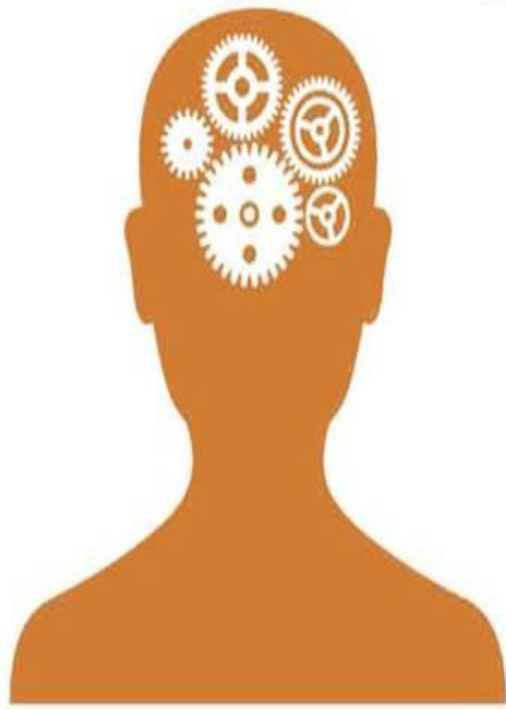




## סמינר הלוח העברי וזמני היום בהלכה

ליקויי חמה: היבטים מתמטיים, יהודים וחוייתיים  
גדי איידלהייט

כ"ב בטבת תשע"ח | 9 בינואר 2018



ליקוי חמה  
היבטים מתמטיים  
חוייתיים  
ויהודיים

גדי איידלהייט

[gadieide@yahoo.com](mailto:gadieide@yahoo.com)

<http://gadieid.blogspot.co.il>

# ליקויי חמה

- מהו ליקוי חמה
- המתמטיקה של ליקויי חמה
- תיאור חווית הצפייה
- ליקויי חמה בתנ"ך – איפה כן, איפה לא ואיפה אולי.
- מה מברכים בליקוי חמה (סיכום בלבד)

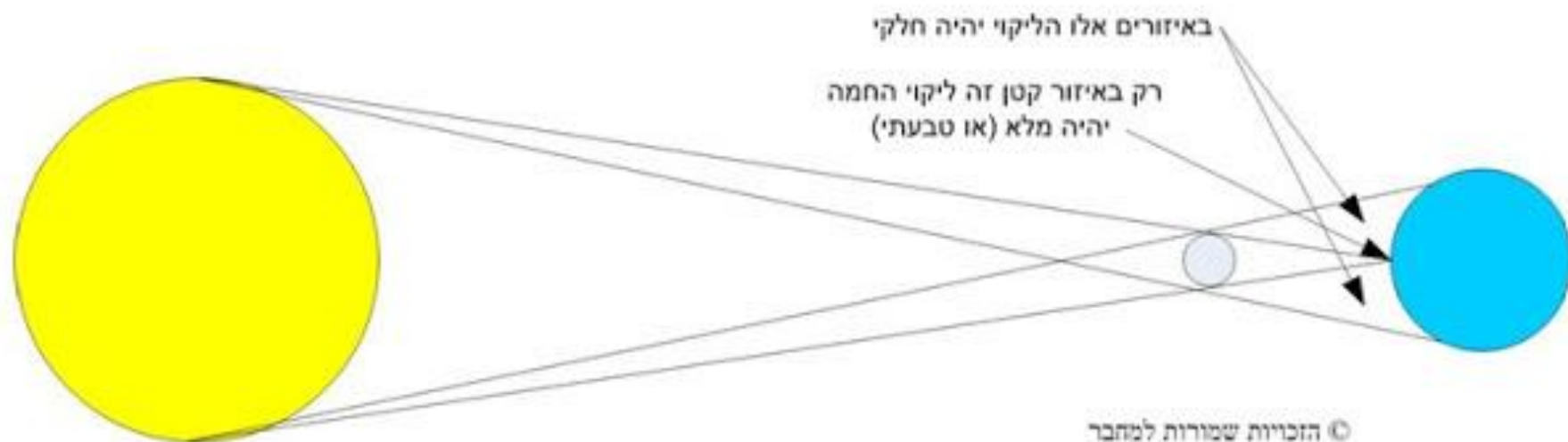
# מקורות עיקריים

- אתר הליקויים של נאסא – מאגר המידע המקיף ביותר על ליקויים.
- סדרת Astronomical Morsels של Jean Meeus



# מהו ליקוי חמה

## ליקוי חמה



# סוגי ליקויי חמה



- ליקויים מרכזיים

- ליקוי מלא

- ליקוי טבעתי

- ליקוי היברידי

- ליקוי לא מרכזי

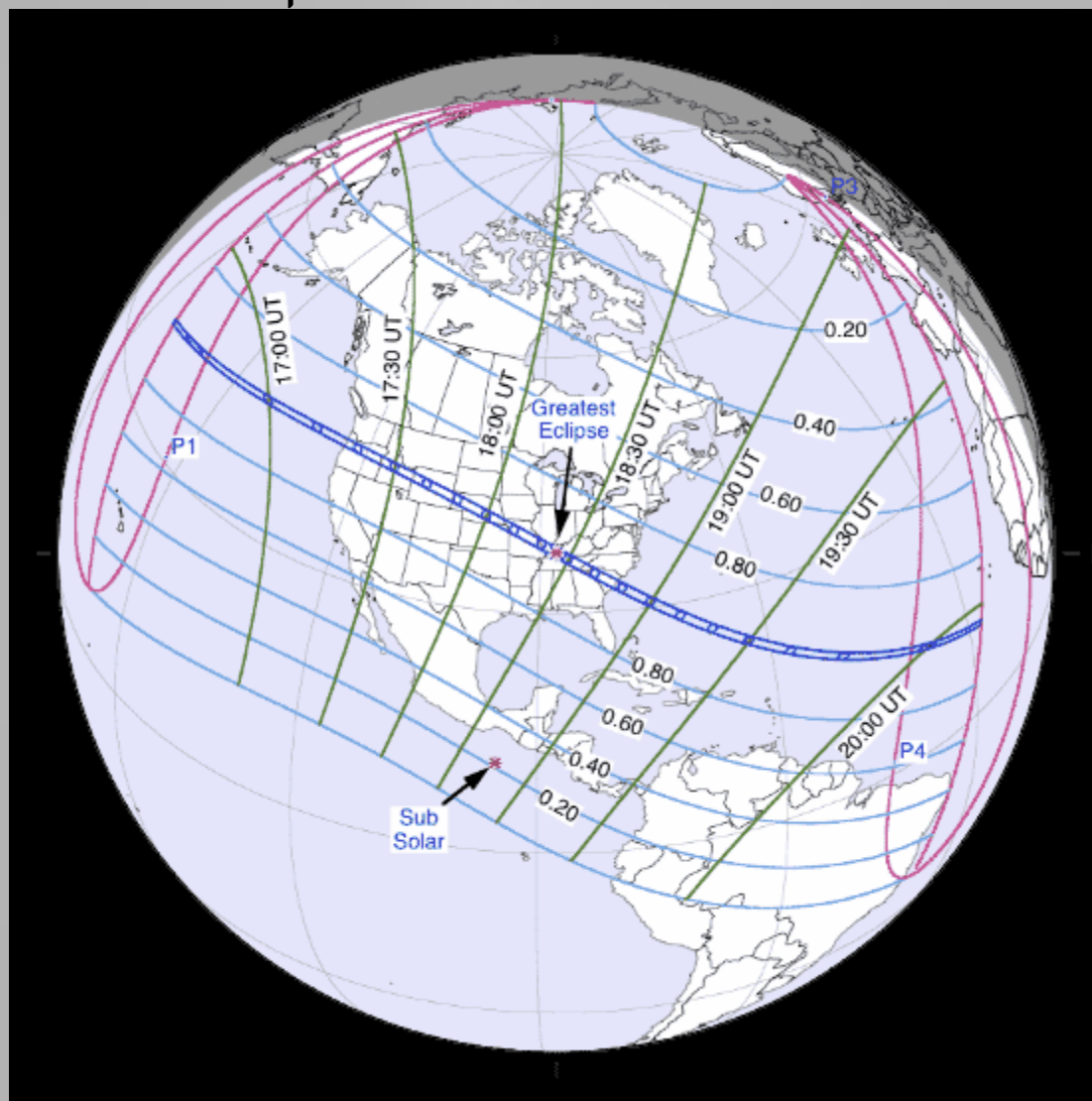
- ליקוי חלקי כמעט תמיד

- ליקוי מלא או טבעתי ללא מרכז

# אזורי הראות של הליקוי

- מפות מסתוריות שלפעמים קשות לפענוח. מה כל הקשות אומרות?
- אפשר לחלק ליקויים לשבעה סוגים לפי המעבר המדויק של הפנומברה.
- האם כל הפנומברה/אומברה עוברת והאם נחצה קו הצהריים עבור הליקוי.
- לא לדאוג, נדגים רק עבור סוג אחד.

# אזורי הראות של הליקוי - דוגמה





# מסלולי הנתיב המלא



near the March equinox



near the June solstice



near the September equinox



near the December solstice

SHAPES OF CENTRAL LINES

45

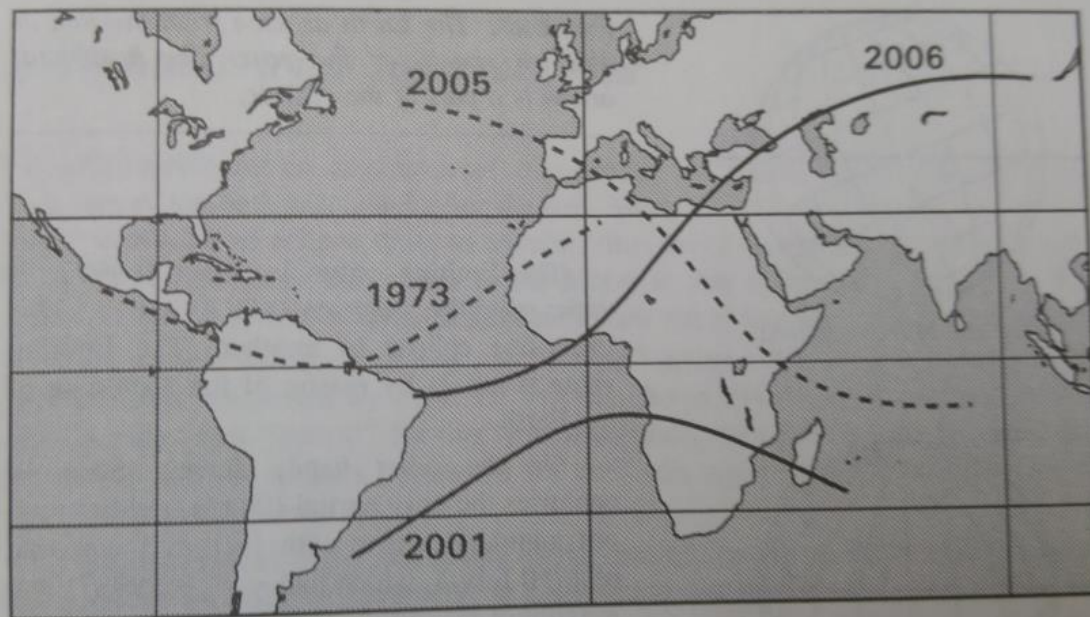


Fig. 6.c

Central lines of the solar eclipses of 1973 December 24,  
2001 June 21, 2005 October 3, and 2006 March 29.

