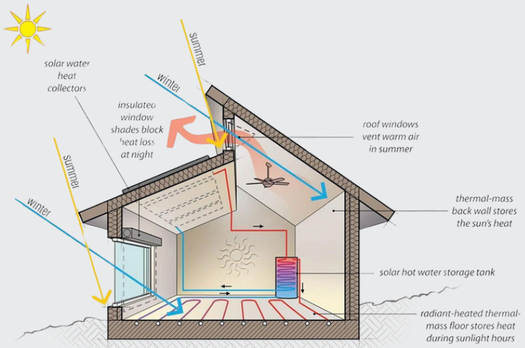
CHƯƠNG 1

CÁC PHƯƠNG THỨC TRUYỀN NHIỆT, KHÍ HẬU VÀ CON NGƯỜI.



VÕ THANH HUY

1.2. Khí hậu và con người

1.2.1. Mặt trời và bức xạ mặt trời

1.2.1.1. Trái đất quay quanh mặt trời

(khoảng ngày 23/9), góc chiếu sáng song song với xích đạo, tạo ra ngày Thu phân - ngày và đêm dài bằng nhau

góc chiếu sáng tạo với xích đạo nghiêng về phía Bắc, tạo ra ngày Hạ chí ở Bắc Bán cầu - ngày dài nhất và ngày Đông chí ở Nam Bán cầu - ngày ngắn nhất.

góc chiếu sáng nghiêng về phía Nam của xích đạo, tạo ra ngày Đông chí ở Bắc Bán cầu - ngày ngắn nhất và ngày Hạ chí ở Nam Bán cầu - ngày dài nhất.

Bắc bán cầu, Hạ chí 21/6

23.27°

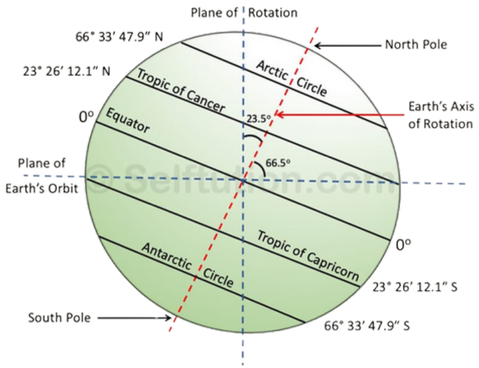
Bắc bán cầu, Đông chí 22/12

66.33°

1/2,200,000,000

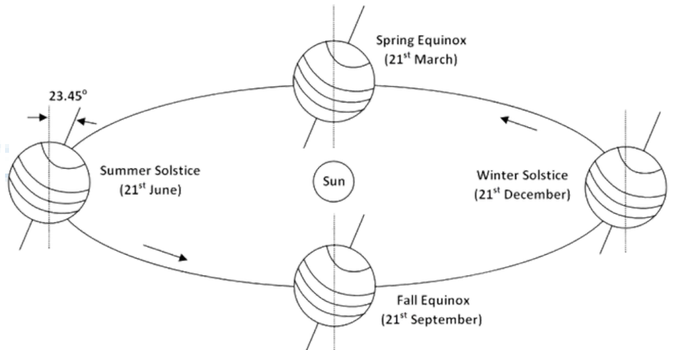
6000°C

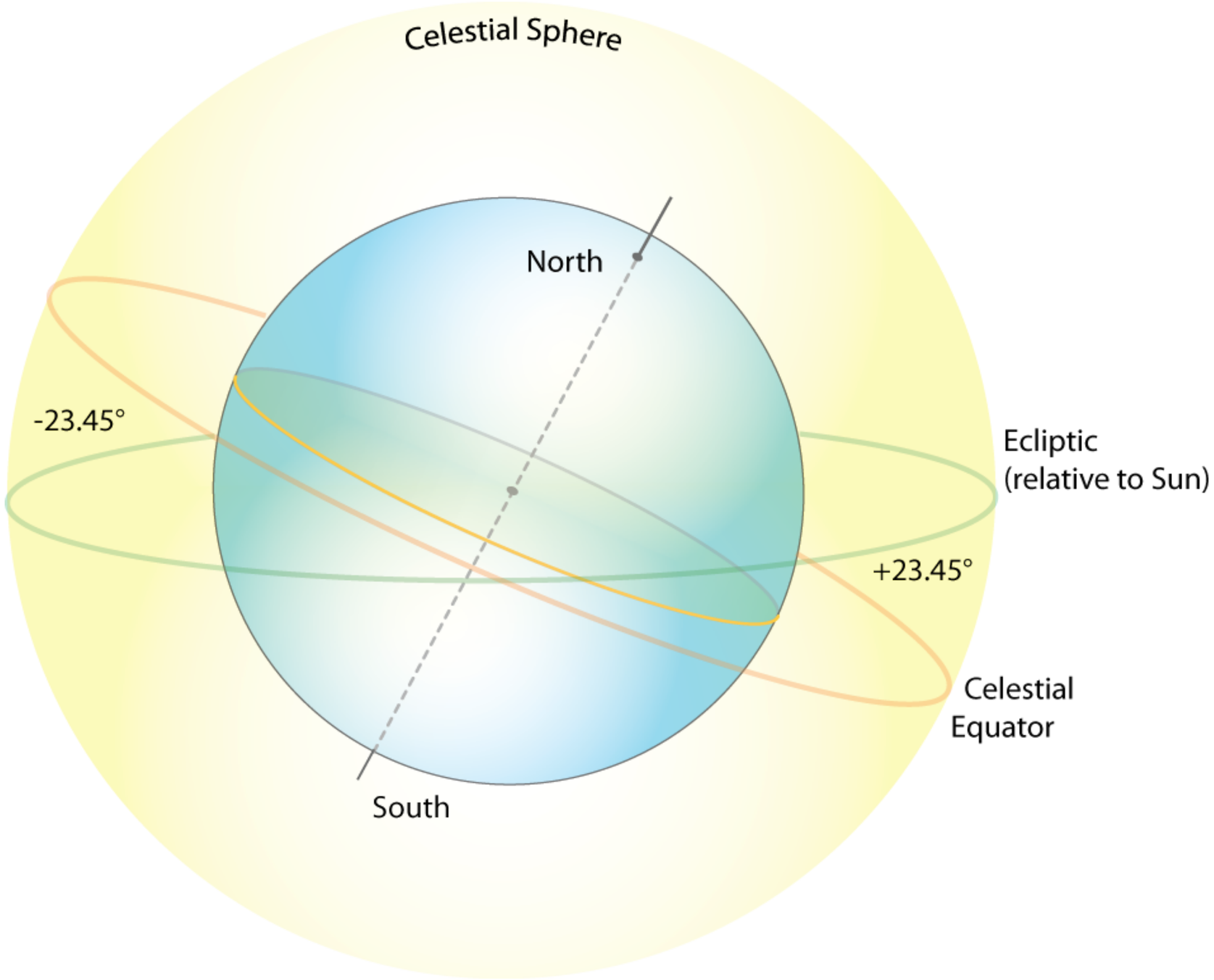
(khoảng ngày 21/3), góc chiếu sáng lại song song với xích đạo, tạo ra ngày Xuân phân - ngày và đêm dài bằng nhau.

