

CLASS 7

IV. Solar and Lunar Astronomy in Jewish Law and Practice – the Jewish Calendar

A. The Torah's description of the roles of the sun, moon, and stars

Bereishis 1:14

וַיֹּאמֶר אֱלֹהִים יְהִי מְאֹרֶת בְּרָקִיעַ הַשָּׁמַיִם לְהַבְדִּיל בֵּין הַיּוֹם וּבֵין הַלַּיְלָה וְהָיוּ
לְאֹתֹת וּלְמוֹעֲדִים וּלְיָמִים וּשְׁנִים.

And Hashem said, "Let there be luminaries in the expanse of the heavens, to separate between the day and between the night, and they shall be for signs and for appointed times and for days and years."

Rashi

וּלְמוֹעֲדִים. על שם העתיד שעתידים ישראל להצטוות על המועדות והם נמנים
למולד הלבנה.
וּשְׁנִים. לסוף שש"ה זמנים (ס"א ורביע יום), יגמרו מהלכתם ב"ב מזלות
המשקרים אותם, והיא שנה, וחזרים ומתחילים פעם שניה לסבב בגלגל
כמהלכן הראשון.

"And for appointed seasons." This refers to the future, when the Jewish people are destined to be commanded concerning the festivals, and they (the festivals) are calculated based on the *molad* of the moon. (Midrash Rabbah, Bereishis 6:1)

"And years." At the end of 365 days (other editions add: and 1/4 of a day) they complete their revolution through the twelve constellations of the zodiac which serve them, and that constitutes a year (other editions read: and that is 365 and 1/4 days), and they return and start a second time to revolve on the celestial sphere like their first revolution.

B. The Torah's dual calendar dependence

1. The festivals must occur during specific (**solar**) seasons:

a. Shemos 23:14-16

(ד) שלש רגלים תחג לי בשנה.
(טו) את חג המצות תשמר שבועת זמנים תאכל מצות כאשר צויתך למועד חדש
האביב כי בו יצאת ממצרים ולא יראו פני ריכם.
(טז) וחג הקציר בכורי מעשיך אשר תזרע בשדה וחג האסף בצאת השנה באסףך את
מעשיך מן השדה.

- 14) Three times you shall celebrate a festival for Me in the year:
- 15) You shall observe the festival of unleavened bread; for seven days you shall eat unleavened bread as I have commanded you, at the appointed time **of the month of Springtime**, for then you left Egypt, and they shall not appear before Me empty-handed.
- 16) And the **Festival of the Harvest**, the first fruits of your labors, which you will sow in the field, and the **Festival of the Ingathering** at the departure of the year, when you gather in [the produce of] your labors from the field.

Rashi

וְחַג הַקִּצִּיר. הוא חג שבועות.
וְחַג הָאָסִיף. הוא חג הסוכות.
בְּאֶסְפָּד אֶת־מַעֲשֵׂיךָ. שְׂכָל יָמוֹת הַחֲמֵה הַתְּבוּאָה מִתְנַבֶּשֶׁת בְּשָׂדוֹת וּבְחַג אוֹסְפִים אוֹתָהּ אֶל הַבַּיִת מִפְּנֵי הַגִּשְׁמִים.

And the Festival of the Harvest. This is the Festival of Shavu'ot.
And the Festival of the Ingathering. This is the Festival of Sukkot.
When you gather in [the produce of] your labors. For all of the days of the summer, the grain dries out in the fields, and on the festival [of Sukkot], we gather it into the house before the rains.

b. Devarim 16:1, 9, 13

(א) שְׁמֹר אֶת חֹדֶשׁ הָאָבִיב וַעֲשִׂיתָ פֶּסַח לַה' אֱ-לֹהֶיךָ כִּי בְּחֹדֶשׁ הָאָבִיב הוֹצִיאֲךָ ה' אֱ-לֹהֶיךָ מִמִּצְרַיִם לַיְלָה.
 ...
 (ט) שִׁבְעָה שָׁבָעַת תִּסְפֹּר לָךְ מִהַחֵל חֶרְמֶשׁ בְּקֶמַח תַּחֵּל לִסְפֹּר שִׁבְעָה שָׁבָעוֹת.
 ...
 (יג) חַג הַסֻּכּוֹת תַּעֲשֶׂה לָּךְ שִׁבְעַת יָמִים בְּאֶסְפָּד מִגֶּרְנֶךָ וּמִיִּקְבֶּךָ.

