

CLASS 4

III. Solar astronomy

- A. A brief note on Heliocentrism/Geocentrism
 (See Class 3)
- B. The Sun – Hashem’s immensely powerful creation and man’s confusion
 (See Class 3)
- C. The Sun – its role in establishing Halachic time (hours, days, and seasons)
 (See Class 3)
- D. Halachic approaches to calculating sunrise, sunset, midday, dawn, and nightfall

1. Sunrise

"Hanetz ha'Chamah" – הנץ החמה – in Hebrew.

Tosfos Yom Tov, Berachos 1:2:

הנץ החמה. הוא מלשון הנצו הרמונים (שיר השירים ו'א, ז'ג), כלומר עד שעה שהחמה מתחלת לזרוח בראשי ההרים. הר"י וכו"פ בערוך.
Hanetz ha'Chamah. This is from the expression, “*hanitzu ha'rimonim*” (“*the pomegranates have blossomed*”; Shir ha'Shirim 6:11, 7:13). That is, until the time at which the sun begins to shine on the tops of the mountains.

a. Shulchan Aruch, Orach Chaim 58:1

נח הלכות קריאת שמע וברכותיה. וכו' סעיפים:
 א * זמן קריאת שמע של שחרית משיראה את חבריו
 הרגיל עמו קצת ברחוק ד' אמות ויכירנו ב' ונמשך זמנה
 עד סוף א' (א) ג' שעות (א) * שהוא רביע היום ג' ומצוה
 מן המוכרח לקרותה בוותיקים (פ"י תלמידים. ורש"י פ"י אנשים
 עניים ומחבבים המצות) שהיו מכוונים לקרותה א' מעט קודם
 הנץ החמה (פ"י יציאת החמה כמו הנצו הרמונים) כדי שיסיים ק"ש
 וברכותיה עם הנץ החמה ויסמוך לה התפלה מיד בהנץ
 החמה ד' ומי שיוכל לבוין לעשות כן * שכרו מרובה מאד:
 הגה * שיעור הנץ החמה הוא כמו ב' שיעור שעה (ב) אחת קודם שיעלה כל גוף השמש על הארץ (מיימוני פ"א):

ק"ש ומשפט מנוח וכו' זמן מניין שיעור
 לקרות דרך וע"כ כתב כאן (°) העור
 להחזיק בדרך ולקמן כ' רוצה ללכת לדרך
 וכמ"ס ב"י בשם מהר"א ומו"ח ז"ל רצה
 לחלוק על חילוק זה אלא דהכ' מייירי שאפשר
 לקרות ולהתפלל בביתו קודם יציאתו מה
 שא"כ לקמן דא"א לעשות שניה ואין חילוק
 זה נכון דכשארין גדודי חיות בדרך ודאי
 אין שום היסור לקרות עד שיהי' הזמן של
 הגה * שיעור הנץ החמה הוא כמו ב' שיעור שעה (ב) אחת קודם שיעלה כל גוף השמש על הארץ (מיימוני פ"א):

§58. The Laws of the Recitation of Shema and its Blessings

א) The time of reciting the morning Shema is from when one can see a slightly familiar friend at a distance of four Amos and recognize him. Its time continues until the end of three [halachic] hours, which is a fourth of the daytime.

The choicest way to fulfill the Mitzvah is to read it like the *vatikim* (or “students,” and Rashi explains “humble people who cherish the Mitzvos”), who were careful to recite it shortly before *hanetz ha’chamah* (the emergence of the sun, as in the verse, “the pomegranates have blossomed”), so that one will finish the recitation of the Shema and its blessings with *hanetz ha’chamah*, and adjoint to it the Shemoneh Esreh immediately at *hanetz ha’chamah*. Whoever is able to be careful to do this, his reward will be very great. Rema: The measurement of *hanetz ha’chamah* is like the measurement of one hour before the entire body of the sun has ascended above the land.

Alternate texts of the Rambam (Hilchos Kri’as Shema 1:11) quoted by the Rema:

1) The text as it appears in our editions of the Rambam (and the text supported by the Divrei Yosef, page 65b):

מִצְוַתָּה שִׁיתְחִיל לְקִרְוֹת קֹדֶם הַנֶּץ הַחֲמָה כְּדִי שִׁיגְמֹר לְקִרְוֹת וּלְבָרֵךְ
בְּרָכָה אַחֲרוֹנָה עִם הַנֶּץ הַחֲמָה. וְשִׁיעוּר זֶה כְּמוֹ שֶׁנֶּאֱמַר קֹדֶם שֶׁתַּעֲלֶה
הַשֶּׁמֶשׁ.

