$. $\Delta = -11.8597^\circ$ and Matala = $\alpha - \Delta = 316.9085^\circ = 316^\circ; 54'$. Mean longitude – Matala = 302°; 45' 11'' – 316°; 54' 31'' = – 15°; 50' 40''. Sunset is before 6 p.m. modern mean time or the span of time is less than 300 mean days by 63 m.

²¹⁹ 86°; 45' 53'' is the correct value after 300 days. The correct value is in brackets in the manuscript.

²²⁰ Corresponds to the Vilna edition. In the Fraenkel edition 316° 50'.

²²¹ I don't see whose opinion he mentions.

²²² I found 316°; 54'.

²²³ This is the first reference to R. Levi ibn Haviv. Ralbah begins his remarks by the interesting information that he did not learn astronomy from a master but only by reading during his spared time. Note that Demedigo did not yet react to the objections made by Ralbah. Those objections are: first Ralbah seems (with good reasons) not to understand clearly the relation (mean longitude – matala)₁ – (mean longitude – matala)₀ and its connection to our problem of evaluation of the distance of true sunset to the epoch and second he objects that the mefaresh does not take into consideration the situation at the epoch. Note that in this discussion between mefaresh and Ralbah it is completely forgotten that Maimonides neglected the difference between span of time expressed in true time and mean time and he even neglected the fact that the epoch is not exactly at the equinox.

²²⁴ Mefaresh p. 329, right column, line 4.

²²⁵ When $\lambda = 15^\circ$, then $\alpha = 13.81^\circ$ and $\delta = 5.92^\circ$. For $\varphi = 30^\circ$ $\Delta = 3.43^\circ$ corresponding to 13m 43s. Matala = $\alpha - \Delta = 10.37^\circ$ and $\lambda - \text{Matala} = 4.62^\circ = 4^\circ; 37'$. In this calculation we neglect the quota of the anomaly of the sun and consider that true sun coincides with mean sun. In order to make thinks more comprehensible, let us develop this example. From the value of Δ we deduce that sunrise was at 5h 46m 17s true time and sunset was at 6h 13m 43s. $E = \alpha - \lambda_m = -1.19^\circ = -4m 45s$. Therefore, sunrise was also at 5h 41m 32s modern mean time and sunset was at 6h 8m 58s modern mean time. The difference $\lambda_m -$

עוד באמצע דיבור: ²²⁶ וזה שבין האמצע והמטאלע שהוא כמו שליש שעה תהיה 345 לאחר שקיעת החמה וכן הדין בחצי מזל דגים. Pisces 15° = 4° 38' – 349° 38' ואם תהיה השמש מחצי טלה עד תחילת מזל תאומים תוסיף על אמצע הירח ט"ו חלקים לפי שהמטאלע בחצי טלה תחסר מן האמצע כמו ד' מעלות ו-כ"ו חלקים כמו שאמרנו והמטאלע וכו' ואע"פ כן לא הוסיף על אמצע הירח באלו ה-מ"ה מעלות (פירוש שמחצי טלה עד סוף שור) כי אם מהלכו בחצי שעה עד שיגרע ממנו מהלך השמש בחצי שעה (שהוא י"ו דקים) תגרע מהלך השמש (שהוא דקא) נשארו ט"ו דקים ונשאר במקום הא[חד] (שהוא מחצי טלה) כו' חצי שעה ר"ל מעלה א' ו-כ"ג חלקים. ואם תהיה השמש כו' י"ב מעלות ו' חלקים נ"ו [חלקים] י' [שניים] וכו'. ועיין לקמן י"א מעלות ו' חלקים נ"ל י' חלקים. והוא ברוחב ל', יחסר כמו ד' חומשי שעה ובסוף שור כו' ובחצי תאומים כו' ברחב ל' יחסר כמו שעה בלבד כו' **ע"ב:** ובסמן סרטן יחסרו כמו י"א ו' חלקים (נ"ל י"ד חלקים) לפיכך פעמים לא יחוש לשליש השעה כו' ואע"פ

פוליו 27a

שהוא ברוחב אחד חסר או יתר. ואם תהיה השמש מתחילת מזל אריה כו' בסוף סרטן י"א מעלות ו' חלקים (כן נראה לי כדלעיל או יש לגרוס גם לעיל י' ו'). וברוחב ל' יחסר בסוף (אריה כנ"ל): רוחב ל': ד' מעלות ו-ל"ט חלקים וברוחב ל"ו יחסר ו' מעלות כ"ד חלקים. $150^\circ - 143^\circ 36' = 6^\circ 24'$ and $150^\circ - 145^\circ 21' = 4^\circ 39'$ ואם תהיה השמש כו' ובסוף עקרב יוסיף י' ד' חלקים כצ"ל וכן מ"ש בדיבור הבא הוא על רוחב ל"ו, כן מצאתי בלוחות חכמי אדום כמו שתקנתי וגם לוחות אלו מהם.

Aries 30° : $30^\circ - 21^\circ 9' = 8^\circ 51'$
Taurus 15° : $45^\circ - 32^\circ 45' = 12^\circ 15'$
Taurus 30° : $60^\circ - 45^\circ 32' = 14^\circ 28'$
Gemini 15° : $75^\circ - 59^\circ 47' = 15^\circ 13'$
Cancer 0° : $90^\circ - 75^\circ 28' = 14^\circ 32'$ ²²⁷
Cancer 15° : $105^\circ - 92^\circ 20' = 12^\circ 40'$
Leo 0° : $120^\circ - 109^\circ 56' = 10^\circ 04'$

$8^\circ 53' - 7^\circ 30' = 1^\circ 20'$
 $12^\circ 31' - 7^\circ 30' = 5^\circ 1'$
 $14^\circ 31' - 7^\circ 30' = 7^\circ 1'$

וברוחב ל"ו

Taurus 30° : $60^\circ - 42^\circ 18' = 17^\circ 42'$
Gemini 15° : $75^\circ - 56^\circ 04' = 18^\circ 56'$ ²²⁸
Gemini 30° : $90^\circ - 71^\circ 35' = 18^\circ 25'$ ²²⁹
Cancer 15° : $105^\circ - 88^\circ 38' = 16^\circ 22'$
Cancer 30° : $120^\circ - 106^\circ 42' = 13^\circ 18'$

matala is the difference between the arc of the ecliptic γSm between the point γ and the ecliptic mean sun and the matala, the arc γE of the equator which rises together with the sun. It is worth $\lambda_m - (\alpha - \Delta) = \Delta - E$. It represents in modern astronomy the distance between true sunrise and 6 a.m. mean time; if $\Delta > 0$ sunrise is before 6 a.m. and if E is > 0 the advance of sunrise before 6 a.m. diminishes. In our case sunrise is at 5h 41m 32s in advance of 18m 28s with regard of 6 a.m. $\lambda_m - matala = 4^\circ 37' = 18m 28s$.

²²⁶ Mefaresh p. 329, right column, line 9.

²²⁷ Then $\alpha = 90^\circ$ and $\delta = 23.5^\circ$; $\Delta = 14.54^\circ = 14^\circ 32'$ and $\lambda_m - matala = \Delta$ because $\alpha = \lambda$. It corresponds to about 58m. With a latitude of 32° we get $\Delta = 15.77^\circ$ corresponding to 63m. During this span of time λ_{mean} increases by $2.58'$ for the sun and by $34.59'$ for the moon and the elongation increases by $32' = 0.5^\circ$.

²²⁸ $\lambda = 75^\circ$, then $\alpha = 73.71^\circ$ and $\delta = 22.65^\circ$; $\Delta = 17.65^\circ$ corresponding to a difference of 70m 35s. Matala = $\alpha - \Delta = 56.06^\circ$ and $\lambda - matala = 18.94^\circ = 18^\circ 56'$.

²²⁹ $\lambda = 90^\circ$, then $\alpha = 90^\circ$ and $\delta = 23.5^\circ$; $\Delta = 18.42^\circ$ corresponding to a (maximum) difference of 73m 39s. Matala = $90^\circ - 18.42^\circ = 71.58^\circ$ and $\lambda - matala = 18.42^\circ = 18^\circ 25'$

Aries 15° : 15° – 9° 29' = 5° 31'

Aries 30° : 30° – 19° 27' + 10) 334

Taurus 15° : 45° – 30° 21' = 14° 49'

וברוחב ל'

Taurus 15° : 45° – 32° 45' = 12° 15'²³⁰

פוליו 27b

שעות	מעלות המשוה	שעות	מעלות	דקים	שעות	מעלות	דקים
1	15	1		15	31	8	45
2	30	2		30	32		0
3	45	3	1	45	33		15
4	60	4		0	34		30
5	75	5		15	35	9	45
6	90	6		30	36		0
7	105	7	2	45	37		15
8	120	8		0	38		30
9	135	9		15	39	10	45
10	150	10		0	40		0
11	165	11	3	15	41		15
12	180	12		30	42		30
13	195	13		45	43	11	45
14	210	14		0	44		0
15	225	15	4	15	45		15
16	240	16		30	46		30
17	255	17		45	47	12	45
18	270	18		0	48		0
19	285	19	5	15	49		15
20	300	20		30	50		30
21	315	21		45	51	13	45
22	330	22		0	52		0
23	345	23	6	15	53		15
24	360	24		30	54		30
		25		45	55	14	45
		26		0	56		0
		27	7	15	57		15
		28		30	58		30
		29		45	59	15	45
		30		0	60		0

ביאור הלוח: בכ"ד שעות יתנועע המשוה ש"ס מעלה ולפ"ז ט"ו מעלה בכל שעה ו-ל' מעלה בשתי שעות, מ"ה ב-ג' שעות וכן כולם הלכך אם היו לך מ"ה חלקי המשוה ותרצה לדעת כמה שעות, תבקש מ"ה בימין ותמצא

²³⁰ Already calculated above.

בשמאל ג' שעות וזהו המבוקש. ולפי שהשעה ט"ו מעלות והיא נחלק ל-ס' חלקים יהיו לכל מעלה מהמשה ד' חלקי שעה ולרביעית של מעלה שהוא ט"ו דקים תהיה מנתו רק א' [חלק אחד] של שעה ולשלשים דקי המשווה יהיו ב' דקי שעה ול-מ"ה דקי מהמשה ג' דקי שעה וכן קל להבין ע"י הלוח ושמושו שממנו תהפוך השעות למעלות המשווה וחלקי המשווה לשעות ואין להאריך בחשבון.

פוליו 28a

להבנת פ' י"ב.

משל ראשון: חמישי[ם] יום אחר עיקר הרב.²³¹

עיקר הרב	7	3	32
מנת נ' יום תנוע[ה] אמצעי[ת]	49	16	41
אמצע השמש בזמן זה. תוסיף עליו	56	20	13
ש"ס וממנו תגרע הנוסף	360		
	416	20	13
גובה השמש גרע	86	45	16
מסלול השמש ר"ל מרחקו מהגובה	329	34	57
מקום הגובה בעיקר הרב	86	45	8
			8
וזה מקום הגובה כמ"ש הרב בפ' י"ג	86	45	16
צריך שיוגרע ממקום השמש האמצעי למען דעת מסלול השמש. והנה מקום הגובה יותר ממקום השמש הלכך צריך להוסיף ש"ס	360		
	329	25	3
	30	25	3

וזה צוה הרב לגורעו לפי שהוא יתר על ק"ף לדעת מנתו. ומנתו כמ"ש הרב בפ' י"ג סי[מן] ד' הוא 58' ולפי שהמסלול יותר על ק"ף יהיה האמיתי נוסף על האמצעי וכמ"ש הרב נוסף המנה על אמצע השמש

56 20 13
58

מקום השמש האמיתי. ועליתו העקומה ברוחב ל' מצאתי בדקדוק בלוחות התוכני[ם]	57	18	[1]3
והוא אומר י"ג ט"ו, הלכך צ"ל שהעלי[ה] היא מ"ג ה' שאם תגרענו מאמצע השמש ישארו י"ג ט"ו ג'. ²³³	43°	10'	²³²

²³¹ Delmedigo comes back in detail to the examples developed above by the Mefaresht.

²³² Thus matala is here 43°; 10' instead of 43°; 05'. I found 43°; 08'.

²³³ Delmedigo proves that there is an internal contradiction in Mefaresht and that his oblique rising must be 43°; 05' instead of 43°; 50'. The difference mean longitude – matala = 13°; 15' 03'' of Mefaresht. It corresponds to 53m.

וזה שיעור²³⁴ משעה ישרה מה שהוסיף הזמן האמיתי על האמצעי אם תוסיפו על האמצעי יגיע הזמן עד שקיעת החמה.²³⁵ וכיצד תוסיפו אלו ה-י"ג ו-ט"ו מנתם (ר"ל החלק הנוגע להם) מן השעה כו' (פי'רוש) שצריך להפוך אותו לשעות על ידי הלוח שכתבתי לך שכבר ידעת ש-ט"ו חלקי המשוה שבו העליות נספרות הוא שעה והכל מבואר בלוח הנ"ל (נ"ג דקים ש"ס מהם עושין שעה. ובאלו ה-נ"ג דקים תתנועע השמש יותר מן ב' דקים ועשרה שניים שתנועתה היומית נ"ט ס' ובשעה תלך²³⁶ 20'' 27'' 2' הלכך צריך להוסיף תנועתו זו על אמצע השמש כאשר תבאה ויצא לנו בדקדוק מקום 56 20 13 אמצע השמש קודם השקיע השמש בשעת השקיעה 2 10 י"ג חלקים ו-ט"ו דקים ובהם תלך 56 22 23 אמצע השמש בשקיעה בדקדוק

פוליו 28b

וכן נעשה בירח שנוסיף על מהלכה האמצעי מה שתלך בזמן זה של נ"ג דקי שעה ולפי שמהלכה ביו[ם] הוא יותר מ-י"ג מעלו[ת] דהיינו בשעה יותר מ-ל"ב חלקים תהי[ה] תנועת באותן נ"ג דקי של שעה כ"ט ו-ט' שניים בקירוב ואלו צריך להוסיף על אמצע הירח ויצא לך מקומ[ו] בשעת שקיעת החמה.

משל שני: מקום השמש האמיתי ק"ה בקרוב ועליתו העקומה קרובה ל-צ"ד מעלו[ת] וכשיוגרע מאצע השמש שהוא 105° 37' אמצע השמש 94° 31' עלייתו²³⁷ ישר י"ב בקרוב והזמן הנוגע ל-י"ב חלקים 11° 6' פוחתת²³⁸ מן הלוח הנ"ל הוא 4/5 של שעה תראה כמה תלך החמה בזה הזמן ותוסיף על מהלכה האמצעי. וכן כמה תלך הלבנה ותוסיפו על מהלכו האמצעי והיוצא יורה לך מקומה האמצעי בדקדוק בשעת שקיעת החמה.

משל ג': אמצע השמש ר"ד י"א י"ח והאמיתי ר"ד כ"א ועלייתו ברוחב ל' 205° 44' ולפי שהעלייה יתירה על האמצעי א' ל"ג 204° 11' אמצע השמש צריך לגרוע זה מן אמצע השמש והירח והנה הזמן 239 1° 33'

²³⁴ Mefares and Delmedigo calculate mean longitude of the sun – Matala = $\lambda_m - (\alpha - \Delta) = (\lambda_m - \alpha) + \Delta = \Delta$ – EoT = according to our modern understanding. This formula is adapted for sunrise but for sunset because the equation of time should have the opposite sign in the evening. This perverts all the calculation.

However we must observe that $(\text{mean longitude} - \text{matala})_0$ was neglected. Indeed $\lambda_m = 7^\circ; 03' 32''$, $\lambda = 9^\circ; 00' 17''$, $\alpha = 8.2687^\circ$, $\delta = 3.5782^\circ$, $\Delta = 2.0690^\circ$, $\text{matala} = \alpha - \Delta = 6.1997^\circ$ and $\lambda_m - \text{matala} = 0^\circ; 51' 33''$ and corresponds to 3.44 m, it was considered as negligible. Again this approximation is valid on the day of the epoch in the morning because sunrise is very near to 6 a.m. modern mean time but at sunset the effect of Δ and of E are cumulated and sunset is 8m 16s + 4m 50s = 6h 13m 06s modern mean time.

²³⁵ This is very clearly enunciated. The true days are longer and therefore we must add this difference to get the length of 50 natural days in mean days.

²³⁶ The mean movement of the sun is $59' 8''$ in a day or $147.83'' = 2.46'$ per hour. The mean movement of the moon is $13^\circ; 10' 35''$ in a day or $1976.46'' = 32.94'$ per hour. The value of Delmedigo $2' 2'' 20''' = 147.33''/\text{hour}$ is erroneous and should be $2' 27'' 50'''$.

²³⁷ The oblique sunrise $\text{matala} = \alpha - \Delta$.

²³⁸ $105^\circ; 37' - 94^\circ; 31' = 11^\circ; 06'$. It corresponds to 44m 24s.

הנוגע לאלו הדקים הוא עשור שעה בקרוב. ומה שילך השמש
או הירח בעישור צריך לגרוע ממקומה האמצעי למען נדע
מקומ[ה] (האמצעי)²⁴⁰ [האמיתי] בשקיעת החמה.

303° 57' 15''	משל רביעי: אמצע השמש 302° 45' 15'' והאמיתי
318° 0' 0''	ועליית העקומה
302° 45' 15''	וההבדל שביניהם לאמצעי הוא יותר משעה וילך השמש
15° 14' 45''	

20' 27' 2° והירח 33' וצריך לגרוע מהלך הזה מאמצע
השמש והירח לפי שמהלך האמיתי יותר מהאמצעי²⁴¹ ויצא לנו
מקום השמש והירח בשעת שקיעת החמה.

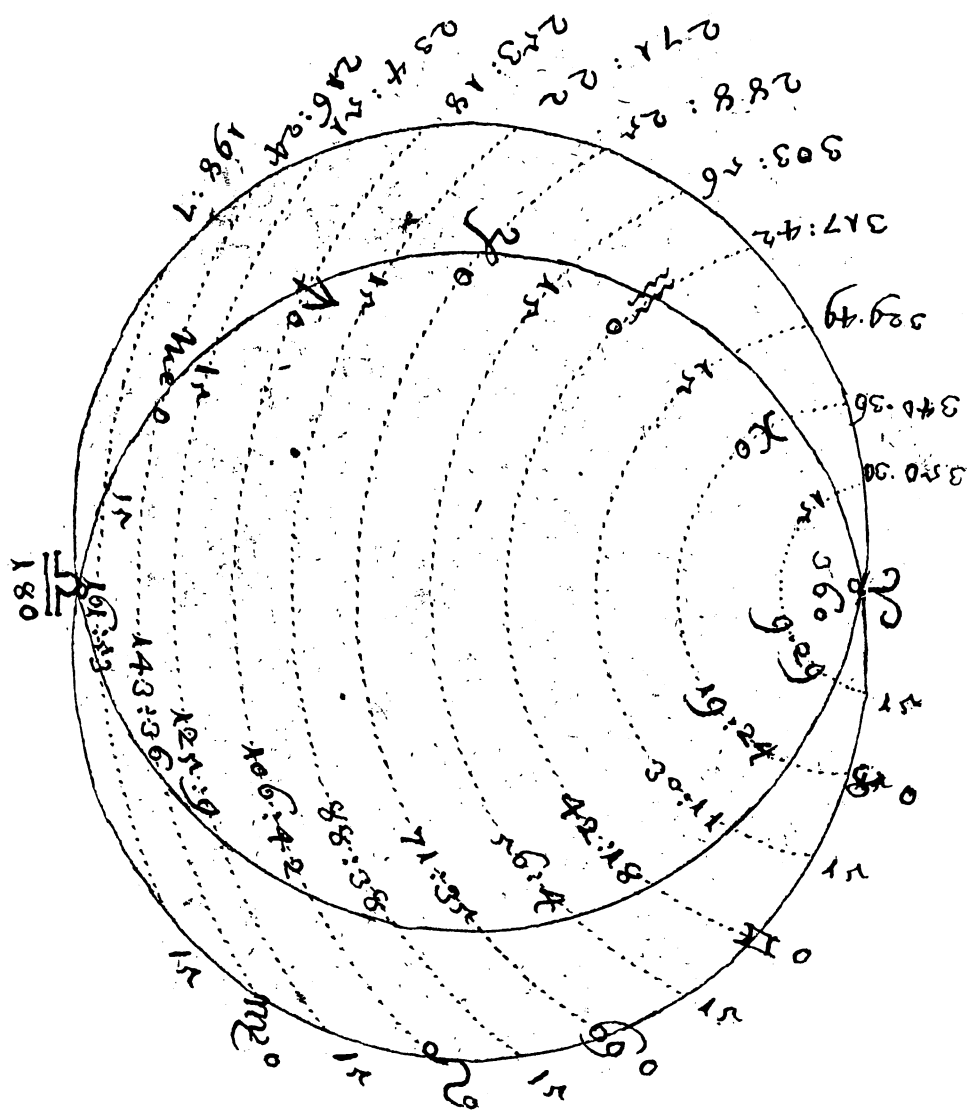
בתמונה שמע"ל: מראש טלה עד סוף בתולה המטאלע פוחת מהאמצע בעליות ולהפך בשקיעות²⁴² המטאלע
עודף ומראש מאזנים סוף דגים המטאלע עודף על המשוה בעליות ולהפך בשקיע[ו]ת המטאלע פוחת מהמשוה
ושני הבדלי היתרון והחסרון שייום. ד"מ חצי טלה הוא ט"ו במשוה והמטאלע היא 9° 29' הרי פוחתת המינו
5° 31' וכן חצי דגים במשוה 345° והמטאלע 31° 350' הוא עודפת 5° 31' וכן הדין בכל ב' נקודות
מקבילות שהרי הן נרחקות מרחק שוה מראש טלה זה לימין וזה לשמאלו. וכן הוא בשקיעות שהשקיעה הפך
העלי[יה] וק"ל.