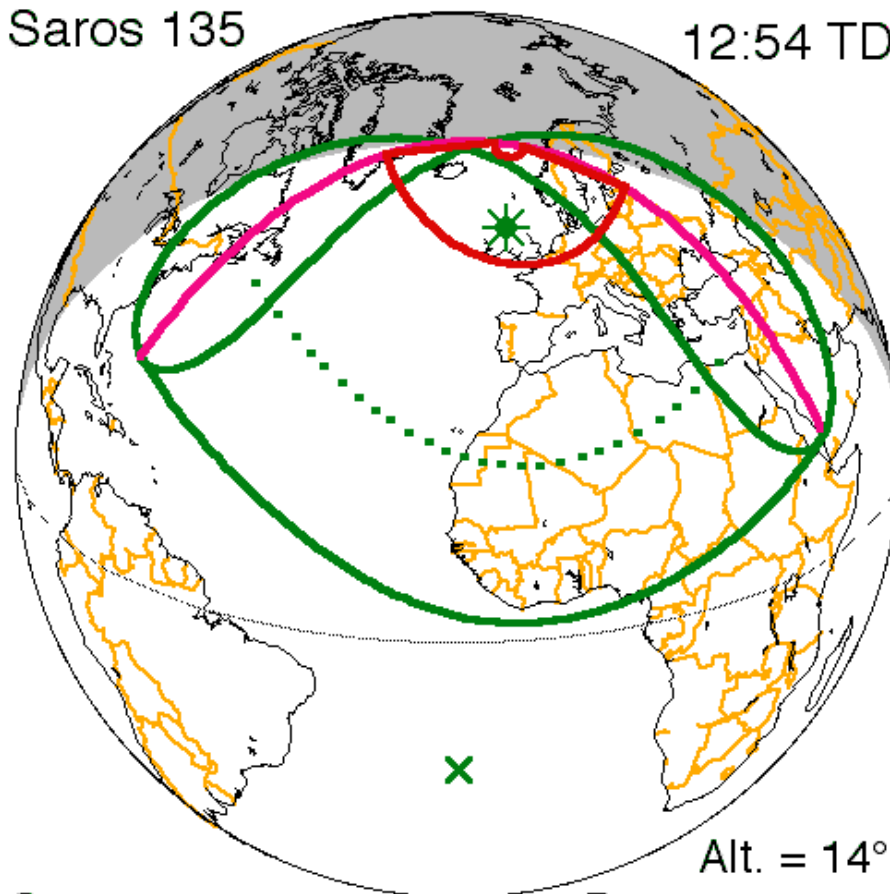
מתוך Astronomical Mathematical Morsels – Jean Meeus

# ליקויים מוזרים

**Annular**  
Saros 135

**1547 Nov 12**

12:54 TD

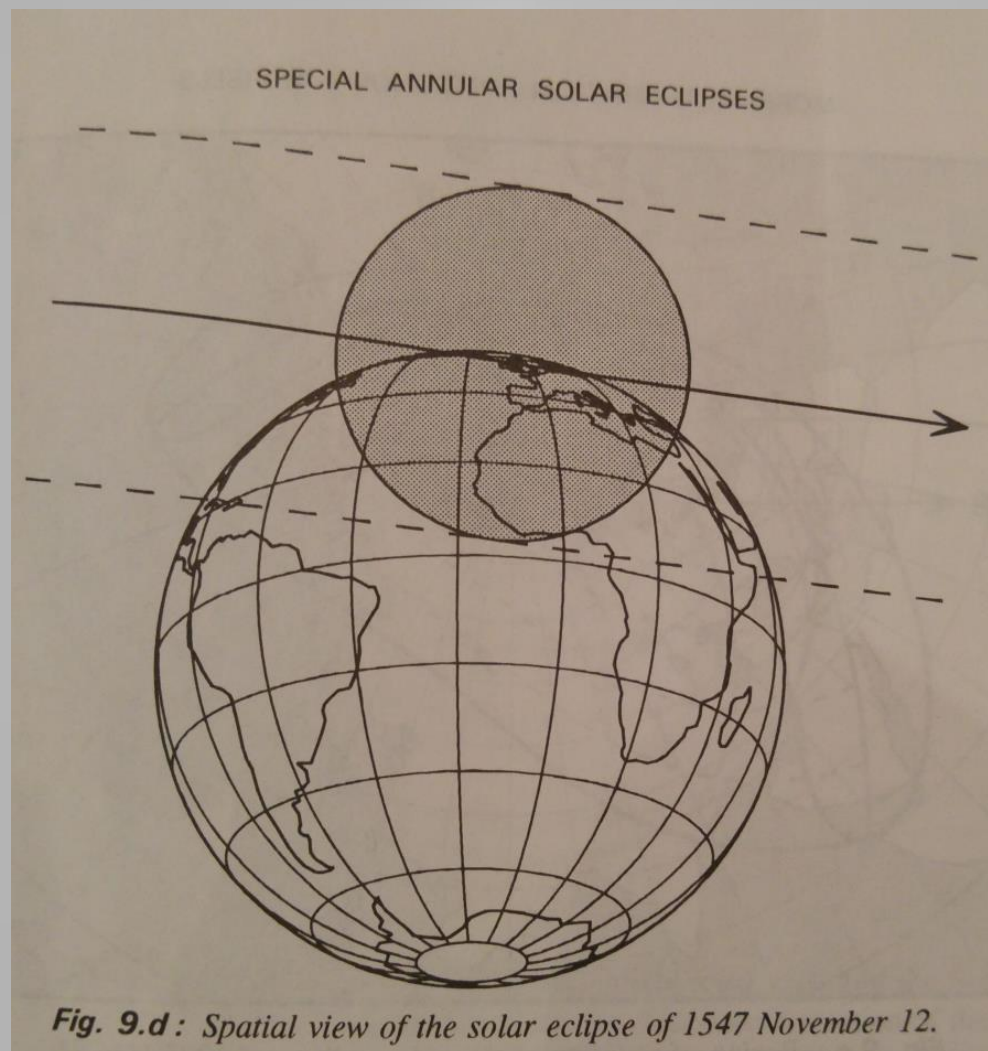


Gam. = 0.9683

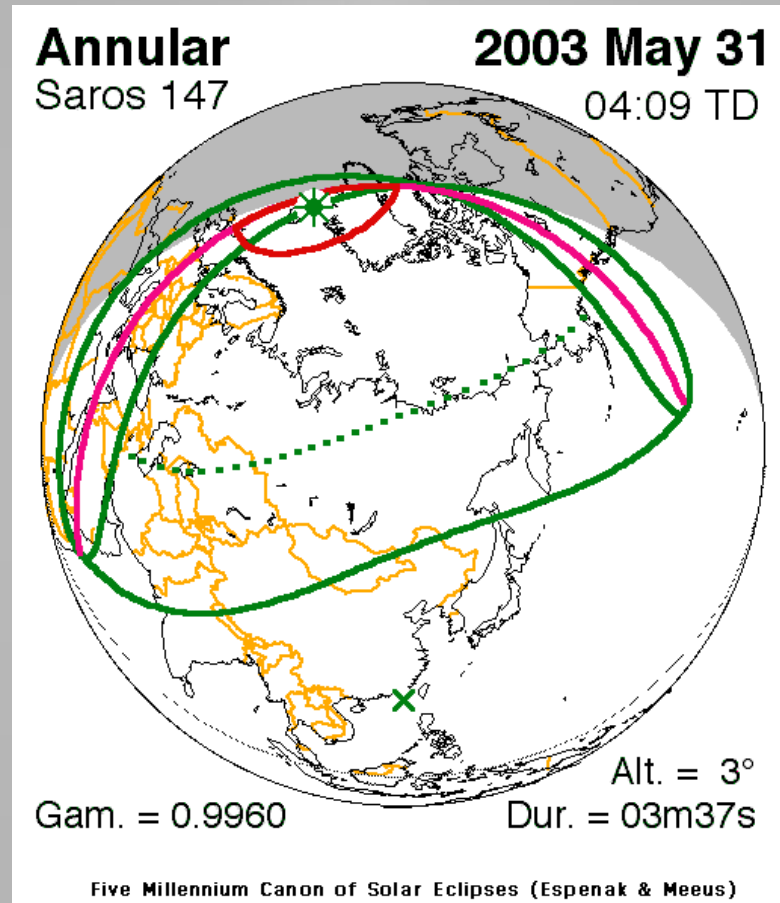
Alt. = 14°  
Dur. = 08m59s

Five Millennium Canon of Solar Eclipses (Espanak & Meeus)