- 1) **Keep the month of spring, and make the Passover offering** to Hashem, your G-d, for in the month of spring, Hashem, your G-d, brought you out from Egypt at night.
- ...
- 9) **Seven weeks you shall count for yourself, from [the time] the sickle is first put to the standing crop**, you shall begin to count seven weeks.
- ...
- 13) You shall make yourself the Festival of Sukkos for seven days, **when you gather in [the produce] from your threshing floor and your vat.**

2. The festivals must occur on specific (**lunar**) dates

a. Vayikra 23:4-6, 15-16, 34

(ד) אֵלֶּה מוֹעֲדֵי ה' מִקְרָאֵי קֹדֶשׁ אֲשֶׁר תִּקְרְאוּ אֹתָם בְּמוֹעֲדָם:
 (ה) בְּחֹדֶשׁ הָרִאשׁוֹן בְּאַרְבָּעָה עָשָׂר לַחֹדֶשׁ בֵּין הָעֲרֵבִים פֶּסַח לַה'.
 (ו) וּבַחֲמִשָּׁה עָשָׂר יוֹם לַחֹדֶשׁ הַזֶּה חַג הַמִּצּוֹת לַה' שִׁבְעַת יָמִים מִצּוֹת תֹּאכְלוּ.

...
טו) וספרתם לכם ממחרת השבת מיום הביאכם את עמר התנופה שבע שבתות
תמימות תהינה.
טז) עד ממחרת השבת השביעת תספרו חמשים יום והקרבתם מנחה חדשה לה'.
...
לד) דבר אל בני ישראל לאמר בחמשה עשר יום לחודש השביעי הזה חג הסוכות
שבעת ימים לה'.

- 4) These are the appointed [holy days] of Hashem, holy occasions, which you shall designate in their appointed time:
5) In the first month, on the fourteenth of the month, in the afternoon, [you shall sacrifice] the Passover offering to Hashem.
6) And on the fifteenth day of that month is the Festival of Matzos to Hashem; for seven days you shall eat Matzos.
...
15) And you shall count for yourselves, from the day after the rest day, from the day you bring the Omer as a wave-offering, seven weeks; they shall be complete.
16) You shall count until the day after the seventh week, the fiftieth day, [on which] you shall bring a new meal offering to Hashem.
...
34) Speak to the children of Israel, saying: On the fifteenth day of this seventh month is the Festival of Sukkos, a seven day period to Hashem.

b. Rambam, Hilchos Kiddush ha'Chodesh 1:1-2

א) חדשי השנה הם חדשי הלבנה שנאמר (במדבר כח יד) "עלת חדש בחדשו" ונאמר (שמות יב ב) "החדש הזה לכם ראש חדשים". כך אמרו חכמים הראה לו הקדוש ברוך הוא למשה במראה הנבואה דמות לבנה ואמר לו כזה ראה וקדש. והשנים שאנו מחשבין הם שני החמה שנאמר (דברים טז א) "שמור את חדש האביב".
ב) וכמה יתרה שנת החמה על שנת הלבנה קרוב מאחד עשר יום. לפיכך כשיתקבץ מן התוספת הזאת כמו שלשים יום או פחות מעט או יותר מעט מוסיפין חדש אחד ועושין אותה השנה שלשה עשר חדש והיא הנקראת שנה מעוברת. שאי אפשר להיות השנה שנים עשר חדש וכך וכך ימים שנאמר (שמות יב ב) "לחדשי השנה". חדשים אלה מונה לשנה ואין אלה מונה ימים.

The months of the year are lunar months, as it says, "... the burnt offering of the month when it is renewed" (Bamidbar 28:14), and, "This month shall be for you the first of months" (Shemos 12:2). So said our Sages: The Holy One, blessed be He, showed Moshe in the vision of prophecy an image of the moon and told him, "When you see the moon like this, sanctify it."

And the years we follow are solar years, as it says, "Keep the month of spring" (Devarim 16:1).