²³⁹ The difference $\lambda_m - matala$ is negative, thus the span of time in true time is shorter than the span of time in mean time.

²⁴⁰ Mistake in the manuscript.

²⁴¹ This sentence is unclear and already puzzled Ralbah. Let us consider the fundamental relation (mean longitude – matala)₁ – (mean longitude – matala)₀ = (span 01 in true time + $\Delta_1 - \Delta_0$) – (span 01 in mean time) where 0 is the epoch and 1 is the moment considered. We neglect the term (mean longitude – matala)₀. Now the difference is negative and (span 01 in true time + $\Delta_1 - \Delta_0$) < (span 01 in mean time). We must subtract 61 m from the span of time of 300 mean days to get the moment of sunset. The sentence לפי שמהלך האמיתי יותר מהאמצעי is misleading. According to our modern understanding true sunset occurs at 4h 59m p.m. mean time or (300 days – 61m) after the epoch.

²⁴² It is then called Maghreb.



בביאור דף רפ"ט וכו'.

הלבוש האריך וביאר כל דבר ע"ע. שרצה לחלוק על המבאר נגד קושיות רלב"ח.²⁴³ וגם אני אלמד עליו זכות וקודם צא"ל²⁴⁴ שמה שצוה במשל ה-ג' וה-ד' לגרוע מן האמצע²⁴⁵ וישאר האמצע²⁴⁶ מעט קודם סוף היום ולא דקדק לומר קודם שקיעת החמה הוא לפי שאין זה צריך לעינינו פה בראיית הירח שאין לנו צורך לעלויות רק לשקיעות ורק דרך משל הביא אלו משלים להורו[ת] לנו הדרך שמתפישן התוכנים הימים השוים לנראים וכמו שהתבאר בס[פר] האלמגסטי ובלוחו[ת] ריאניולדו²⁴⁷ וזולתם שבלוחו[ת] חושבים ימים שוים שאינו דרך לחשוב הבלתי שוים שאין להם סדר ואח"כ מהפכ[ים] אותם לימים נראי[ם] לעין שלהם אנו צרכים לכוון מקום הכוכבי[ם] האמיתי[ם] וכך דרכם, הם מצוים לגרוע מאמצע הזמן שבו אנו חפצים לדעת מקום השמש אמצע העקר וכמו כן שנגרע עליית העיקר מעלית הזמן ונראה ההבדל שבין ב' אלו²⁴⁸ **אם האמצע יתר על העליה נהפך ההבדל לזמן ונוסיפנו על האמצע ואם העלי[יה] יתירה נגרעהו מן האמצע**²⁴⁹ וכן עשה המבאר כאן כדין התוכני[ם] להראות לנו הדרך. אבל לפי האמת היה ראוי לעשות על ידי השקיעות.²⁵⁰ שאמנם התוכני[ם] עושים זה על ידי העלויות לפי שהם חושבים חשבונותיהם מחצי היום ולוקחים העלויות הש[ע]ות שהן שוות ככל העולם משא"כ אנחנו בעסק הראי[יה] שאנו צריכים לשקיעו[ת].²⁵¹ והנה הרלב"ח תפש על המבאר והקשה עליו כמה קושיות ובפרט קשי זו ז"ל. עוד יש קושי אחרת נגד דברי המפרש הזה כו': וזה המפרש עשה כן בסוף ולו בתחילה וא"כ לא דקדק כלל עכ"ל.²⁵² והינו מורה לך דרך התוכנים שזכר הרלב"ח ואח"כ אומר דעתו לחלוק על המבאר. רצינו לדעת הזמן האמיתי שיש ב-נ' יום, תחלה מצאנו מקום השמש האמיתי וכמ"ש המבאר

הוא 33' 18" 57° ועליתו 10' 43° ברחב ל²⁵³

32' 0" 9° ועליתו 11' 6°²⁵⁴

ומקומו בעיקר הרב היה

²⁵⁵הבדל העלי[יה] 36' 59"

²⁴³ Here Delmedigo reacts to the objections of Ralbah in chapter 12.

²⁴⁴ צריך אני לומר.

²⁴⁵ From the span of time in mean days, after 200 or 300 mean days.

²⁴⁶ It should be corrected: and we find the true sunset a little before the end of the last mean day.

²⁴⁷ Reinhold, Erasmus (1511 – 1553) German mathematician and astronomer. Professor of Higher Mathematics at the university of Wittenberg, colleague of Rheticus. Author of a commentar on Purbach's Theoricae novae planetarum and of astronomical tables called Prussian tables or **Prutenicae Tabulae**.

²⁴⁸ In fact Maimonides and the Mefareshe neglected the problem at the epoch. In fact this difference was neglected although it was not negligible. At the epoch $\lambda_m = 7^\circ; 03'32''$ and $\lambda = 9^\circ; 00'17''$; $\alpha = 8.2687^\circ$ and $\delta = 3.5782^\circ$ (See Ajdler 1966, pp. 94 and 116-117) $\Delta = 2.2394^\circ$ and $Matala = 6^\circ; 01'45''$. Sunset is at 6h 9m p.m. However at a latitude of 30° , as in all the calculations of Mefareshe $\Delta = 2.0690^\circ$, $matala = \alpha - \Delta = 6.1997^\circ$ and $\lambda_m - matala = 0^\circ; 51'33''$ and corresponds to 3m 26s, it was considered as negligible.

²⁴⁹ Because he considers that the advance of sunrise in the morning is equal to the delay of sunset in the evening. Therefore if λ_m is greater than the matala sunrise is before 6 a.m. modern mean time and sunset is after 6 p.m. in the evening. The natural days are longer than the mean days and therefore we must add the difference to the number of mean days. It remains incomprehensible why they want to work with matala. This perverts the results.

²⁵⁰ In all the examples he used the Matala or oblique rising = $\alpha - \Delta$ instead of the Maghrab = $\alpha + \Delta$.

²⁵¹ Delmedigo doesn't apparently see the error of this method because of the erroneous sign of the equation of time in the calculations.

²⁵² See above a detailed justification of this because the term $\lambda_m - matala = 0^\circ; 51'33''$ at the epoch.

²⁵³ See above the first example 50 days after the epoch. $\Delta = 11.87^\circ$, sunset was at 6h 47m 28s.

²⁵⁴ See two notes above. The true position of the sun was $9^\circ; 00'17''$ and the matala was $6^\circ; 11'$. $\Delta = 2.2394^\circ$ and sunset was at 6h 09m p.m.

²⁵⁵ It is an arc of the equator, the difference of the oblique setting after 50 days with regard of that at the epoch: $(\alpha - \Delta)_1 - (\alpha - \Delta)_0$.

והנה מהלך השמש האמצעי ב-נ' יום הוא

²⁵⁶ 49° 16' 41''

²⁵⁷ 36° 59'

12° 17' 41'' וזהו סרח העודף של האמיתי לזמן לגרוע

מזמן האמצעי שהוא אינו מראה לך מקום הכוכב אלא

פוליו 30a

וזו היא דרך המבאר.

56° 20' 13''

43° 10'

מקום השמש אחר עיקר הרב נ' ימים²⁵⁸

עליית נ' ימים²⁵⁹

13° 10' 13''

סרח העודף האמצעי על האמיתי²⁶⁰

והוא קרוב לראשון.²⁶¹

משל ב'.

92° 20'

ועליתו

105°

דרך התוכנים, מקום השמש האמיתי אחר ק' יו[ם]

6° 11'

ועליתו

9°

מקום השמש האמיתי בעיקר 32'' 0' 9°

86° 9'

²⁶² 98° 33'

ותנועה אמצעי של ק' יום

86° 9'

סרח העודף של אמצעי על אמיתי

12° 24'

105° 37' 26''

ועל דרך המבאר מקום המש האמצעי ק' יום אחר העיקר הוא

93° 37' 22''

ולק' יום עליית העקומה

²⁶³ 12° 0' 4''

סרח העודף

והוא קרוב לדרך התוכנים.

משל ג'.

205° 44'

ועלייתו

202° 21'

מקום השמש האמיתי ב-ר' יום אחר עיקר הרב

204° 11'

מקום השמש האמצעי

²⁶⁴ 1° 33'

וסרח העודף הוא בכאן של האמיתי על האמצעי

וצריך לגרוע ועיין בלבוש ע"ע זה סותר דברי המבאר

²⁵⁶ The mean movement of the sun during 50 days : $\lambda_m - \lambda_{m0}$.

²⁵⁷ $(\lambda_m - matala)_1 - (\lambda_m - matala)_0$.

²⁵⁸ Mean longitude of the sun as calculated above by Mefresh.

²⁵⁹ Oblique rising.

²⁶⁰ Difference : mean longitude – matala at the end of the span of time. We note that 13°; 10' 13'' = 52m 41s; 12°; 17' 41'' = 49m 10s. Thus a difference 3m 31s to compare with 3m 26s that we calculated for the difference $\lambda_m - matala$ at the epoch.

²⁶¹ In the first calculation (according to the astronomers) we subtract the difference of matalas from the mean movement in longitude during 50 days ; in the second calculation (mefresh) we subtract the matala at the end from the mean position of the sun. See appendix, both calculations are erroneous.

²⁶² He subtracts the difference of matalas from the mean movement in 100 days.

²⁶³ The Mefresh subtracts the matala at the end of 100 days from the sun's mean longitude after 100 days.

²⁶⁴ Here he calculates the difference of matalas at the end of 200 days of true sun and of mean sun.

205° 42' 6° 11'	ועלייתו ועלייתו	202° 21' 9° 0'	וע"ד התוכנים מקום השמש האמיתי ב-ר' יום מקום השמש האמיתי בעיקר
--------------------	--------------------	-------------------	--

²⁶⁵ 199° 31'

197° 8'

מהלך אמצעי של ר' יום

2° 23'

²⁶⁶ וכפי שיעור זה פוחת האמצעי מהאמיתי

משל ד²⁶⁷

318° 6° 11'	ועלייתו ועלייתו	303° 57' 9° 0'	וע"ד התוכנים מקום השמש האמיתי ב-ש' יום מקום המש בעיקר
----------------	--------------------	-------------------	--

311° 49'

295° 41'

ואמצע של ש' יום

16° 8'

ועודף האמיתי על האמצעי

פוליו 30b

318° 302° 45' 15''	ועלייתו	303° 57'	ולדעת המבאר מקום השמש האמיתי אחר ש' יום מקום השמש האמצעי
-----------------------	---------	----------	---

15° 14' 45''

²⁶⁸ והוא קרוב למה שחושבים התוכנים.

ובכל המשלים כן דרך המבאר קרוב לדרך התוכני [ם] ונראה שלוחו [ת] העליון [ת] של מבאר הן זולות הלוחות של תוכני [ם] לפי שידוע שיש מחלוקת גדולה בנטיית המשמש מהמשוה ולפי חילוף הנטייה [ה] ישתנו לוחו [ת] העליון [ת] כמ"ש בספר [פר] חקות השמים. ע"כ נפל הפרש מעט בין חשבון המבאר לחשבון התוכני [ם].²⁶⁹ ונ"ל גם כן שהמבאר ידע דרך התוכני [ם] בלי ספק כי איש חיל הוא בחכמה זו ואולם הוא בחן והבין שהעליון [ה] העקומה של ההתחלה ר"ל בזמן עיקר הרב ז"ל היא קרובה למספר של העיקר ולפי שבכל פעם צריך לגרוע העליון [ת] של זמן העיקר מהעליון [ה] וליקח עליו נ' יום ו-ק' יום ו-ר' יום ו-ש' כמו שהביא במשלים ולגרוע ההבדל מההלך האמצעי של אותן ימים, חשב קצור במלאכ [ה] והוא להוסיף מנת האמצע של אותן ימים על עיקר הרב ואח"כ לגרוע מהם העליון [ת] של הסוף. והכל א[חד] כפי מה שראית וכ"ש שלא רצה לדקדק הרבה שאינו מעלה ומוריד דבר מועט כזמן זה. וגם מ"ש רלב"ח על המבאר וז"ל: וגם בעיקרי [ם] הוסיף להביא מה שאינו צריך והוא העיקר ה-ד' גם הצורה האחרונה [ה] שבסוף והיא חילוף מצעדי המזל [ת] בכל אופני חצי היום הוא שוה אינו מוכרח להזניח כו'. אני אומר שיש טעם להזניח למה שאנו לוקחי [ם] העליון [ת] העקומה [ת] ואלו התוכנים לוקחי [ם] העליון [ת] הישרון [ת]. ולפיכך אמר שמחשבותינו לדעת זמן שקיעת החמה ולא שעת חצי היום שהיא התחלת היום אצל התוכני [ם] ולפיכך הספיק להם העליון [ה] הישרה שהיא שוה לכל אופק העולם משא"כ לעניננו שמשנות העליות העקומה [ת] כפי האופקי [ם] והדברי [ם] צריכי [ם] לדעתן וטוב לב יראה פני [ם] ולהעמיד דברי המבאר על האמת נראה לתת ולגרס כך.

²⁶⁵ Difference of the matalas. From this difference he subtracts the mean movement in longitude during 200 days. This is the method of the astronomers, which does not neglect the starting point at the epoch..

²⁶⁶ Sunset is after 200 mean days – 9.5 minutes.

²⁶⁷ See appendix for an appreciation of the calculation.

²⁶⁸ The difference between the two calculations must remain near to 3m 30s as in the first example.

²⁶⁹ Here Delmedigo invokes another element explaining the difference between the declination table of the Mefaresh and the astronomers. I don't know the subject of this great divergence. Anyhow it appears that the astronomers don't perform such a calculation. It is rather a Demedigo's more precise calculation "on the manner of the astronomers". But all these calculations are perverted by a principle error: the equation of time is always taken into account with bad sign. See appendix.

אפשר שלא הגיע עד שקיעת החמה אם היה האמצעי פחות מן המטאלע ואפשר שתתאחר לאחר שקיעת החמה אם יהיה האמצע יתר המטאלע כצ"ל וכמ"ש בפ"ר [רוש] בסוף דבריו ומשליו בד"ה או קודם שקיעת החמה והוא בזמן שיהיה האמצע פחות מן הזמן האמיתי וצריך להוסיף על האמצעי מנת הזמן שחסר כו'. או אחר שקיעת החמה כשעה והיא בעת שיהיה הזמן האמצעי יתר על האמיתי. לפיכך צריך לגרוע מן הזמן האמצעי כנגד היתר עד שיגיע לשקיעת החמה [ה] וצריך לגרוע מן האמצעי לשמש או לירח כנגד היתר עד שיהיה האמצע לשקיעת [ת] החמה.

פוליו 31a

אע"פ שהתוכנים פועלים להפך כשהאמצע יתר על המטאלע מוסיפין ההבדל שביניהם [ם] אחר שיהפכוהו לזמן על האמצע. וכשהאמצע פחות מהמטאלע גורעים ההבדל מן האמצעי הוא לפי שרצונם לדעת הזמן האמיתי הנראה מתי יהיה ואינו [ם] מקפידים [ם] אם יהיה קודם השקיעה או אחריה משא"כ אנחנו צריכים [ן] לראו [ת] אם הוא באותה שעה עלה בידינו מבסוף ואם הוא אחר השקיעה צריך לגרוע מהאמצעי ואם קודם השקיעה צריך להוסיף על האמצעי וק"ל²⁷⁰.

או כלך לדרך זה שידוע כשהאמצע יתר על המטאלע הימים ארוכים [ם] ר"ל מראש טלה עד סוף בתולה המטאלע בעלי [ות] פוחתת מהאמצע²⁷¹ ולפי שבזה הזמן יעלו יותר מ-ק"ף מעלות מהמטאלע הלכך מאחרי [ם] המזלו [ת] לשקוע באותם הימים ואם אתה מונה ימים שוים בזמן שהאמצע יתר על המטאלע שהם מ-ש"ס מעלות עם נ"ט ח', כל אחד אתה חושב פחות מהראוי כשעור שהמטאלע מוסיף על ה-ק"ף מעלות של גלגל המזלות. וז"ש המבאר וזה השיעור משעה ישרה להוסיף בה הזמן האמיתי על האמצעי. ובזה מ"ש שהביא המשל מהעליות שמהעליות נדע איזה מהם עודף על חברו וק"ל.

פרק ט"ו פנים, סי' [מן] ח': כיצד רצינו לדעת מקום הירח האמיתי בליל ב' אייר ר"ל כ"ט יום אחר העיקר.²⁷²

השמש בעיקר הרב	7° 3' 32''
מהלך אמצעי של כ"ט יום	28° 35' 1''
מקום השמש האמצעי	35° 38' 33''
הירח בעיקר הרב	31° 14' 43''
מהלך אמצעי ב-כ"ט יום	22° 6' 56''
מקום אמצע הירח	53° 21' 49''
ולפי שהשמש מחצי טלה עד ראש תאומים נוסף על אמצע הירח ט"ו חלקים ²⁷³	15'
ויוצא אמצע הירח בשעת הראייה כמ"ש הרב בפ' י"ז	53° 36' 39''
גרע מנת המסלול	5° 1'
	48° 35' 39''

²⁷⁰ As mentioned above when $\Delta - E > 0$ sunrise is before 6 a.m. mean time and when $\Delta + E > 0$ sunset is after 6 p.m. It is incorrect to study the situation at sunset with the matala. If we forget the effect of E the statement of Delmedigo means that when $\Delta > 0$ the arc of the ecliptic $\lambda m > Matala$ in the morning and $\lambda m < Matala$ in the evening. As we are dealing with sunset, the true days are now longer than the mean days and the difference must be added to the mean days when we want to calculate the span of time in mean days.

²⁷¹ It would be so much easier, when we deal with sunset, to consider the Maghreb = $\alpha + \Delta = T_s - 90^\circ$.

²⁷² See J. Ajdler: Hilkhot Kiddush ha-Hodesh al-pi ha-Rambam 1996, pp. 118-119. The calculation is practically the same.

²⁷³ If we consider a mean value of $\lambda - matala = 7.5^\circ = 0.5$ hour then the mean movement of the moon is $32.94^\circ/h * 0.5 = 16.5' \sim 15'$.