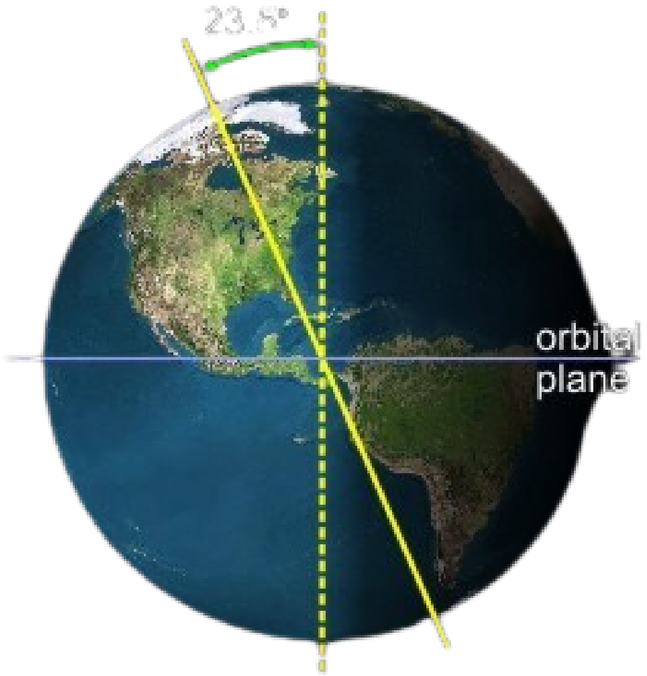


Quỹ đạo mặt trăng quanh trái đất

Quỹ đạo trái đất quanh mặt trời

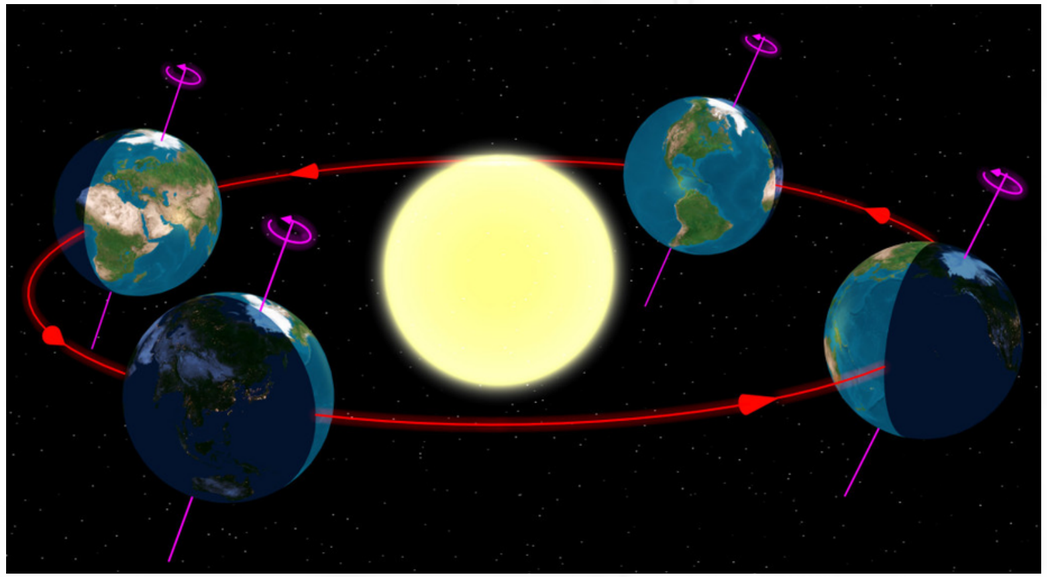


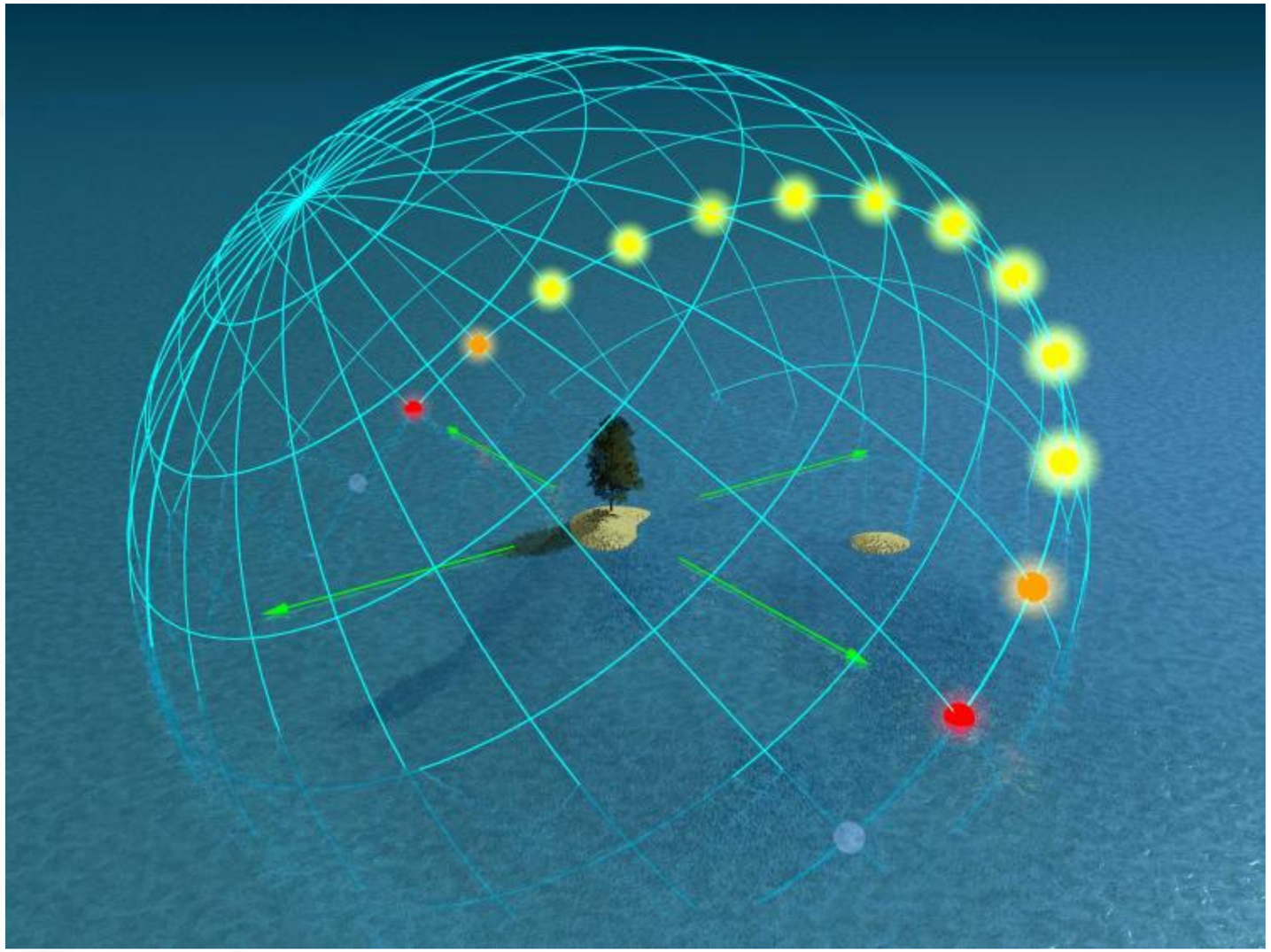




Trục quay của Trái Đất nghiêng một góc 23.5 độ so với phương thẳng đứng, vuông góc với mặt phẳng quỹ đạo của hành tinh chúng ta xung quanh Mặt Trời.