How much longer is a solar year than a lunar year? Approximately 11 days. Therefore, when this addition reaches about 30 days, or a little less or more, we add an additional month and make that year one of 13 months. This is called a "full year." For it is impossible to have a year with 12 months plus some extra days, as it says, "...of the months of the year" (Shemos 12:2), which teaches that "You count the months of a year, but not the days of a year."

c. Rambam, Hilchos Kiddush ha'Chodesh 4:1

שנה מעברת היא שנה שמוסיפין בה חדש. ואין מוסיפין לעולם אלא אדר ועושין אותה שנה שני אדרין אדר ראשון ואדר שני. ומפני מה מוסיפין חדש זה מפני זמן האביב כדי שיהא הפסח באותו זמן שנאמר (דברים טז א) "שמור את חדש האביב" שיהיה חדש זה בזמן האביב. ולילא הוספת החדש הזה הפסח בא פעמים בימות החמה ופעמים בימות הגשמים.

A leap year is a year that includes an additional month. The extra month that is added is always Adar, and so the year contains two Adars: the first Adar and the second Adar. Why is this month added? Because of the season of spring, so that Pesach will fall then, as it says, "Keep the month of spring" (Devarim 16:1), which means that this month (Nissan) will fall in the spring season. Without the [occasional] addition of this extra month, Pesach would sometimes fall in the summer and sometimes times in the rainy season.

d. Rambam, Hilchos Kiddush ha'Chodesh 5:1-3

א) כל מה שאמרנו מקביעות ראש חדש על הראיה ועבור השנה מפני הזמן או מפני הצד, אין עושין אותו אלא סנהדרין שבארץ ישראל או בית דין הסמוכים בארץ ישראל שנתנו להן הסנהדרין רשות. שכן נאמר למשה ולאהרן (שמות יב ב) "החדש הזה לכם ראש חדשים" ומפי השמועה למדו איש מאיש ממשה רבנו שכן הוא פרוש הדבר עדות זו תהיה מסורה לכם ולכל העומד אחריכם במקומכם. אבל בזמן שאין שם סנהדרין בארץ ישראל אין קובעין חדשים ואין מעברין שנים אלא בחשבון זה שאנו מחשבין בו היום.

ב) ודבר זה הלכה למשה מסיני הוא. שבזמן שיש סנהדרין קובעין על פי הראיה ובזמן שאין שם סנהדרין קובעין על פי החשבון הזה שאנו מחשבין בו היום ואין נזקקין לראיה. אלא פעמים שיהיה יום שקובעין בו בחשבון זה הוא יום הראיה או קודם לו ביום או אחריו ביום. וזה שיהיה אחר הראיה ביום פלא הוא ובאצות שהן למערב ארץ ישראל.

ג) ומאימתי התחילו כל ישראל לחשב בחשבון זה. מסוף חכמי הגמרא בעת שחרבה ארץ ישראל ולא נשאר שם בית דין קבוע. אבל בימי חכמי משנה וכן בימי חכמי הגמרא עד ימי אבני ורבא על קביעת ארץ ישראל היו סומכין.

א) Everything we have said regarding the establishment of Rosh Chodesh as based on the sighting of the moon, and the establishment of the leap year because of the season or because of [another] necessity, is not done except by the Sanhedrin in Eretz Yisrael or by a court of ordained judges in Eretz Yisrael that was granted authority by the Sanhedrin. For so it was said to Moshe and to Aharon, "This month shall be for you the first of months" (Shemos 12:2), and from the Oral Tradition they learned, student from teacher, from Moshe Rabbeinu, that the explanation of the verse is that "this testimony is to be entrusted to you and to those sages who will arise after you and in your place." But in a time when there is no Sanhedrin in Eretz Yisrael, we establish the months and institute leap years solely according to the fix calendar calculations that we calculate today.

ב) This matter is a Halachah given to Moshe at Sinai, that when there is a Sanhedrin, we establish [the months and leap years] according to the sighting [of the moon]. And when there is no Sanhedrin, we establish [the months and leap years] according to the fixed calendar calculations that we calculate today, and we do not involve the sighting [of the moon]. Rather, sometimes the day that we establish through this fixed calendar calculation

will be the day of sighting [the new moon], or it will precede the day of sighting by a day, or it will follow it by a day. And this that it (the day established to be Rosh Chodesh) will occur a day after the sighting [of the moon] is an extraordinary phenomenon, and [it happens only] in the lands that are west of Eretz Yisrael. When the fixed calendar is followed, there are times when the day established [as Rosh Chodesh] will be the day on which the moon is sighted, and there are times when the sighting will either precede or follow it by a day. It is, however, an extremely extraordinary phenomenon for [the day established as Rosh Chodesh] to be a day after the sighting [of the moon], [and this is possible only] in the lands that are west of Eretz Yisrael.