פוליו 30b	
אמצע המסלול בעיקר הרב פי' מהלך המעגל מרומו לצד מערב	84° 28' 42''
מהלך אמצעי של כ"ט יום אחר השלכת ש"ס	18° 53' 4''
אמצע המסלול	103° 21' 46''
תוסיף מנת המרחק הכפול	5°
מנתו ר"ל כמה שייכ[ים] ל- ק"ח כ"ב	108° 21' 46''
שהם חלקי הגלגל הקטן המעגל בגלגל היוצא שבו מהלך	5° 1'
האמצעי של ירח וכמ"ש הרב בפ' זה מנת ק' מעלות היא ה' מעלות ח' דקים ומנת ה' ד' נ"ט הלכך כמ"ש בס' ז' הנוגע לשמנה מעלות הוא ז' דקים. תגרעם מחמש מעלות ו-ח' דקים לפי שפוחת והולך, נשארו ה' מעלות ודק[ה] א[חת]. ולפי שהמסלול הנכון הוא פחות מ-ק"ף מעלות גרעם מאצע הירח (פי' שזהו חלק מן גלגלה יוצא פחות ממהלכו שפוחת המעגל בתנועתו לאחר כמ"ש) נשאר מהלך האמיתי.	
אמצע הירח	53° 36' 39''
אמצע השמש	35° 38' 33''
המרחק שבין המאורות	17° 58' 3''
	2
מרחק הכפול והמנה הראוי לו בעבור חלוף הגובה במעגל והם ה' מעלות נוסף על אמצע המסלול	35° 56' 6''

פרק י"ו.

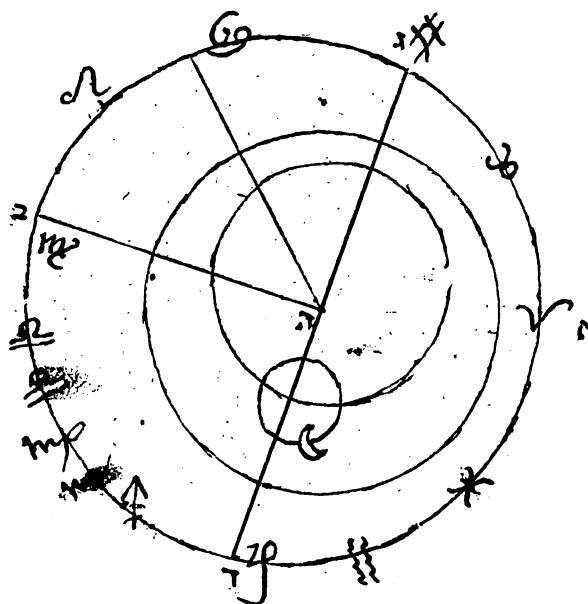
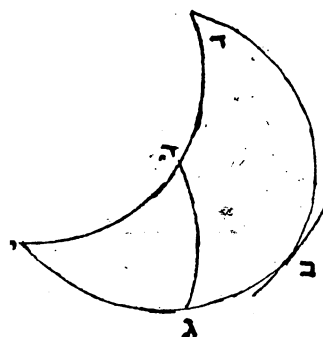
פנים סי[מן] ד' לדעת מקום הראש ליל ב' לאייר, כ"ט יום אחר עיקר הרב ²⁷⁴	
ובעיקר היה הפרש	180° 57' 28''
מהלך הראש ב-כ"ט יום	1° 32' 9''
אמצע הראש בשעת הראייה	182° 29' 37''
	359° 59' 60''
	177° 30' 23''
ולפי שהוא הולך לאחר מדגים לדלי, הלכך לדעת כמה הוא רחוק מראש טלה תגרעהו מ-ש"ס מעלות ותמצא מטלה כמה מעלות הוא והוא ב-כ"ז ו-ל' דקים מבתולה. וכנגדו הזנב כ"ט דקים לדגים. תגרע זה ממקום הירח האמצעי אחר שתוסיף עליו ש"ס. גרע על מסלול הרוחב דרומי לפי שיותר על ק"ף וצריח לקח מנתו וכפי מ"ש הרמב"ם ז"ל בסוף פ' י"ו מנתו ג' ג' דקים והוא דרומי לפי שמסלול הרחב יותר מ-ק"ף ובחשבון הרב ז"ל הי[ה] המסלול הירח 231° 60'	
ואנחנו דקדקנו הרבה אבל אין לחוש לזה. ²⁷⁵	
	360°
	48° 35' 39''
	408° 35' 39''
	177° 30' 23''
	231° 5' 16''
	180°
	51° 5' 16''

²⁷⁴ See J. Ajdler: Hilkhot Kiddush ha-Hodesh al-pi ha-Rambam 1996, pp. 118-119. The calculation is the same.

²⁷⁵ See preceding note.

בביאור שם בד"ה ומאחר שתדע כו'. והתועלת בידיעת רוחב הירח ואם הוא צפוני או דרומי, כדי לידע אם הוא לצפון או לדרום כדי לדעת יחס העגולה הנכחית מן האופק, פי[רוש] לפי הנטיי[ה] או הרוחב מהמשווה יתרבי או יתמעט קשת האופק והכל מבואר בפ[רק] אחרון ב-ג' תמונות.

ועל דרך המשלשים ק"ל רוחב הראוי לכל מסלול ד"מ במשלש **דבי ב** נצבת וקשת **בי צ'** מעלות וקשת **יבד** [ק"ף]. שעור זווית **ד** תכלית הרחב הירח ה' מעלות (כמ"ש הרב בפ' י"ו סי[מן] ט') וקשת זו הי[א] חתיכה עגולה גדולה המזלו[ת] וחותרת היוצא ונופלת על הנוטה על זווית נצבת ונניח קשת **גי** $6^{\circ} 51'$ וי[היה] קשת **הג** ר"ל הנוכחת השייך להם. וזהו מס[פר] סוד היסוד: כערך (**בג**) כל הבקע אל נוגע (**ב**) כן בקע **יג** אל נוגע **גה** וק"ל. ובדרך זה מצא בטולמיוס הרחב השייך לכל מעלה ואם תדע למצא הנטיי[ות] של כל ככב כמ"ש בס[פר] חקת השמים תדע גם לדעת וכו'.²⁷⁶



²⁷⁶ The arc **יבד** is 180° of the ecliptic and the arc **יהד** is 180° of the lunar orbit. Points **י** and **ד** are the nodes, **י** is the ascending node. In triangle the angle is right; $\text{tang גה} = \text{tang } 5^{\circ} * \sin יג$. Delmedigo writes the same formula: $\sin יג / \text{tang גה} = 1 / \text{tang ד}$.

בס[פר] עיון הכוכבים שמסבת הירח זקוקה וכרוכה אחר מהלך השמש עד שלעולם הקו המורה על מהלך האמצעי של שמש הוא אמצעי בין הקו המורה על מהלך האמצעי של ירח ובין הקו המורה על גובה רום המביא מעגל הירח אם לא כשקו המהלך של שמש הוא בעצמו המהלך של ירח. דרך משל בתמונה

פוליו 32b

הזאת קו **הד** הוא הקו המורה על מהלך אמצעי של ירח וקו **הג** המורה על גוב[ה] רום הגלגל נושא המעגל וקו **הב** מורה על מהלך האמצעי של חמה שהוא בינתיים ר"ל שנרחק שוה משנהם ולפ"ז מבואר מ"ש הרב ז"ל בסי[מן] א' פ[רק] ט"ו שאם תגרע קשת **אב** מהלך השמש מראש טלה מקשת **הבד**, מהלך ירח האמצעי ישאר קשת **בד**, מרחק השמש מן הירח ואם תכפול זה המרחק כו' קשת **בד** תצא קשת **גבד** והוא המרחק הכפול שקורא המלך אלפונשו בלוחותיו מרכז הירח. וכשהוא פחות מ-ק"ף תוסיף עליו אמצע המסלול ותבין ג"כ מ"ש הרב ואם יותר תגרע הימנו.²⁷⁷

ובס[פר] עיון הכוכבים מבואר הענין וז"ל ואמנם גלגל ההיקף יתנועע סביב מרכזו בהניע גוף הירח התקוע בו בחלקו העליון כנגד משך המזלות ובתחתון על משך (והוא יתנועע) על קוטרו השוכב על מקיף היוצא על זווית נצבות על דרך (פי[רוש] באופן) שיעמוד השטח הישר אשר למקיף גלגל ההיקף אשר ירשמנו מרכז גוף הלבנה בתנועת גלגל ההיקף בשטח הישר אשר ליוצא בלתי נוטה ממנו אנה ואנה אך יסובב גלגל ההיקף על זה הדרך שיתנועע בחלוף על מרכזו וקוטרו המיוחד. אבל החילוף הזה יובא לשיוויון שיתרחק על השיווי מנקודת רום גלגל ההיקף האמצעי מ?יה שתונח (ר"ל איזה נקודה שתצויר שהיא נוכח רום) י"ג מעלות ו-ד' דקים בקרוב בכל יום טבעי. ואמנם רום גלגל ההיקף האמצעי הוא נקודת מקיף מגלגל ההיקף (ר"ל עליוני שלשטח) אשר יורידו הקו הנמשך מן הנקודה המקבילה האלכסון למרכז היוצא בעגול הקטן העובר במרכז גלגל ההיקף. אמנם רום גלגל ההיקף האמיתי הוא נקודה מן המקיף שהוא בעצמו שיוורו הקו הנמשך ממרכז העולם במרכז גלגל ההיקף וה-ב' רומים הללו הם נקודה אחת (ר"ל בהיו[ת]) מרכז גלגל ההקפה על נקודת רום ה? הנוע? שהוא שהוא גלגל יוצא אז אלו הקוים מורים על נקודה שהקו היוצא ממרכז אחד עובר על מרכז השני. א"כ הקוים נופלים זו לזו ז"א²⁷⁸ לאחת) כש"ז היה מרכז גלגל ההיקף ברום המניע או נכחי. אבל בכל מקום זולת זה הם מתחלפים (ר"ל הרומים כי ב' הקוים המורים עליהם מתחלפות כי אינם נופלים זו על זו בראשם ולכן מורים על נקודת מתחלפות) ומאלה נראה שלא תעמוד נקודה אחת בעצמה מהקערירות שהונח בו גלגל ההיקף על רום גלגל ההיקף האמצעי או האמיתי תמיד כי נקודת (ר"ל כי נקודת הקערירות אינם בגלגל ההיקף) הוא בקערירות גלגל יוצא שעל גבו גלגל המקיף. והתועלת מנקודת הקערירות הוא זה שמורה לנו מרחב שבין ב' דרומי[ם] כי אע"פ שיתחלפו אין מרחקם יותר גדול רק מהאמצעי

פוליו 33a

על הקערורית בפחות מ-ו' מעל[ות] אי מקערורית על האמצעי ביותר מ-ו' מעול[ות] (ה) הקערורית הזה שיהי[ה] על רום גלגל ההקף האמצעי והאמיתי בהיות המרכז גלגל ההקף ברום המניע או נכחו לעולם בכל מקום שיהיה מרכז גלגל ההקף תוגבל בקו הנמשך ממרכז היוצא ועובר במרכז גלגל ההקף. ואמנם הנקודה הזאת אינה על רום גלגל ההקף האמצעי ולא האמיתי בחייו²⁷⁹ מרכז גלגל ההקף במקום אחר זולת הרום או הנכח אבל הרום האמיתי והאמצעי נמצאים אז במקומות (אחרים)²⁸⁰ מהקערירות שהוא בעצמו. שלשה הקוים המורים הנקודות הנזכרים יוחתכו אז במרכז גלגל ההקף אך יהיה על זה הדרך שהרום האמיתי כשיתחלף מהרום האמצעי יהיה לעולם בין הרום האמצעי ונקודת הקערירות אשר יהיה תחת הרום האמצעי יהיה ברום המניע או נכחו כשמרכז גלגל ההקף (וזה מבואר לפי שנקודת מרכז ההארץ שממנה נמדד קו המורה על נקודת הקערורית ובין הנקודה שממנה נמדד הקו האמצעי. רק נקודה הרום שמורה עליו קו האמיתי האמצעי בין נקודת רום אמצעי ונקודת קערורית שמורה עליו קערורי[ת]) מכל אלה נמשך שרום גלגל ההקף

²⁷⁷ Considerations about the lunar model and the principle of the double elongation. The end of the last sentence is unclear;

²⁷⁸ The α is partial and uncertain.

²⁷⁹ Perhaps בחייו.

²⁸⁰ Under brackets in the manuscript.

האמצעי והאמיתי ג"כ יתחלפו תמיד ע"כ בס[פר] עיון הכוכבים²⁸¹. העולה מדברינו עמ"ש הלבוש על זה הוא שהתנועה במעגל מתחילת מהרום שלו והנוכח הוא ק"ף מעלו[ת] ממנו שבמולד האמצעי המעגל הוא ברום היוצא וקו אש[ר] בא מ-ב' המרכזים ביושר עד רום עד רום המעגל ואח"כ מתחיל המעגל להתגלגל עם תנועת היוצא למזרח ועם תנועת עצמו למערב וגורע ממהלך היוצא ולפיכך התנועה באיחור ע"כ צריך לגרוע ממהלך היוצא מה שנחסר ממנו המעגל ואולם מהלך זה של מעגל[ל] הוא אמצעי או אמיתי כפי התחלפות ההתחלה לפי שיש למעגל אמיתי ורום אמצעי והאמיתי הוא המתחיל מרום האמיתי והאמצעי שמתחיל לספור מהרום האמצעי והכל מבואר בדברי המבאר ובספר יסוד עולם ועיין גם כן בפירושו בעל הלבוש והכל מבואר למעיין.

המבאר ז"ל²⁸²: דע שזה העיקר שהתחיל החכם רחוק ממנו זה הרבה לפיכך אנו צריכין לעשות עיקר אחר שנתחיל ממנו וכבר עשינו עיקר שני מתחילת ליל ג' שיומו א' לחדש ניסן משנת ט' ממחזור רס"ט ואח"כ אמר וכבר מצאנו אלו הימים שבין ב' העיקרים נ"ט אלף ו-תקל"ג יום כו'. והנה כמ"ש המבאר בסוף פרק ו' כשימי המחזור משנות החמה שמדתה שס"ה ורביע יום הם 6939: 18. ושל לבנה: 595 – 16 – 6939 [ועל ח' מחזורים יעלו 440 – 12 – 59533]. ולפי שעיקר רמב"ם ז"ל היה ג' בניסן י"ז ממחזור ר"ס ושל מבאר היה א' ניסן ט' למחזור רס"ט הלכך ביניהם ט' מחזורים שלמים ו-י"א שנים ואם תכפול ימי מחזור הלבנה על ח' תמצא ימים שלמים נ"ה אלף ו-תקי"ז ו-י"ב שעות ו-ת"מ חלקים וקיבוץ ימי השבוע שנותרו ממחזור ר"ס וממחזור רס"ט הוא ד' אלפים י"ו בעגול דרב נחשון וכאשר הם סדורים.

פוליו 33b

לפיכך כשולחן ערוך תוסיפם על ימי ה-ח' מחזורים ויהיו נ"ט אלף תקל"ג יום כמו שמצא המבאר ג"כ. שאין אנו חושבים ל-י"ב שעות ו-ת"מ חלקים שיתרים.
או כלך לדרך זו והיא יותר קצרה: תכפול י"ט שנות החמה עם ח' ו-י"א שנים עם שס"ה ורביע ויעלו 59535 כמ"ש המבאר.
א"נ בדרך זו: עיקר רמב"ם היה בשנת ד' אלפים תתקל"ח ועיקר המבאר ה' אלפים ק"א והבדלן קס"ג, תכפול על שס"ה ורביע ויוצא כבראשונה. והכל עולה בסגנון אחד במשלנו אפס שלפעמים משתנה ביום או ימים ואולי ג' ימים על כן יעצתיך להחזיק בדרך הראשון ע"י המחזורים (ושנותיהם בעיגול דרב נחשון).
דמ הרלב"ח עשה עיקר חדש ומצאת תדרשנו בספר תשובות שלו ראה דרכיו וחכם.

רס"א	6940
רס"ב	6939
רס"ג	6939
רס"ד	6940
רס"ה	6941
רס"ו	6940
רס"ז	6939
רס"ח	6939
קבוצם	55517
שנת י"ח	454
שנת י"ט	385
שנת י"ז מ-ג'	279

²⁸¹ I could not find a reference about this book. This whole quotation is related to the description of the cinematic model of the lunar movement according to the ancients. See a clearer description in J. Ajdler: Hilkhote Kaddush ha-Hodesh al-pi ha-Rambam, 1996, pp. 53 – 61.

²⁸² Mefaresh H.K.H 11 ; 16.

355	ניסן עד
353	למחזור
384	ר"ס
355	
355	
383	
354	
385	
178	חצי שנת ט'
	מתשרי עד ניסן
	וה' שלמה
55517	קיבוץ
4016	
59533	
	וכן מצא המבאר ²⁸³

6939 : 18	י"ט שנות החמה	19*365.25
55512	*8	
		365.25 * 11 = 4017.75
4017		
59535		
2		
59533 : 18		
	עיקר המבאר	5101 עיקר הרמב"ם
	נכפלים על ימי השנה	365.25 :
	ב' ימים של ניסן	2
		²⁸⁴ 59533 : 18

פוליו 34a
[פרק י"ז י"ב]
היר
ח כו²⁸⁵ ותקח גיב²⁸⁶ תשלום רוחב המדינה והוא ס' וגיבה נא' כו²⁸⁷ לפיכך תכפיל גיב הראשון והוא שלשים בגיב הרביעי והוא גיב רוחב הירח והוא ארבע מעלות י"א ז' (ויוצאו 30' 30'' 125')²⁸⁸ ונחלק אותו על גיב

²⁸³ Maimonides' epoch was the beginning of Thursday 3 Nissan 4938= Wednesday evening 22 March 1178 or JD 2151403. The epoch of Mefaresh was the beginning of Tuesday 1 Nissan 5101 or Monday evening 19 March 1341 or JD 2210936. The interval was 2210936 – 2151403 = 59533 days. In fact this interval is also 163 Julian years – 3 days = 163 * 365.25 – 3 = 59535.75 – 3 ~ 59536 – 3 = 59533 days.

²⁸⁴ In fact between 1180 and 1340 we have 40 intervals of 4 years and 41 extremities. Thus 41 leap years and 163 – 41 = 122 normal years. Hence 41 * 366 + 122 * 365 = 59536 days – 3 days (20, 21 and 22 March) = 59533 days.