2) Text of the Kesef Mishnah, quoting Mahari Abuhav (early 1400’s), from older manuscripts of the Rambam:

"וְשִׁיעוּר זֶה כְּמוֹ עֲשׂוֹר שֶׁנֶּאֱמַר קֹדֶם שֶׁתַּעֲלֶה הַשֶּׁמֶשׁ."

3) Text of the Vilna Gaon (Orach Chaim 58):

"וְשִׁיעוּר זֶה כְּמוֹ שְׁלִישׁ עֲשׂוֹר שֶׁנֶּאֱמַר קֹדֶם שֶׁתַּעֲלֶה הַשֶּׁמֶשׁ."

b. Shulchan Aruch, Orach Chaim 89:1

הלכות תפלה

פֶּטַח הַלְכוֹת תַּפִּלָּה וּזְמַנָּהּ. וְכו' ח' סעיפים:

א * זמן תפלת השחר מצותה שיתחיל א עם הנץ (ב) החמה
כדכתיב יראוך עם שמש * ב ואם התפלל ב משעלה
(ג) עמוד השחר ג והאיר פני המזרח יצא ג ונמשך זמנה
עד סוף ד' שעות * שהוא ד שליש (ג) היום ד ואם טעה
או עבר והתפלל אחר ד' שעות עד חצות אע"פ שאין לו
שכר כתפלה בזמנה שכר תפלה מיהא איכא: הגה (א) ה' ואחר
חלות אסור (ז) להתפלל תפלת שחרית (ב"י בשם הרשב"א פרק תפלת השחר)
וע"ל ריש סימן ק"ח:

§89. The Laws of [the Morning] Prayer and its Proper Time

⌘) The time for the morning Tefillah (Shemoneh Esreh) – its law is that it should begin with *hanetz ha'chamah*, as it is written, “They will revere You with the sun” (Tehillim 72:5).

If one prayed [Shemoneh Esreh] from when “the pillar of the morning” went up (i.e., dawn) and the eastern horizon has become lit up, he has fulfilled his obligation.

Its time continues until the end of four hours, which is a third of the daytime.

If one erred or intentionally transgressed and prayed after the fourth hour, [if he prayed] until midday – even though he does not have the same reward as for praying at the proper time, there nevertheless is still the reward for prayer. *Rema*: And after midday it is forbidden to pray the morning Shemoneh Esreh.

c. Sunrise: When the top of the sun appears, or when the entire sun appears?

1) When the top of the sun appears

ד"ה כמו שיעור שעה אחת, *Bi'ur Halachah* to Shulchan Aruch, Orach Chaim 58:1,

בסימן ל' (יז) יוצר אור. והמ"א ופמ"ג פסקו דאין לומר יוצר אור כ"כ
בהשכמה עד שיכיר בין חכלת ללבן והוא הזמן דעד שיראה חצירו ברחוק
ד"א הנ"ל גם בציאור הגר"א מזכיר מהמ"א ובלא"ה צריך לבחילה
להמחין אם יוכל מחמת מלות חפילין וכנ"ל: ד (יח) עמוד השחר י"א
דעמוד השחר הוא מעט קודם שהאיר פני המזרח וי"א דעמוד השחר
נקרא משהאיר פני המזרח ועיין בזה"ל זה הזמן הוא קודם הזמן דמשיראה
את חצירו הנ"ל בס"א: (יט) יצא. דמקל"ת אנשים קמים בצאתו הזמן
לדבריו דכן החמה היא הנקודה הראשונה מהחמה שמתחלת להתנונץ על העולם וזהו ראו ושמענו שנהגין כן כהיום הנהגין כוותיקין וכן מוכח לדניא בספר
מגן גצרים בזה"ל סוף סק"ד. ובספר תפארת ישראל ראיתי שכתב דכן החמה הוא י' מוטע קודם עלות כל גוף השמש על הארץ ולא יצא טעמו ומקורו ואולי
ט"ס הוא וז"ל ו' מינוט דהוא עשור שעה. אח"כ מנאמי כן בזה"ל בירושלמי פ"ק דברכות שכן החמה הוא העם שהחמה מתחלת לזרוח על ראשי ההרים כחרי"י
והערוך הנ"ל וגם ברש"א פ"ק דברכות מוכח להדיא כן ומוצא הירושלמי הזה ברמב"ן במלחמות פ"ק מכל אלה מוכח להדיא שהדין כמו שכתבנו למעלה:

From all that we have discussed at length above, it is evident that *hanetz ha'chamah* is called the moment when the beginning of the sun's shining is recognizable upon the world, as we quoted above in the name of Rabbeinu Yonah and the Aruch, as cited by the Tosfos Yom Tov.... See the introduction to the Gra's commentary, and see in the *Damesek Eliezer* the reasoning and source of his words, from which it is clear that *hanetz ha'chamah* is the first point of the sun which begins to shine upon the world. And this is what we have seen and heard that is the practice of those people who follow the custom of the *vasikin*.... I later found explicitly in the Talmud Yerushalmi, first chapter of Berachos, that *hanetz ha'chamah* is the time when the sun begins to rise upon the tops of the mountains, as the Rabbeinu Yonah and the Aruch above wrote. And also in the Rashba, first chapter of Berachos, it is clearly proven so, and the Yerushalmi is cited by the Ramban (first chapter, Milchamos). From all these sources it is clearly proven that the law is as we wrote above.

2) When the entire sun appears

Ish Matzliach (Rav Matzliach Mazuz *zt'l Hy'd*, 1912-1971, Tunisia),
quoted by Yalkut Yosef, Orach Chaim 89:3

ג) אין לצבור להסתכל למרום ולצפות לזריחה, ולהתפלל מיד, אלא הנכון הוא להתפלל בזמן נץ החמה על פי הלוח ושעון מדוייק. וזמן תפלת ותיקין הוא מיד כשניכרת תחלת זריחת השמש על העולם, ולא כשיוצא כל גלגל החמה. [ואף שבשו"ת איש מצליח ח"א דף סג ע"ב כתב, דזמן הנץ לאחר שכל גלגל החמה יצא על הארץ, הנה מדברי הראשונים מבואר דזמן התפלה הוא כשהתחיל גלגל החמה להיראות, וכלשוננו של ספר האשכול (ח"א עמו' י) "תחלת הראות פניה", ולא כתב "כל פניה". וכ"ד הרא"ש, ותוס' ושטמ"ק וריטב"א ביומא, ותוס' ר' יהודה החסיד, והטור (סי' נח) וע"ש בב"י בשם מהר"י אבוהב, וכ"ד הרמ"ע מפאנו (סי' א'), ובשאגת אריה (סי' ה') והפר"ח (סי' נח סק"א). ואין להידחק בביאור לשונות הראשונים דהיינו לאחר שיצא כל גלגל החמה, אלא הפשט לא יופשט, דהיינו שהתחיל הנץ, וכדברי הראשונים האחרונים הנ"ל להדיא].

It is not proper for the congregation to look toward the sky and wait for the sunrise, and then pray immediately. Rather, the correct practice is to pray at the [published] time of *hanetz ha'chamah* according to the calendar and an accurate clock. And the time for the *vatikin* prayer is immediately when the beginning of the sun's rays become visible upon the world, and not when the entire disk of the sun has emerged. [Even though the responsa *Ish Matzliach* (vol. 1, p. 63b) wrote that the time of *hanetz ha'chamah* is after the entire disk of the sun has emerged upon the earth, from the words of the *Rishonim* it is clear that the time of prayer is when the disk of the sun *begins* to appear, as is the language of *Sefer ha'Eshkol* (vol. 1, p. 10), "... the beginning of the appearance of its face," and he did not write, "... its whole face." And so wrote the Rosh, Tosfot, Shitah Mekubetzet, the Ritva in Yoma, Tosfos of Rabbeinu Yehudah ha'Chassid, the Tur (#58); see there in the Beit Yosef in the name of Mahari Abuhav. So wrote the Rama mi'Pano (#1), the Sha'agat Aryeh (Siman 5), and the Pri Chadash (Orach Chaim 58:1)....]