λ) When did the entire Jewish people begin calculating the calendar with this system? From the end of the time of the Sages of the Gemara, when Eretz Yisrael was destroyed and no established court was left there. But in the days of the Sages of the Mishnah, as well as in the days of the Sages of the Gemara, until the time of Abaye and Rava, they would rely on the establishment [of the court] of Eretz Yisrael.

3. The *Sod ha'Ibur* – the Secret of Intercalation

a. The length of one lunar cycle:

Gemara, Rosh Hashanah 25a

ובקשו ב"ד לקדשו אמר להם ר"ג כך מקובלני מבית אבי אבא ה"אין חדושה של לבנה פחותה מעשרים ותשעה יום ומחצה ושני שלישי שעה וע"ג חלקים

Said to them Rabban Gamliel, "I have received a tradition from the house of my forefathers that the renewal of the moon is not less than than **29 and a half days, 2/3rds of an hour and 73 chalakim.**"

"2/3rds of an hour and 73 chalakim" = 44 minutes and 3 1/3 seconds:

$$\begin{aligned}
 &2/3 \text{ of an hour} = 40 \text{ minutes} \\
 &+ \\
 &73 \text{ chalakim} = 73 \times 3 \frac{1}{3} \text{ seconds} \\
 &= 243 \frac{1}{3} \text{ seconds} \\
 &= 4 \text{ minutes, } 3 \frac{1}{3} \text{ seconds} \\
 &= \mathbf{44 \text{ minutes, } 3 \frac{1}{3} \text{ seconds}}
 \end{aligned}$$

1) There are 1,080 *chalakim* (parts) in one hour. Therefore, 1 *chelek* = 3 1/3 seconds.

$$\begin{aligned}
 &1080 \text{ chalakim} \div 60 \text{ minutes} = 18 \text{ chalakim per minute} \\
 &18 \text{ chalakim} = 1 \text{ minute} = 60 \text{ seconds} \\
 &60 \div 18 = 3 \frac{1}{3} \text{ seconds} \\
 &1 \text{ chelek} = 3 \frac{1}{3} \text{ seconds}
 \end{aligned}$$

2) Rambam, Hilchos Kiddush ha'Chodesh 6:2

היום וחלילה ארבע ועשרים שעות בכל זמן. שתיים עשרה ביום ושתיים עשרה בלילה. והשעה מחלקת לאלף ושמונים חלקים. ולמה חלקו השעה למנון זה. לפי שמנון זה יש בו חצי ורביע ושמניית ושליש ושתיים ותשע וחמש ועשור. והרבה חלקים יש לכל אלו השמות.

Day and night are always a twenty-four hour period, twelve in the day and twelve in the night. An hour can be divided into 1080 units. Why did they choose to divide the hour into this number? Because this number can be divided in half, into fourths, eighths, thirds, sixths, ninths, and tenths. Each of these fractions contains many of these units.

3) Rambam, Hilchos Kiddush ha'Chodesh 6:3

משיתקבץ הירח והחמה לפי חשבון זה עד שיתקבצו פעם שניה במהלכם האמצעי. תשעה ועשרים יום ושתיים עשרה שעות מיום שלשים מתחלת לילו. ושבע מאות ושלושה ותשעים חלקים משעת שלש עשרה. וזה הוא הזמן שבין כל מולד ומולד וזה הוא החדש של לבנה.

From when the moon and the sun reach conjunction, according to this calculation, until the next time they reach conjunction, with their average movement, is a period of 29 full days, 12 hours of the 30th day, and 793 units of the 13th hour. This is the interval between each and every conjunction, and this is the month of the moon.

4) Rambam, Hilchos Kiddush ha'Chodesh 6:8

וכן כשיהיה עמך דווע מולד שנה זו ותוסיף שאריתה על ימי המולד. אם פשוטה היא שארית הפשוטה ואם מעוברת היא שארית המעוברת. יצא לך מולד שנה שלאחריה. וכן שנה אחר שנה עד סוף העולם. והמולד הראשון שממנו תתחיל הוא מולד שנה בשנה הראשונה של יצירה. והוא היה בליל שני חמש שעות בלילה ומאתים וארבעה חלקים. סימן להם בהר"ד וממנו הוא תחלת החשבון.