²⁸⁵ Mefaresh p. 338 left column 14 line from bottom. The formula of the Mefaresh is

השני והוא גיב תשלום הרוחב כו'. יעלה בידינו מן החלקים 2. 25. 36²⁸⁹ ואני דקדקתי בדרך החלוק שבארתי בספר חקות השמים. ועיין לוח הששיים שם מצאתי שיגיע לכ"ה דקים והקרוב הוא 2. 24 59²⁹⁰ שאם תכפלהו על 41. 57. 51²⁹¹ החישוב יעלו 125. 31. 32²⁹² הנך רואה שאינו עודף רק ב' שניים. ואם נקח זה ברחב ל"ד יהיה גיב ל"ד והוא הרוחב ל"ג ז'²⁹³ ותשלומו ל- צ' (כלומר תשלום ל"ד הרוחב עד צ' רביע העיגול) נ"ו וגיבה מ"ט מ"ז ל"ב²⁹⁴ כצ"ל. אבל בלוחות של בטלמיוס מצאתי בקע ל"ד 33.33.06²⁹⁵ ובקע נ"ו, תשלום הרוחב 49. 44. 32²⁹⁶ חשבונות בטלמיוס בדקדוק מצאתי אחר הכפל 140. 25. 23²⁹⁷ ואחר החילוק 2. 49. 23²⁹⁸ בקרוב, שלפי האמת הוא פחות מ-כ"ג שניות והמבאר לא פירש כאן כמה. ואם נקח זה הענין ברוחב ששה ושלשים יהיה גיב רוחב ששה ושלשים ל"ה מעלה ו-י"ו חלקים וגיב תשלום רוחב המדינה שהוא נ"ד הוא מ"ח ל"ב אבל בלוח בטלמיוס בקע ל"ו²⁹⁹ הוא 16. 01. 35. ובקע נ"ד³⁰⁰ הוא מ"ח ל"ב כ"ח וכשנכפול בקע הרוחב על בקע רוחב הירח הנ"ל יצא 147. 36. 07³⁰¹ וכשנחלקהו על בקע תשלום הרוחב יצא 3. 2. 27³⁰² כאשר תמצא אם תנסה לכפול זה היוצא על החילוק והמבאר אמר שהוא 3. 3 והוא השינוי שבין קשת הראייה. ואם תשאל ותאמר למה קרא לזה השינוי מנת גובה המדינה והתשובה לפי שזה השיעור מגיע לחשבון הראייה בשביל רחב במדינות כו'. דע לך שמנת גובה המדינה הוזכר בספרי התכונה קראו בקע המדינה ולפי האמת אינו רק הנוגע של גובה הציר ותמצאנו בלוח הנוגעים נגד מעלות הרוחב של מקום וגם על דרך חשבון וכלי לוח אם תזכור מ"ש בספר מעיין גנים גשם שכערך בקע תשלום הרוחב אל כל הבקע כן בקע הרוחב אל נוגע הרוחב והוא בקע המדינה³⁰³. וכן ראינו לפי שהבקע או הנוגע הזה אינו משתנה באותה מדינה ועל ידו נוכל לחשוב כל היתרי השייכות באותה מדינה. כנראה שם אצל יוחנן מהר המלך³⁰⁴ וגם קלוניאוס³⁰⁵ הזכירו בפירוש על ספר הכדור³⁰⁶ בדף ר"ג ע"ש

$\sin \varphi / \cos \varphi = \sin (b - \lambda_4) / \sin \beta$. The first word רוחב must be suppressed and the word גובה must be replaced by גיב. This formula is slightly different than the better formula: $(b - \lambda_4) = \tan \varphi * \beta_2 / \cos \alpha$ where α is the variable angle between the direction of the ecliptic and of the equator. The whole examination of delmedigo concerns the detail of the calculation.

²⁸⁶ Arabic word meaning sine. See Gad ben Ami Serfati p. 107 bottom. Of course the sine of the complement is the cosine.

See: [ג', מ', י'] המונה 'בקע' יעקוב לוינגר, המעין ניסן תשס"ד [מ', ג']

²⁸⁷ 0; 51, 47, 41. $\cos 60^\circ = 0.8660 = 0; 51, 57, 41$ in sexagesimal notation.

²⁸⁸ $2^\circ; 05' 30'' 30'''$; in fact $\sin 30^\circ = 0.5$ thus $0.5 * 4^\circ 11' 7'' = 2.09263888^\circ = 2^\circ; 05' 33'' 50''' = 125' 33'' 50'''$.

²⁸⁹ $\tan 30^\circ = 0.57735026$ thus $\tan 30^\circ * 4^\circ; 11' 07'' = 2^\circ 24' 59''$

²⁹⁰ See preceding note.

²⁹¹ In sexagesimal notation it is $0.8660231481 \sim \cos 30^\circ = 0.86602540$.

²⁹² $125' 31'' 32'''$

²⁹³ Thus $\sin 34^\circ = 0.5592 \sim 0; 33. 07$

²⁹⁴ 49.47.32 instead of 49. 44. 32.

²⁹⁵ $\sin 34^\circ = 0.55919290 = 33, 33, 06$

²⁹⁶ $\sin 56^\circ = \cos 34^\circ = 0.82903757 = 49.44.32$ in sexagesimal notation.

²⁹⁷ $\sin 34^\circ * 4^\circ 11' 7'' = 2.34037763^\circ = 2^\circ; 20'.25''.21'''$. $34'''' \sim 140' 25'' 22'''$; slightly different than the author.

²⁹⁸ $\tan 34^\circ * 4^\circ; 11' 7'' = 2.823005^\circ = 2^\circ; 49' 22'' 49'''$.

²⁹⁹ $\sin 36^\circ = 0.58778525 = 35, 16, 01$

³⁰⁰ $\sin 54^\circ = 0.80901699 = 48, 32, 28$

³⁰¹ $\sin 36^\circ * 4^\circ; 11' 7'' = 2.46004455^\circ = 147' 36'' 09''' 37''''$

³⁰² $\tan 36^\circ * 4^\circ; 11' 7'' = 3.040782297 = 3^\circ; 2' 26'' 49'''$

³⁰³ $\cos \varphi = \sin \varphi / \tan \varphi = \cos \varphi = \text{latitude}$.

³⁰⁴ Johannes Müller called Regiomontanus.

³⁰⁵ Non identified. Apparently one of the multiple commentators of Tractacus de Sphaera of Sacrobosco.

³⁰⁶ Treatise of the Sphere by Johannes Sacrobosco (John of Holywood, professor at the Sorbonne, died 1256).

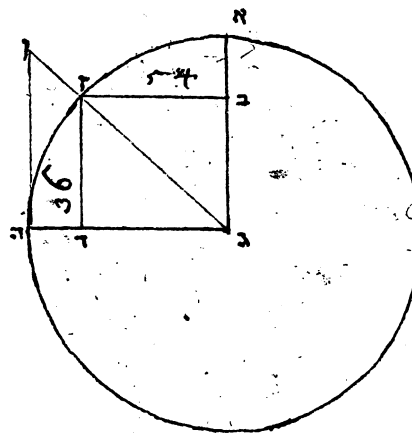
ד"מ כמו שהוא ברחב ל"ו ק"ו. ק"ה שהנך רואה שכערך גד (השוה לקו בז) בקע התשלום אל גה כל הבקע כך בקע הרחב של ל"ו שהוא קו זד אל הן נוגע של זה הרחב מלמוד ד'

פוליו 34b

מאמר ששי לספר אוקלידוס.

שהרי ברוחב עשרים יהיה גיב כ', ל"א י"ו³⁰⁷ וכן הוא בלוחות בטלמיוס, בקע של עשרים מעלות 20.31.16 וגיב תשלום הרחב (אל) ע' מעלות הוא נ"ו. כ"ב. נ"ד³⁰⁸ וכן הוא אצל בטלמיוס וכשתכפול גיב כ', ל"א. י"ו בגיב רוחב הירח המונח בתחילה והוא ד' י"א ז' יצאו 85.53.11.34.52³⁰⁹ ונחלק אותו על גיב תשלום רחב המדינה יעלה בידינו מעלה אחת ו-ל"א חלקים ועשרים שניים כצ"ל אצל המבאר ואני מצאתי יותר ממעלה ו-ל"א דקים ו-כ"ד שניים³¹⁰.

ואם נחשוב רוחב מ"ח יהיה גיב רחב המדינה מ"ד מעלה ו-ל"ה חלקים ו-י"ט שניים³¹¹ כצ"ל. וכן הוא בלוח בטלמיוס. וגיב תשלומו ל-צ' (פירוש עד צ') שהוא מ"ב מעלה הוא גיב מ"ח, נ"ב³¹² כן הוא אצל בטלמיוס וכשתכפול בקע הרחב על בקע רחב הירח הנ"ל יצאו 186.36.56.36.13³¹³ ותחלק על בקע תשלום הרחב, תמצא ד' מעלות ל"ח דקים³¹⁴ בקרוב ר"ל פחות דבר מועט מהאמת או תאמר שהוא 4.39 שהוא יותר קרוב הגם שהוא עודף על האמת. והמבאר אמר ג"כ שהוא ד' ל"ט לפי שאינו מחשב לראייה לרחב אחר לפיכך כו'. ע"ג. אחר שתשקע מעלת בגלגל המזלות.



דף רצ"ט ע"א

בפנים, סימן ט"ו תשע מעלות או פחות אי אפשר שיראה בכל ארץ ישראל.

כתב עוד כו' יותר רב יהי[ה] האור ההווה מהשמש כו': האור ההווה מהשמש על הארץ כו' בשלימו[ת] וקוצר גדול כו'.

ע"ב. ³¹⁵ אע"פ שקשת הראייה בינוני יהיה אורו רב כו' לפיכך הוא נראה כו' אם יחסר אחד מהם מהקיצים לא יראה ואלו הן קיצי הראייה כו' יהיה לו אחד משני דברים כו' והיתה בו אמצע השמש ב-ה' מעלות ממזל טלה

³⁰⁷ $\sin 20^\circ = 0.34202014 = 20.31.16$

³⁰⁸ $\sin 70^\circ = 0.939692 = 56.22.53.36$

³⁰⁹ $\sin 20^\circ * 4^\circ; 11' 7'' = 1.4314493 = 85^\circ 53' 13'' 3'''$

³¹⁰ $\tan 20^\circ * 4^\circ; 11' 7'' = 1.5233165 = 1^\circ; 31' 23'' 56'''$

³¹¹ $\sin 48^\circ = 0.74314482 = 0;44.35.19.$

³¹² $\sin 42^\circ = 0.66913060 = 0;40.8.52.$ Thus a mistake in the text which must read: מ' ה' נ"ב.

³¹³ $\sin 48^\circ * 4^\circ; 11' 7'' = 3.11026752 = 186^\circ 36' 57'' 47'''$

³¹⁴ $\tan 48^\circ * 4^\circ; 11' 7'' = 4.64822188 = 4^\circ; 38' 53'' 36'''$

³¹⁵ Mefares p. 339, right column, halakha 17, 2nd line.

כו' כן עשינו באמצע הירח, לקחנו מנת קע"ז יום כו' נשאר לנו י"ג נ"ב י"א, כפלנו אותו על ה'. המסלול הנכון ע"ה כ"ה י' ומנתו כו' ישאר לנו קפ"ח מעלה נ"ח חלקים כו' הוספנו אותו על העיקר והוא נ"ג כ"ג ל"ז כו' ישאר לנו רצ"ב מעלה בקרוב.

פוליו 35a

ע"ג. וכן חקרנו על מקום הירח האמיתי³¹⁶ לקחנו מנת שנה סדורה מאמצע הירח שמ"ד נ"ו מ"ג כו' יעלה בידינו ו' מעלות י"ח חלקים מ"ו שניות כו'. נוסף אותם על אמצע המסלול יעלה בידינו כ"ב ט"ו מ"ב המסלול הנכון כו' צריכים אנו לגרוע מזה הארך כ"ט חלקים ישאר י"ב מעלה חמישים חלקים נ"א שניים וזהו אורך שני כו' ול"ח חלקים וזהו הנקרא מעגל הירח ולפי שרוחב הירח צפוני כו'.

[פרק י"ח]

דף ש"א ע"א

בפנים סימן ב': יהיה האביר זך הרבה.

סימן ו' וקובעין ראש החדש השלשי יום א' ושלושים כו' ועושין חדשים שלושים אחר שלושים כו'. ע"ג.

ואם כן איך אמר הרב שתיקח מנת הגובה להוסיף על הצפוני שני שלישי הרוחב האחד שד"מ נשים או שנשים כ"מ כו' ולבאר זה יותר על ידי הצורה שהזכרתי אומר כי הנה המעיין בה יראה כי ב' קשתות והן הקשתות המקביל האחד הוא יתרון אורך כו'³¹⁷ ע"ד. בפנים סימן י'. וכן זה שחסר תשעה חדשים בשנה כו' ר"ל שהתלמוד או רבינו הקדוש או ר' הלל או מי שתיקן] העיבור כו'.

בביאור ע"א והם אמרין ב"ל יוני גיאומיטריאה כצ"ל.³¹⁸ ומכוונת כנגדה כו' והמשל³¹⁹ נניח עגולת א ב ג ד כו' הוא התמונה הראשונה של דף ש"ב שייכ[ת] על הדבור (ה) מעבר אותו דף המתחיל וכל אלו הדברים. דף ש"ב ע"א.

כל"מ³²⁰ ונניח רחב המדינה האחרת ל"ב ומדינה מן המערב ס"ו מעלה וחצי כו' היא נראית בהכרח על כל אופק שהוא יותא מערבי מזה כו'.

ע"ג. בפנים סימן ט"ו. אין בזה ראייה, שלא יראה הירח בא"י אלא אפשר שיראה בא"י. ובביאור³²¹ דע שזה הדין פלא כ"ל שלכאורה נראה שלמזרחיים מקדמת השמש לזרח וממהרת לשקוע ולהפך למערביים ואיך א"כ יקרה שיראה בשקיעה למזרחיים ולא למערביים? וכבר דברתי על זה בס[פר] מעיין חתום.

ומדינה אחרת רחבה חמישים מעלה וארכה נ' מעלה ויהיה אופק המדינה המזרחיית[ת] **בדה** ואופק המערבי וכו' וראש מזל גדי סובב על כט"י לפיכך כו' ובעריבת והעילה לפי כו'. דף ש"ג ע"ב

[פרק י"ט]

ומאחר שתדע הנטייה של מעלות כו'³²² שאם יהיה הקשת מאה ועשרים מתחילת מזל טלה עד סוף מזל סרטן והוא קשת **גש** תגרע אותו מק"ף והוא קשת **גא** ישאר ס' [מעלות] כו' ונטיית[ה] קשת ק"ר כו' והוא סוף מזל מאזניים כו' אם תרצה לידע כו'³²³ וגלגל הנוטה **א ח נ ט** כו'³²⁴ והם **ח"ט** ותהי סוף הנטייה כו'³²⁵

³¹⁶ Mefares p. 340, left column, 22 lines from bottom.

³¹⁷ I don't see to what he relates as he is between siman 6 and siman 10 of chapter 18 in Maimonides' text.

³¹⁸ Mefares, p. 342, left column, line 8.

³¹⁹ Mefares, p. 342, left column, line 27.

³²⁰ Perhaps מלא Mefares p. 342, left column, line 42.

³²¹ Mefares, p. 343, right column, beginning of halakha 16.

³²² Mefares, p. 343, left column, beginning of halakha 9.

³²³ Mefares, p. 343, left column, beginning of halakha 10.

³²⁴ Mefares, p. 344, right column, end of line 1.

ע"ג.³²⁶ מעל משווה היום והוא קשת **הב** כ"ג מעלות ו-ל"ה חלקים. כן היא הנטייה לדעת הרב. מרחק הירח ממשווה היום קשת **בהה** כו'³²⁷ וקשת **הב** כו' הם בצורה ראשונה³²⁸ נקודת

פוליו 35b

ג'א' כו' והם בצורה השניה³²⁹ נקודת ח' או נקודת ט' יהיה אז מרחקו ממשווה היום כו' ומרחקו ממשווה היום פ"ס פחות רחב ע"ס מן קשת ע"פ כו' תגרע המעט משניהם³³⁰ הרב לפיכך בזו הצורה תגרע קשת ע"ס והוא מרחק המזלות כו' בזה המקום היה צפוני ב' מעלה ל"ט חלקים.³³¹

דף ד"ש ע"ב

ו' אל הצפון על נקודת ח' כו'³³² כנגד דרום העולם והוא פאת ל' כו'³³³

להבנת פרק י"ז.

דף רצ"ז ע"ג

בביאור סוף ד"ה ודע³³⁴ וכו' ל וכן קשת טצ וקשת ס"כ³³⁵ שינוי מראה האורך כצ"ל.

דף רצ"ה ע"ג³³⁶

ונתבאר בחכמת התכונה שיחס גיב רחב המדינה אל גיב תשלום רחב המדינה עד צ' כיחס גיב תוספת האחת משתי קשתות על חברתה אל גיב רחב הירח הראשון בשעת הראייה.³³⁷ והשתי קשתות מן הארך הרביעי וקשת הראייה כצ"ל. ובלבוש הביא נוסח אחרת אבל זו היא העיקר ופירוש גיב הוא מיתר³³⁸ או קו הנמשך תחת קשת ד"מ קו ט"ז הנמשך תחת קשת טאז נקרא גיב כלו[מר] יתר שלו והאחרונים לקחו חצאי היתר³³⁹ וקראום בקעים ועל פיהם מתנהגים בחשבונות יותר בקלות ובספר סוד היסוד הארכתי ע"ש. והנה בקע קשת ה ז שהוא ל' מעלות כרוחב המדינה הוא קו ז ד ובקע קשת תשלום של רחב המדינה עד צ' (שהוא רביע עגול ה א) שהוא קשת ז א ס' [מעלות] הבקע שלו הוא קו ז ב ותמצא בקעים אלו בלו[ח] הבקעים בסופי ספר גבורות ה' בלוח בקע ל' הוא 50000 ובקע תשלום 60 [מעלות] הוא 86602. ואם נניח רחב הירח ד' מעלות יהיה בקעו 6975 ותערוך אותם כמו שהורה המבאר ביתר[ם]³⁴⁰ ואם תרצה תערוך בבקעים וכן ותכפול בקע ל' אל בקע ד' ויצא מספר

כן הבדל האורך ה-ד' אל ערך רחב הירח אל תשלום עד צ' כערך רחב ל' וקשת הראייה

50000 86602 6975

³²⁵ Mefaresh, p. 344, right column, line 4.

³²⁶ Mefaresh, p. 344, right column, line 9.

³²⁷ Mefaresh, p. 344, right column, line 15.

³²⁸ Mefaresh, p. 344, right column, line 11 from bottom.

³²⁹ Mefaresh, p. 344, right column, line 8 from bottom.

³³⁰ Mefaresh, p. 344, left column, line 1.

³³¹ Mefaresh, p. 344, left column, line 4. 2° 26' in Vilna edition and 2° 56' in Fregel edition

³³² Mefaresh, p. 344, left column, line 19.

³³³ Mefaresh, left column, line 23.

³³⁴ Mefaresh p. 337, right column, line 14. It relates to line 5 before the bottom of this paragraph.

³³⁵ In the printed editions, Fregel included, ט"ו.

³³⁶ Delmedigo comes back to Mefaresh on p. 338, left column, 14 lines from bottom.

³³⁷ $\sin \varphi / \cos \varphi = \tan \varphi = \sin (b - \lambda_4) / \sin \beta$. This formula was already examined in detail above pp. 44-46.

³³⁸ Sine.

³³⁹ The half of the rope of the arc.

³⁴⁰ Apparently the Mefaresh worked with the complement of the arcs.

כערך ל' אל ס' כן המבוקש אל ד' ויהי השלישי נעלם בערך זה, כפלנו בקע ל' על בקע ד' ויצא מספר 348 750 000 ונחלק אותו על בקע של ז' ויצא בקע המבוקש 4027 וקשת $2^{\circ} 19'$ בקרוב והוא המבוקש.³⁴¹ ובספר סוד היסוד דף כ' כתבתי דרכים להקל חשבונות אלו ודרך המבאר על ידי המיתרים עיין שם. והיא צריכה לדעת לחלוק השברים התכוני[ים] ובספר הנ"ל הורתי לך לע"ש אותו מהשאלה הודפס בספר המספר של החכם ר"א מזרחי. ומה שאמר המבאר ואלו הד' שעורים מתיחסים נופלים על ד' פנים כו' הוא למוד מפורסם ביסודי אוקלידוס ומורגש אצל הסוחרים אם יהיו ד' מספרים נערך כפל הקצות שוה לכפל האמצעיים ד"מ³⁴². 3.6.4.8.