3) Calculating the time it takes for the sun to rise

$$360^\circ / 24 \text{ hours} = 15^\circ \text{ per hour}$$

$$15^\circ \text{ per hour} = 15^\circ / 60 \text{ minutes} = 0.25^\circ \text{ per minute}$$

Since the sun moves at 0.25° per minute, and the apparent diameter of the sun is 0.5° , from the time the tip of the sun appears until the entire sun appears is 2 minutes:

$$0.5^\circ / 0.25^\circ = 2 \text{ minutes (plus correction for slant)}$$

d. Sunrise: When the sun rises above the eastern horizon, or when the sun rises above the mountains to the east?

1) When the sun is seen by the observer over the nearest mountains

Divrei Yosef – Tevu'os ha'Shemesh (p. 66b)

ב' אם נקרא: זאת השמש ע"פ ערך המקום אשר הוא עומד עליו
ולעומד למעלה מחנו זאת השמש קודם ולעמוד מתחתיו יאחר
זמן זאת השמש: או נקרא זאת השמש לפי האופק המקו' שהוא ולא
נשגיח על מקום עמדו ואם כן אם יראה השמש על ראשי ההרים
כבר הוא זה"ש הע"פ שבמקום אשר הוא עומד עליו לא יראה
עדיין כ"א אחר זמן מה :

[The second question that needs to be investigated is:] Is sunrise based on the location where the person is standing, such that someone standing higher will have an earlier sunrise, and someone standing lower will have a later sunrise? Or is sunrise based on the horizon of that place, and it does not matter where the person is standing...?

Ibid. (p. 67a)

לבן יראה לי שלא נקרא זה"ש כ"א בשעת שהוא רואה פלות
השמש ממש לא בשעת שראי' נצויותי' על ההרים : ומה שמכר
בירושלמי והתוספת' הג"ל שהשמש מטפסת על ראש ההרים הבני'
על ראש ההרים שהם בצד המזרח ור"ל שכבר החל השמש לזאת
מהאופ' לפני פינו והוא עומד לפני השמש ממש :

... Therefore, it appears to me that it is not considered sunrise except at the moment that the person sees the sun itself, and not when he sees merely its rays upon the mountaintops (i.e., when the sun comes up over the eastern horizon which is not in view of the observer)....

2) When the sun is visible above the mountains to the distant east (even though it is not visible above the mountain very nearby)

a) Maharil Diskin, quoted in Sefer ha'Nivreshes (p. 58b)

זה"י הידיעה. ולא חנורו כשזרחת על הרים גבוהים. — ולא חנורו
הזריחה (פעהיק צקין) דהיינו הסר הזיחית לריכ"ו ודאי לנכית. צשציל
סהו קרוצ חלינו צמאוד. חצל הסרי ויחצ. חצ"י שלפי מרחית
עין גם הס נראים כחצכצים וחצקים חת הזריחה. חעצ"כ חין
לריכים לנכות חודות חחונה. כי חחוקים הס חחחנו יוחר חחחלך
יוס ח. יעוד. חלח חחשצין יכול לחכחש חת חחחית עין. חצל חין
חחחית עין יכול לחכחש חת חחשצין. וגם חחשצין חחחור נרא ח לי
סנכון חו. עכ"ל :

... -- Regarding that which blocks the sunrise (here in the holy city in the summer), which is the Mount of Olives, we certainly need to ignore its effect (i.e., to consider it as if it is not there), because it is very close to us. But the Mountains of Moab – even though to the eye they also seem to block the sunrise, nevertheless we do not need to make any correction for them (i.e., to consider them as if they are not there), because they are far away from us, more than the distance that it takes to walk in one day....

b) Sefer Minhagei Beit ha'Knesset Chazon Ish (Lederman), p. 25, Rav Elchanan Cohen

ח כן א"ל הגר"ק, שכן נהגו אצל מרן
החזו"א. וא"ל הגר"ק שהחזו"א סבר
שחין להתפלל לפי הנץ האסטרונומי
אלא לפי הנץ הנראה, אלא שהרים
שחנים חחוקים חין מתחשבים בחם,
וכחילו חנים קיימים לענין זה. וכח
פעמים באו לפני הגר"ק לאחר
חזמנים, ולא הסכים לשנות.