Similarly, when you know the time of conjunction for a particular year and you add its remainder, either the remainder of an ordinary year or the remainder of a leap year, to the time of conjunction, you will determine the time of the conjunction of the following year, and so, too, every year after year until the end of history. And the first conjunction from which you begin is the conjunction that was at the first year of Creation, which was on Monday night, 5 hours and 204 *chalakim* [after nightfall]. The mnemonic for this is: ב-ה-ר"ד. And this is the starting point of the calculations.

5) Calculating the Molad for any month

Add 29 days, 12 hours, 793 chalakim to this month's molad, and we'll get next month's molad.

OR, add X number of Molads to the very first Molad (בהר"ד).

Example:

Molad of Kislev 5786 = 1 hour, 38 minutes, and 9 chalakim on a Thursday afternoon.

Add 29 days = Friday a month later.

Add 12 hours to 1PM = 1AM.

Add 44 minutes to 38 minutes = 82 minutes = 2AM and 22 minutes.

Add 1 chelek to 9 chalakim = 10 chalakim.

So the Molad of Teves = 2 hours, 22 minutes, and 10 chalakim on Friday morning.

b. The length of one lunar year (12 months):

12 X 29 days, 12 hours, 44 minutes, 3 1/3 seconds
= 354 days, 8 hours, 48 minutes, 40 seconds

c. The difference between 1 solar year (365 1/4 days) and 1 lunar year (12 months):

	365 days	5 hours	59 minutes	60 seconds
	- 354 days	8 hours	48 minutes	40 seconds
=	364 days	29 hours	59 minutes	60 seconds
	- 354 days	8 hours	48 minutes	40 seconds
	10 days	21 hours	11 minutes	20 seconds

d. Calculating when the spring equinox will occur on the Jewish calendar

Year 1

The difference between the Molad of Nissan and the spring equinox (the Tekufah of Nissan):

0 days 0 hours 0 minutes 0 seconds

Year 2

The difference between the Molad of Nissan and the spring equinox (the Tekufah of Nissan):

10 days 21 hours 11 minutes 20 seconds

(This means that the spring equinox will occur 10 days, 21 hours, etc., later. This will still be before the 15th of the month, so Pesach can fall in that month.)

Year 3

The difference between the Molad of Nissan and the spring equinox (the Tekufah of Nissan):

10 days	21 hours	11 minutes	20 seconds
+ 10 days	21 hours	11 minutes	20 seconds
21 days	18 hours	22 minutes	40 seconds

(This means that the spring equinox will occur 21 days, 18 hours, etc., after the Molad, which means that if that month is Nissan, Pesach will be falling BEFORE the spring arrives. So that month becomes Adar Sheni, the year is a leap year, and Pesach will fall in the following month.)

Year 4

Since Year 3 was a leap year, we do not add 10 days, 21 hours, etc., to the Molad, because that would tell us only how long after the Molad of ADAR the spring falls for Year 4. We want to know how long after the Molad of Nissan it will fall. So we first must find the length of a leap year. Since a leap year has 13 months, we multiply 13 by the length of a month:

$$13 \times 29 \text{ days, } 12 \text{ hours, } 44 \text{ minutes, } 3 \frac{1}{3} \text{ seconds} \\ = 383 \text{ days, } 21 \text{ hours, } 32 \text{ minutes, } 43 \frac{1}{3} \text{ seconds}$$

This is longer than a solar year:

383 days	21 hours	32 minutes	43 1/3 seconds
- 365 days	6 hours		
18 days	15 hours	32 minutes	43 1/3 seconds

This means that the spring equinox falls 18 days, 15 hours, etc., EARLIER on the Jewish calendar than it did the year before. So when there is a leap year, we subtract this amount between the Tekufah (spring equinox) date and the Molad to find the difference between the Tekufah (spring equinox) and the Molad for the next year.