שכערך ג' אל ו' כן ערך ד' אל ח'. הנה קצותיו אם יוכפלו יולידו כ"ד וכן כפל ו' ד' שביניהם, יולידו כ"ד. ולפ"ז קל הוא לדעת אחד מהארבע אם תדע ג' מהם וכמו שאפרש ונניח ד"מ שלא ידענו השלישי בערך ד'-ה' אלו מספרים והוא מספר ד', נכפול הקצות הידועות ר"ל הראשון ברביעי והיוצא שהוא מספר כ"ד נחלק על מספר ו' שהוא ידוע ויצא מספר ד' והוא השלישי כערך הנ"ל המבוקש. ואם היה הנעלם השני תכפול הקצות והיוצא שהוא כ"ד, תחלק על ד' ויצא מספר ו' והוא המבוקש. ואם היה הנעלם הוא הראשון, נכפול ב' האמצעיים ונחלק כ"ד היוצא מהם על הרביעי והיוצא הוא ג' המבוקש. ואם הנעלם הרביעי נכפול האמצעיים ויצא כ"ד ואתו נחלק על הראשון ויצא מספר ח' והוא הרביעי המבוקש ודברינו אלו הם ברורים מאד. והערכים של המבאר ביתרי הקשתות הן אלו בבקעים לקוחים מהלוח יותר קלים ועל פי דרכנו הם כך:

כערך רחב המדינה	אל תשלום רחב המדינה	כן המבוקש אל יתר ³⁴³ רחב הירח ד'
יתר או גיב 30 ³⁴⁴	יתר ³⁴⁵ 51 57 41	מעלות יתר ³⁴⁶ 4 11 7
תכפול הקצות זה על זה ותמצא ב' מזלות ה' מעלות ל"ג דקים ל' שניים. ואלו תחלק על יתר של תשלום רחב המדינה ר"ל על 51. 57. 41 ויצאו ב' מעלות כ"ד דקים נ"ח שניים והוא פחות דבר מועט ממ"ש המבאר וחשבון שלנו בחננו אותו דרך חילוק השברים כמ"ש בספרי.		
ובמשל השני ערך כך ברחב ל"ד: ³⁴⁷		
כערך רחב ל"ד	אל נ"ו תשלומו	כן המבוקש ונמצא
33. 7	49. 47. 32	2. 49. 23
		אל רחב ד' 4. 11. 7

פוליו 36b

המשל השלישי ברחב ל"ו:³⁴⁸

כערך רחב ל"ו	אל תשלומו נ"ד	כן המבוקש	אל רחב הירח ד'
35. 16. 1	48. 32		4. 11. 7
ותכפול רחב ל"ו על רחב הירח ותחלק תשלום המדינה ויצא לך המבוקש 3. 2. 27 והוא שאמר המבאר ג' ו- ג' בקרוב. ³⁴⁹			

³⁴¹ $\sin(b - \lambda_4) = \tan \phi * \sin \beta = \tan 30 * \sin 4^{\circ} = 2^{\circ} 18' 29''$. Delmedigo writes $2^{\circ} 19'$.

³⁴² $3 / 6 = 4 / 8$ hence $3 * 8 = 6 * 4$.

³⁴³ Sine

³⁴⁴ $\sin 30^{\circ} = 0.5 = 0$; 30 in sexagesimal notation.

³⁴⁵ $\cos 30^{\circ} = 0.8660 = 0$; 51, 57, 41 in sexagesimal notation.

³⁴⁶ $\sin 4^{\circ} = 0$; 4, 11, 7.

³⁴⁷ Second example of the Mefaresht. $\tan \phi * \sin \beta = \tan 34^{\circ} \sin 4^{\circ} = 2.6968^{\circ} = 2^{\circ} 41' 49''$. Delmedigo develops the calculations in sexagesimal notation and he finds $2^{\circ}; 49' 23''$.

³⁴⁸ $\tan 36^{\circ} * \sin 4^{\circ} = 0.0568 = \arcsin 2.905054^{\circ} = 2^{\circ}; 54' 18''$ to compare with $2^{\circ}; 49' 23''$.

³⁴⁹ We find $2.2.90505^{\circ} = 2^{\circ}; 54' 18''$

המשל הרביעי:³⁵⁰

אל רחב הירח ד'	כן המבוקש	אל תשלמו ע'	כערך רחב כ'
4. 11. 7		56. 22. 54	31. 16
ויצא המבוקש 2. 31. 24 והוא קרוב למ"ש המבאר.			

המשל החמישי:³⁵¹

אל רחב הירח ד'	כן המבוקש	אל תשלמו מ"ב	כערך רחב מ"ח
4. 11. 7		40. 8. 52	44. 35. 19
ונמצא המבוקש 4. 38 והוא כמ"ש המבאר בקרוב 4. 39.			
ואם תרגיל עצמך בחלוק השברים התכונים כמו שהוריתיך בספר הנ"ל תבחון כל אלו ותראה שכן הוא וגם על ידי הבקעים שהלוח הוא בסוף ספר גבורות ה' תמצאנה בקרוב ואין להאריך במפורסמות.			

עיקר המבאר וחשבונו שייך לפרק י"ז.³⁵²

ו' חדשי[ם] ג' מ"ל ו-ג' כ"ט יום עולים קע"ז³⁵³ יום ובהם מהלך השמש האמצעי כמ"ש הרב בפרק י"ב: קע"ד כ"ז ל"ח.

מהלך הגובה ב-קע"ז יום 27''

עיקרהגובה לדעת המבאר

בפ' י"ב ³⁵⁴ 89. 14

מקום גובה השמש 27''. 14'. 89°

תגרענו מאמצע השמש

אמצע השמש 180° 3' 18''

מנת המסלול 1° 59'

מקום השמש האמיתי 178° 4' 18''

ובחשבון המבאר ³⁵⁵ 178° 4' 10''

177

* 2

שנה 354 סדורה

מהלך שנה סדורה

348. 55. 15

מהלך חצי שנה סדורה

174. 27. 38

177 חצי

נוסיף עיקר המבאר כמ"ש בפ' י"ב

5. 35. 40

מהלך השמש האמצעי

180. 3. 18

גרע הגובה

89. 14. 27

מסלול השמש

90. 48. 51

³⁵⁰ We find $1.45485^\circ = 1^\circ; 27' 17''$

³⁵¹ We find $4^\circ; 26'$.

³⁵² Mefaresh H.K.H 17; 17, p 339, right column, 3 lines from bottom. The Mefaresh develops an example of visibility calculation 6 months or 177 days after his epoch. It was at the beginning of Tuesday 1 Nissan 5101 or Monday evening 19 March 1341 and the visibility calculation was at the beginning of Thursday, 1 Tishri 5102 or on Wednesday evening 12 September 1341.

About the epoch of the Mefaresh: see H.K.H 11, 16; H.K.H 12 at the end: p. 329, right column, 3 lines from bottom until line 2 of left column; H.K.H 14, 4 p. 331, right column, lines 1 – 4; H.K.H 16, p. 333, right column, lines 16 – 20.

³⁵³ 6 months, 3 full of 30 days and 3 defective of 29 days give 177 days.

³⁵⁴ Mefaresh p. 329, left column, 2nd line.

³⁵⁵ Mefaresh p. 340, left column, 1st line.

ומנתו לפי שהוא פחות מ-ק"ף, נגרע מנתו המסלול מאמצע השמש
כמ"ש הרב ב' י"ג סי' ד' וזו מעלה א' ו-נ"ט ראשוניים.

1. 59

פוליו 37a

תנועת הירח	אמצע המסלול	אמצע הירח	ל-ק' יום
226. 29. 53	237. 38. 23		100
194. 32. 46	202. 20. 50		70
91. 27. 18	92. 14. 5		7
152. 30. 7	172. 13. 18	מהלך אמצעי ב- קע"ז יום	
281. 57. 59	21. 43. 3	נוסיף עליהם העיקר המבאר כמ"ש בסוף פ' י"ד	
74. 28. 6	193. 56. 21	אמצע הירח	

ולמבאר קכ"ב ל' י"א³⁵⁶
ולמבאר ע"ד כ"ח י'

בפרק (ט"ו) [י"ז]: וכן רצינו למצא מקום הירח האמיתי בשעת הראייה כמ"ש המבאר,³⁵⁷ גרענו אמצע השמש
מאמצע הירח, נשאר מרחק, כפלו ונקבל מרחק הכפול. ולפי שהשמש מחצי מזל בתולה עד חצי מאזניים אין
צריך שום תיקון וכמ"ש בפרק י"ד סימן ה'.

193. 55. 21	אמצע הירח	74. 28	מסלול הירח
180. 3. 10	אמצע השמש גרע המנו	4	מנת המרחק הכפול להוסיף
13. 52. 11	מרחקו כפלהו ³⁵⁸	78. 28	והוא המסלול הנכון
27. 44. 22	מרחק הכפול		ומנתו כמ"ש [הרב?] היא ד' מעלות נ"ז
דקים			
193. 55. 21	ומנתו ד' מעלות תוסיף על מסלול הירח		ולפי שהמסלול הנכון פחות מן ק"ף, צריך לגרועם מאמצע הירח
4. 57	גרע [מנת מסלול הנכון]		
188. 58. 21	מקום הירח האמתי		

ולחשבוני הוא כך

193. 56. 21	)
180. 03. 18	O
13. 53. 3	מרחק המאורות
27. 46. 6	מרחק הכפול
4	ומנתו תוסיף
74. 28	
78. 28	מסלול הנכון
4. 56	ומנתו צריך לגרוע מאמצע הירח

³⁵⁶ In our printed editions it writes 152°; 30' 11''.

³⁵⁷ Mefares on H.K.H 17 ; 17, p. 340, left column, line 5.

³⁵⁸ In the Vilna edition 13° ; 52' 13'' but in the Freankel edition 13° ; 52' 11''.

193. 56. 21	
4. 56	
189. 0	מקום הירח האמיתי

פוליו 37b

עיקר הרב 4938 ג' לחדש ניסן ובינו לעקריו א' לחדש ניסן 5394 ימים 166551 ואנו צריכין לדעת מקום השמש והירח במנינו זה ונקבץ מהלכם כמו שהורונו הרב והמבאר.³⁵⁹

מהלך אמצע הגובה

וקיבוץ מהלך הגובה

ועליו תוסיף מקומו בעיקר

100 000	284. 43. 20	4. 16. 0	
60 000	98. 50	2. 30. 0	
6 000	153. 53	0. 15. 0	
500	132. 49. 25	2. 15	
50	49. 16. 55	7. 30	
1	0. 59. 8	0. 9	
קיבוץ מהלכם בעיקר		716.270.108	6. 56. 22. 39 *
הרב ישמש אחר השלכת ש"ס		7. 3. 32	26. 45. 8 **
נמצא מקום שמש האמצעי בעיקר זה		7. 35. 20	33. 41. 30. 39
וממנו נגרע גובה השמש אחר שנוסיף ש"ס		360	3. 42. 69
		367. 35. 20	
		93. 42	
ונשאר מסלול השמש. גרע מן ש"ס		273. 53	
		360	
נשאר. ומנתו הוא 1. 58		86. 7	

* קיבוץ מהלך הגובה

** ועליו תוסיף מקומו בעיקר

וכן הוא חושב 3. 42. 69

דהיינו 93. 42 מראש טלה והוא

מקום הגובה

7. 35	מקום השמש האמצעי
1. 58	מנת המסלול
9. 33	מקום השמש האמיתי בעיקרנו ע"כ מפ' י"ב ו-י"ג.

³⁵⁹ Calculation of the epoch and radices of Demedigo. The epoch of Delmedigo was at the beginning of the evening of Thursday 1 Nissan 5394 or Wednesday 29 March 1634= JD 2317964. The interval with regard to the epoch of Maimonides was 2317964 – 2151403 = 166561 days.

וכן נבקש מקום אמצע הירח ממ"ש הרב בפ' י"ד ר"ל אמצע הירח בשעת הראייה ואמצע המסלול.

	אמצע הירח	אמצע המסלול	
100 000	39. 43. 20	58. 3. 20	
60 000	23. 00. 0	178. 50. 0	
6 000	218. 23. 0	269. 23. 0	
500	108. 11. 55	52. 29. 25	
50	298. 49. 11	293. 14. 58	
1	13. 10. 35	13. 3. 54	
מהלך אמצעי של ירח	342. 8. 1	145. 4. 37	מהלך אמצע המסלול
עיקר הרב להוסיף ותשליך ש"ס	31. 14. 43	48. 28. 42	עיקר הרב
מקום אמצע השמש	13. 22. 44	193. 33. 19	
ואחר שהוציאנו אמצע הירח לתחילת ליל [ה'] שיומו א' ניסן שהוא ליל הראייה, נתבונן בשמש (כמ"ש הרב פ' י"ד סימן ה') ולפי שהוא מחצי מזל דגים עד חצי מזל טלה (ר"ל אמצע השמש כמ"ש המבאר בפ' י"ב בד"ה שהרי אנו משלימין כו' ע"ש) נניח אמצע הירח כמו שהוא, אמצע הירח בשעת הראייה. ע"כ מפ' י"ד			
	13. 23		גרענו מאמצע הירח
	7. 3		אמצע השמש

5. 48	מרחק שבין המאורות
11. 36	וכפלו
193. 33	אמצע המסלול הירח
2	מנת המרחק הכפול *
195. 33	מסלול הנכון ולפי שהוא
13. 23	יתר על ק"ף תוסיף מנתו על אמצע הירח שהיא
1. 33	והיא
14. 56	יצא לך מקום הירח האמיתי

* ולפי שהמרחק הכפול הוא יתר על י"א מעלה, תהיה מנתו (כמ"ש הרב בסימן ג' לפ' ט"ו) ב' מעלות ונוסיפם על אמצע המסלול והקיבוץ יקרא מסלול נכון.

לדעת מק[ום] הראש וזנב התלי ומשם רוחב הירח כפי מה שביאר הרב בפ' י"ו

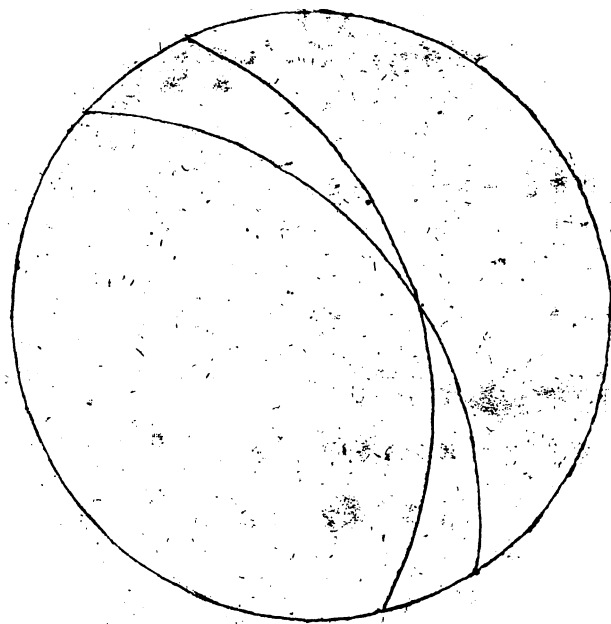
100 000	255. 16. 40
60 000	297. 10
6 000	317. 43
500	26. 28. 35
50	2. 38. 52
1	0. 3. 11

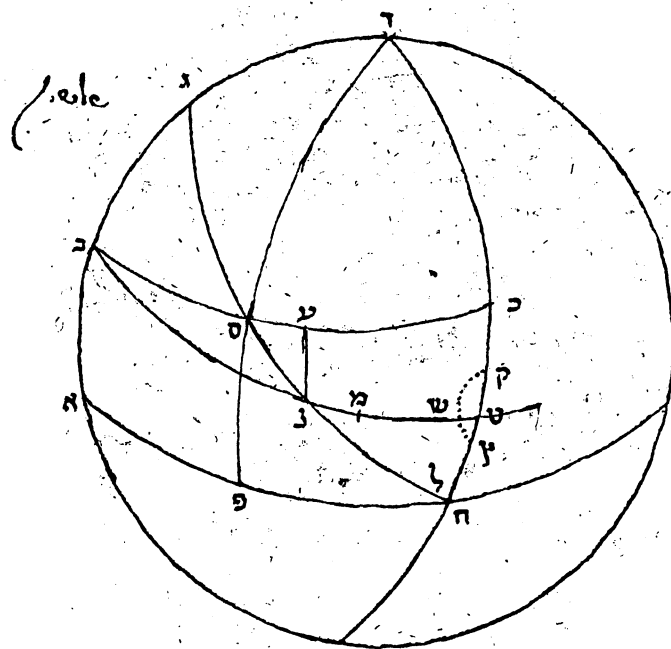
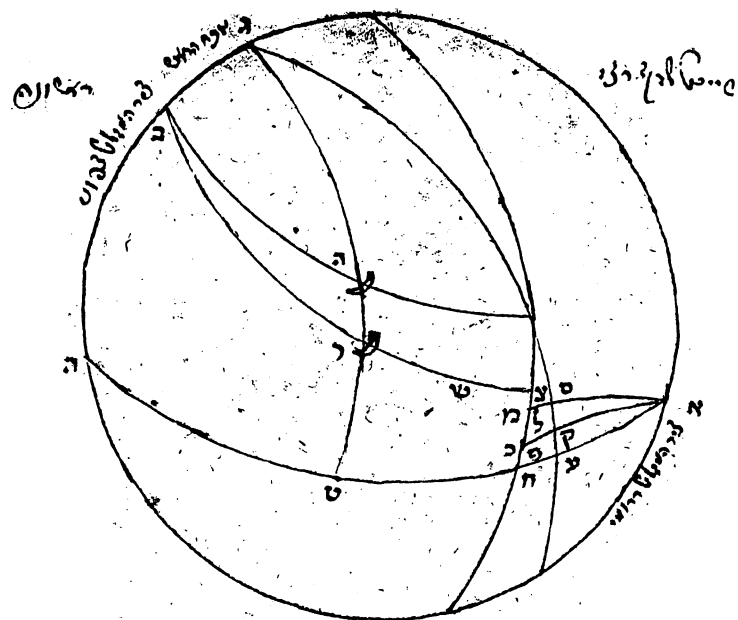
קיבוץ מהלך האמצעי כשתשליך ה-ש"ס	279. 20. 18
והעיקר הוא כמ"ש הרב	189. 57. 28
וזה תגרע מ-ש"ס כפל ר"ל מן 720 לפי שהוא יותר מן ש"ס	369. 17. 46
ונשארו מקום הראש והוא בסוף דגים. הלכך הזנב בסוף	720
בתולה. ע"כ סימן י"ו מפרק ששה עשר	359. 42. 14

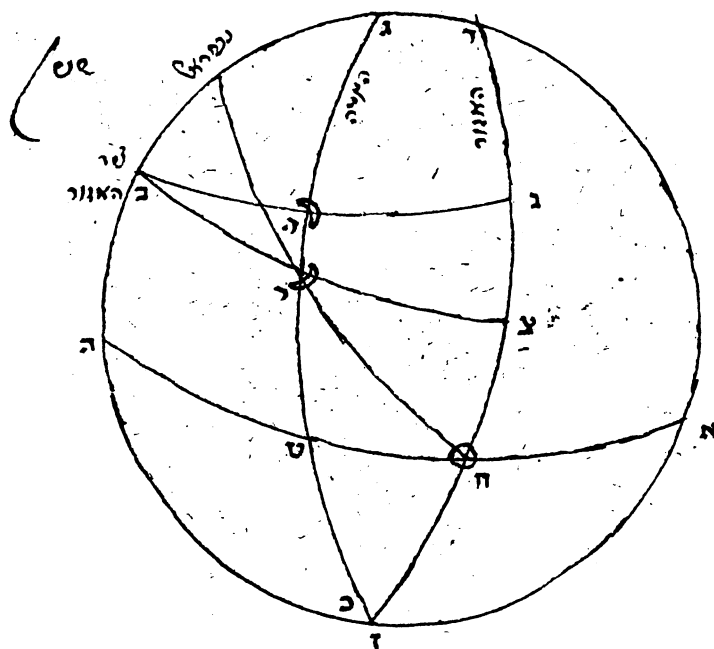
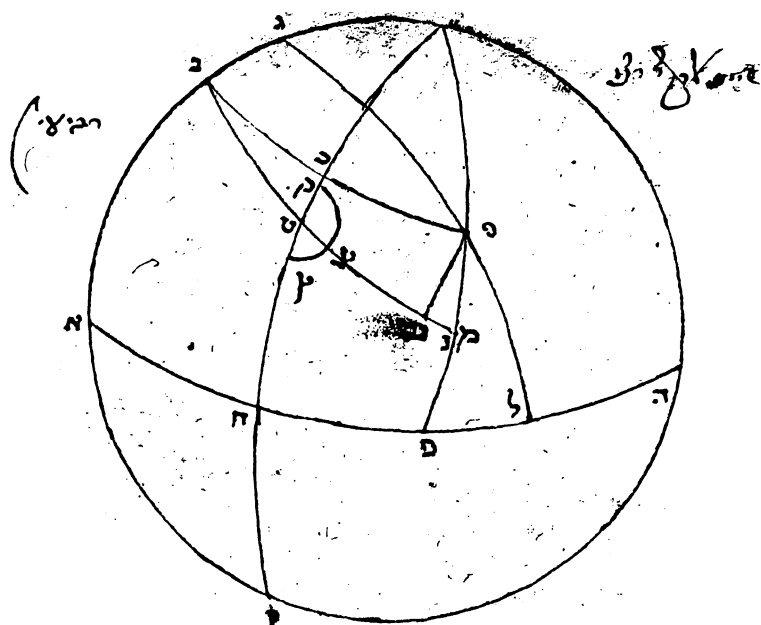
לדעת רוחב הירח.