1.2.1.2. Chuyển động biểu kiến của mặt trời

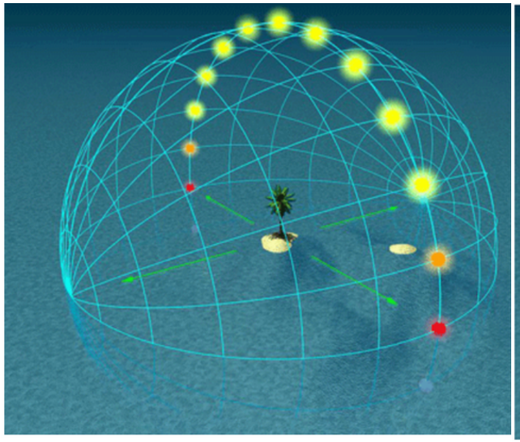




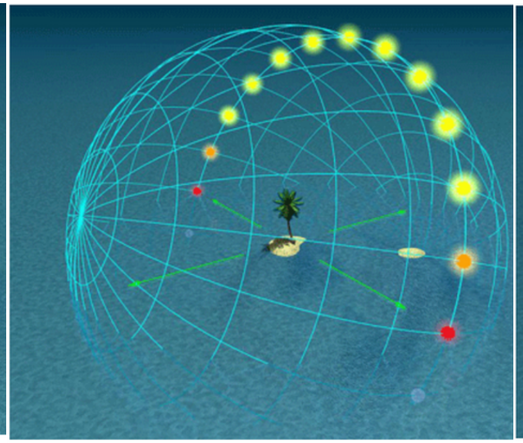
Quỹ Đạo Mặt Trời (Solar Path)

- Vĩ Độ (Latitude) φ: Vị trí bắc hoặc nam từ xích đạo, ảnh hưởng đến góc chiếu sáng của Mặt Trời và độ dài của ngày.
- Xích Vĩ (Declination) δ: Góc giữa tia Mặt Trời với mặt phẳng xích đạo, thay đổi trong năm và tạo ra các mùa.
- Góc Giờ (Hour Angle) Z: Đo lường thời gian dựa trên vị trí của Mặt Trời, tăng 15° mỗi giờ.

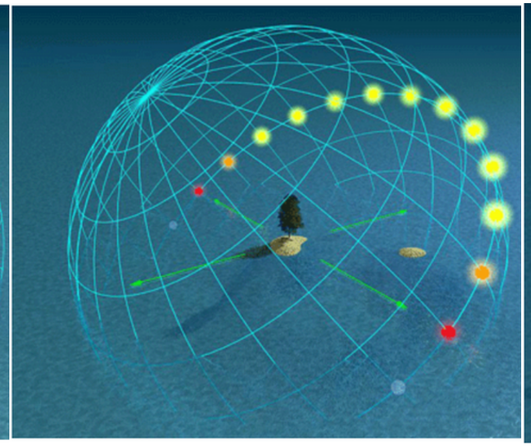
https://www.pveducation.org/sites/default/files/PVCDROM/Properties-of-Sunlight/Animations/sun-path/sun-path_HTML5.html



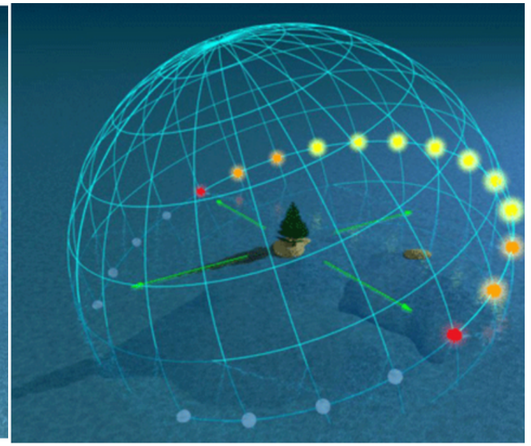
The day arc of the Sun, every hour, during the equinoxes as seen on the sky dome, from the equator. Also showing 'twilight suns' down to -18° altitude. Note the Sun in the zenith at noon and that the tree's shadow is cast straight down, i.e. it stands in the center of its own shadow.



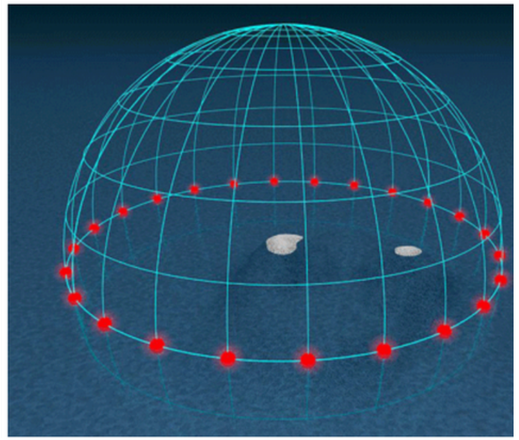
The day arc of the Sun, every hour, during the equinoxes as seen on the sky dome, from 20° latitude. Also showing 'twilight suns' down to -18° altitude.



The day arc of the Sun, every hour, during the equinoxes as seen on the sky dome, from 50° latitude. Also showing 'twilight suns' down to -18° altitude.



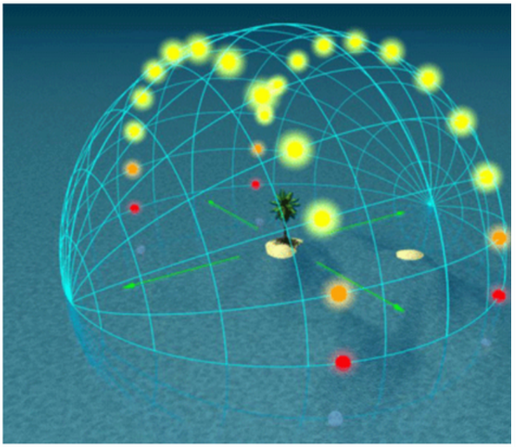
The day arc of the Sun, every hour, during the equinoxes as seen on the sky dome, from 70° latitude. Also showing 'twilight suns' down to -18° altitude.



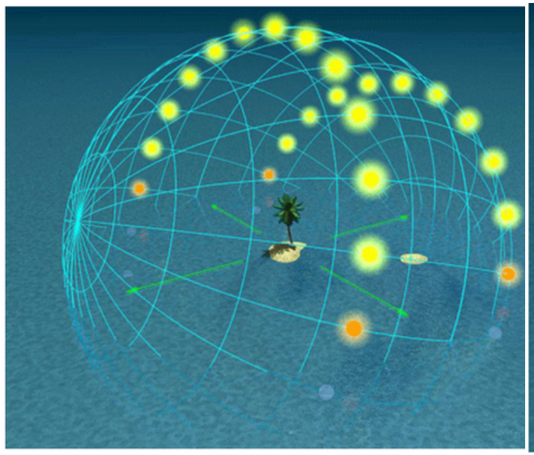
The day arc of the Sun, every hour, during the equinox as seen on the sky dome, from the pole.

Solar Equinox

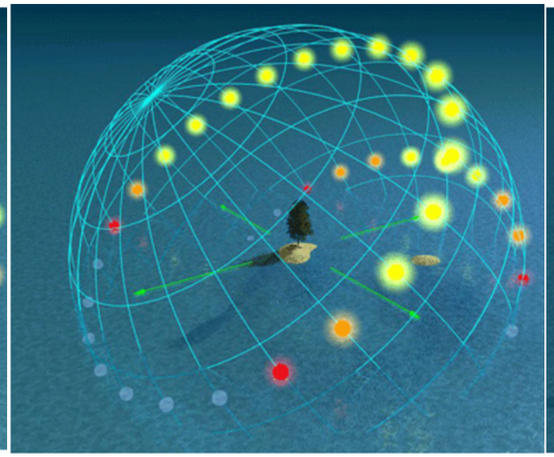
21/3 và 23/9, khi Mặt Trời di chuyển qua bầu trời sao cho ngày và đêm có chiều dài bằng nhau trên toàn thế giới



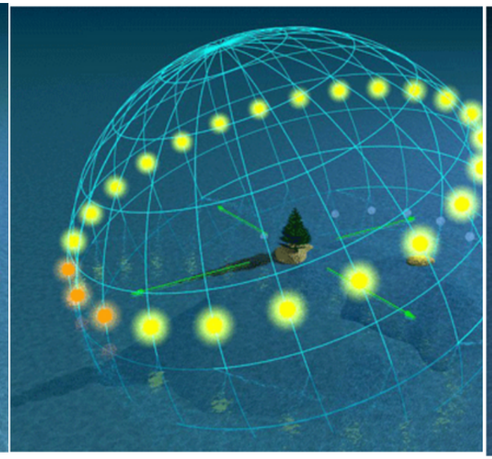
The day arc of the Sun, every hour, in the two solstices as seen on the sky dome, from the equator. Also showing 'twilight suns' down to -18° altitude.