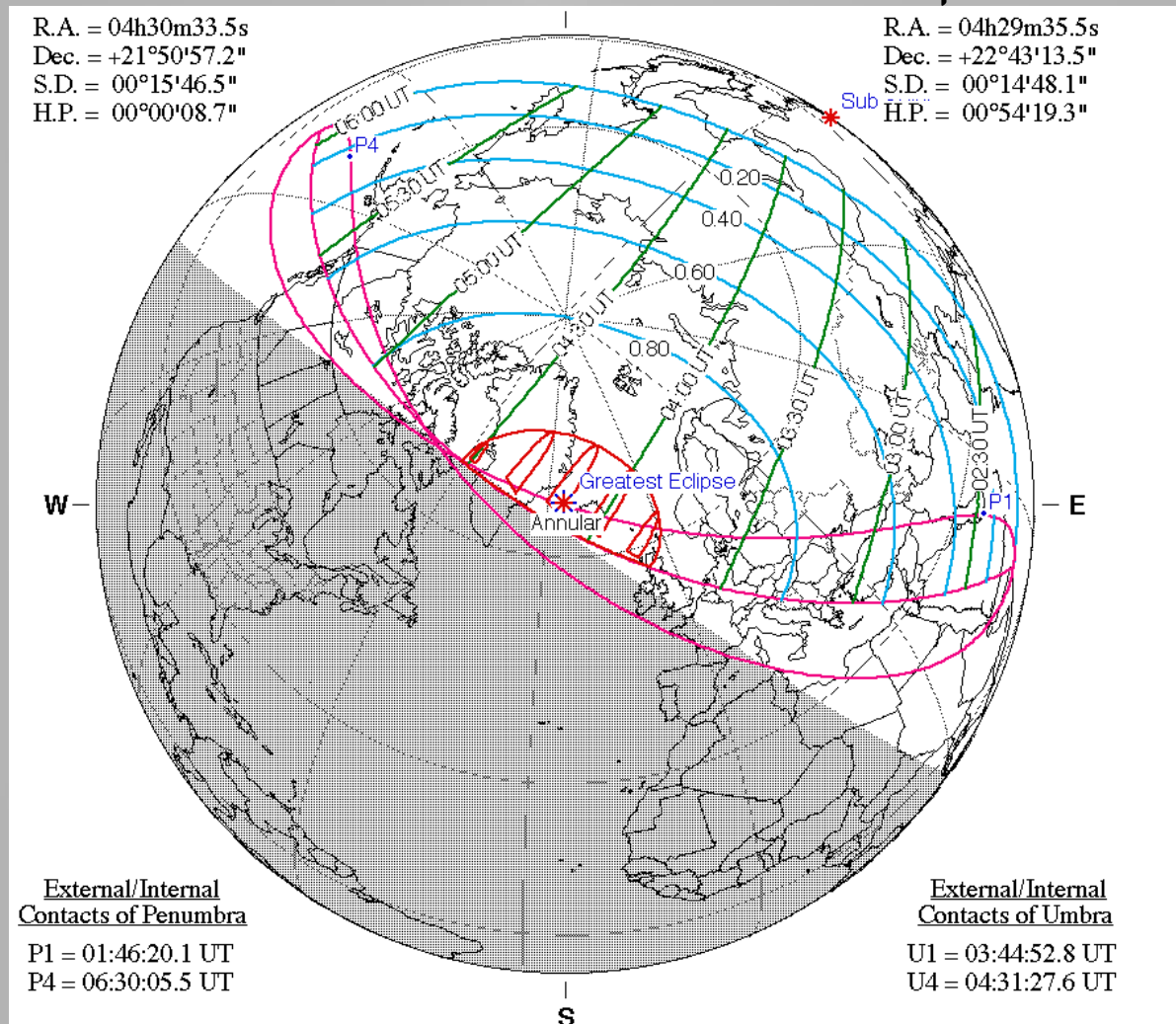
# ליקויים מוזרים - 1547



# ליקויים מוזרים - 2003



# ליקויים מוזרים - 2003

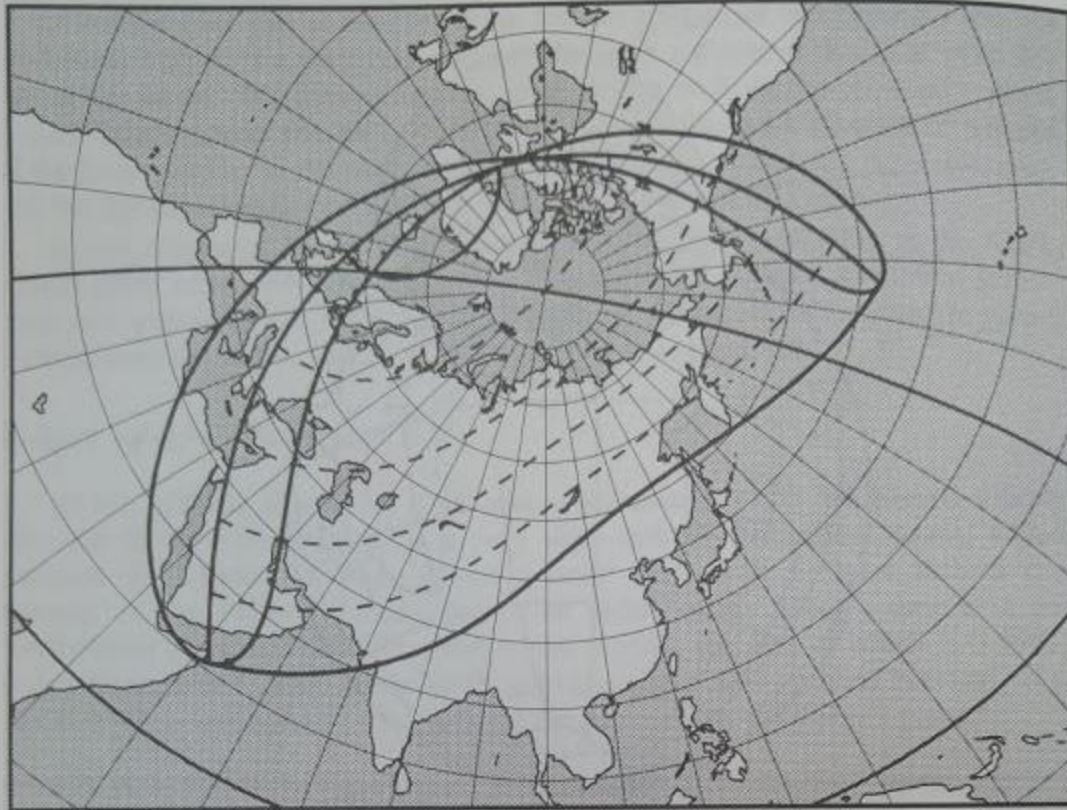




# ליקויים מוזרים - 2003

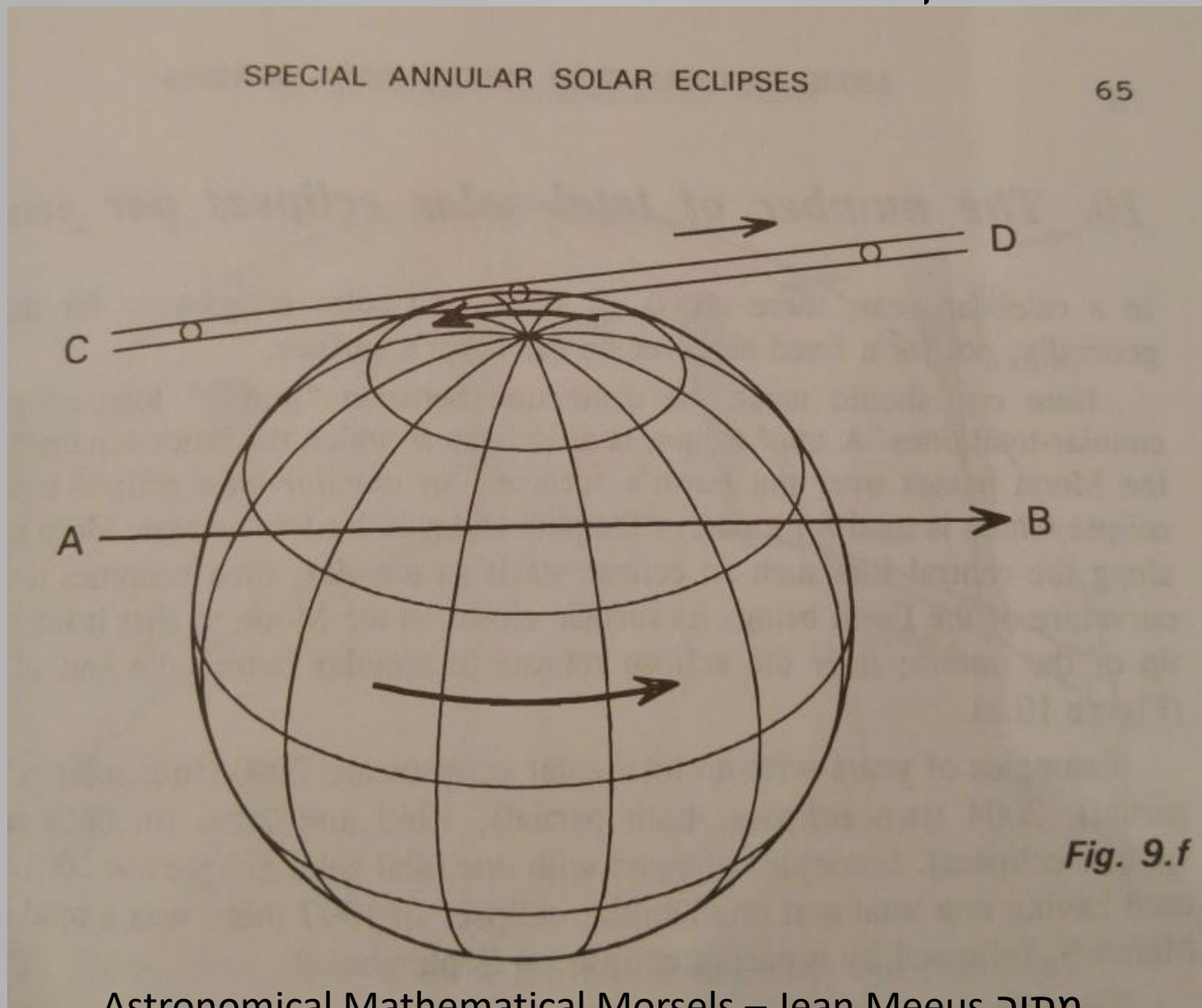
64

MORE MATHEMATICAL ASTRONOMY MORSELS



*Fig. 9.e : Region of visibility of the solar eclipse of 2003 May 31.  
The eclipse is annular within the semi-circular region which includes  
northern Scotland, Iceland, and a part of Greenland.*

# ליקויים מוזרים - 2003



מתוך Jean Meeus – Astronomical Mathematical Morsels

# ארבעה חודשים הם

- חודש סדרתי – הקפה ביחס לכוכב - 27.321662
- חודש סינודי – הקפה ביחס לשמש - 29.530589
- חודש אנומליסטי – מאפוגי לאפוגי - 27.554550
- חודש דרקוני מקשר לקשר - 27.212221
- כל המספרים הם ממוצעים בלבד!
- יש גם חודש טרופי. נעזוב אותו בצד. מספיק מסובך גם ככה



# מחזורי ליקויים

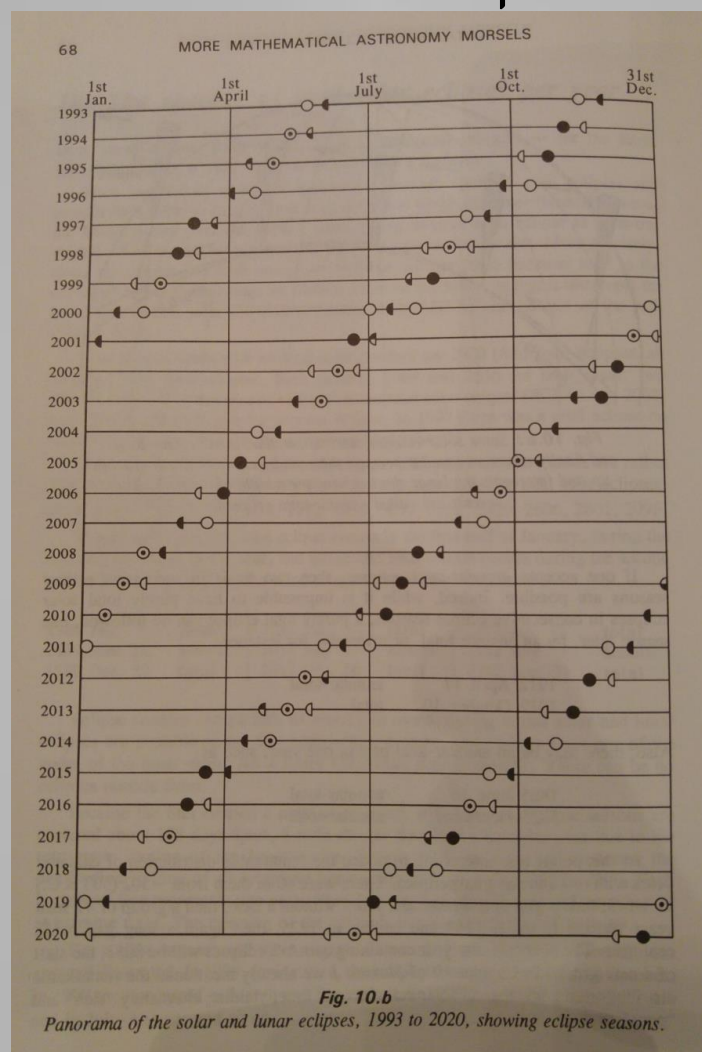
- ליקויים באים במחזורים של זמן קבוע
- מחזורי ליקויים יכולים להיות של ליקויי חמה, לבנה או מתחלפים
- יש הרבה מחזורים שזוהו. החל ממחזורים קצרים של 2-4 ליקויים וכלה במחזורים ארוכים של אלפי שנים (Inex).
- נעבור על כמה מחזורים בלבד

# מחזורים מפורסמים

## • עונת ליקויים Eclipse season

- המחזור הבסיסי ביותר.
- התקופה בה יכולים להיות ליקויים בשנה.
- מנקודת מבט של הצופה, השמש נמצאת ליד אחד הקשרים של הירח.
- כל עונה נמשכת 31-37 יום ויתכנו בה 2-3 ליקויים.
- ההפרש בין שתי עונות פחות מחצי שנה 173.3 יום.
- תמיד יש שתי עונות בשנה.
- מספר ליקויים מקסימלי בשנה?

# עונת ליקויים - פנורמה



# מחזורים מפורסמים

- מחזור מטוני

– פעם ב-19 שנה

– 235 חודשים סינודיים ו-19 שנים טרופיות

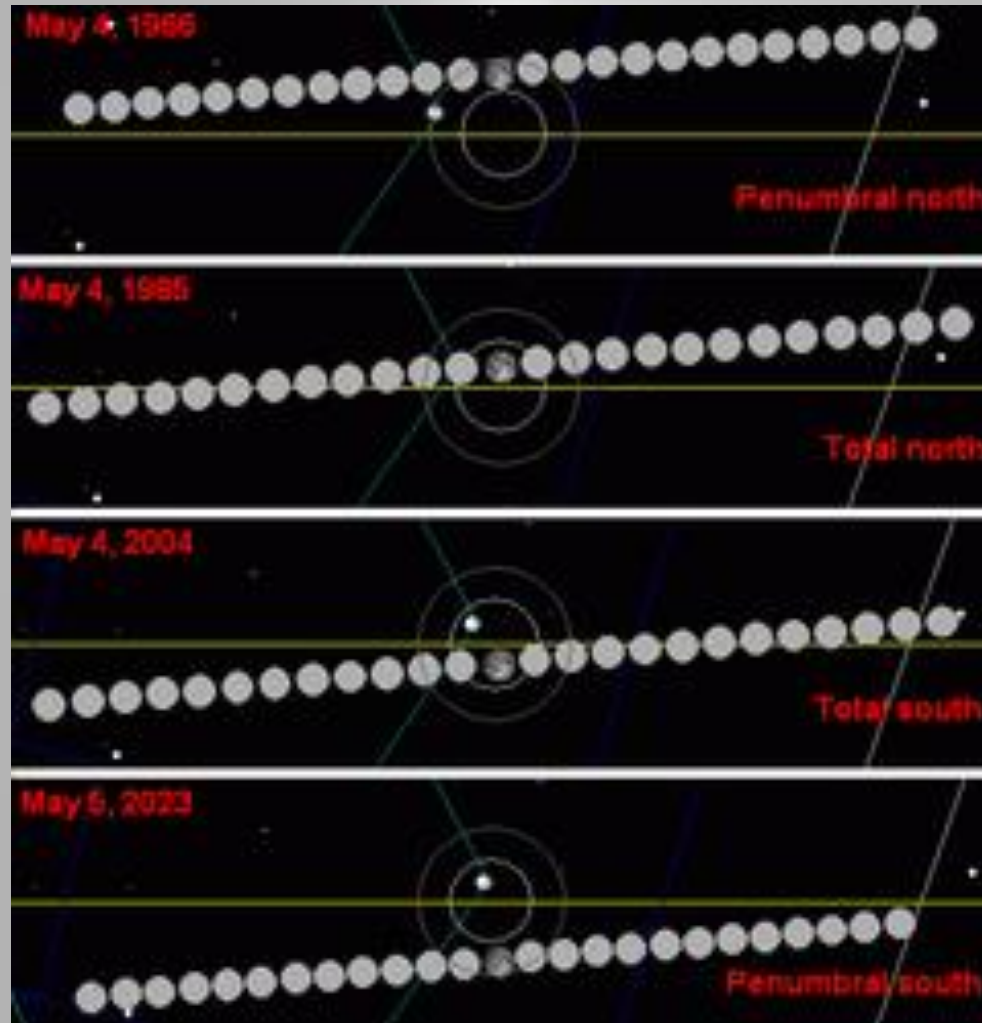
– 6939.69 יום אם לדייק

– מכונה על שם האסטרונום מטון מאתונה (מאה חמישית לפני הספירה) שזיהה אותו.

– קירבה ל-255 מחזורים דרקוניים ולכן יש סדרות ליקויים מטונים, באותו תאריך, בהפרשים של 19 שנה. אבל סדרות קצרות מאד

# דוגמה למחזור מטוני

– 4 או 5 במאי: 1966, 1985, 2004, 2023



# מחזורים סארוס

## • מחזור סארוס

– 6585.3211 ימים (4+14 שנה 11 יום ושמונה שעות או 5+13 שנה 10 יום ...) בממוצע.

– במשך הזמן הזה נשלמים המחזורים הבאים (פחות או יותר)

- 241 הקפות של הירח
- 223 חודשים סינודיים
- 242 מחזורים דרקוניים
- 239 מחזורים אנומליסטיים

– מאפייני הליקוי דומים

- מרחק ארץ ירח
- מרחק ארץ שמש – הבדל 11 יום מליקוי קודם (מצטבר לאורך המחזור)

# מחזורים סארוס

## • סדרת סארוס

- סדרה מתחילה תמיד בצפון או דרום ונעה לכיוון השני.
- סדרות שמש: חלקי – טבעתי/היברידי/מלא – חלקי .
- סדרות ירח: חצי צל – חלקי – מלא – חלקי – חצי צל.
- אורך אופייני של סדרה – 80 מחזורים במשך 1400-1500 שנה.
- מחזורי שמש וירח הם שונים (למרות שמספר הסדרה יכול להיות זהה) אבל יש קשר ביניהם בהפרשים של חצי מחזור סארוס.