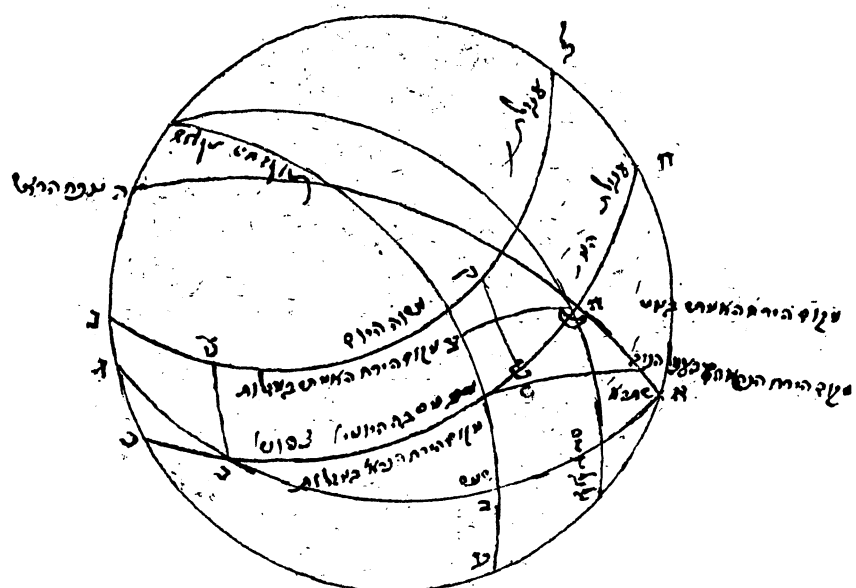
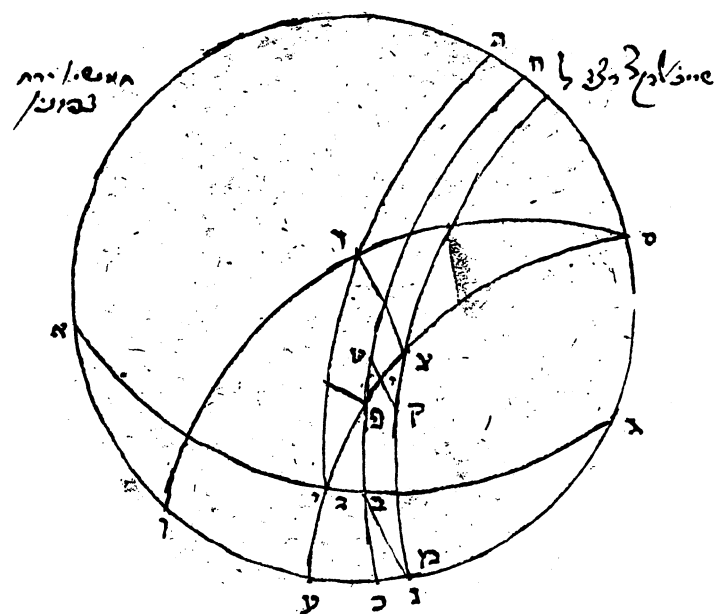
גרע ממקום הירח האמיתי	374. 56
מקום הראש	359. 42
והנשאר נקרא מסלול הרוחב	15. 24
ומנתו כמ"ש הרב הוא הרוחב של ירח	1. 18
ולפי שמסלול הרחב פחות מ-ק"ף יהיה	
צפוני ע"כ מפ' י"ו	

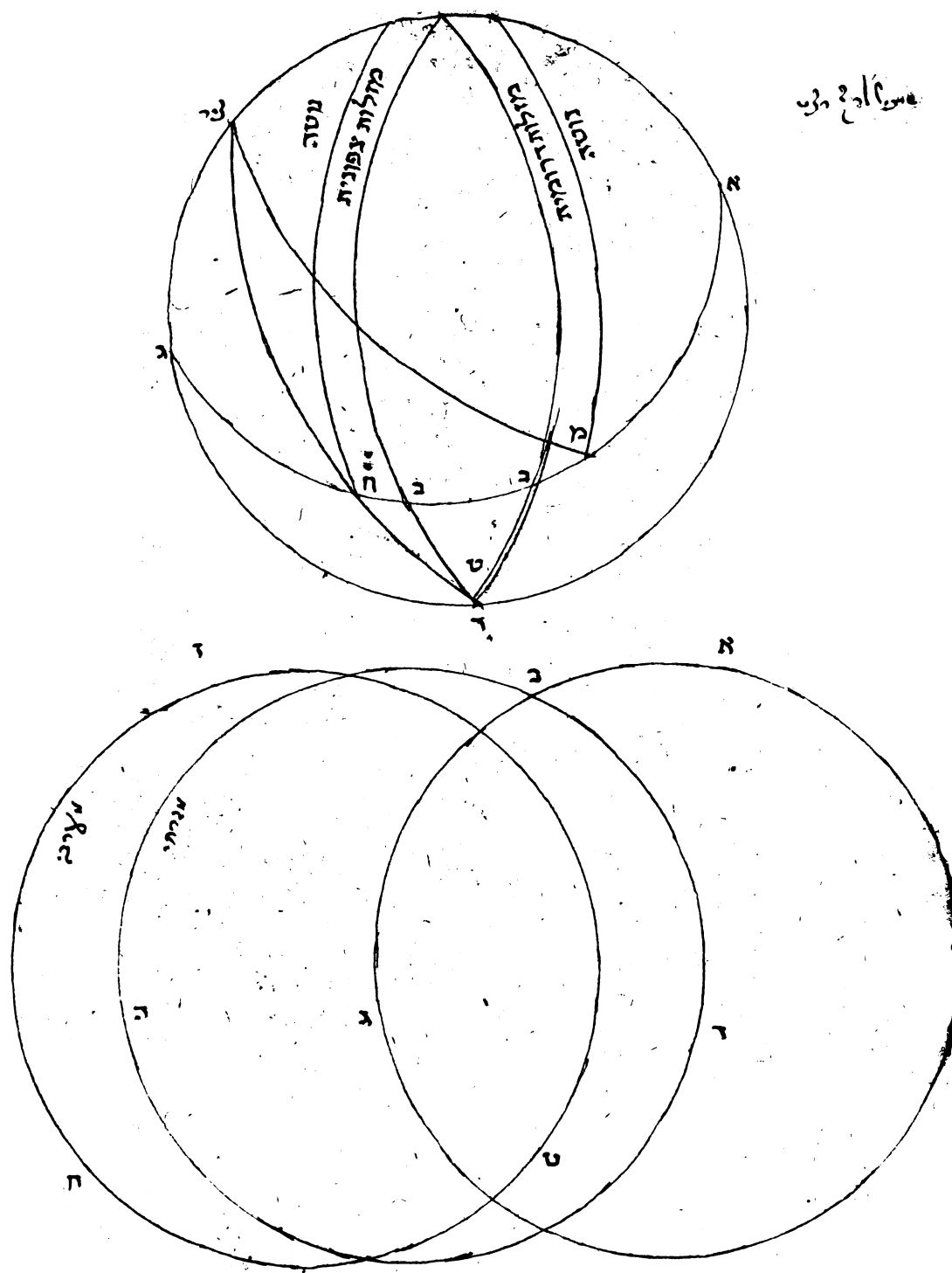
מקום הירח האמיתי	14. 56
מקום השמש האמיתי	9. 33
אורך ראשון	5. 23
ולפי שהאורך הראשון פחות מ-ט' מעלות אי אפשר שיראה הירח באותו לילה בכל א"י הלכך אין אתה צריך לחשבון אחר.	

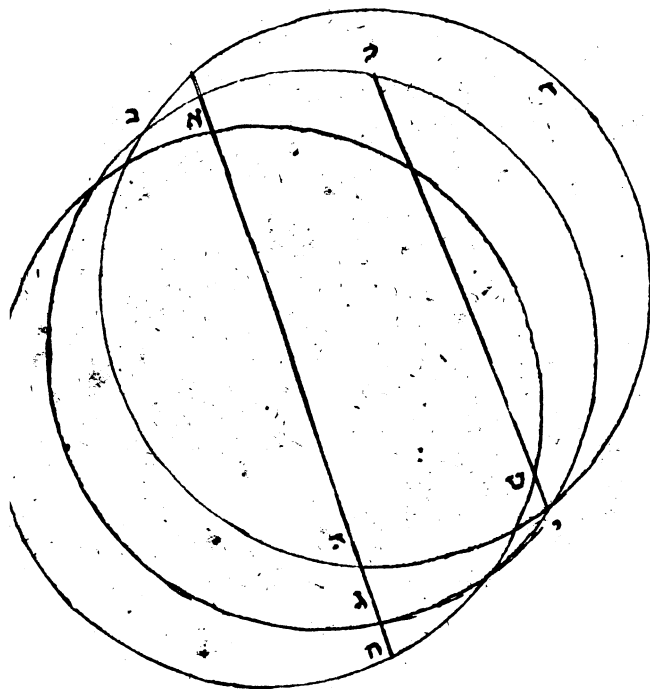












מהלך השמש לוח א'

מהלך אמצע החמה בימים		מהלכה בעשרת חמים		מהלכה במאות ימים		מהלכה באלפים ימים		מהלכה בעשרת אלפים ימים	
א	0. 59. 08	י	9. 51. 23	ק	98.33. 53	אלף	265.38.50	י"א	136.28.20
ב	1. 58. 16	כ	19. 52. 46	ר	197. 7. 46	ב"א	171.17.40	כ"א	272.56.20
ג	2. 57. 25	ל	29. 34. 10	ש	295.41.39	ג"א	76.56.30	ל"א	49.25. 0
ד	3. 56. 33	מ	39. 25. 33	ת	34.15.32	ד"א	342.35.20	מ"א	185.53.20
ה	4. 55. 41	נ	49. 16. 56	תק	132.49.24	ה"א	248.14.10	נ"א	322.21.40
ו	5. 54. 50	ס	59. 8. 20	תר	231.23.18	ו"א	153.53. 0	ס"א	98.50. 0
ז	6. 53. 58	ע	68. 59. 43	תש	329.57.11	ז"א	59.31.50	ע"א	235.18.20
ח	7. 53. 6	פ	78. 51. 6	תת	68.31. 4	ח"א	325.10.40	פ"א	11.46.40
ט	8. 52. 15	צ	88. 42. 30	תתק	167. 4.57	ט"א	230.49.30	צ"א	148.15. 0
								ק"א	284.43.20

לוח ב' מהלך גובה החמה בימים									
שלישי			שני			שני			דקים מעלות
י	1	30	ק	0	15	אלף	2	30	י"א 25 0
כ	3	0	ר	0	30	ב"א	5	0	כ"א 50 0
ל	4	30	ש	0	45	ג"א	7	30	ל"א 15 1
מ	6	0	ת	1	0	ד"א	10	0	מ"א 40 1
נ	7	30	תק	1	15	ה"א	12	30	נ"א 5 2
ס	9	0	תר	1	30	ו"א	15	0	ס"א 30 2
ע	10	30	תש	1	45	ז"א	17	30	ע"א 55 2
פ	12	0	תת	2	0	ח"א	20	0	פ"א 20 3
צ	13	30	תתק	2	15	ט"א	22	30	צ"א 45 3
									ק"א 10 4

לוח ג' מנת מסלול השמש			
גרע	הוסיף	דקים	מעלות
י	ש"נ	20	0
כ	ש"מ	40	0
ל	ש"ל	58	0
מ	ש"כ	15	1
נ	ש"י	29	1
ס	ש	41	1
ע	ר"צ	51	1
פ	ר"פ	57	1
צ	ר"ע	59	1
ק	ר"ס	58	1
ק"י	ר"נ	53	1
ק"כ	ר"מ	45	1
ק"ל	ר"ל	33	1
ק"מ	ר"כ	19	1
ק"נ	ר"י	1	1
ק"ס	ר	42	0
ק"ע	ק"צ	21	0
ק"פ	ק"פ	0	0

לוח ד'

לוח מהלך אמצע הירח בימים אחדים		מהלכה בעשרת ימים		מהלכה במאות ימים		מהלכה באלפים ימים		מהלכה בעשרת אלפים ימים	
מ	שני דקי מעל	מ	שני דקי מעל	מספ	שני דקי מעל	מספ	שני דקי מעל	מספ	שני דקי מעל
ס		ס		ר		ר		ר	
פ		פ		הימי		הימי		הימי	
ר		ר		ם		ם		ם	
ה		ה							
י		י							
מ		מ							
י		י							
ם		ם							
א	13°10'35''	י	131°45'50''	ק	237°38'23	אלף	216°23'50	י"א	3°58'20''
ב	26°21'10''	כ	263°31'40''	ר	115°16'46	ב"א	72°47'40	כ"א	7°56'40''
ג	39°31'45''	ל	35°17'30''	ש	252°55'9''	ג"א	289°11'30	ל"א	11°55'0''
ד	52°42'20''	מ	167°3'21''	ת	230°33'32	ד"א	145°35'20	מ"א	15°53'20''
ה	65°52'55''	נ	298°49'11''	תק	108°11'55	ה"א	1°59'10''	נ"א	19°51'40''
ו	79°3'30'	ס	70°35'1''	תר	345°50'18	ו"א	218°23'0''	ס"א	23°50'0''
ז	92°14'5''	ע	202°20'52''	תש	223°28'41	ז"א	74°46'50''	ע"א	27°48'20''
ח	105°24'40''	פ	334°6'42''	תת	101°7'4''	ח"א	291°10'40	פ"א	31°46'40''
ט	118°35'15''	צ	105°52'32''	תתק	338°45'27	ט"א	147°34'30	צ"א	35°45'0''
י	131°45'50''	ק	237°38'23''	אלף	216°23'50	י"א	3°58'20''	ק"א	39°43'20''

מהלך אמצע החמה ב-כ"ט יום: כ"ח ל"ה א'
 מהלכה בשנה סדורה שהיא שנ"ד יום: שמ"ח נ"ה ט"ו
 מקום אמצע החמה בשורש: ז' ג' ל"ב
 מקום הרום בשורש: פ"ו מ"ה ח'
 מהלך אמצע הירח ב-כ"ט יום: כ"ב ו' נ"ו
 מהלכו בשנה סדורה: שמ"ד כ"ו מ"ג
 מקום אמצע הירח בשורש: ל"א י"ד מ"ג

לוח ה'

לוח מהלך אמצע מסלול הירח בימים אחדים		מהלכה בעשרת ימים		מהלכה במאות ימים		מהלכה באלפים ימים		מהלכה בעשרת אלפים ימים	
מ	שני דקי מעל	מ	שני דקי מעל	מספ ר הימים	שני דקי מעל	מספ ר הימים	שני דקי מעל	מספ ר הימים	שני דקי מעל
א	13° 3' 54''	י	130° 39' 0''	ק	266° 29' 53	אלף	104° 58' 50	י"א	329° 48' 20
ב	26° 7' 10''	כ	261° 18' 0''	ר	92° 59' 46''	ב"א	209° 57' 40	כ"א	299° 36' 40
ג	39° 11' 42''	ל	31° 56' 59''	ש	319° 29' 39'	ג"א	314° 26' 30	ל"א	269° 25' 0''
ד	52° 15' 36''	מ	162° 35' 59''	ת	185° 59' 32	ד"א	59° 55' 20	מ"א	239° 13' 20
ה	65° 19' 30''	נ	293° 14' 58''	תק	52° 29' 25''	ה"א	164° 54' 10	נ"א	209° 1' 40''
ו	78° 23' 24'	ס	63° 53' 57''	תר	278° 59' 18	ו"א	269° 23' 0''	ס"א	178° 50' 0''
ז	91° 27' 18''	ע	194° 32' 56''	תש	145° 29' 11	ז"א	14° 51' 50''	ע"א	148° 38' 20
ח	104° 31' 12''	פ	325° 11' 55''	תת	11° 59' 4''	ח"א	119° 50' 40	פ"א	118° 26' 40
ט	117° 35' 6''	צ	95° 50' 54''	תתק	238° 28' 57	ט"א	224° 49' 30	צ"א	88° 15' 0''
י	130° 39' 0''	ק	266° 29' 53''	אלף	104° 58' 50	י"א	329° 48' 20	ק"א	58° 3' 20''

מהלך אמצע המסלול ב-כ"ט יום: י"ח נ"ג ד'
 מהלכו בשנה סדורה: ש"ה ס' י"ג
 מקום האמצע המסלול בשורש: פ"ד כ"ח מ"ב

לוח ו'

לוח חשבון אמצע הירח לשעת הראייה.
 כשיהיה מקום השמש מחצי דגים עד חצי טלה לא תוסיף ולא תגרע.
 מחצי טלה עד תחילת תאומים הוסיף ט"ו חלקים.
 מתחילת תאומים תחילת אריה הוסיף ל' חלקים.
 מתחילת אריה עד חצי בתולה תוסיף ט"ו חלקים.
 מחצי בתולה עד חצי מאזנים לא תוסיף ולא תגרע.
 מחצי מאזנים עד תחילת קשת גרע ט"ו חלקים.
 מתחילת קשת עד תחילת דלי גרע ל' חלקים.
 מתחילת דלי עד חצי דגים גרע ט"ו חלקים

לוח ז'

לוח חשבון אמצע המסלול
 אם יהיה המרחק הכפול ה' מעלות או קרוב, לא תוסיף כלום
 אם יהיה מ-ו' עד י"א תוסיף על אמצע המסלול מעלה א'
 ואם יהיה מ-י"ב עד י"ח תוסיף שתי מעלות
 ואם יהיה מ-י"ט עד כ"ד תוסיף שלש מעלות
 ואם יהיה מ-כ"ה עד ל"א תוסיף ד' מעלות
 ואם יהיה מ-ל"ב עד ל"ח תוסיף ה' מעלות
 ואם יהיה מ-ל"ט עד מ"ה תוסיף ו' מעלות
 ואם יהיה מ-מ"ו עד נ"א תוסיף ז' מעלות
 ואם יהיה מ-נ"ב עד נ"ט תוסיף ח' מעלות
 ואם יהיה מ-ס' עד ס"ג תוסיף ט' מעלות

עיקר הרלב"ח הוא תחילת ליל ג' שיומו א' לחדש ניסן משנת רפ"ג לאלף ה"ה שהיא שנה הראשונה למחזור רע"ט.