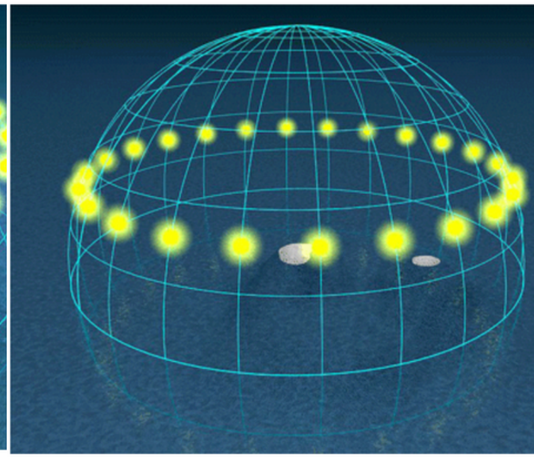
The day arc of the Sun, every hour, in the two solstices as seen on the sky dome from 20° latitude. Also showing 'twilight suns' down to -18° altitude.



The day arc of the Sun, every hour, in the two solstices as seen on the sky dome, from 50° latitude. Also showing 'twilight suns' down to -18° altitude. Note the 'grey nights' in summer.



The day arc of the Sun, every hour, in the two solstices as seen on the sky dome, from 70° latitude. Also showing 'twilight suns' down to -18° altitude.

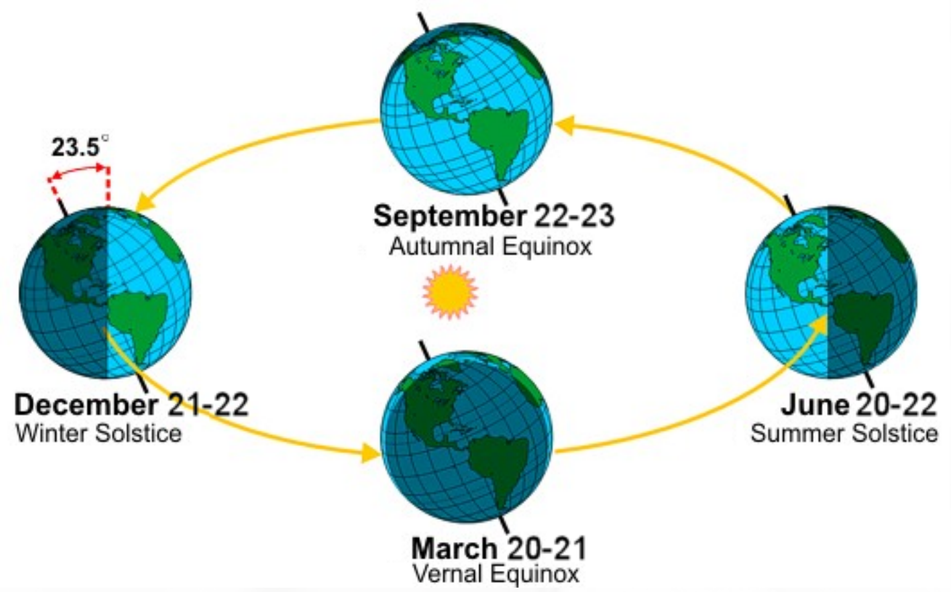


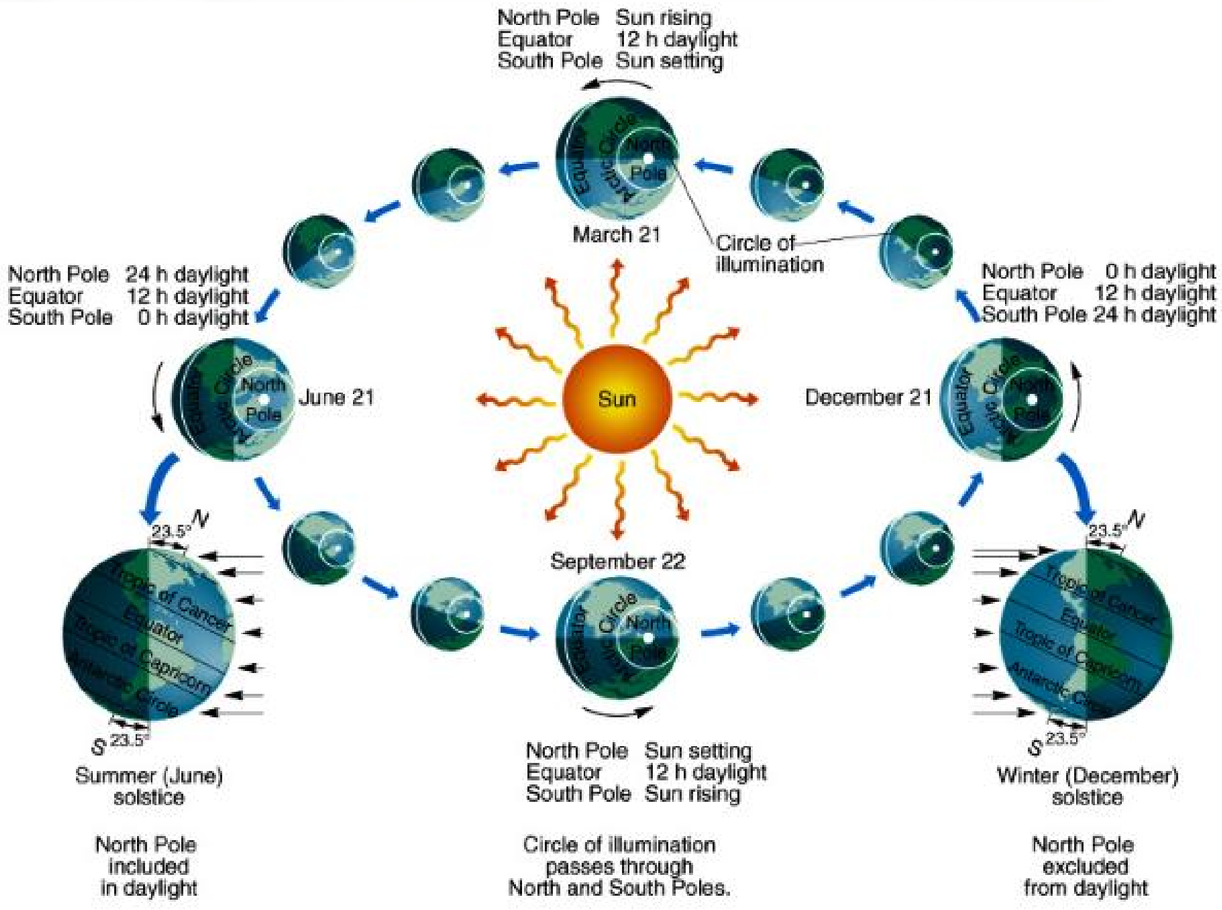
The day arc of the Sun, every hour, during the summer solstice as seen on the sky dome, from the pole.