# למה מחזורי ירח ושמש אינם אותו מחזור

|           |     |      |        |          |     |       |    |    |         |        |        |       |       |       |
|-----------|-----|------|--------|----------|-----|-------|----|----|---------|--------|--------|-------|-------|-------|
| <u>24</u> | -11 | 1831 | Feb 26 | 16:56:21 | 7   | -2089 | P  | a- | 0.6246  | 1.7346 | 0.6897 | 324.7 | 176.2 | -     |
| <u>25</u> | -10 | 1849 | Mar 09 | 00:55:49 | 7   | -1866 | P  | a- | 0.5980  | 1.7804 | 0.7414 | 325.6 | 180.6 | -     |
| <u>26</u> | -09 | 1867 | Mar 20 | 08:49:01 | 4   | -1643 | P  | a- | 0.5656  | 1.8366 | 0.8038 | 326.8 | 185.5 | -     |
| <u>27</u> | -08 | 1885 | Mar 30 | 16:34:07 | -6  | -1420 | P  | a- | 0.5257  | 1.9066 | 0.8802 | 328.4 | 191.0 | -     |
| <u>28</u> | -07 | 1903 | Apr 12 | 00:12:59 | 2   | -1197 | P  | a- | 0.4798  | 1.9877 | 0.9677 | 330.1 | 196.5 | -     |
| <u>29</u> | -06 | 1921 | Apr 22 | 07:44:39 | 22  | -974  | T  | a- | 0.4269  | 2.0816 | 1.0678 | 331.9 | 202.0 | 40.1  |
| <u>30</u> | -05 | 1939 | May 03 | 15:11:43 | 24  | -751  | T  | a- | 0.3693  | 2.1842 | 1.1765 | 333.5 | 207.1 | 62.4  |
|           |     |      |        |          |     |       |    |    |         |        |        |       |       |       |
| <u>31</u> | -04 | 1957 | May 13 | 22:31:28 | 32  | -528  | T  | a- | 0.3045  | 2.3001 | 1.2982 | 335.0 | 211.6 | 77.6  |
| <u>32</u> | -03 | 1975 | May 25 | 05:48:47 | 46  | -305  | T+ | p- | 0.2367  | 2.4218 | 1.4253 | 335.9 | 215.2 | 88.3  |
| <u>33</u> | -02 | 1993 | Jun 04 | 13:01:26 | 59  | -82   | T+ | p- | 0.1638  | 2.5532 | 1.5617 | 336.3 | 217.8 | 95.8  |
| <u>34</u> | -01 | 2011 | Jun 15 | 20:13:43 | 67  | 141   | T+ | pp | 0.0897  | 2.6868 | 1.6999 | 336.1 | 219.3 | 100.2 |
| <u>35</u> | 00  | 2029 | Jun 26 | 03:23:22 | 77  | 364   | T+ | pp | 0.0124  | 2.8266 | 1.8436 | 335.1 | 219.5 | 101.9 |
| <u>36</u> | 01  | 2047 | Jul 07 | 10:35:45 | 91  | 587   | T- | pp | -0.0636 | 2.7310 | 1.7513 | 333.4 | 218.5 | 100.8 |
| <u>37</u> | 02  | 2065 | Jul 17 | 17:48:40 | 125 | 810   | T- | pp | -0.1402 | 2.5890 | 1.6121 | 331.0 | 216.3 | 97.0  |
| <u>38</u> | 03  | 2083 | Jul 29 | 01:05:34 | 165 | 1033  | T- | pp | -0.2143 | 2.4520 | 1.4773 | 328.0 | 212.9 | 90.4  |
| <u>39</u> | 04  | 2101 | Aug 09 | 08:25:33 | 206 | 1256  | T  | -p | -0.2864 | 2.3189 | 1.3458 | 324.4 | 208.4 | 80.7  |
| <u>40</u> | 05  | 2119 | Aug 20 | 15:51:55 | 250 | 1479  | T  | -p | -0.3538 | 2.1946 | 1.2227 | 320.3 | 203.1 | 67.3  |

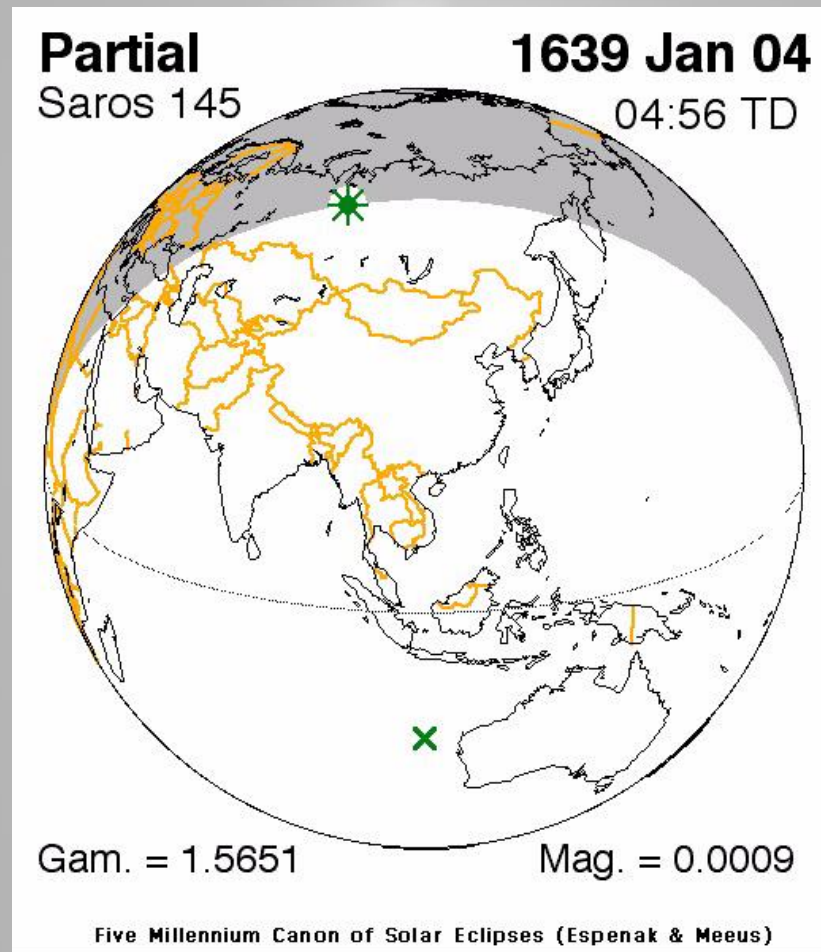
## Catalog of Lunar Eclipses in Saros 130

| Seq. Num. | Rel. Num. | Calendar Date |        | TD of Greatest Eclipse | ΔT s | Luna Num | Ecl. Type | QSE | Gamma   | Pen. Mag. | Um. Mag. | Phase Durations |        |         |
|-----------|-----------|---------------|--------|------------------------|------|----------|-----------|-----|---------|-----------|----------|-----------------|--------|---------|
|           |           |               |        |                        |      |          |           |     |         |           |          | Pen. m          | Par. m | Total m |
| <u>41</u> | 06        | 2137          | Aug 30 | 23:24:05               | 296  | 1702     | T         | -p  | -0.4171 | 2.0782    | 1.1069   | 315.9           | 197.1  | 48.3    |
| <u>42</u> | 07        | 2155          | Sep 11 | 07:03:11               | 340  | 1925     | T         | -a  | -0.4752 | 1.9715    | 1.0003   | 311.4           | 190.7  | 2.6     |
| <u>43</u> | 08        | 2173          | Sep 21 | 14:50:18               | 380  | 2148     | P         | -a  | -0.5272 | 1.8761    | 0.9047   | 306.9           | 184.0  | -       |
| <u>44</u> | 09        | 2191          | Oct 02 | 22:45:48               | 422  | 2371     | P         | -a  | -0.5729 | 1.7925    | 0.8206   | 302.6           | 177.4  | -       |

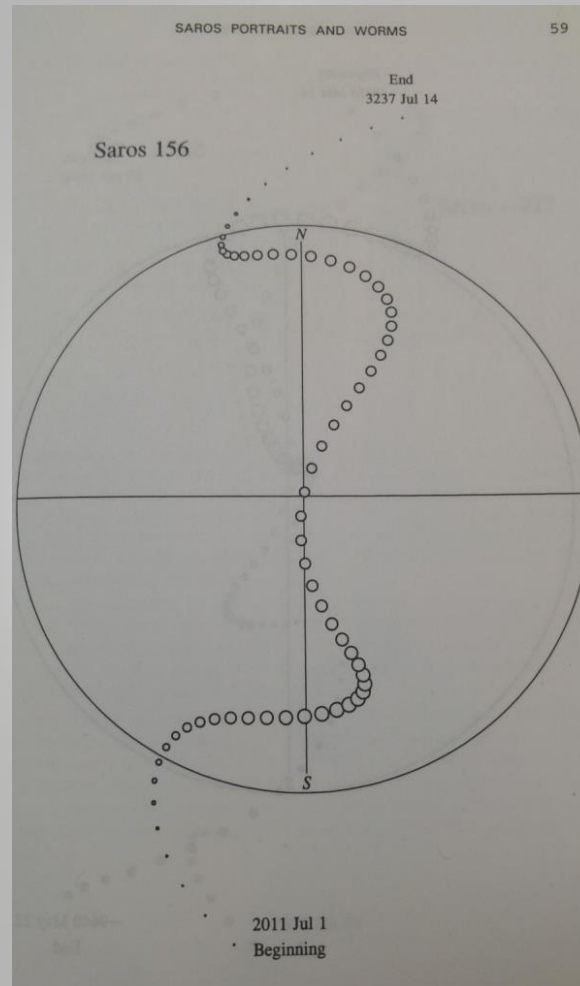
# סארוס 145

- 77 ליקויים מ 1639 ועד 3009
- 14P 1A 1H 41T 20P
- הליקוי המלא הקצר ביותר – 1927, 50 שניות
- הליקוי המלא הארוך ביותר – 2522, 7:12 דקות
- הליקוי האחרון 21/8/2017 – 2:40 דקות
- יש מחזורים עם נטייה לטבעתיות (134)

# סארוסרט - שמש



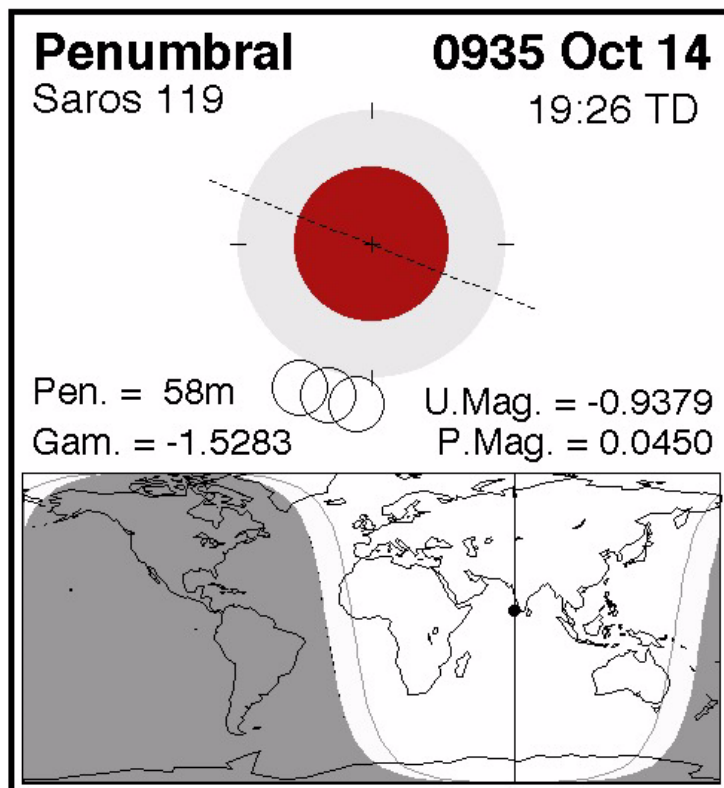
# סארוס - שמש



מתוך Astronomical Mathematical Morsels – Jean Meeus

# סארוסרט ירח

<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>



Five Millennium Canon of Lunar Eclipses (Espanak & Meeus)