אמצע השמש אז: ג' מעלות ל"ב חלקים י"ג שניים ממזל טלה, סימנם ג' ל"ב י"ג.
 מקום גובה השמש אז ב' נעלות ט' שניים ממזל סרטן, סימנם צ"ב 0 ט'
 מקום אמצע הירח אז ג' מעלות עשרה חלקים ל"ח שניים ממזל טלה סימנם ג' י' ל"ח.
 מקום אמצע מסלול הירח אז כ"ז מעלה כ"א דקים י"ב שניים ממזל שור סימנם כ"ז כ"א י"ב
 מקום ר"ת הירח האמצעי אז י"ג מעלה ט"ז חלקים כ"ב שניים, סימנם י"ג ט"ז כ"ב.

לוח ח' מנת מסלול הירח			
גרע	הוסיף	דקים	מעלות
י	ש"נ	50	0
כ	ש"מ	38	1
ל	ש"ל	24	2
מ	ש"כ	6	3
נ	ש"י	44	3
ס	ש	16	4
ע	ר"צ	41	4
פ	ר"פ	0	5
צ	ר"ע	5	5
ק	ר"ס	8	5
ק"י	ר"נ	59	4
ק"כ	ר"מ	40	4
ק"ל	ר"ל	11	4
ק"מ	ר"כ	33	3
ק"נ	ר"י	48	2
ק"ס	ר	56	1
ק"ע	ק"צ	59	0
ק"פ	ק"פ	0	0

לוח י'

לוח מנת מזלול רוחב הירח					
מעלות המסלול		נעלות המנה		מעלות המסלול	
דרומיים	צפוניים	דקים	מעלות	דרומיים	צפוניים
0	0	0	0	0	0
י	ק"צ	52	0	ש"נ	ק"ע
כ	ר	43	1	ש"מ	ק"ס
ל	ר"י	30	2	ש"ל	ק"נ
מ	ר"כ	13	3	ש"כ	ק"מ
נ	ר"ל	50	3	ש"י	ק"ל
ס	ר"מ	20	4	ש'	ק"כ
ע	ר"נ	42	4	ר"צ	ק"י
פ	ר"ס	55	4	ר"פ	ק'
צ	ר"ע	0	5	ק"ע	צ'

מהלך אמצע החמה ב- כ"ט יום: כ"ח ל"ה א'.
מהלכה בשנה סדורה בהיא שנ"ד יום: שמ"ח נ"ה ט"ו.
מקום אמצע החמה בשורש: ז' ג' ל"ב.
מקום הרום בשורש: פ"ו מ"ה ח'. מקום אמצע ר"ת בשורש: ק"פ נ"ז נ"ח.

לוח ט'

לוח מהלך ר[אש] ת[נין] הירח בימים אחדים		מהלכה בעשרת ימים		מהלכה במאות ימים		מהלכה באלפים ימים		מהלכה בעשרת אלפים ימים	
מ ס פ ר ה י מ י ם	שני דקי מעל	מ ס פ ר ה י מ י ם	שני דקי מעל	מספ ר הימי ם	שני דקי מעל	מספ ר הימי ם	שני דקי מעל	מספ ר הימי ם	שני דקי מעל
א	0° 3' 11''	י	0° 31' 47''	ק	5° 17' 43''	אלף	52° 57' 10''	י"א	169° 31' 40''
ב	0° 6' 22''	כ	1° 3' 34''	ר	10° 35' 26''	ב"א	105° 44' 20''	כ"א	339° 3' 20''
ג	0° 9' 32''	ל	1° 35' 20''	ש	15° 53' 9''	ג"א	158° 51' 30''	ל"א	148° 35' 0''
ד	0° 12' 43''	מ	2° 7' 6''	ת	21° 10' 52''	ד"א	211° 48' 40''	מ"א	318° 6' 40''
ה	0° 15' 54''	נ	2° 38' 52''	תק	26° 28' 35''	ה"א	264° 45' 50''	נ"א	127° 38' 20''
ו	0° 19' 5''	ס	3° 10' 38''	תר	31° 46' 18''	ו"א	317° 43' 0''	ס"א	297° 10' 0''
ז	0° 22' 15''	ע	3° 42' 24''	תש	37° 4' 1''	ז"א	10° 40' 10''	ע"א	106° 41' 40''
ח	0° 25' 26''	פ	4° 14' 10''	תת	42° 21' 44''	ח"א	63° 37' 20''	פ"א	276° 13' 20''
ט	0° 28' 37''	צ	4° 45' 56''	תתק	47° 39' 27''	ט"א	116° 34' 30''	צ"א	85° 45' 0''
י	0° 31' 47''	ק	5° 17' 43''	אלף	52° 57' 10''	י"א	169° 31' 40''	ק"א	255° 16' 40''

לוח י"א

חלופ מראה הירח באורך ולעולם לגרוע אם יהיה הירח בטלה גרע נ"ט חלקים ואם יהיה בשור גרע מעלה אחת ואם יהיה בתאומים גרע נ"ח חלקים ואם יהיה בסרטן גרע מ"ג חלקים ואם יהיה באריה גרע מ"ג חלקים ואם יהיה בבתולה גרע ל"ד חלקים ואם יהיה במאזנים גרע ל"ד חלקים ואם יהיה בעקרב גרע ל"ד חלקים ואם יהיה בקשת גרע ל"ו חלקים ואם יהיה בגדי גרע מ"ד חלקים ואם יהיה בדלי גרע נ"ג חלקים ואם יהיה בדגים גרע נ"ח חלקים

לוח י"ב

חלוף מראה הירח ברוחב ופעם הוא לגרוע ופעם הוא להוסיף		
אם יהיה הירח בטלה	ט' חלקים	
אם יהיה בשור	י' חלקים	
ואם יהיה בתאומים	י"ו חלקים	
ואם יהי בסרטן	כ"ד חלקים	
ואם יהיה באריה	ל"ח חלקים	
ואם יהיה בבתולה	מ"ד חלקים	
ואם יהיה במאזנים	מ"ו חלקים	
ואם יהיה בעקרב	מ"ה חלקים	
ואם יהיה בקשת	מ"ד חלקים	
ואם יהיה בגדי	ל"ו חלקים	
ואם יהיה בדלי	כ"ז חלקים	
ואם יהיה בדגים	י"ב חלקים	

לוח י"ג

לוח מחילוף הבא מצד נליזת מעגל והוא לגרוע מהאורך השני כשהרוחב הירח צפוני ומקומו במזלות מתחלת מזל גדי עד סוף תאומים או להוסיף על האורך הב' כשהרוחב בירח דרומי במזלות הנזכרים. ואם יהיה הירח במזלות שמן סרטן עד סוף קשת הדבר להפך	
אם יהיה מקום הירח מתחלת טלה עד כ' מעלות ממנו או מתחלת מאזנים עד כ' מעלות ממנו או מ- י' דגים עד סוף תקח מן הרוחב השני שני חומשים.	
ואם יהיה מ- כ' מטלה עד י' משור או מ- כ' ממאזנים עד י' מעקרב או מעשרים מאריה עד י' מבתולה או מ- כ' מדלי עד י' מדגים תקח מן הרוחב השני שלשתו	
ואם יהיה מ- י' משור עד כ' ממנו או מ- י' מעקרב עד כ' ממנו או מ- י' מאריה עד עשרים ממנו או מ- י' מדלי עד כ' ממנו תקח מן הרחב השני רביעתו	
ואם יהיה מ- כ' משור עד סוף או מ- כ' מעקרב עד סוף או מתחלת אריה עד י' ממנו או מתחלת דלי עד י' ממנו תקח מן הרחב השני חמשיתו.	
ואם יהיה מתחלת תאומים עד י' ממנו או מתחלת קשת עד י' ממנו או מ- כ' מסרטן עד סוף או מ- כ' גדי עד סוף תקח מן הרחב השני ששיתו.	
ואם יהיה מ- כ' מתאומים עד כ"ה ממנו או מ- כ בקשת עד כ"ה ממנו או מ- הי מסרטן עד י' ממנו או מ- ה' מגדי עד י' ממנו תקח מן הרחב השני רביע ששיתו.	
ומה יהיה האורך השני אחר שתגרע ממנו או תוסיף עליו הוא הנקרא אורך השלשי.	

לוח לדעת מצעדי המזלות בין הירח והשמש והוא אשר קראו הרמב"ם ז"ל אורך רביעי.
 אם מעלות האורך הג' יהיה במזל דגים או טלה תוסיף עליו שתותו.
 ואם יהיה במזל דלי או שור תוסיף עליו חמישיתו.
 ואם יהיה במזל גדי או תאומים תוסיף עליו שתותו.
 ואם יהיה במזל קשת או סקטן תניח אותו כמו שהוא, לא תוסיף ולא תגרע.
 ואם יהיה במזל עקרב או אריה תגרע ממנו חמישיתו.
 ואם יהיה במזל מאזנים נגרע ממנו שלשיתו.
 ומה שיהיה אורך השלשי אחרי שתגרע ממנו או שתוסיף עליו או תניח אותו כמות שהוא הוא הנקרא אורך רביעי

עיקר הרב ישר³⁶⁰ תחלת ליל ה' שיומו א' ניסן משנת שצ"ד לאלף ה"ה שהיא שנת י"ז למחזור רפ"ד.
 אמצע השמש ז' מעלות ל"ה חלקים כ' שניות ממזל טלה סימנו ז' ל"ה כ'.
 מקום גובה השמש אז: ג' מעלות מ"ב חלקים ממזל סרטן, סימנם צ"ג מ"ב.
 מקום אמצע הירח אז: י"ג מעלות כ"ב חלקים מ"ד שניוץ ממזל טלה, סימנם י"ג כ"ב מ"ד.
 מקום אמצע מסלול הירח אז: קצ"ג מעלות ל"ג חלקים י"ט שניות, סימנם קצ"ג ל"ג ט"ו.
 מקום ר"ת הירח האמצעי אז: י"ד חלקים מ"ו שניות ממזל טלה וסימנם י"ד מ"ו.

Appendix: The Equation of Time.

Because of the importance that the Mefaresht and Delmedigo give to the notion of natural days, true days and mean days in chapter 12 of H.K.H I propose the following appendix in order to clarify the subject.

I. The Equation of Time

Today, we are accustomed to the uniform time of our watches (mean time), and it is difficult to understand the concept of true time. In ancient times, it was just the opposite, as people were so accustomed to the true time (or apparent time), which is the time indicated by a sundial, that it was difficult to understand and to use the mean time. Until the end of the eighteenth century, the official time was the true time. It was only then that England and the Republic of Geneva officially put mean time into use, and only in the beginning of the nineteenth century the mean time of Paris became the legal time in France. This change was necessitated by the increasing use of watches of ever better precision, but the change was not easy to implement. Indeed, in the eighteenth century, true time regulated civil life and it was common to transform the results of astronomical calculations into true time.

³⁶⁰ Did Delmedigo call himself on this way or is it an adaptatation of the copier ?

To explain the difference between mean time and true time, we define a day's length as the time between two consecutive upper or lower passages of the sun³⁶¹ at the meridian. An important achievement of Greek astronomy was the discovery of the variation of the length of days. Today, the length of a day is 24 hours on February 11, on May 15, on July 27, and on November 4; but it exceeds 24 hours by 13 seconds on June 20, by 29.9 seconds on December 23, and it is less than 24 hours by 18.4 seconds on March 28 and by 21.4 seconds on September 17. These differences seem negligible, but in the course of the year, these insignificant differences accumulate and become significant.

For example, if we consider the time span of 100 days beginning on November 4 (when the true longitude of the sun is about 320°) and ending on February 11 (when the true longitude of the sun is about 210°), the total time exceeds the length of 100 mean days by 30 min 41sec³⁶² and therefore represents 2400h 30m 41s in total. The inverse is also possible. If we consider the time span of 265 days beginning on February 12 and ending on November 3, it is 265 mean days minus 30m 41s and therefore represents 6359h 29m 19s in total. These two examples represent the extreme cases. Ptolemy had already observed that this maximum difference between true days and mean days of 30m 41s is only important for determining the moon's longitude. During this time span of 30m 41s, there is a variation of 18'=0.3° of the moon's longitude. The effect on the sun's longitude is only 1'=0.017° and is therefore insignificant. Therefore, ancient astronomers accounted for this phenomenon only for the calculation of the moon's coordinates.

II. The Equation of Time in Modern Astronomy

The modern definitions of the mean time and of the equation of time are based on the Astronomical Dissertation "De Inaequalitate Dierum Solarium", published in 1672 in London by Flamsteed. Astronomers quickly accepted his conclusions, and the rest of society did so only much later, after more than a century. Flamsteed calls the difference between mean time and true time "time prosthaphaeresis" or "equation of time," in which the words "prosthaphaeresis" and "equation" mean "correction". Before Flamsteed, astronomers used the expression "Aequatio dierum" (translated as "the equation of the days"), signifying the correction between the span of true and mean days.

To define the concept of mean time, consider two fictitious mobiles (suns):

1. The ecliptic mean sun or the mean position of the sun. It is the same mean sun as the one from the Almagest, Al-Battani, and Maimonides. Today, it is called the fictitious sun. It moves on the ecliptic at the mean solar velocity of 360° per tropical year, and it coincides with the true sun at the perigee (currently January 3) and at the apogee (currently July 4). Its mean longitude increases by 0°; 59' 8.33" per day.

³⁶¹ Ancient astronomers used two consecutive upper passages, and the day began at noon.

³⁶² The main differences between Ptolemy and Al-Battani come from the differences of the characteristics of the sun's path: eccentricity and the sun's apogee. The maximum difference is 33m 20s for Ptolemy, while for Al-Battani it is 31m 12s; in modern astronomy, it is 30m 41s. The daily motion of the moon is 13°: 10' 35", 03534. The motion during 33m is then $13,1763987056 \cdot (33/60) \cdot (1/24) = 0:30 = 0^\circ:18'$.

2. The equatorial mean sun (also called the mean sun today), which moves uniformly on the equator at the same mean angular velocity as the ecliptic mean sun.

Both of these mean suns – the mean ecliptic sun and the equatorial mean sun – coincide at the equinoctial points, which are the vernal and the autumnal points. At each moment, the right ascension α_m of the equatorial mean sun is equal to the longitude λ_m of the ecliptic mean sun: $\alpha_m = \lambda_m$. Only four times a year, both the ecliptic and the equatorial mean suns have the same right ascension at the moment of the passage of the ecliptic mean sun through the equinoxes and through the solstices.

Today, the beginning of the mean solar day is at the inferior passage of the equatorial mean sun at the meridian (midnight). The mean time T_m is the hour angle of the equatorial mean sun $H_m + 12h$. Until 1925, the astronomical day began at noon (in the middle of the civil day, at the upper passage at the meridian) and the astronomical mean time t_m was then the hour angle of the equatorial mean sun H_m , expressed in hours. Therefore, the equation of time is the difference $E = T_m - T = t_m - t$, where t_m is the mean time, t is the true time, $T_m = t_m + 12h$ and $T = t + 12h$.

We know that the sidereal time T_s (the hour angle of the vernal point) has the following property: $T_s = \alpha + t = \alpha_m + t_m$. Therefore: $E = t_m - t = \alpha - \alpha_m$. α is the right ascension of the sun (x-coordinate measured on the equator from the vernal point), and α_m is the right ascension of the equatorial mean sun.

Smart (1931) defines the equation of time as $E_s = t - t_m = -E$, and his definition is now the standard one used in English papers. However E seems more convenient for the treatment in ancient astronomy.

Therefore, we have the equation: $-E_s = E = t_m - t = \alpha - \alpha_m = \alpha - \lambda_m = C + \rho$, where:

$C = \lambda - \lambda_m$. C is the equation of the center (or in ancient astronomy, the quota of the anomaly), which is the difference between the true sun and the ecliptic mean sun. λ is the true longitude of the sun and λ_m is the longitude of the mean sun (or the mean longitude of the sun). C accounts for the sun not moving uniformly on the ecliptic.

$\rho = \alpha - \lambda$. ρ is the reduction to the equator. It accounts for the sun moving on the ecliptic, while time is measured along the equator, so that even if the sun moved uniformly on the ecliptic, true time would not be uniform. L is the true longitude and l is the mean longitude.

Ultimately, $-E_s = E = \alpha - \lambda_m = (\alpha - \lambda) + (\lambda - \lambda_m) = \rho + C$. In modern astronomy, E is calculated as a function of λ_m , the mean longitude of the sun. By contrast, ancient astronomers calculated E as a function of λ in a common table with the calculation of the right ascension.

On February 11,	$E_s = -14\text{m } 25\text{s}.$	At true noon, it is 12h 14m 25s.
On May 15,	$E_s = 3\text{m } 47\text{s}.$	At true noon, it is 11h 56m 13s.
On July 27,	$E_s = -6\text{m } 20\text{s}.$	At true noon, it is 12h 06m 20s.
On November 4,	$E_s = 16\text{m } 22\text{s}.$	At true noon, it is 11h 44m 38s.

III. The Equation of Time in Ancient Astronomy

Modern people no longer know “true time” in their practical lives. They only use their watches, and they have little direct contact with nature. They do not know the time of daily sunrise and sunset, and they certainly do not know the time of daily moonrise and moonset. By contrast, ancient people knew only the local true time and they did not have the notion of uniform, or mean, time, unless they used astronomical tables.

The Greeks had already recognized the two causes for the non-uniformity of true time:

1. In the ecliptic, the movement of the sun is non-uniform.
2. Even if the sun moved uniformly in the ecliptic, the true time would not be uniform because equal arcs in the ecliptic do not correspond to equal arcs in the equator.³⁶³

Modern astronomy makes it possible to know the mean time and the corresponding true time at any moment. Therefore, it is possible to convert the true time as read on a sundial to the mean time one would read on a watch. Ancient astronomers did not have this problem because they did not use the concept of mean time.

Ancient astronomers, however, faced another problem. At a certain moment of the day, they wanted to calculate the moon’s coordinates. Generally, this moment was calculated in the units of temporary hours. They performed a first operation, which is beyond the scope of this paper, to transform the time expressed in temporary hours into a time expressed in equal, or equinoctial, hours.

After this first operation, they would have a certain moment of day and would want to find the corresponding moment in the astronomical tables of the *Almagest*. As we already know, the length of a true day is never different from the length of a mean day by more than 30s, so we can neglect the fraction of day and think in whole days. The problem is

³⁶³ Therefore, even if the movement of the sun in the ecliptic was uniform (i.e. that the diurnal increase of the longitude $\Delta\lambda$ was always equal) the length of the true solar day would not be uniform. Indeed, near to the equinoxes the arc $\Delta\lambda$, projected on the equator gives an increase of right ascension $\Delta\alpha$ smaller than $\Delta\lambda$. In contrast, near to the solstices, $\Delta\alpha$ is greater than $\Delta\lambda$. Now, as the length of the days depends on the length of the arcs $\Delta\alpha$ of the equator, it appears that length of the true days would not be uniform even if the movement of the sun was uniform on the ecliptic.

then the following: we have a certain time span expressed in true days that we want to express in mean days. The radices (fundamental parameters at the epoch) are listed at the head of Ptolemy's tables, which give the variation of these parameters for different time spans. In other words, the beginning of all of the considered time spans is always the epoch. Nevertheless, Ptolemy explains the problem generally speaking without taking into account the fact that the beginning of the time span is usually the epoch.

As a first step, we calculate the true and the mean position of the sun at both extremities of the considered time span, ignoring the difference between the true and mean times.³⁶⁴ Then, we calculate the right ascension of the arc of ecliptic included between the two true positions of the sun (the projection of the arc of ecliptic on the equator, from the Northern Pole). This arc of the equator measures the interval of time expressed in true time; its length is $\alpha - \alpha_0$ depends on the effect of the equation of the center and the reduction at the equator at each of its extremities. We then calculate the length of the arc of ecliptic included between the two mean positions of the sun. This arc measures the interval of time expressed in mean time; its length is $\lambda_m - \lambda_{m0}$. It is strictly proportional to mean time elapsed.

The difference between the arc of right ascension and the arc of the ecliptic is then $\Delta E = (\alpha - \alpha_0) - (\lambda_m - \lambda_{m0})$ is called the equation of the days and it corresponds to the difference between the time span expressed in mean time and the time span expressed in true time.