Solar Solstice

21/6, Mặt Trời không bao giờ lặn hoàn toàn ở các vùng cực và có thể nhìn thấy trên bầu trời suốt cả ngày.

1.2.1.2. Chuyển động biểu kiến của mặt trời





Mùa và Ngày Đặc Biệt (Seasons and Solstices)

- Hạ Chí (Summer Solstice): Ngày dài nhất trong năm ở Bắc Bán cầu, khi Mặt Trời chiếu nghiêng về phía bắc nhất.
- Đông Chí (Winter Solstice): Ngày ngắn nhất ở Bắc Bán cầu, khi Mặt Trời chiếu nghiêng về phía nam nhất.
- Phân (Equinox): Xuân phân (Vernal Equinox) và Thu phân (Autumnal Equinox), khi ngày và đêm có độ dài bằng nhau trên toàn thế giới.

Mỗi giờ tương ứng với việc Trái Đất quay được 15°, Khi Trái Đất quay một cách mà tia sáng Mặt Trời dịch chuyển +1° kinh độ từ Đông sang Tây, thì mất 4 phút thời gian.

- 1 giờ = quay 15° Trái Đất
- 4 phút = quay 1° Trái Đất

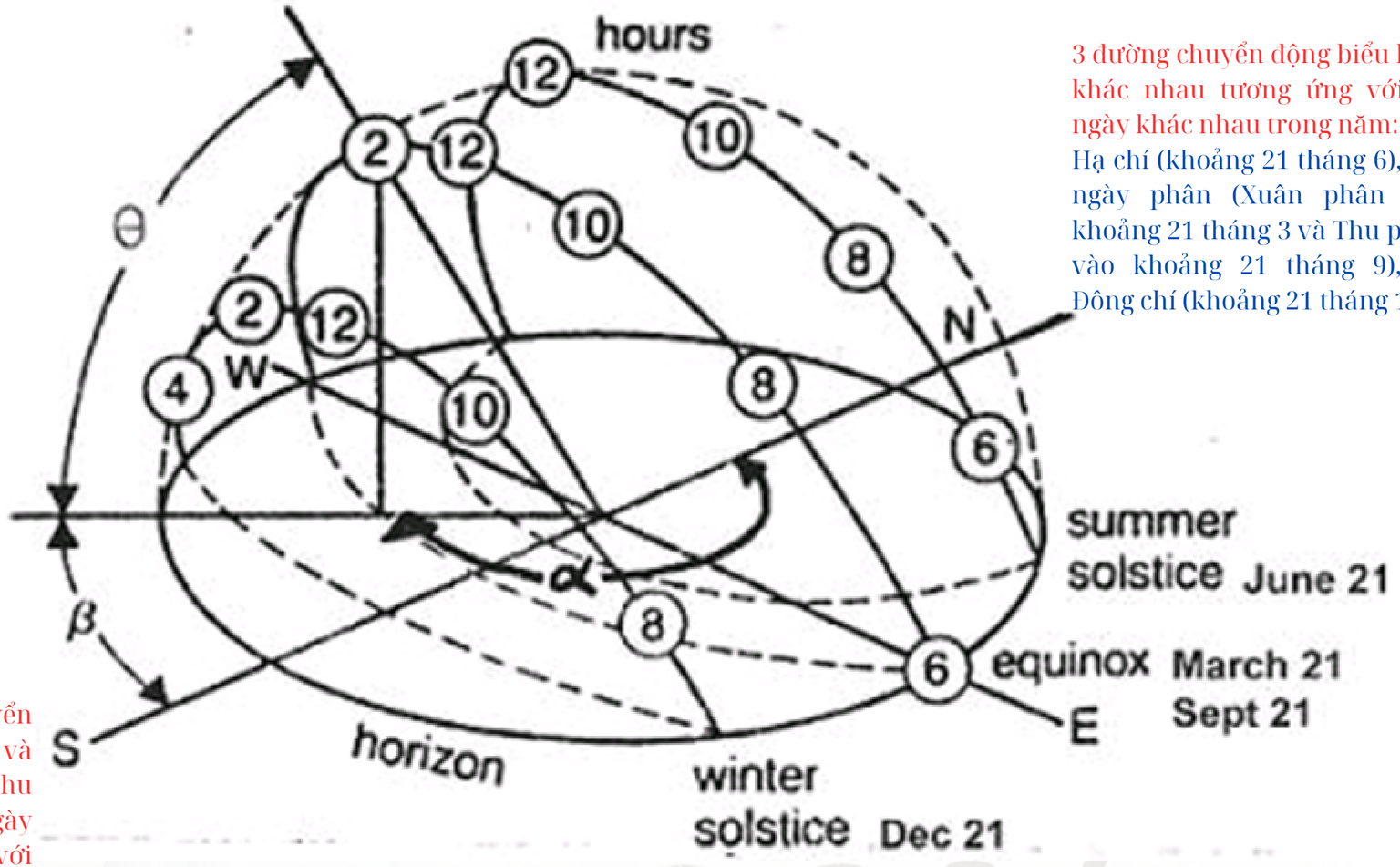
https://www.pveducation.org/sites/default/files/PVCDROM/Properties-of-Sunlight/Animations/sun-path/sun-path_HTML5.html

1.2.1.2. Chuyển động biểu kiến của mặt trời

Giờ Mặt Trời và Giờ Hành Chính (Solar Time and Standard Time)

- Giờ Mặt Trời (Solar Time): Dựa trên vị trí của Mặt Trời trên bầu trời, không trùng với giờ hành chính mà chúng ta sử dụng hàng ngày.
- Giờ Hành Chính (Standard Time): Được quy định theo kinh tuyến chuẩn để tạo thuận tiện cho sinh hoạt và kinh doanh.

Mặt Trời được coi là di chuyển đều quanh Trái Đất (theo quan điểm biểu kiến từ Trái Đất) và cứ mỗi giờ sẽ di chuyển một cung tương ứng với 360∘/24=15∘.
Giờ được tính theo cách này được gọi là giờ trung bình của Mặt Trời, hay còn gọi tắt là giờ Mặt Trời. Điều này giải thích vì sao giờ địa phương thay đổi dựa trên vị trí của Mặt Trời: khi Mặt Trời ở cao nhất trên bầu trời, đó là giữa trưa địa phương.



3 đường chuyển động biểu kiến khác nhau tương ứng với ba ngày khác nhau trong năm:
Hạ chí (khoảng 21 tháng 6), các ngày phân (Xuân phân vào khoảng 21 tháng 3 và Thu phân vào khoảng 21 tháng 9), và Đông chí (khoảng 21 tháng 12).