NASA TP-2009-214172

# ליקויים במאה ה-21

Catalog of Solar Eclipses: 2001 to 2100

| Catalog Number | Calendar Date | TD of Greatest Eclipse | $\Delta T_s$ | Luna Num | Saros Num | Ecl. Type | QLE | Gamma   | Ecl. Mag. | Lat ° | Long ° | Sun Alt ° | Path Width km | Central Dur. |
|----------------|---------------|------------------------|--------------|----------|-----------|-----------|-----|---------|-----------|-------|--------|-----------|---------------|--------------|
| 09511          | 2001 Jun 21   | 12:04:46               | 64           | 18       | 127       | T         | -p  | -0.5701 | 1.0495    | 11S   | 3E     | 55        | 200           | 04m57s       |
| 09512          | 2001 Dec 14   | 20:53:01               | 64           | 24       | 132       | A         | -n  | 0.4089  | 0.9681    | 1N    | 131W   | 66        | 126           | 03m53s       |
| 09513          | 2002 Jun 10   | 23:45:22               | 64           | 30       | 137       | A         | nn  | 0.1993  | 0.9962    | 35N   | 179W   | 78        | 13            | 00m23s       |
| 09514          | 2002 Dec 04   | 07:32:16               | 64           | 36       | 142       | T         | n-  | -0.3020 | 1.0244    | 39S   | 60E    | 72        | 87            | 02m04s       |
| 09515          | 2003 May 31   | 04:09:22               | 64           | 42       | 147       | An        | t-  | 0.9960  | 0.9384    | 67N   | 24W    | 3         | -             | 03m37s       |
| 09516          | 2003 Nov 23   | 22:50:22               | 64           | 48       | 152       | T         | t-  | -0.9638 | 1.0379    | 73S   | 88E    | 15        | 495           | 01m57s       |
| 09517          | 2004 Apr 19   | 13:35:05               | 65           | 53       | 119       | P         | -t  | -1.1335 | 0.7367    | 62S   | 44E    | 0         | -             | -            |
| 09518          | 2004 Oct 14   | 03:00:23               | 65           | 59       | 124       | P         | -t  | 1.0348  | 0.9282    | 61N   | 154W   | 0         | -             | -            |
| 09519          | 2005 Apr 08   | 20:36:51               | 65           | 65       | 129       | H         | -n  | -0.3473 | 1.0074    | 11S   | 119W   | 70        | 27            | 00m42s       |
| 09520          | 2005 Oct 03   | 10:32:47               | 65           | 71       | 134       | A         | -p  | 0.3306  | 0.9576    | 13N   | 29E    | 71        | 162           | 04m32s       |
| 09521          | 2006 Mar 29   | 10:12:23               | 65           | 77       | 139       | T         | n-  | 0.3843  | 1.0515    | 23N   | 17E    | 67        | 184           | 04m07s       |
| 09522          | 2006 Sep 22   | 11:41:16               | 65           | 83       | 144       | A         | p-  | -0.4062 | 0.9352    | 21S   | 9W     | 66        | 261           | 07m09s       |
| 09523          | 2007 Mar 19   | 02:32:57               | 65           | 89       | 149       | P         | t-  | 1.0728  | 0.8756    | 61N   | 55E    | 0         | -             | -            |
| 09524          | 2007 Sep 11   | 12:32:24               | 66           | 95       | 154       | P         | t-  | -1.1255 | 0.7507    | 61S   | 90W    | 0         | -             | -            |
| 09525          | 2008 Feb 07   | 03:56:10               | 66           | 100      | 121       | A         | -t  | -0.9570 | 0.9650    | 68S   | 150W   | 16        | 444           | 02m12s       |
| 09526          | 2008 Aug 01   | 10:22:12               | 66           | 106      | 126       | T         | -p  | 0.8307  | 1.0394    | 66N   | 72E    | 34        | 237           | 02m27s       |
| 09527          | 2009 Jan 26   | 07:59:45               | 66           | 112      | 131       | A         | -n  | -0.2820 | 0.9282    | 34S   | 70E    | 73        | 280           | 07m54s       |
| 09528          | 2009 Jul 22   | 02:36:25               | 66           | 118      | 136       | T         | nn  | 0.0698  | 1.0799    | 24N   | 144E   | 86        | 258           | 06m39s       |
| 09529          | 2010 Jan 15   | 07:07:39               | 67           | 124      | 141       | A         | p-  | 0.4002  | 0.9190    | 2N    | 69E    | 66        | 333           | 11m08s       |
| 09530          | 2010 Jul 11   | 19:34:38               | 67           | 130      | 146       | T         | p-  | -0.6788 | 1.0580    | 20S   | 122W   | 47        | 259           | 05m20s       |
| 09531          | 2011 Jan 04   | 08:51:42               | 67           | 136      | 151       | P         | t-  | 1.0627  | 0.8576    | 65N   | 21E    | 0         | -             | -            |
| 09532          | 2011 Jun 01   | 21:17:18               | 67           | 141      | 118       | P         | -t  | 1.2130  | 0.6010    | 68N   | 47E    | 0         | -             | -            |
| 09533          | 2011 Jul 01   | 08:39:30               | 67           | 142      | 156       | Pb        | t-  | -1.4917 | 0.0971    | 65S   | 29E    | 0         | -             | -            |
| 09534          | 2011 Nov 25   | 06:21:24               | 68           | 147      | 123       | P         | -t  | -1.0536 | 0.9047    | 69S   | 82W    | 0         | -             | -            |
| 09535          | 2012 May 20   | 23:53:54               | 68           | 153      | 128       | A         | -p  | 0.4828  | 0.9439    | 49N   | 176E   | 61        | 237           | 05m46s       |
| 09536          | 2012 Nov 13   | 22:12:55               | 68           | 159      | 133       | T         | -n  | -0.3719 | 1.0500    | 40S   | 161W   | 68        | 179           | 04m02s       |
| 09537          | 2013 May 10   | 00:26:20               | 68           | 165      | 138       | A         | pn  | -0.2694 | 0.9544    | 2N    | 175E   | 74        | 173           | 06m03s       |
| 09538          | 2013 Nov 03   | 12:47:36               | 68           | 171      | 143       | H3        | n-  | 0.3272  | 1.0159    | 3N    | 12W    | 71        | 58            | 01m40s       |
| 09539          | 2014 Apr 29   | 06:04:33               | 69           | 177      | 148       | A-        | t-  | -1.0000 | 0.9868    | 71S   | 131E   | 0         | -             | -            |
| 09540          | 2014 Oct 23   | 21:45:39               | 69           | 183      | 153       | P         | t-  | 1.0908  | 0.8114    | 71N   | 97W    | 0         | -             | -            |
| 09541          | 2015 Mar 20   | 09:46:47               | 69           | 188      | 120       | T         | -t  | 0.9454  | 1.0445    | 64N   | 7W     | 18        | 463           | 02m47s       |
| 09542          | 2015 Sep 13   | 06:55:19               | 69           | 194      | 125       | P         | -t  | -1.1004 | 0.7875    | 72S   | 2W     | 0         | -             | -            |
| 09543          | 2016 Mar 09   | 01:58:19               | 70           | 200      | 130       | T         | -n  | 0.2609  | 1.0450    | 10N   | 149E   | 75        | 155           | 04m09s       |
| 09544          | 2016 Sep 01   | 09:08:02               | 70           | 206      | 135       | A         | -n  | -0.3330 | 0.9736    | 11S   | 38E    | 70        | 100           | 03m06s       |
| 09545          | 2017 Feb 26   | 14:54:33               | 70           | 212      | 140       | A         | n-  | -0.4578 | 0.9922    | 35S   | 31W    | 63        | 31            | 00m44s       |
| 09546          | 2017 Aug 21   | 18:26:40               | 70           | 218      | 145       | T         | p-  | 0.4367  | 1.0306    | 37N   | 88W    | 64        | 115           | 02m40s       |
| 09547          | 2018 Feb 15   | 20:52:33               | 71           | 224      | 150       | P         | t-  | -1.2116 | 0.5991    | 71S   | 1E     | 0         | -             | -            |
| 09548          | 2018 Jul 13   | 03:02:16               | 71           | 229      | 117       | P         | -t  | -1.3542 | 0.3365    | 68S   | 127E   | 0         | -             | -            |
| 09549          | 2018 Aug 11   | 09:47:28               | 71           | 230      | 155       | P         | t-  | 1.1476  | 0.7368    | 70N   | 174E   | 0         | -             | -            |
| 09550          | 2019 Jan 06   | 01:42:38               | 71           | 235      | 122       | P         | -t  | 1.1417  | 0.7145    | 67N   | 154E   | 0         | -             | -            |
| 09551          | 2019 Jul 02   | 19:24:07               | 71           | 241      | 127       | T         | -p  | -0.6466 | 1.0459    | 17S   | 109W   | 50        | 201           | 04m33s       |
| 09552          | 2019 Dec 26   | 05:18:53               | 72           | 247      | 132       | A         | -n  | 0.4135  | 0.9701    | 1N    | 102E   | 66        | 118           | 03m40s       |
| 09553          | 2020 Jun 21   | 06:41:15               | 72           | 253      | 137       | Am        | nn  | 0.1209  | 0.9940    | 31N   | 80E    | 83        | 21            | 00m38s       |
| 09554          | 2020 Dec 14   | 16:14:39               | 72           | 259      | 142       | T         | n-  | -0.2939 | 1.0254    | 40S   | 68W    | 73        | 90            | 02m10s       |
| 09555          | 2021 Jun 10   | 10:43:07               | 72           | 265      | 147       | A         | t-  | 0.9152  | 0.9435    | 81N   | 67W    | 23        | 527           | 03m51s       |
| 09556          | 2021 Dec 04   | 07:34:38               | 73           | 271      | 152       | T         | p-  | -0.9526 | 1.0367    | 77S   | 46W    | 17        | 419           | 01m54s       |
| 09557          | 2022 Apr 30   | 20:42:36               | 73           | 276      | 119       | P         | -t  | -1.1901 | 0.6396    | 62S   | 71W    | 0         | -             | -            |
| 09558          | 2022 Oct 25   | 11:01:20               | 73           | 282      | 124       | P         | -t  | 1.0701  | 0.8619    | 62N   | 77E    | 0         | -             | -            |
| 09559          | 2023 Apr 20   | 04:17:56               | 73           | 288      | 129       | H         | -n  | -0.3952 | 1.0132    | 10S   | 126E   | 67        | 49            | 01m16s       |
| 09560          | 2023 Oct 14   | 18:00:41               | 74           | 294      | 134       | A         | -p  | 0.3753  | 0.9520    | 11N   | 83W    | 68        | 187           | 05m17s       |