Accordingly, in the fourth year, the Tekufah (spring equinox) falls 3 days, 2 hours, 49 minutes, and 56 2/3 seconds after the Molad, and Pesach (15 days after the Molad) will certainly fall in the spring, so no need for a leap year.

e. The 19-year cycle

12 regular years (lunar calendar):

$$12 \text{ months} \times (29 \text{ days, } 12 \text{ hours, } 44 \text{ minutes, } 3 \frac{1}{3} \text{ seconds}) = 354 \text{ days, } 8 \text{ hours, } 48 \text{ minutes, } 40 \text{ seconds}$$

$$12 \text{ regular years} \times (354 \text{ days, } 8 \text{ hours, } 48 \text{ minutes, } 40 \text{ seconds}) = 4252 \text{ days, } 9 \text{ hours, } 44 \text{ minutes, } 0 \text{ seconds}$$

7 leap years (lunar calendar):

$$7 \text{ leap years} \times (383 \text{ days, } 21 \text{ hours, } 32 \text{ minutes, } 43 \frac{1}{3} \text{ seconds}) = 2687 \text{ days, } 6 \text{ hours, } 49 \text{ minutes, } 3 \frac{1}{3} \text{ seconds}$$

$$\text{TOTAL: } 6939 \text{ days, } 16 \text{ hours, } 33 \text{ minutes, } 3 \frac{1}{3} \text{ seconds}$$

19 solar years

$$19 \times (365 \text{ days, } 6 \text{ hours}) = 6939 \text{ days, } 18 \text{ hours}$$

The difference of 1 hour, 26 minutes, 56 2/3 seconds, is resolved by additional changes being made in certain years, such as adjustments to the lengths of the months of Marcheshvan and Kislev.

1. Alei Shur, vol. I, p. 56

* *
*

דבר אשר כל חכמי האומות התקשו בו עוד בימי הביניים, הוא קביעת הלוח והשוואת חדשי הירח עם שנת החמה. בידי חכמי ישראל היתה ידיעה ברורה בענין עמוק זה; להם היתה בזה קבלה איש מפי איש עד משה רבינו מפי הגבורה. כאשר בטלה קביעת החודש על פי-עדים, גילו חז"ל את סוד המולד וחכמת עיבור השנים ונודע בעולם, כי חשבון השנים על פי התורה בנוי על המחזור של י"ט שנה, שבו משתווים חדשי הלבנה עם שנות החמה. והיתה קבלה בידי חז"ל, שלעולם יקבעו שבע שנות-עיבור בתוך כל מחזור של י"ט שנה. נמצא שיש בכל מחזור 235 חדשים, שהם $2/3$ 6939 יום עם 595 חלקים, ואלה הם 19 שנות החמה בלי תוספת וגרעון. (חשבון זה מבוסס על הידיעה, כי סיבוב הלבנה סביב לכדור הארץ — היינו חודש-הלבנה! — נמשך כ"ט יום י"ב שעות ו-793 חלקי שעה לפי חשבון של 1080 חלקים לשעה).

והנה בערך בזמנו של רבנו הקדוש היה חי באלכסנדריא האסטרונום הגדול פטולימיוס, מחבר ספר האלמגסט שמתוכו למדו אסטרונומיה עד הזמן החדש. כאשר נודע לפטולימיוס זה על מחזור הי"ט שנה והידיעות הברורות בחשבון סיבוב הלבנה וכו' עליהן הוא מתבסס — השתומם מאד, כיצד היתה בידי חכמי ישראל ידיעה שחכמי האומות טרם עמדו עליה, וכתב שזה מוכיח שהיתה ביניהם נבואה. דבר זה מספר ר' יצחק אברבנאל בפרושו על התורה פ' בא עה"פ החדש הזה לכם ראש חדשים ד"ה והלימוד הג' (מביאו וויזל בספרו גן נעול, חדר ז' חלון ה' בהרחב ביאור).

אכן, זוהי ראיה ברורה שהיתה נבואה בישראל וכי התורה היא מן השמים.

* *
*

A matter with which all the scholars of the nations struggled, up until the Middle Ages, was the establishment of the calendar and the reconciliation of the moon-based months with the sun-based year. The Sages of Yisrael had clear knowledge in this profound matter; they received it as a tradition, each person from the mouth of his teacher, going back to Moshe Rabbeinu, who received it from Hashem Himself. Upon the cessation of the practice of establishing the new month based on the testimony of witnesses, our Sages revealed the secret of [the calculation of] the *molad* and the wisdom of the intercalation of the years, and it became known to the world that based on the Torah the calculation of the years is built upon a cycle of 19 years, in which the months of the moon are reconciled with the years of the sun. And it was a tradition received by the Sages that perpetually there would be seven leap-years fixed within every cycle of 19 years. We find that in every cycle there are 235 months, which are $2/3$ 6939 days and 595 *chalakim* – which is exactly the length of 19 solar years, no more and no less. (This calculation is based on the knowledge that one revolution of the moon around the earth – that is, the duration of time of one lunar month – takes 29

days, 12 hours, and 793 *chalakim* of an hour, according to the reckoning of 1080 *chalakim* in every hour.)