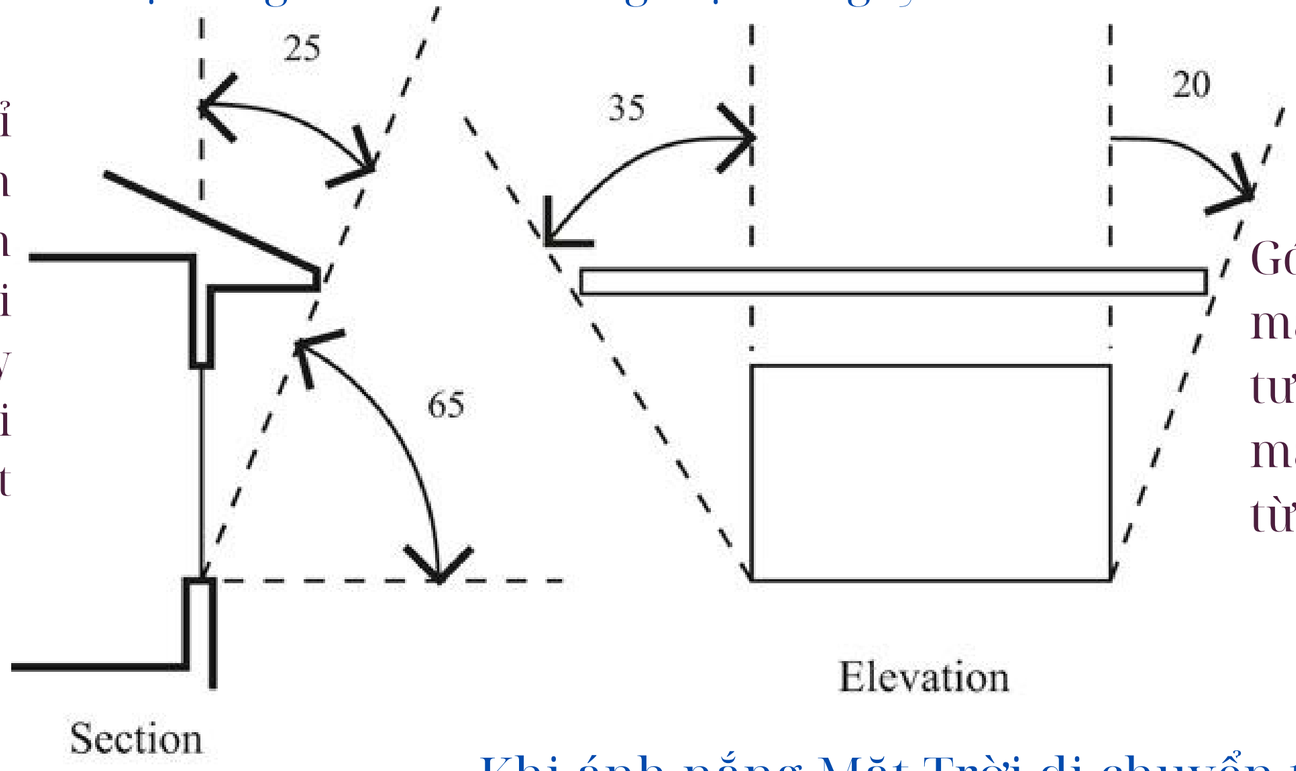
Khi nhìn vào hình, bạn có thể thấy rằng vị trí của Mặt Trời so với đường chân trời thay đổi theo mùa. Vào ngày Hạ chí, Mặt Trời có xu hướng đi cao hơn trên bầu trời ở Bắc Bán Cầu, dẫn đến ngày dài và đêm ngắn.

ngày Đông chí, Mặt Trời di chuyển thấp hơn, dẫn đến ngày ngắn và đêm dài. Ngày Xuân phân và Thu phân đánh dấu thời điểm mà ngày và đêm có độ dài bằng nhau, với Mặt Trời di chuyển qua đường chân trời theo một đường thẳng đứng.

Mô tả cách xác định các phần của bầu trời bị che khuất bởi một mái hiên ngang thông qua việc sử dụng các góc cắt (cutoff angles).

Đây là một phần của thiết kế kiến trúc và thiết kế sử dụng năng lượng mặt trời, giúp tối ưu hóa việc sử dụng ánh sáng tự nhiên và kiểm soát sự nóng lên do ánh nắng mặt trời gây ra.

Góc 25 độ và 35 độ chỉ ra độ nghiêng từ cạnh dưới của cửa sổ lên phần cuối cùng của mái hiên ngang, cho thấy phần bầu trời mà mái hiên có thể che khuất nếu nhìn từ cửa sổ này.



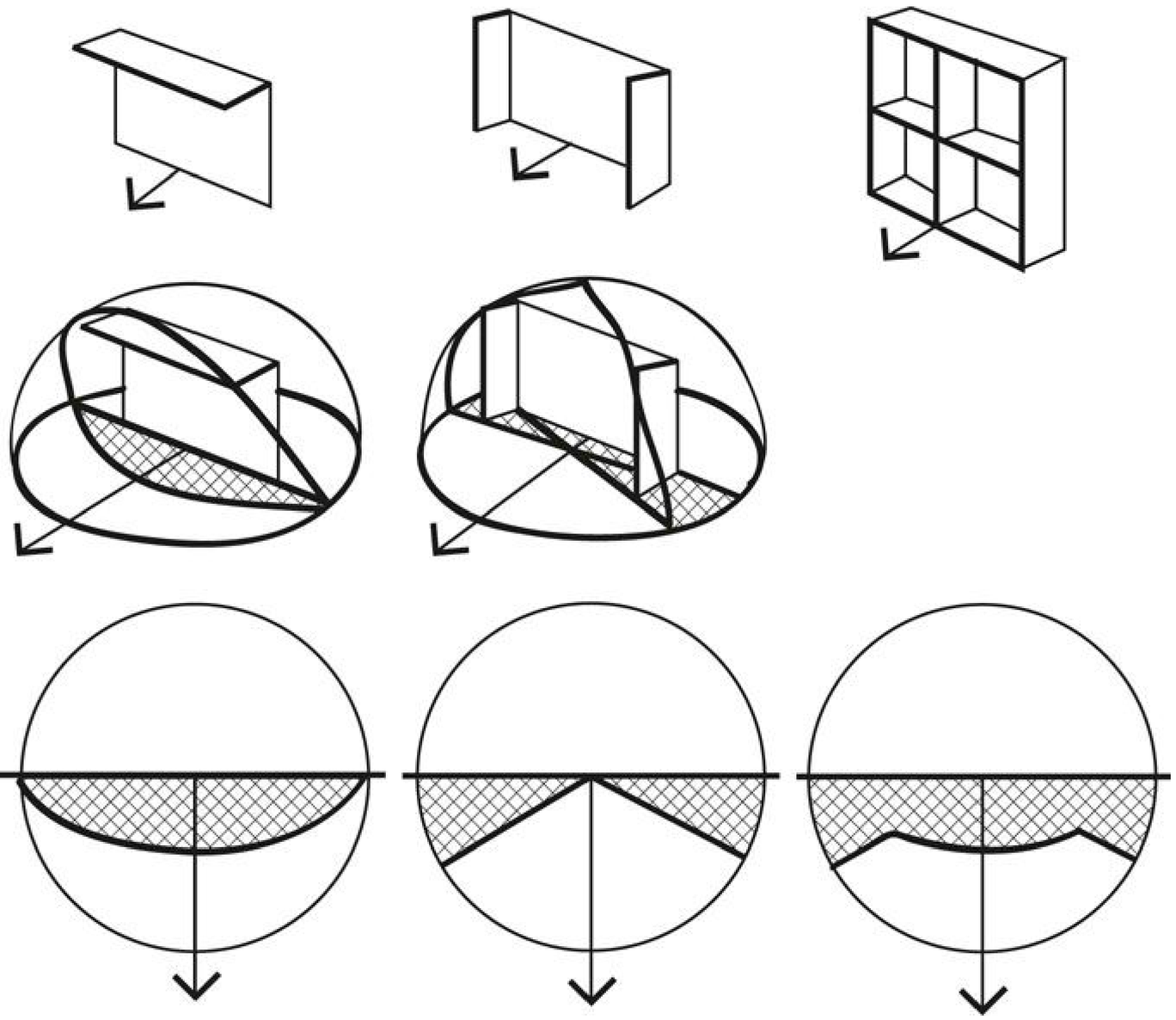
Góc 20 độ trên hình chiếu mặt đứng cho thấy phần tương đương của bầu trời bị mái hiên che khuất khi nhìn từ trong cửa sổ.