This is what ha'Gaon Rav Chaim Kanievsky [zt'l] said to me, that so was the practice of our teacher, the Chazon Ish. And Rav Chaim Kanievsky told me that the Chazon Ish maintained that one should not pray according to the time of astronomical sunrise, but rather according to the observable sunrise, but that the mountains which are not far away are not taken into consideration, and it is as if they do not exist for this matter....

c) Calculating the effect of the distant mountain range on the time of observable sunrise in Jerusalem:

Mt. Nevo: 802 meters (2,631 ft) high
52 kilometers (or 32 miles) due east of Yerushalayim

Har ha'Bayis: 735 meters high (2,411 ft) high

Difference in height: $802 - 735 = 67$ meters

$$\theta = \arctan(67/52000)$$

$$\theta = 0.073822^\circ$$

∴ If the sun moves 1 degree every 4 minutes,
then it moves 1/10th of a degree in 1/10th
of 4 minutes, or 24 seconds.

e. Sunrise and sunset for the purpose of calculating the variable hours and times of prayer

Rav Shlomo Zalman Auerbach zt'l (quoted by Ha'Zmanim ba'Halachah, p. 124)

יש להדגיש דאף לנוקטים דהנץ החמה, לענין תפלת שחרית כותיקין, הוא הנצת החמה הנראית בראשי ההרים (ראה לעיל פרק ז סעיף ו). מ"מ "תחילת היום" לענין מנין השעות אינו תלוי בהנץ החמה זה, אלא בהנץ החמה החשבוני. שכן השעות אינן תלויות בתחילת היראות השמש דוקא, אלא גם במצב עמידת השמש בארבע שעות (שהצל צונן, ברכות כז, א), חצות (חמה באמצע הרקיע) וכו'. ולולא כך – אם השעות ימנו מהזריחה שבראשי ההרים עד שקיעה באופק פתוח – ארבע שעות וכן חצות היום וכו', לא יחולו בזמנם הטבעי.^{50*}

^{50*} ר"ש איערבך, קובץ "שערי ציון" (אלול תשמח) במאמרו "בענין זמני היום והלילה"

We must emphasize that even those who maintain that ha'netz ha'chamah, with regard to the prayer of Shacharis at the time of *vasikin*, is considered to be when the sun becomes visible to the observer over the tops of the mountains, nevertheless the "the beginning of the day" with regard to calculating the hours is not based on this ha'netz ha'chamah, but rather on the astronomical sunrise. This is because the [halachic] hours do not depend solely on the beginning of when the sun can actually be seen, but rather also on the position of the sun at one-third of the day, and at midday (when the sun is at the middle of the sky), etc. If the [halachic] hours would be calculated from when the sunrise is seen over the mountains until the sunset in an open horizon, then the fourth hour and so too midday would not occur in their natural times.^{50*}

^{50*} Rav Shlomo Zalman Auerbach [zt'l], *Kovetz Sha'arei Tziyon* (Elul 5788), in his article entitled, "On the subject of the times of the day and the night."

Additional resources for Class 4:

Divrei Yosef – Tevu'os ha'Shemesh (Hebrew). Rav Yehosef Schwartz. Jerusalem, 1843. Available at: <https://hebrewbooks.org/pdfpager.aspx?req=31703>

Nivreshes l'Netz ha'Chamah b'Tziyon (The Chandelier for the Sunrise in Zion) (Hebrew). Rabbi Chiya David Spitzer, Jerusalem, 1898 (reprinted in 2002). Available at: <https://hebrewbooks.org/pdfpager.aspx?req=6213>

Sefer Bein ha'Shemashos (Hebrew). Rav Yechiel Michal Tukachinsky, Jerusalem, 1929.

Ha'Zemanim ba'Halachah (Calculating the Times in Halachah) (Hebrew). Rabbi Chaim Benish, Bnei Brak, 1996.

Hi Chochmaschem – ha'Astronomiya b'Halachah (For It is Your Wisdom – Astronomy in Halachah) (Hebrew). Rabbi Yoel Shilo, 2014.

Mi'Mizrach Shemesh – Zman ha'Tefillah b'Hanetz ha'Chamah (From the East is the Sun – the Halachic Time of Prayer at Sunrise) (Hebrew). Rabbi Yoel Shilo, 2021. Available at: <https://hebrewbooks.org/55250>