And behold, in approximately the era of Rabbeinu ha'Kadosh (Rebbi Yehudah ha'Nasi, 135-220 CE, the redactor of the Mishnah), there was, living in Alexandria, the great astronomer [Claudius] Ptolemy [(100-170 CE)], the author of the book, *The Almagest*, from which scholars studied astronomy until the modern era. When Ptolemy found out about the 19-year cycle and the precise details of the calculations surrounding the moon, etc., on which the cycle is based – he was utterly astounded; how could it be that the Sages of Yisrael possessed knowledge that the scholars of the nations had not yet discovered? And he wrote that *this proves that they (the Sages of Yisrael) had prophecy among them*. This point is related by Rav Yitzchak Abarbanel in his commentary on the Torah, Parshas Bo, on the verse, “This month shall be for you the first of months” (Shemos 12:2), s.v. v'ha'Limud (#3) (cited by Wessely in his book *Gan Na'ul* 7:5, with more elaboration).

Indeed, this is a clear proof that there was prophecy among Yisrael and that the Torah is Divine.

2. Rav Moshe Shapiro zt'l : The deeper meaning behind the ability to synchronize the lunar and solar calendars. (See Additional Resources.)

Additional resources for Class 7:

Understanding the Jewish Calendar. Rabbi Nathan Bushwick, Mozaim Publishing (1989).

A Glimpse of Light: A discussion on the Hebrew Calendar and Judaic Astronomy (Based on Maimonides' Kiddush Ha'chodesh). Julian Schamroth, M.D. Targum Press, 1998

Moon and the Molad of the Hebrew Calendar. Dr. Irv Bromberg's comprehensive mathematical discussions and charts on the calculations of the Molad. <https://kalendis.free.nf/hebrew/molad.htm?i=1>

Rav Moshe Shapiro zt'l, lecture before Rosh Hashanah 5760 (2000), available online at <https://lehavin.org/ראש-השנה-תשס/>.

Additional readings for Class 7

Rav Samson Rafael Hirsch, Bereishis 1:14

... מטרת המאורות היא להאיר בעולם הזה, ומטרה זו אכן מתקיימת במלואה. (במאמר המוסגר נזכיר, שהכינוי "מאורות" מלמדנו שהם נושאי אור, ולא מקורות אור.) אולם הפסוק מדגיש שוב שהם מאורות – רק "ברקיע השמים", בשמים ביחס לארץ. מה הם המאורות כשלעצמם, ואיזה עוד מטרה אולי יש להם, אלה הן שאלות שאינן שייכות לפרשה זו. פרשה זו עוסקת רק בהשפעת המאורות ומטרתם בעולם הגשמי והמוסרי של הארץ. משום כך השמש והירח מוזכרים ראשונים, שכן השפעתם על הארץ נראית לכל. "ואת הכוכבים" – הבאים רק כתוספת, שכן חשיבותם בעולמנו ניכרת פחות. עניין פרשה זו הוא רק לומר, שה' ברא את המאורות הגדולים, שאורם מסדיר את כל החיים על הארץ; וכן גם את הכוכבים; ושהוא קבע את מהלכם וייסד את פעילותם ברקיע השמים....

The purpose of the luminaries is to give light in this world, and this purpose indeed is fully fulfilled. (Parenthetically, we should note that the term מאורות teaches us that they are bearers of light, not sources of light themselves.) However, the verse again emphasizes that they are luminaries only "*in the firmament of the heavens*," that is, in the skies as they relate to the Earth. What the luminaries are in and of themselves, and what other purposes they may have, are questions that are not relevant to this *parshah*. This *parshah* deals only with the influence of the luminaries and their purpose within the physical and moral world of the Earth. For this reason, the sun and the moon are mentioned first, since their influence upon the Earth is clearly evident to all. "*And the stars*" are mentioned only afterward, as an addition, because their significance in our world is less apparent. The subject of this *parshah* is only to declare that Hashem created the great luminaries, whose light regulates all life on Earth, as well as the stars; and that He ordained their courses and established their functions in the firmament of the skies.