# ליקויים במאה ה-21

## Catalog of Solar Eclipses: 2001 to 2100

| Catalog Number        | Calendar Date               | TD of Greatest Eclipse   | $\Delta T_s$ | Luna Num | Saros Num           | Ecl. Type | QLE | Gamma                   | Ecl. Mag. | Lat ° | Long ° | Sun Alt ° | Path Width km | Central Dur.           |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|----------|---------------------|-----------|-----|-------------------------|-----------|-------|--------|-----------|---------------|------------------------|
| <a href="#">09511</a> | <a href="#">2001 Jun 21</a> | <a href="#">12:04:46</a> | 64           | 18       | <a href="#">127</a> | T         | -p  | <a href="#">-0.5701</a> | 1.0495    | 11S   | 3E     | 55        | 200           | <a href="#">04m57s</a> |
| <a href="#">09512</a> | <a href="#">2001 Dec 14</a> | <a href="#">20:53:01</a> | 64           | 24       | <a href="#">132</a> | A         | -n  | <a href="#">0.4089</a>  | 0.9681    | 1N    | 131W   | 66        | 126           | <a href="#">03m53s</a> |
| <a href="#">09513</a> | <a href="#">2002 Jun 10</a> | <a href="#">23:45:22</a> | 64           | 30       | <a href="#">137</a> | A         | nn  | <a href="#">0.1993</a>  | 0.9962    | 35N   | 179W   | 78        | 13            | <a href="#">00m23s</a> |
| <a href="#">09514</a> | <a href="#">2002 Dec 04</a> | <a href="#">07:32:16</a> | 64           | 36       | <a href="#">142</a> | T         | n-  | <a href="#">-0.3020</a> | 1.0244    | 39S   | 60E    | 72        | 87            | <a href="#">02m04s</a> |
| <a href="#">09515</a> | <a href="#">2003 May 31</a> | <a href="#">04:09:22</a> | 64           | 42       | <a href="#">147</a> | An        | t-  | <a href="#">0.9960</a>  | 0.9384    | 67N   | 24W    | 3         | -             | <a href="#">03m37s</a> |
| <a href="#">09516</a> | <a href="#">2003 Nov 23</a> | <a href="#">22:50:22</a> | 64           | 48       | <a href="#">152</a> | T         | t-  | <a href="#">-0.9638</a> | 1.0379    | 73S   | 88E    | 15        | 495           | <a href="#">01m57s</a> |
| <a href="#">09517</a> | <a href="#">2004 Apr 19</a> | <a href="#">13:35:05</a> | 65           | 53       | <a href="#">119</a> | P         | -t  | <a href="#">-1.1335</a> | 0.7367    | 62S   | 44E    | 0         |               |                        |
| <a href="#">09518</a> | <a href="#">2004 Oct 14</a> | <a href="#">03:00:23</a> | 65           | 59       | <a href="#">124</a> | P         | -t  | <a href="#">1.0348</a>  | 0.9282    | 61N   | 154W   | 0         |               |                        |
| <a href="#">09519</a> | <a href="#">2005 Apr 08</a> | <a href="#">20:36:51</a> | 65           | 65       | <a href="#">129</a> | H         | -n  | <a href="#">-0.3473</a> | 1.0074    | 11S   | 119W   | 70        | 27            | <a href="#">00m42s</a> |
| <a href="#">09520</a> | <a href="#">2005 Oct 03</a> | <a href="#">10:32:47</a> | 65           | 71       | <a href="#">134</a> | A         | -p  | <a href="#">0.3306</a>  | 0.9576    | 13N   | 29E    | 71        | 162           | <a href="#">04m32s</a> |
| <a href="#">09521</a> | <a href="#">2006 Mar 29</a> | <a href="#">10:12:23</a> | 65           | 77       | <a href="#">139</a> | T         | n-  | <a href="#">0.3843</a>  | 1.0515    | 23N   | 17E    | 67        | 184           | <a href="#">04m07s</a> |
| <a href="#">09522</a> | <a href="#">2006 Sep 22</a> | <a href="#">11:41:16</a> | 65           | 83       | <a href="#">144</a> | A         | p-  | <a href="#">-0.4062</a> | 0.9352    | 21S   | 9W     | 66        | 261           | <a href="#">07m09s</a> |
| <a href="#">09523</a> | <a href="#">2007 Mar 19</a> | <a href="#">02:32:57</a> | 65           | 89       | <a href="#">149</a> | P         | t-  | <a href="#">1.0728</a>  | 0.8756    | 61N   | 55E    | 0         |               |                        |
| <a href="#">09524</a> | <a href="#">2007 Sep 11</a> | <a href="#">12:32:24</a> | 66           | 95       | <a href="#">154</a> | P         | t-  | <a href="#">-1.1255</a> | 0.7507    | 61S   | 90W    | 0         |               |                        |
| <a href="#">09525</a> | <a href="#">2008 Feb 07</a> | <a href="#">03:56:10</a> | 66           | 100      | <a href="#">121</a> | A         | -t  | <a href="#">-0.9570</a> | 0.9650    | 68S   | 150W   | 16        | 444           | <a href="#">02m12s</a> |
| <a href="#">09526</a> | <a href="#">2008 Aug 01</a> | <a href="#">10:22:12</a> | 66           | 106      | <a href="#">126</a> | T         | -p  | <a href="#">0.8307</a>  | 1.0394    | 66N   | 72E    | 34        | 237           | <a href="#">02m27s</a> |
| <a href="#">09527</a> | <a href="#">2009 Jan 26</a> | <a href="#">07:59:45</a> | 66           | 112      | <a href="#">131</a> | A         | -n  | <a href="#">-0.2820</a> | 0.9282    | 34S   | 70E    | 73        | 280           | <a href="#">07m54s</a> |
| <a href="#">09528</a> | <a href="#">2009 Jul 22</a> | <a href="#">02:36:25</a> | 66           | 118      | <a href="#">136</a> | T         | nn  | <a href="#">0.0698</a>  | 1.0799    | 24N   | 144E   | 86        | 258           | <a href="#">06m39s</a> |
| <a href="#">09529</a> | <a href="#">2010 Jan 15</a> | <a href="#">07:07:39</a> | 67           | 124      | <a href="#">141</a> | A         | p-  | <a href="#">0.4002</a>  | 0.9190    | 2N    | 69E    | 66        | 333           | <a href="#">11m08s</a> |
| <a href="#">09530</a> | <a href="#">2010 Jul 11</a> | <a href="#">19:34:38</a> | 67           | 130      | <a href="#">146</a> | T         | p-  | <a href="#">-0.6788</a> | 1.0580    | 20S   | 122W   | 47        | 259           | <a href="#">05m20s</a> |
| <a href="#">09531</a> | <a href="#">2011 Jan 04</a> | <a href="#">08:51:42</a> | 67           | 136      | <a href="#">151</a> | P         | t-  | <a href="#">1.0627</a>  | 0.8576    | 65N   | 21E    | 0         |               |                        |
| <a href="#">09532</a> | <a href="#">2011 Jun 01</a> | <a href="#">21:17:18</a> | 67           | 141      | <a href="#">118</a> | P         | -t  | <a href="#">1.2130</a>  | 0.6010    | 68N   | 47E    | 0         |               |                        |
| <a href="#">09533</a> | <a href="#">2011 Jul 01</a> | <a href="#">08:39:30</a> | 67           | 142      | <a href="#">156</a> | Pb        | t-  | <a href="#">-1.4917</a> | 0.0971    | 65S   | 29E    | 0         |               |                        |
| <a href="#">09534</a> | <a href="#">2011 Nov 25</a> | <a href="#">06:21:24</a> | 68           | 147      | <a href="#">123</a> | P         | -t  | <a href="#">-1.0536</a> | 0.9047    | 69S   | 82W    | 0         |               |                        |
| <a href="#">09535</a> | <a href="#">2012 May 20</a> | <a href="#">23:53:54</a> | 68           | 153      | <a href="#">128</a> | A         | -p  | <a href="#">0.4828</a>  | 0.9439    | 49N   | 176E   | 61        | 237           | <a href="#">05m46s</a> |
| <a href="#">09536</a> | <a href="#">2012 Nov 13</a> | <a href="#">22:12:55</a> | 68           | 159      | <a href="#">133</a> | T         | -n  | <a href="#">-0.3719</a> | 1.0500    | 40S   | 161W   | 68        | 179           | <a href="#">04m02s</a> |
| <a href="#">09537</a> | <a href="#">2013 May 10</a> | <a href="#">00:26:20</a> | 68           | 165      | <a href="#">138</a> | A         | pn  | <a href="#">-0.2694</a> | 0.9544    | 2N    | 175E   | 74        | 173           | <a href="#">06m03s</a> |
| <a href="#">09538</a> | <a href="#">2013 Nov 03</a> | <a href="#">12:47:36</a> | 68           | 171      | <a href="#">143</a> | H3        | n-  | <a href="#">0.3272</a>  | 1.0159    | 3N    | 12W    | 71        | 58            | <a href="#">01m40s</a> |
| <a href="#">09539</a> | <a href="#">2014 Apr 29</a> | <a href="#">06:04:33</a> | 69           | 177      | <a href="#">148</a> | A-        | t-  | <a href="#">-1.0000</a> | 0.9868    | 71S   | 131E   | 0         |               |                        |
| <a href="#">09540</a> | <a href="#">2014 Oct 23</a> | <a href="#">21:45:39</a> | 69           | 183      | <a href="#">153</a> | P         | t-  | <a href="#">1.0908</a>  | 0.8114    | 71N   | 97W    | 0         |               |                        |

# ליקויים במאה ה-21

|              |                    |                 |    |     |            |    |    |                |        |     |      |    |     |               |
|--------------|--------------------|-----------------|----|-----|------------|----|----|----------------|--------|-----|------|----|-----|---------------|
| <u>09541</u> | <u>2015 Mar 20</u> | <u>09:46:47</u> | 69 | 188 | <u>120</u> | T  | -t | <u>-0.9454</u> | 1.0445 | 64N | 7W   | 18 | 463 | <u>02m47s</u> |
| <u>09542</u> | <u>2015 Sep 13</u> | <u>06:55:19</u> | 69 | 194 | <u>125</u> | P  | -t | <u>-1.1004</u> | 0.7875 | 72S | 2W   | 0  |     |               |
| <u>09543</u> | <u>2016 Mar 09</u> | <u>01:58:19</u> | 70 | 200 | <u>130</u> | T  | -n | <u>0.2609</u>  | 1.0450 | 10N | 149E | 75 | 155 | <u>04m09s</u> |
| <u>09544</u> | <u>2016 Sep 01</u> | <u>09:08:02</u> | 70 | 206 | <u>135</u> | A  | -n | <u>-0.3330</u> | 0.9736 | 11S | 38E  | 70 | 100 | <u>03m06s</u> |
| <u>09545</u> | <u>2017 Feb 26</u> | <u>14:54:33</u> | 70 | 212 | <u>140</u> | A  | n- | <u>-0.4578</u> | 0.9922 | 35S | 31W  | 63 | 31  | <u>00m44s</u> |
| <u>09546</u> | <u>2017 Aug 21</u> | <u>18:26:40</u> | 70 | 218 | <u>145</u> | T  | p- | <u>0.4367</u>  | 1.0306 | 37N | 88W  | 64 | 115 | <u>02m40s</u> |
| <u>09547</u> | <u>2018 Feb 15</u> | <u>20:52:33</u> | 71 | 224 | <u>150</u> | P  | t- | <u>-1.2116</u> | 0.5991 | 71S | 1E   | 0  |     |               |
| <u>09548</u> | <u>2018 Jul 13</u> | <u>03:02:16</u> | 71 | 229 | <u>117</u> | P  | -t | <u>-1.3542</u> | 0.3365 | 68S | 127E | 0  |     |               |
| <u>09549</u> | <u>2018 Aug 11</u> | <u>09:47:28</u> | 71 | 230 | <u>155</u> | P  | t- | <u>1.1476</u>  | 0.7368 | 70N | 174E | 0  |     |               |
| <u>09550</u> | <u>2019 Jan 06</u> | <u>01:42:38</u> | 71 | 235 | <u>122</u> | P  | -t | <u>1.1417</u>  | 0.7145 | 67N | 154E | 0  |     |               |
| <u>09551</u> | <u>2019 Jul 02</u> | <u>19:24:07</u> | 71 | 241 | <u>127</u> | T  | -p | <u>-0.6466</u> | 1.0459 | 17S | 109W | 50 | 201 | <u>04m33s</u> |
| <u>09552</u> | <u>2019 Dec 26</u> | <u>05:18:53</u> | 72 | 247 | <u>132</u> | A  | -n | <u>0.4135</u>  | 0.9701 | 1N  | 102E | 66 | 118 | <u>03m40s</u> |
| <u>09553</u> | <u>2020 Jun 21</u> | <u>06:41:15</u> | 72 | 253 | <u>137</u> | Am | nn | <u>0.1209</u>  | 0.9940 | 31N | 80E  | 83 | 21  | <u>00m38s</u> |
| <u>09554</u> | <u>2020 Dec 14</u> | <u>16:14:39</u> | 72 | 259 | <u>142</u> | T  | n- | <u>-0.2939</u> | 1.0254 | 40S | 68W  | 73 | 90  | <u>02m10s</u> |
| <u>09555</u> | <u>2021 Jun 10</u> | <u>10:43:07</u> | 72 | 265 | <u>147</u> | A  | t- | <u>0.9152</u>  | 0.9435 | 81N | 67W  | 23 | 527 | <u>03m51s</u> |
| <u>09556</u> | <u>2021 Dec 04</u> | <u>07:34:38</u> | 73 | 271 | <u>152</u> | T  | p- | <u>-0.9526</u> | 1.0367 | 77S | 46W  | 17 | 419 | <u>01m54s</u> |
| <u>09557</u> | <u>2022 Apr 30</u> | <u>20:42:36</u> | 73 | 276 | <u>119</u> | P  | -t | <u>-1.1901</u> | 0.6396 | 62S | 71W  | 0  |     |               |
| <u>09558</u> | <u>2022 Oct 25</u> | <u>11:01:20</u> | 73 | 282 | <u>124</u> | P  | -t | <u>1.0701</u>  | 0.8619 | 62N | 77E  | 0  |     |               |
| <u>09559</u> | <u>2023 Apr 20</u> | <u>04:17:56</u> | 73 | 288 | <u>129</u> | H  | -n | <u>-0.3952</u> | 1.0132 | 10S | 126E | 67 | 49  | <u>01m16s</u> |
| <u>09560</u> | <u>2023 Oct 14</u> | <u>18:00:41</u> | 74 | 294 | <u>134</u> | A  | -p | <u>0.3753</u>  | 0.9520 | 11N | 83W  | 68 | 187 | <u>05m17s</u> |