Góc 65 độ cho biết độ nghiêng từ đỉnh mái hiên xuống đường chân trời, cho thấy nếu Mặt Trời cao hơn góc này, ánh sáng sẽ bị mái hiên chặn lại và không chiếu vào cửa sổ phía dưới.

Khi ánh nắng Mặt Trời di chuyển trên bầu trời, mái hiên sẽ chắn bớt ánh nắng vào những thời điểm và tháng nhất định trong năm, tùy thuộc vào vị trí và độ cao của Mặt Trời. Điều này giúp giảm nhiệt độ bên trong nhà trong những tháng mùa hè, khi ánh nắng Mặt Trời mạnh và cao trên bầu trời, và cho phép ánh sáng mặt trời vào mùa đông, khi nó thấp hơn.

Các thiết bị che nắng (shading devices) được ánh xạ lên biểu đồ đường đi của Mặt Trời.

mái hiên, cửa sổ với cánh cửa chớp, hoặc lưới che nắng.



Dưới thiết bị che nắng là một biểu đồ hình cầu, mô phỏng bầu trời và đường đi của Mặt Trời. Biểu đồ hình cầu này được chia thành các vòng tròn đồng tâm biểu diễn độ cao của Mặt Trời so với đường chân trời, và các đường thẳng từ tâm ra biểu diễn các góc phương vị. Khi Mặt Trời di chuyển trên bầu trời trong ngày, nó sẽ đi qua các vị trí khác nhau trên biểu đồ này, và những vị trí đó sẽ quyết định xem bức xạ mặt trời có được chặn lại bởi thiết bị che nắng hay không.

Phần tô đậm trên biểu đồ hình cầu cho thấy khu vực bầu trời bị che khuất bởi thiết bị che nắng.

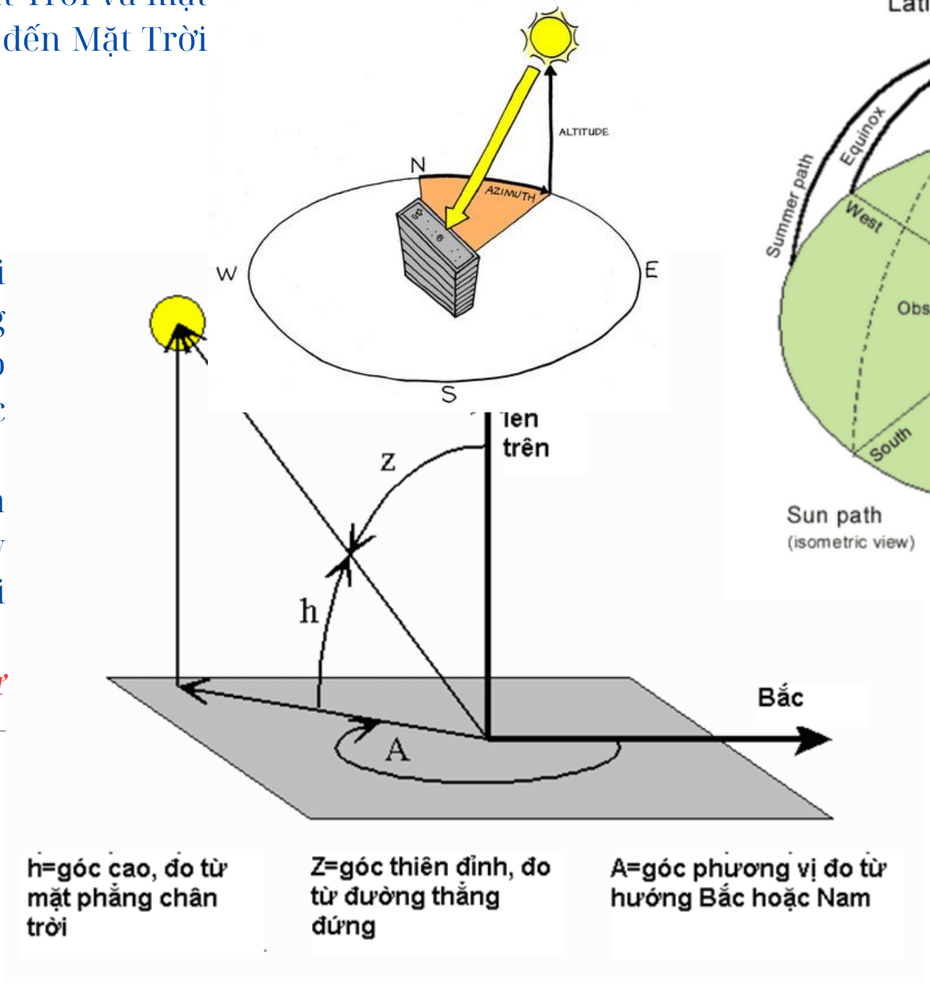
Hình ảnh này là một công cụ hữu ích trong thiết kế kiến trúc bền vững, giúp kiến trúc sư và nhà thiết kế quyết định kích thước và hình dạng của thiết bị che nắng để tối ưu hóa việc sử dụng ánh sáng tự nhiên và kiểm soát nhiệt độ bên trong ngôi nhà.

Góc độ cao h (altitude): Đây là góc giữa tia Mặt Trời và mặt phẳng chân trời, nghĩa là góc từ điểm quan sát đến Mặt Trời so với đường chân trời. (0° < alt < 90°)

Góc phương vị A (azimuth): Là góc hợp bởi hình chiếu của tia Mặt Trời xuống mặt phẳng chân trời so với hướng Nam (hoặc Bắc tùy theo hệ thống toạ độ địa phương) với điểm gốc được xác định là 0 độ.

Góc này đo từ một điểm cố định (thường là phương Bắc trên mặt phẳng ngang) và quay theo chiều kim đồng hồ đến vị trí của một đối tượng, thường là Mặt Trời, trên bầu trời.

Nói cách khác, *góc phương vị xác định hướng từ một điểm đến Mặt Trời trên mặt phẳng ngang.* *(–180° < azi < 180°)*



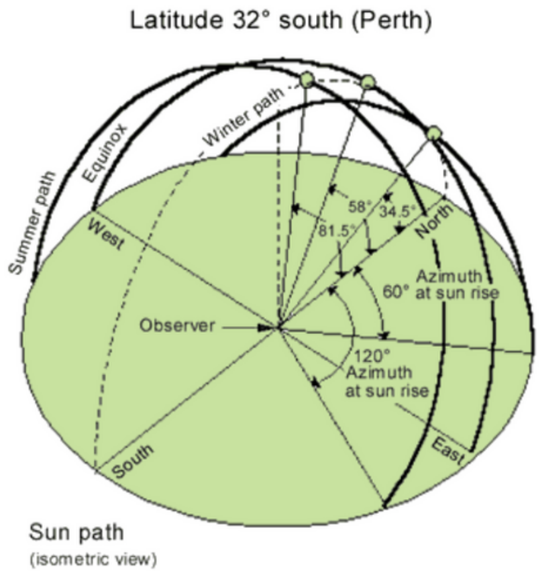


Figure 1

The shadow cast at different seasons(winter, summer and spring/autumn) of the year can easily be calculated:

Summer (21st of December)
Angle = (90° - latitude) + 23.5°

Winter (21st of June)
Angle = (90° - latitude) - 23.5°

Spring/Autumn (equinox)
Angle = (90° - latitude)

Example altitude angles for Perth
Summer = (90°- 32°) + 23.5° = **81.5°**
Winter = (90°- 32°) - 23.5° = **34.5°**
Autumn/Spring = (90°- 32°) = **58°**