If this difference is positive ($E > 0$) and thus the arc of the equator is greater than the arc of the ecliptic, it means that the time elapsed between the passages at the upper meridian of the two true positions of the sun is longer than the span of time elapsed between the two mean positions of the mean sun on the ecliptic.³⁶⁵ In other words the true days appear to be longer than the mean days. Therefore If we want to express the span of time between the two passages at the upper meridian of the true sun, we must add to the the number of mean days corresponding to the shorter arc of the ecliptic a correction which is precisely the difference between the two arcs.

Hence the relation $T_m = T + \Delta E = T + (\alpha - \alpha_0) - (\lambda_m - \lambda_{m0})$

According to the concepts of modern astronomy we can write:

$$T_m = T + \Delta E = T + (\alpha - \alpha_0) - (\lambda_m - \lambda_{m0}) = (\alpha - \lambda_m) - (\alpha_0 - \lambda_{m0}) = E - E_0$$

If this difference is negative ($\Delta E < 0$) and thus the arc of the equator is less than the arc of the ecliptic, it means that the time elapsed between the passages at the upper meridian of the two true positions of the sun is shorter than the span of time elapsed between the two mean positions of the mean sun on the ecliptic.³⁶⁶ In other words the true days appear to be shorter than the mean days. Therefore If we want to express the span of time between the two passages at the upper meridian of the true sun, we must subtract from

³⁶⁴ This calculation is made with the time span expressed in true time, as if it was mean time. The error, due to this approximation, on the position of the sun is negligible.

³⁶⁵ This time is calculated by dividing the length of the arc of the ecliptic by the mean movement of the sun i.e. $0; 59' 08.33''$ per day.

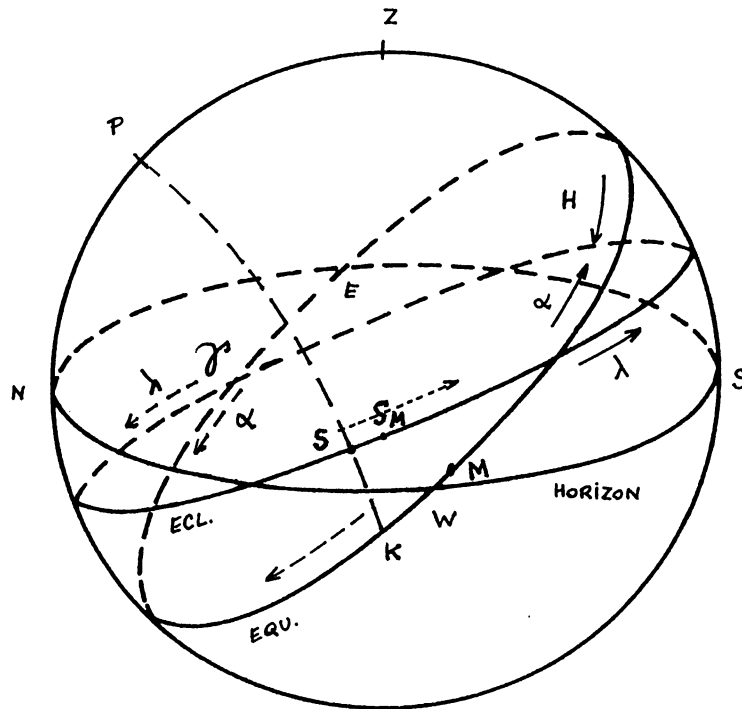
³⁶⁶ This time is calculated by dividing the length of the arc of the ecliptic by the mean movement of the sun i.e. $0; 59' 08.33''$ per day.

Hence the relation $T_m = T + \Delta E = T + (\alpha - \alpha_0) - (\lambda_m - \lambda_{m0})$ where $\Delta E < 0$

$$T_m = T + \Delta E = T + (\alpha - \alpha_0) - (\lambda_m - \lambda_{m0}) = (\alpha - \lambda_m) - (\alpha_0 - \lambda_{m0}) = E - E_0.$$

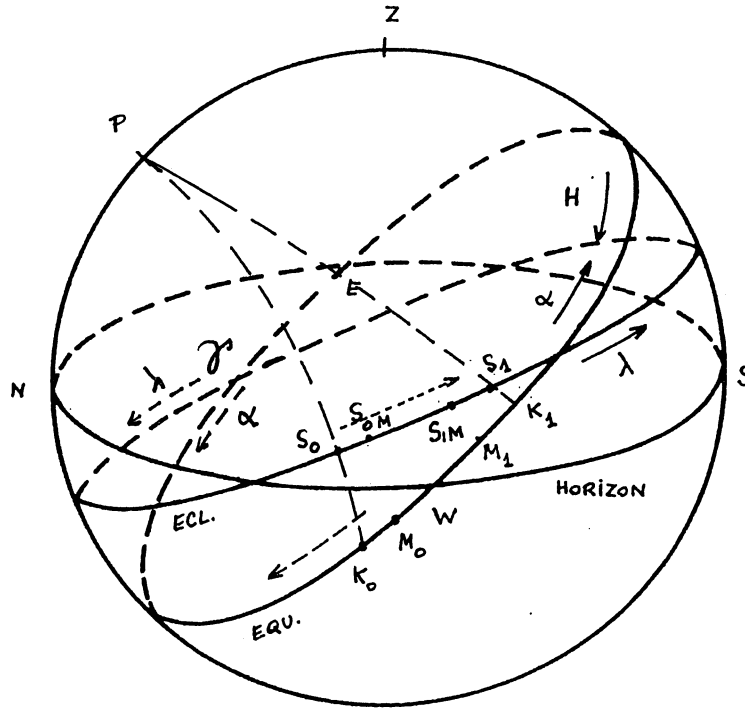
This explains why we must increase the number of mean days if the true days are longer and diminish the number of mean days if the true days are shorter.

IV. Modern appreciation of the problem of the ancients.



97

the equatorial mean sun. Its introduction must be ascribed to Flamsteed. The hour angle of point M is the modern mean time. The equation of time is $E = T_m - T = \alpha - \lambda_M = \alpha - \lambda_M$. Mean time = true time + E
 On our drawing: $\alpha - \alpha_M < 0$ and Mean Time < True time. If true time = 12h mean time will be less than 12h, for example 11h 45m. On the figure we see that when K is on the superior meridian, at 12h true time, M has not yet crossed the meridian and it is indeed 11h 45m.



If S_0 and S_1 are two positions of the sun, S_0M and S_1M , the corresponding mean positions, K_0 and K_1 the points with the same right ascension, M_0 and M_1 the corresponding equatorial mean suns. Then the equation of time according to the ancients is the difference $K_0K_1 - S_0MS_1M = (\alpha_1 - \alpha_0) - (\lambda_1 - \lambda_0) = (\alpha_1 - \alpha_0) - (\alpha_{1m} - \alpha_{0m}) = (\alpha_1 - \alpha_{1m}) - (\alpha_0 - \alpha_{0m}) = E_1 - E_0$.

On our figure $E_1 = (\alpha_1 - \alpha_{1m}) > 0$ and $E_0 = (\alpha_0 - \alpha_{0m}) < 0$ thus $E = E_1 - E_0 > 0$

When K_0 passes at the meridian M_0 is delayed, mean time is less than 12h.

When K_1 passes at the meridian M_1 is in advance, mean time is more than 12h.

The true span of time K_0K_1 is longer than the mean span of time $M_0M_1 = S_0MS_1M$. This can be because of the effects of the equation of the center or of the reduction to the equator. This can also result from the fact that we are dealing with a natural day longer than a true day (see further). In other part of the year, the true span of time K_0K_1 can also be shorter than the mean span of time $M_0M_1 = S_0MS_1M$.

Therefore if we want to measure the interval of time K_0K_1 in mean time, we must add to the interval of time $S_0MS_1M = M_0M_1$ the quantity $E = E_1 - E_0$.

V. Mean days and natural days in Mefaresh and Delmedigo.

In chapter 12 of H.K.H. the Mefaresh considers natural days, true days and mean days. The Natural days begin at true sunset and end at the next sunset. The true days begin at 6 p.m. true time and end the next day at the same moment. These days are similar to the generally accepted true days. The mean days begin at 6 p.m. mean time and end the next day at the same moment. These mean days have exactly the same length as the generally accepted mean days.

If Δ_0 and Δ are the sun setlag at the initial moment 0 and at final moment of the span of time of the number N of the natural days considered, the length of the N natural days is N true days + $\Delta - \Delta_0$. The span of time expressed in true days is thus $N + \Delta - \Delta_0$.

[The same span of time expressed in mean days] is then:

$$\begin{aligned} & [\text{The span of time expressed in true days } N] + \Delta - \Delta_0 \\ &= [\text{the number of Natural days}] + E - E_0 + \Delta - \Delta_0. \\ &= N + E - E_0 + \Delta - \Delta_0 = N + (\alpha - \alpha_0) - (\lambda_m - \lambda_{m0}) + \Delta - \Delta_0 \\ &= N + (\alpha - \lambda_m) - (\alpha_0 - \lambda_{m0}) + \Delta - \Delta_0 = N + [\alpha - \lambda_m + \Delta] - [\alpha - \lambda_m + \Delta]_0 \\ &= N + [-\lambda_m + \text{Maghreb}] - [-\lambda_m + \text{Maghreb}]_0. \text{ With } \text{Maghreb} = \alpha + \Delta. \end{aligned}$$

VI. Examples.

The four examples considered here are the four examples of Mefaresh in his commentary at the beginning of chapter 12. They are deeply examined by Delmedigo.

First example: 50 natural days after the epoch.

Modern astronomy.

At the initial moment 0 or the epoch:

$\alpha = 8.2687^\circ$, $\lambda = 57.3036^\circ$, $\lambda_{m0} = 7.0589^\circ$, $\delta = 19.6069^\circ$ and $\Delta_0 = 2.0690^\circ$. Sunset is at 6h 08m 16s true time.

$E_0 = \alpha - \lambda_{m0} = 1.2098^\circ = 4m 50s$.

$T_m = T + E$ Thus mean time at sunset is 6h 13m 6s mean time.

At the final moment after 50 days:

$\alpha = 55.0098^\circ$, $\lambda = 9.0047^\circ$, $\lambda_m = 56.1205^\circ$, $\delta = 3.5782^\circ$ and $\Delta = 11.8684^\circ$.

Sunset is at 6h 47m 28s true time.

$E = \alpha - \lambda_m = 3.5346^\circ = -4m 26s$.

$T_m = T + E$ Thus mean time at sunset is 6h 43m 2s mean time.

The span of time considered of 50 natural days is also 50 true days + 39m 12s and it is finally 50 mean days + 29m 56s.

Ancient astronomy.

$$\begin{aligned} & [\text{The same span of time expressed in mean days}] = N + [\alpha - \lambda_m + \Delta] - [\alpha - \lambda_m + \Delta]_0 \\ & [\alpha - \lambda_m + \Delta] = 10.7577^\circ \\ & [\alpha - \lambda_m + \Delta]_0 = 3.2788^\circ \end{aligned}$$

$$[\alpha - \lambda_m + \Delta] - [\alpha - \lambda_m + \Delta]_0 = 7.4789^\circ = 29m \ 55s.$$

[The same span of time expressed in mean days] = 50 mean days + 29m 55s.

Second example: 100 natural days after the epoch.

Modern astronomy.

At the initial moment 0 or the epoch:

$\alpha_0 = 8.2687^\circ$, $\lambda = 105^\circ$, $\lambda_{m0} = 7.0589^\circ$, $\delta = 22.6538^\circ$ and $\Delta_0 = 2.0690^\circ$. Sunset is at 6h 08m 16s true time.

$$E_0 = \alpha_0 - \lambda_{m0} = 1.2098^\circ = 4m \ 50s.$$

$T_m = T + E$ Thus mean time at sunset is 6h 13m 6s mean time.

At the final moment after 100 days:

$\alpha = 106.2875^\circ$, $\lambda_m = 105.6239^\circ$ and $\Delta = 13.9434^\circ$. Sunset is at 6h 55m 46s true time.

$$E = \alpha - \lambda_m = 0.6636^\circ = 2m \ 39s.$$

$T_m = T + E$ Thus mean time at sunset is 6h 43m 2s mean time.

The span of time considered of 100 natural days is also 100 true days + 47m 30s and it is finally 100 mean days + 45m 19s.

Ancient astronomy.

$$[\text{The same span of time expressed in mean days}] = N + [\alpha - \lambda_m + \Delta] - [\alpha - \lambda_m + \Delta]_0$$

$$[\alpha - \lambda_m + \Delta] = 14.6070^\circ$$

$$[\alpha - \lambda_m + \Delta]_0 = 3.2788^\circ$$

$$[\alpha - \lambda_m + \Delta] - [\alpha - \lambda_m + \Delta]_0 = 11.3282^\circ = 45m \ 18s.$$

[The same span of time expressed in mean days] = 100 mean days + 45m 18s.

Third Example: 200 natural days after the epoch.

Modern astronomy.

At the initial moment 0 or the epoch:

$\alpha_0 = 8.2687^\circ$, $\lambda_{m0} = 7.0589^\circ$ and $\Delta_0 = 2.0690^\circ$. Sunset is at 6h 08m 16s true time.

$$E_0 = \alpha_0 - \lambda_{m0} = 1.2098^\circ = 4m \ 50s.$$

$T_m = T + E$ Thus mean time at sunset is 6h 13m 6s mean time.

At the final moment after 200 days:

$\alpha = 200.6589^\circ$, $\lambda = 202.3500^\circ$, $\lambda_m = 204.1833^\circ$, $\delta = -8.7214^\circ$ and $\Delta = -5.0812^\circ$. Sunset is at 5h 39m 41s true time.

$$E = \alpha - \lambda_m = -3.5244^\circ = -14m \ 06s.$$

$T_m = T + E$ Thus mean time at sunset is 5h 25m 35s mean time.

The span of time considered of 200 natural days is also 200 true days – 28m 35s and it is finally 200 mean days – 47m 31s.

Ancient astronomy.

$$[\text{The same span of time expressed in mean days}] = N + [\alpha - \lambda_m + \Delta] - [\alpha - \lambda_m + \Delta]_0$$

$$[\alpha - \lambda_m + \Delta] = -8.6056^\circ$$

$$[\alpha - \lambda_m + \Delta]_0 = 3.2788^\circ$$

$$[\alpha - \lambda_m + \Delta] - [\alpha - \lambda_m + \Delta]_0 = -11.8844^\circ = -47^m 32^s.$$

[The same span of time expressed in mean days] = 200 mean days $-47^m 32^s$.

Fourth example: 300 natural days after Maimonides' epoch.

Modern astronomy.

At the initial moment 0 or the epoch:

$\alpha_0 = 8.2687^\circ$, $\lambda_{m0} = 7.0589^\circ$ and $\Delta_0 = 2.0690^\circ$. Sunset is at 6h 08m 16s true time.

$$E_0 = \alpha_0 - \lambda_{m0} = 1.2098^\circ = 4^m 50^s.$$

$T_m = T + E$ Thus mean time at sunset is 6h 13m 6s.

At the final moment after 300 days:

$\alpha = 306.2877^\circ$, $\lambda = 303.5715^\circ$, $\lambda_m = 302.7531^\circ$, $\delta = -19.3147^\circ$ and $\Delta = -11.8597^\circ$.

Sunset is at 5h 12m 33s true time.

$$E = \alpha - \lambda_m = 3.5346^\circ = 14^m 08^s.$$

$T_m = T + E$ Thus mean time at sunset is 5h 26m 41s.

The span of time considered of 300 natural days is also 300 true days $-54^m 58^s$ and it is finally 300 mean days $-46^m 25^s$.

Ancient astronomy.

$$[\text{The same span of time expressed in mean days}] = N + [\alpha - \lambda_m + \Delta] - [\alpha - \lambda_m + \Delta]_0$$

$$[\alpha - \lambda_m + \Delta] = -8.3251^\circ$$

$$[\alpha - \lambda_m + \Delta]_0 = 3.2788^\circ$$

$$[\alpha - \lambda_m + \Delta] - [\alpha - \lambda_m + \Delta]_0 = -11.6039^\circ = 46^m 25^s.$$

[The same span of time expressed in mean days] = 300 mean days -46.25^s .

VII. *Treatment of the problem by Mefaresh and Demedigo.*

The mefaresh considers the quantity λ_m – matala where matala = $\alpha - \Delta$ represents the arc of the equator γE which rises together with the sun. The quantity λ_m – matala represents the difference between the arc of the ecliptic γS_m between γ and the ecliptic mean sun and the arc γK of the equator, the Matala. In fact λ_m – matala = $\lambda_m - (\alpha - \Delta) = \Delta - (\alpha - \lambda) = \Delta - E$. According to our modern understanding Δ is the span of time between sunrise and 6 a.m. true time and $\Delta - E$ is the span of time between sunrise and 6 a.m. mean time. When $\Delta > 0$ sunrise is before 6 a.m. true time and if $\Delta - E > 0$ sunrise is before 6 a.m. mean time. If we consider natural days counted from sunrise until the next sunrise, it is clear that the length of the natural days diminishes toward summer as the sun rises each day earlier. If we consider a span of time of N natural days, its length measured in mean time will be N mean days $- [\lambda_m - (\alpha - \Delta)] + [\lambda_m - (\alpha - \Delta)]_0$ or N mean days $- (\lambda_m - matala) + (\lambda_m - matala)_0$.

We can also consider the quantity Maghreb – $\lambda_m = \alpha + \Delta - \lambda_m = E + \Delta$. Maghreb is the arc of the equator γW which sets together with the sun. According to our modern understanding Δ is the span of time between 6 p.m. true time and sunset, and $\Delta + E$ is the

span of time between 6 p.m. mean time and sunset. If we consider natural days counted from sunset until the next sunset, it is clear that the length of the natural days increases toward summer as the sun sets each day later. If we consider a span of time of N natural days, its length measured in mean time will be N mean days $+ (E + \Delta) - (E + \Delta)_0 = N$ mean days $+ (\text{Maghreb} - \lambda m) - (\text{Maghreb} - \lambda m)_0$.

It seems that Mefaresh considered that the first formula can be used even for natural days counted from sunset to next sunset only by changing the sign of the correction. If we consider a span of time of N natural days, its length measured in mean time will be N mean days $+ (\lambda m - \text{matala}) - (\lambda m - \text{matala})_0$. But this is not true because the equation of time does not react in the formula with mata, adapted for the mornings, in the same way as in the formula with Maghreb, adapted for the evenings.

First example:

Delmedigo gives $12^\circ 17' 41'' = 49m 10s$ according to the astronomers.

$13^\circ 10' 13'' = 52m 41s$ according to the Mefaresh.

We found $29m 55s$ and $E = -4m 26s - 4m 50s = -9m 16s$ that they took with the bad sign. If we add: $29m 55s + 18m 36s = 48m 27s$ very near to the first value.

Second example.

Delmedigo gives $12^\circ 24' = 49m 36s$ according to the astronomers.

$12^\circ 0' 04'' = 48m 02s$ according to the Mefaresh.

We found $45m 18s$ and $E = 2m 39s - 4m 50s = -2m 11s$ that they took with the bad sign. If we add: $45m 18s + 4m 22s = 49m 40s$ very near to the first value.

Third example.

Delmedigo gives $2^\circ 23' = 9m 32s$ according to the astronomers.

$1^\circ 33' = 6m 12s$ according to the Mefaresh.

We found $-47m 31s$ and $E = -14m 06s - 4m 50s = -18m 56s$ that they took with the bad sign. If we add: $-47m 31s + 37m 52s = -9m 39s$ very near to the first value.

Fourth example.

Delmedigo gives $16^\circ 08' = 64m 32s$ according to the astronomers.

$15^\circ 14' 45'' = 60m 59s$ according to the Mefaresh.

We found $-46m 25s$ and $E = 14m 08s - 4m 50s = 9m 18s$ that they took with the bad sign. If we add: $-46m 25s - 18m 36s = -65m 01s$ very near to the first value.