# סיום ותחילת מחזור

|              |             |                 |     |     |            |    |    |                |        |     |      |    |     |               |
|--------------|-------------|-----------------|-----|-----|------------|----|----|----------------|--------|-----|------|----|-----|---------------|
| <u>09621</u> | 2051 Apr 11 | <u>02:10:39</u> | 95  | 634 | <u>120</u> | P  | -t | <u>1.0169</u>  | 0.9849 | 72N | 32E  | 0  |     |               |
| <u>09622</u> | 2051 Oct 04 | <u>21:02:14</u> | 96  | 640 | <u>125</u> | P  | -t | <u>-1.2094</u> | 0.6024 | 72S | 118E | 0  |     |               |
| <u>09623</u> | 2052 Mar 30 | <u>18:31:53</u> | 97  | 646 | <u>130</u> | T  | -n | <u>0.3238</u>  | 1.0466 | 22N | 103W | 71 | 164 | <u>04m08s</u> |
| <u>09624</u> | 2052 Sep 22 | <u>23:39:10</u> | 98  | 652 | <u>135</u> | A  | -p | <u>-0.4480</u> | 0.9734 | 26S | 175E | 63 | 106 | <u>02m51s</u> |
| <u>09625</u> | 2053 Mar 20 | <u>07:08:19</u> | 99  | 658 | <u>140</u> | A  | n- | <u>-0.4089</u> | 0.9919 | 23S | 83E  | 66 | 31  | <u>00m50s</u> |
| <u>09626</u> | 2053 Sep 12 | <u>09:34:09</u> | 100 | 664 | <u>145</u> | T  | n- | <u>0.3140</u>  | 1.0328 | 21N | 42E  | 72 | 116 | <u>03m04s</u> |
| <u>09627</u> | 2054 Mar 09 | <u>12:33:40</u> | 101 | 670 | <u>150</u> | P  | t- | <u>-1.1711</u> | 0.6678 | 72S | 98E  | 0  |     |               |
| <u>09628</u> | 2054 Aug 03 | <u>18:04:02</u> | 102 | 675 | <u>117</u> | Pe | -t | <u>-1.4941</u> | 0.0655 | 70S | 121W | 0  |     |               |
| <u>09629</u> | 2054 Sep 02 | <u>01:09:34</u> | 102 | 676 | <u>155</u> | P  | t- | <u>1.0215</u>  | 0.9793 | 72N | 82W  | 0  |     |               |
| <u>09630</u> | 2055 Jan 27 | <u>17:54:05</u> | 103 | 681 | <u>122</u> | P  | -t | <u>1.1550</u>  | 0.6932 | 70N | 112W | 0  |     |               |
| <u>09631</u> | 2055 Jul 24 | <u>09:57:50</u> | 104 | 687 | <u>127</u> | T  | -p | <u>-0.8012</u> | 1.0359 | 33S | 26E  | 37 | 202 | <u>03m17s</u> |
| <u>09632</u> | 2056 Jan 16 | <u>22:16:45</u> | 105 | 693 | <u>132</u> | A  | -n | <u>0.4199</u>  | 0.9759 | 4N  | 154W | 65 | 95  | <u>02m52s</u> |
| <u>09633</u> | 2056 Jul 12 | <u>20:21:59</u> | 106 | 699 | <u>137</u> | A  | nn | <u>-0.0426</u> | 0.9878 | 19N | 124W | 88 | 43  | <u>01m26s</u> |
| <u>09634</u> | 2057 Jan 05 | <u>09:47:52</u> | 107 | 705 | <u>142</u> | T  | n- | <u>-0.2837</u> | 1.0287 | 39S | 35E  | 73 | 102 | <u>02m29s</u> |
| <u>09635</u> | 2057 Jul 01 | <u>23:40:15</u> | 108 | 711 | <u>147</u> | A  | p- | <u>0.7455</u>  | 0.9464 | 71N | 176W | 41 | 298 | <u>04m22s</u> |
| <u>09636</u> | 2057 Dec 26 | <u>01:14:35</u> | 109 | 717 | <u>152</u> | T  | p- | <u>-0.9405</u> | 1.0348 | 85S | 22E  | 19 | 355 | <u>01m50s</u> |
| <u>09637</u> | 2058 May 22 | <u>10:39:25</u> | 110 | 722 | <u>119</u> | P  | -t | <u>-1.3194</u> | 0.4141 | 64S | 61E  | 0  |     |               |
| <u>09638</u> | 2058 Jun 21 | <u>00:19:35</u> | 110 | 723 | <u>157</u> | Pb | t- | <u>1.4869</u>  | 0.1260 | 66N | 10E  | 0  |     |               |
| <u>09639</u> | 2058 Nov 16 | <u>03:23:07</u> | 111 | 728 | <u>124</u> | P  | -t | <u>1.1224</u>  | 0.7644 | 63N | 174E | 0  |     |               |
| <u>09640</u> | 2059 May 11 | <u>19:22:16</u> | 112 | 734 | <u>129</u> | T  | -p | <u>-0.5080</u> | 1.0242 | 11S | 100W | 59 | 95  | <u>02m23s</u> |

# מחזורים נוספים

TABLE 9.A  
*Some eclipse periodicities*

| <i>Name of the period</i> | <i>Combination</i><br><br>$S = \text{Saros}$<br>$I = \text{Inex}$ | <i>Number of synodic revolutions (lunations)</i> | <i>Period in days</i> | <i>Period in years</i> |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Semester *                | $5 I - 8 S$                                                       | 6                                                | 177                   | 0.49                   |
| Hepton *                  | $5 S - 3 I$                                                       | 41                                               | 1 211                 | 3.32                   |
| Octon                     | $2 I - 3 S$                                                       | 47                                               | 1 388                 | 3.80                   |
| Tritos *                  | $I - S$                                                           | 135                                              | 3 987                 | 10.92                  |
| Saros                     | $S$                                                               | 223                                              | 6 585                 | 18.03                  |
| Meton's Cycle             | $10 I - 15 S$                                                     | 235                                              | 6 940                 | 19.00                  |
| Inex *                    | $I$                                                               | 358                                              | 10 572                | 28.94                  |
| Exeligmos                 | $3 S$                                                             | 669                                              | 19 756                | 54.1                   |
| Tetradia *                | $19 I + 2 S$                                                      | 7 248                                            | 214 038               | 586.0                  |
| Heliotrope                | $58 I + 6 S$                                                      | 22 102                                           | 652 685               | 1787                   |
| Megalosaros               | $58 I + 7 S$                                                      | 22 325                                           | 659 270               | 1805                   |
| Accuratissima             | $58 I + 9 S$                                                      | 22 771                                           | 672 441               | 1841                   |
| Horologia                 | $110 I + 7 S$                                                     | 40 941                                           | 1 209 012             | 3310                   |

# איך מחשבים את אזורי הראות

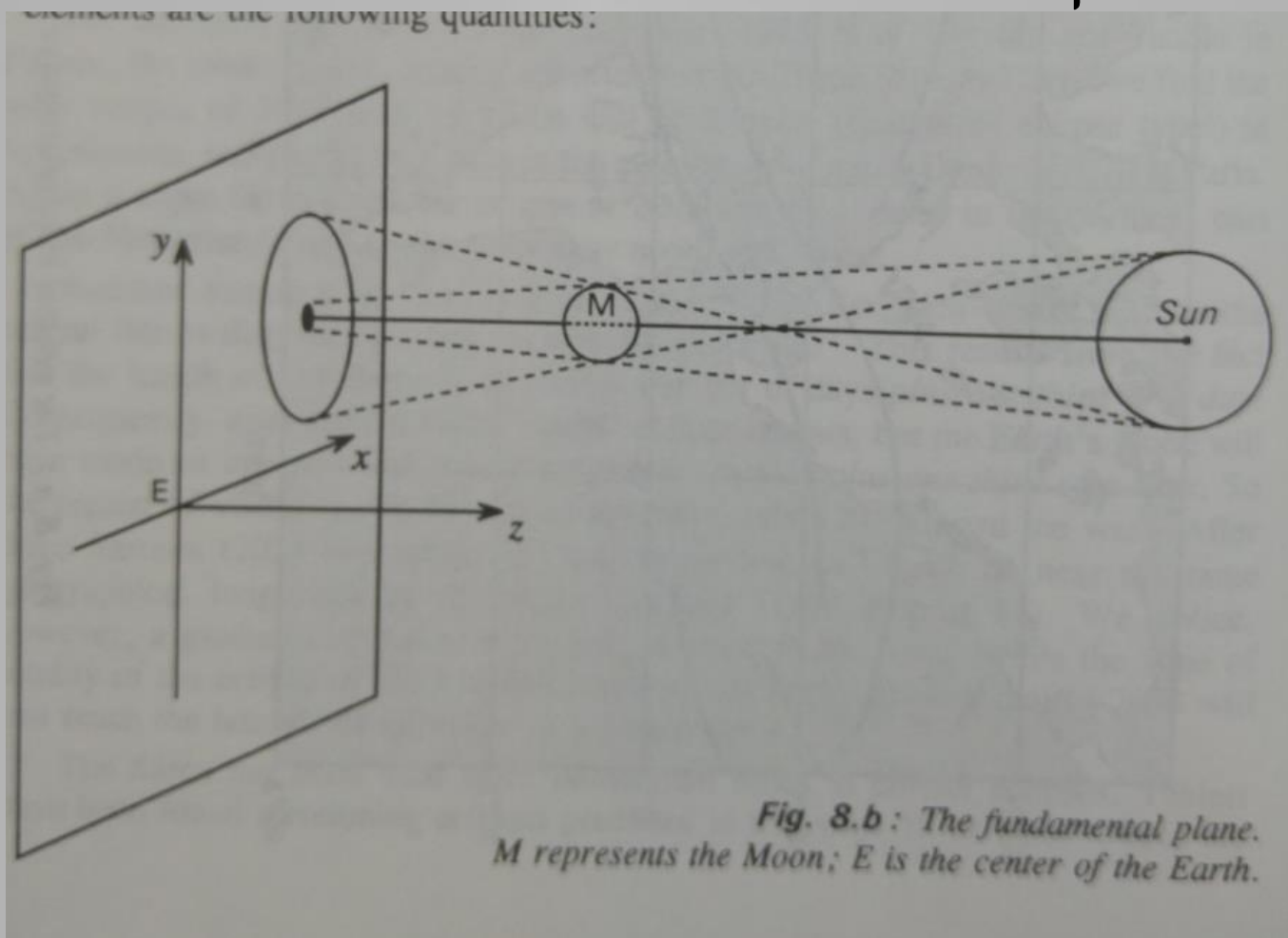
- איך יודעים איפה יהיה ליקוי?
- חישוב לפי מחזורים
  - לפי סדרות סארוס
  - לא מספיק מדויק
  - מחזור סארוס הוא ממוצע בלבד
  - שינוי מיקום ממחזור למחזור
  - יחסית יעיל לליקויי ירח, לא שמיש לליקוי שמש

# איך מחשבים את אזורי הראות

- המישור הפונדמנטלי
- נקודות  $x$   $y$   $z$
- אורכים  $|1$   $|2$   $L1$   $L2$
- זוויות  $f1$   $f2$
- נקודה על פני כדור הארץ



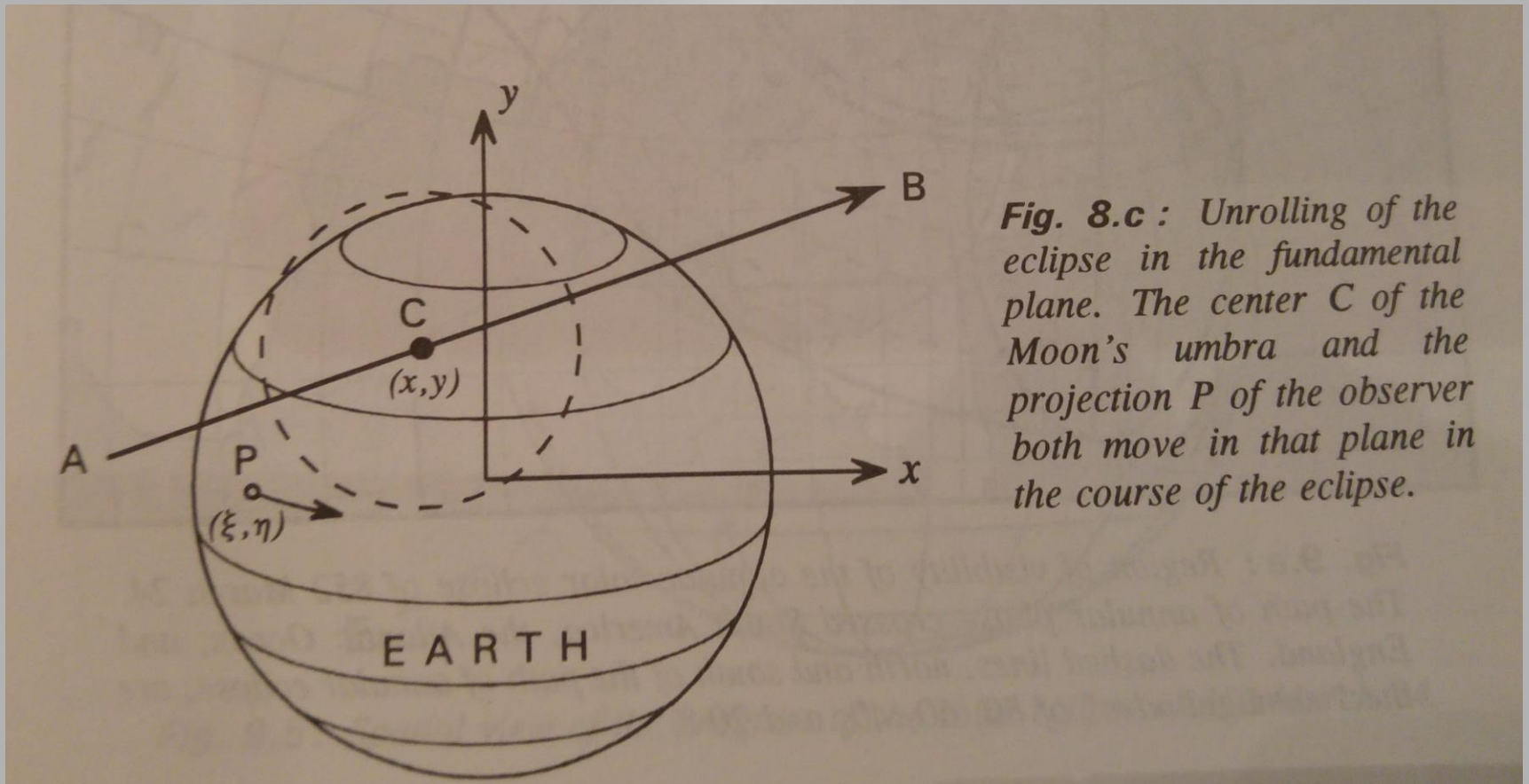
# איך מחשבים את אזורי הראות



מתוך Astronomical Mathematical Morsels – Jean Meeus



# איך מחשבים את אזורי הראות





# שאלות שלא נעסוק בהן

- שכיחות ליקויי חמה לפי מיקום גיאוגרפי.
- כל כמה זמן אפשר לצפות לליקוי חמה במיקום מסוים.
- תוך כמה זמן יכוסה כל כדור הארץ בליקויים.
- למה בישראל אין כמעט ליקויים מלאים?
- ליקויים משולבים בתופעות אחרות.
- מהירות צל הירח.
- ליקויים ארוכים, ליקויים קצרים.
- מחזוריים ארוכי טווח (עשרות אלפי שנים).

# חוויות מליקוי החמה

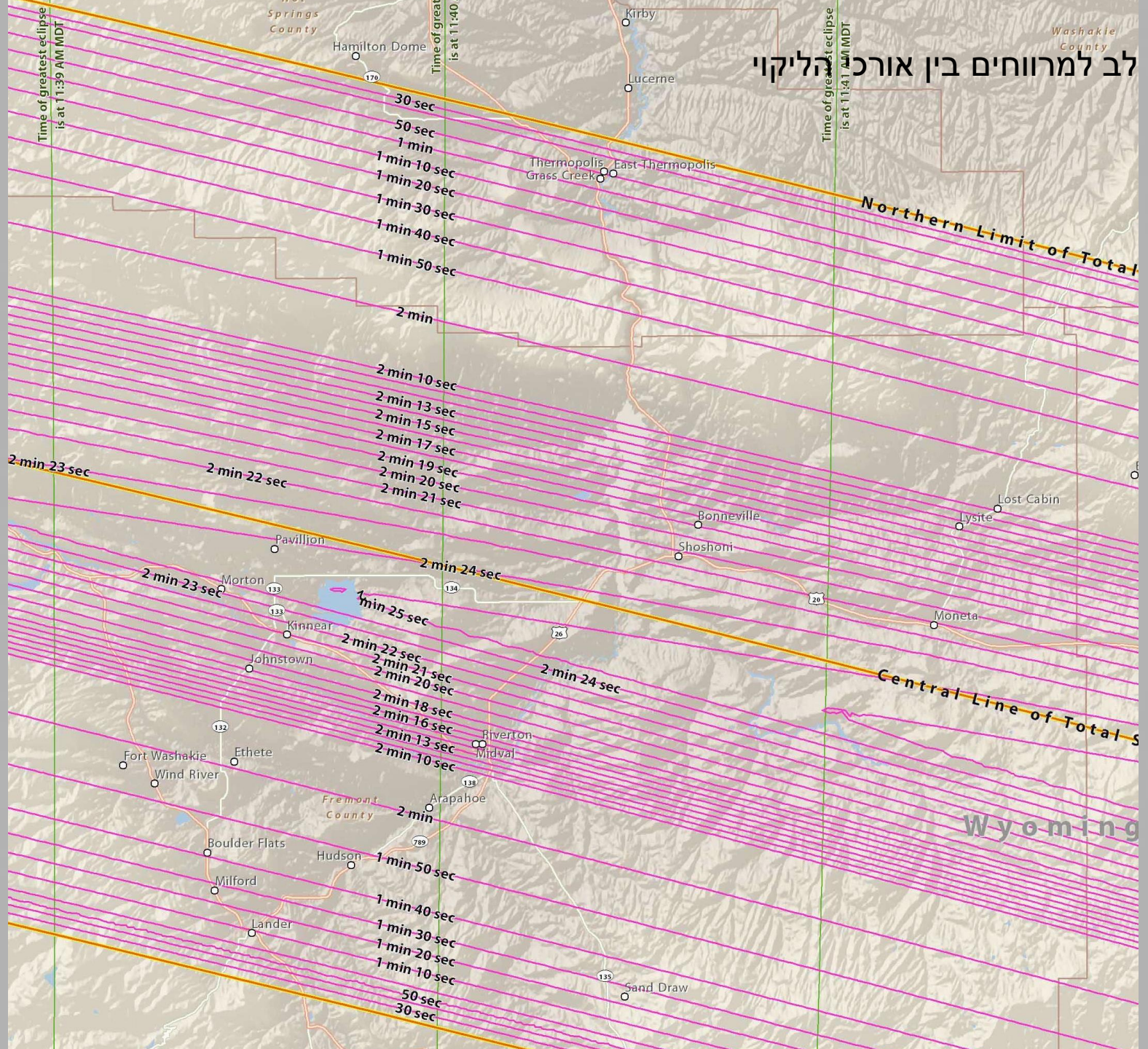
## Great American Eclipse







# לשים לב למרווחים בין אורכי הליקוי





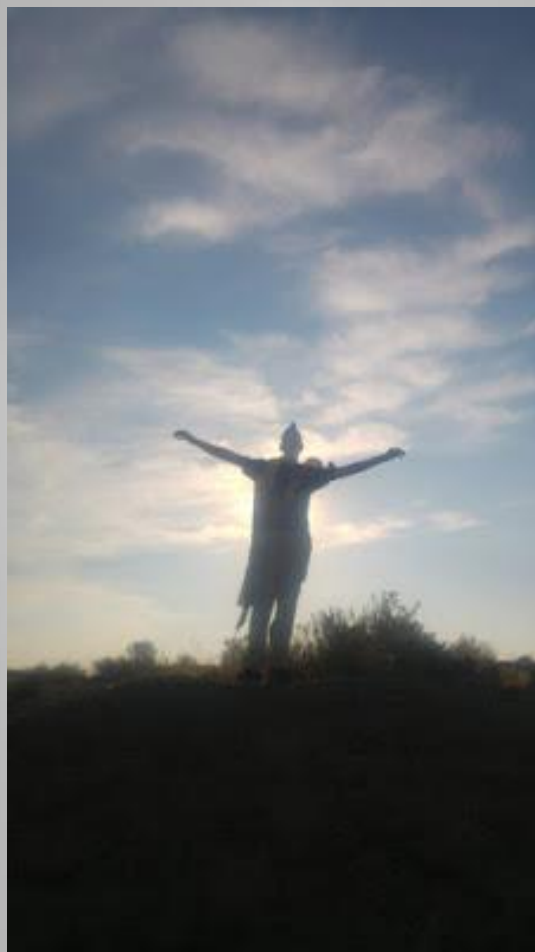














וְהָיָה בְּשָׁנָה הַתְּשַׁעִז בְּאַחַד עֶשֶׂר בְּעֶשְׂרִים וּתְשַׁעָה לַחֹדֶשׁ וְאֲנִי בְּתוֹךְ-הַגּוֹלָה בְּשִׁמּוֹרַת Boysen  
אֲשֶׁר בְּשׁוֹשׁוֹנֵי שְׁבַמְדִּינַת ווִיאוֹמִינֶג בְּאַמְרִיקָה נִפְתָּחוּ הַשָּׁמַיִם וְאַרְאָה מִרְאוֹת אֱלֹקִים.



















עד כאן היה ליקוי חמה חלקי רגיל. מעכשיו ליקוי מלא. שלב המעבר ביניהם קצר ומדהים  
קורים המון דברים בבת אחת. ננסה לתאר





"אֱלוֹהֵינוּ מְלֵא שִׁירָה בָּיָם, וּלְשׁוֹנֵנוּ רִנָּה כְּהַמּוֹן גָּלִיו, וְשִׁפְתוֹתֵינוּ שֹׁבַח כְּמִרְחָבֵי רִקְיעַ, וְעֵינֵינוּ  
מְאִירוֹת כְּשֶׁמֶשׁ וְכִיָּרֶחַ, וְיָדֵינוּ פְּרוֹשׁוֹת כְּנִשְׂרֵי שָׁמַיִם, וְרַגְלֵינוּ קְלוֹת כְּאַיְלוֹת -אֵין אֲנַחְנוּ מִסְפִּיקִים  
לְתַאֵר אֶת מִרְאֵה הַלִּיקוּי הַמֶּלֶא וְעַל כֵּן הַשָּׁמַיִם מְסֻפָּרִים כְּבוֹד-אֵל וּמַעֲשֵׂה יָדָיו מְגִיד הָרִקְיעַ"



"א הַלְלוּהָ הַלְלוּ אֶת-ה' מִן-הַשָּׁמַיִם הַלְלוּהוּ בַּמְרוֹמִים: ב הַלְלוּהוּ כָּל-מַלְאָכָיו הַלְלוּהוּ כָּל-  
צָבָאיו: ג הַלְלוּהוּ שֶׁשֶׁם וַיֵּרָח הַלְלוּהוּ כָּל-כּוֹכְבֵי אוֹר" - אימתי מהללים את ה' גם השמש גם הירח וגם  
הכוכבים וכולם נראים באותה עת? אין זאת אלא בשעת ליקוי חמה מלא.



# ליקוי חמה במקורות

- יואל ג: "ג וְנָתַתִּי מוֹפְתִים בַּשָּׁמַיִם וּבָאָרֶץ דָּם וְאֵשׁ וְתִמָּרוֹת עָשָׂן: ד הַשָּׁמַיִם יִהְיֶה לְחֹשֶׁךְ וְהַיָּרֵחַ לְדָם לִפְנֵי בּוֹא יוֹם ה' הַגָּדוֹל וְהַנּוֹרָא"  
עמוס ח': "ט וְהָיָה בַּיּוֹם הַהוּא נְאֻם ה' אֱלֹהִים וְהִבֵּאתִי הַשָּׁמַיִם בַּצִּהָרִים וְהַחֲשֹׁכֹתִי לָאָרֶץ בַּיּוֹם אֹר"  
לא מתוארים ליקויים שאירעו, אלא דימוי האמור להטיל אימה בדומה לליקוי.





# איפה לא - מכת חושך ויהושע

- שני מחקרים מהשנה מנסים לתלות את סיפור שמש בגבעון דום בליקוי חמה טבעתי
- יתרונות התיאור – תופעת טבע, עניינים לשוניים
- חסרונות התיאור
  - ליקוי טבעתי ולא מלא, השמש כלל לא נעלמה
  - גם אם נעלמה, משמעות הפוכה מהתיאור בכתוב "ולא אץ השמש"
- ניסיון קדום לתלות את מכת חושך בליקוי חמה
  - במצרים חושך מוחלט ולכן ההלם (שנמשך שלושה ימים), בגושן היה אור.
  - ניסיון תיארוך כושל במיוחד לליקוי טבעתי, ששיאו על גבול מצרים/לוב, מאות קילומטרים מערבה.
- אם לא שם אז איפה כן?

# איפה אולי – אירוע שמזכיר ליקוי

ברית בין הבתרים (בראשית ט"ו):

יב וַיְהִי הַנֶּשֶׁמֶשׁ לָבוֹא וְתִרְדְּמָה נָפְלָה עַל-אַבְרָם וְהָיָה  
אֵימָה חֲשֹׁכָה גְדֹלָה נִפְלֹת עָלָיו:

...

יז וַיְהִי הַנֶּשֶׁמֶשׁ בָּאָה וְעֹלָטָה הָיָה וְהָיָה תִנּוּר עֶשֶׂן וְלִפִּיד  
אֵשׁ אֲשֶׁר עָבַר בֵּין הַגְּזָרִים הָאֵלֶּה:

# איפה אולי – דימויים שמבוססים על ליקוי

מעשה מרכבה

מעשה המרכבה אינו מובן אולם יחזקאל צריך  
להשתמש בדימוי הידוע שהכי מתקרב לתיאור החזון  
המופלא ראה.



”וְאַרְאֵה כְּעֵין חֹשֶׁמֶל כְּמִרְאָה-אֵשׁ בֵּית-לָהּ סָבִיב מִמִּרְאֵה מִתְנִיּוֹ וּלְמַעֲלָה וּמִמִּרְאֵה  
מִתְנִיּוֹ וּלְמַטָּה רְאִיתִי כְּמִרְאָה-אֵשׁ וְנִגַּה לּוֹ סָבִיב”

"כְּמִרְאָה הַקֶּשֶׁת אֲשֶׁר- יִהְיֶה בְּעֵינַי בַּיּוֹם הַהוּא כְּבֹד-ה' וְאִרְאֶה וְאֶפֶל עַל-  
פְּנֵי וְאֶשְׁמַע קוֹל מִדְבָּר" (יחזקאל א לח) - כמראה הקשת סביב, אלו הם צבעי השקיעה, שצבעם כצבעי הקשת  
- אדום כתום צהוב וכחול, סביב סביב, 360 מעלות, מסביב הצופה.





# מה מברכים?

- במקורות לא מוזכרת ברכה כלל.
- עושה מעשה בראשית.
- שהחיינו.
- מחדש חודשים.



# תודה רבה

- נשארו שאלות?
  - תתפסו אותי אחרי ערבית או תשלחו הודעה
  - [gadieide@yahoo.com](mailto:gadieide@yahoo.com)
  - ולא לשכוח לבקר באתר
- <http://gadieid.blogspot.co.il>