- **Solar Altitude (h):** Góc độ cao của Mặt Trời
- **Azimuth Angle (A):** Góc phương vị
- **Solar Declination (δ):** Xích vĩ mặt trời
- **Hour Angle (Z):** Góc giờ
- **Latitude (φ):** Vĩ độ
- **Solar Path or Sun Path:** Quỹ đạo mặt trời
- **Equinox:** Ngày phân
- **Solstice:** Chí (Hạ chí hoặc Đông chí)
- **Solar Noon:** Buổi trưa mặt trời
- Sunrise and Sunset: Bình minh và hoàng hôn
- Solar Radiation: Bức xạ mặt trời
- Shading Device: Thiết bị che nắng
- Passive Solar Design: Thiết kế năng lượng mặt trời bị động
- Thermal Mass: Khối nhiệt
- Insolation: Lượng nắng chiếu xuống
- Solar Gain: Lợi nhuận năng lượng mặt trời
- Thermal Comfort: Sự thoải mái nhiệt
- Solar Geometry: Hình học mặt trời
- Sun Chart or Sun Diagram: Biểu đồ mặt trời
- Cutoff Angle: Góc cắt
- Solar Time: Thời gian mặt trời

Trong thiết kế nhà, góc phương vị quan trọng vì nó giúp *xác định hướng và vị trí của Mặt Trời tại các thời điểm khác nhau trong ngày và qua các mùa trong năm.* Điều này cho phép kiến trúc sư và nhà thiết kế:

- Tối ưu hóa việc sử dụng ánh sáng tự nhiên, giảm bớt nhu cầu sử dụng ánh sáng nhân tạo và tiết kiệm năng lượng.
- Thiết kế hệ thống che nắng để giảm tải nhiệt vào mùa hè và tận dụng nhiệt mặt trời vào mùa đông.
- Tăng cường sự thoải mái trong nhà bằng cách kiểm soát nhiệt độ bên trong qua việc điều chỉnh lượng nhiệt mặt trời đi vào.

Góc xích vĩ (Declination Angle - δ) là góc giữa tia Mặt Trời và xích đạo Trái Đất. Trong hình 2.2, *góc này được biểu thị bằng góc giữa tia Mặt Trời và mặt phẳng xích đạo*. Giá trị của góc xích vĩ thay đổi theo từng ngày trong năm:

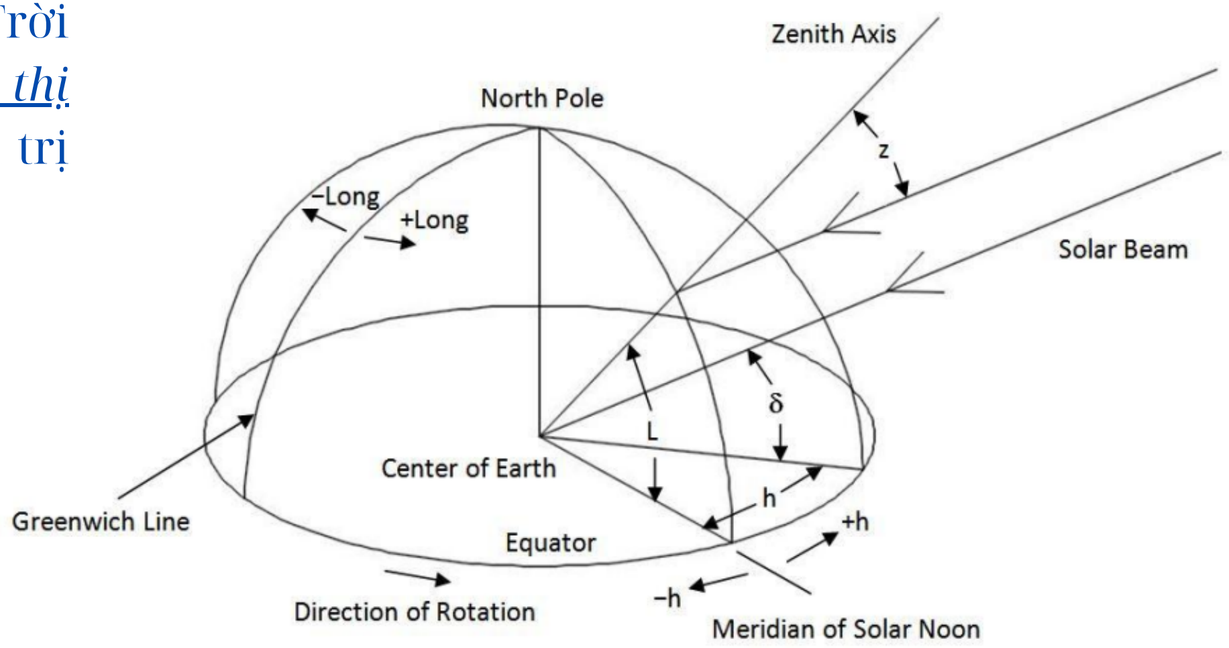
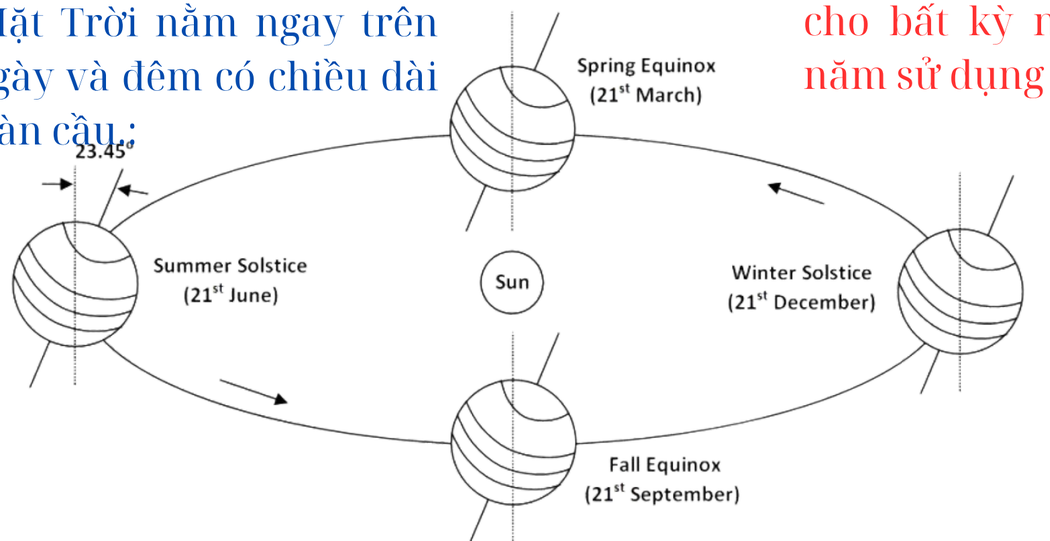


Fig. (2.2): Schematic diagram showing northern hemisphere with related angles.

- **Đạt giá trị cực đại +23.45 độ vào hạ chí,** ngày 21 tháng 6, khi bán cầu Bắc nghiêng về phía Mặt Trời, dẫn đến mùa hè ở bán cầu Bắc.
- **Giảm xuống -23.45 độ vào đông chí,** ngày 21 tháng 12, khi bán cầu Nam nghiêng về phía Mặt Trời, là mùa đông ở bán cầu Bắc.
- **Bằng không vào hai ngày phân,** ngày 21 tháng 3 (xuân phân) và ngày 21 tháng 9 (thu phân), khi Mặt Trời nằm ngay trên xích đạo, khiến ngày và đêm có chiều dài bằng nhau trên toàn cầu.;



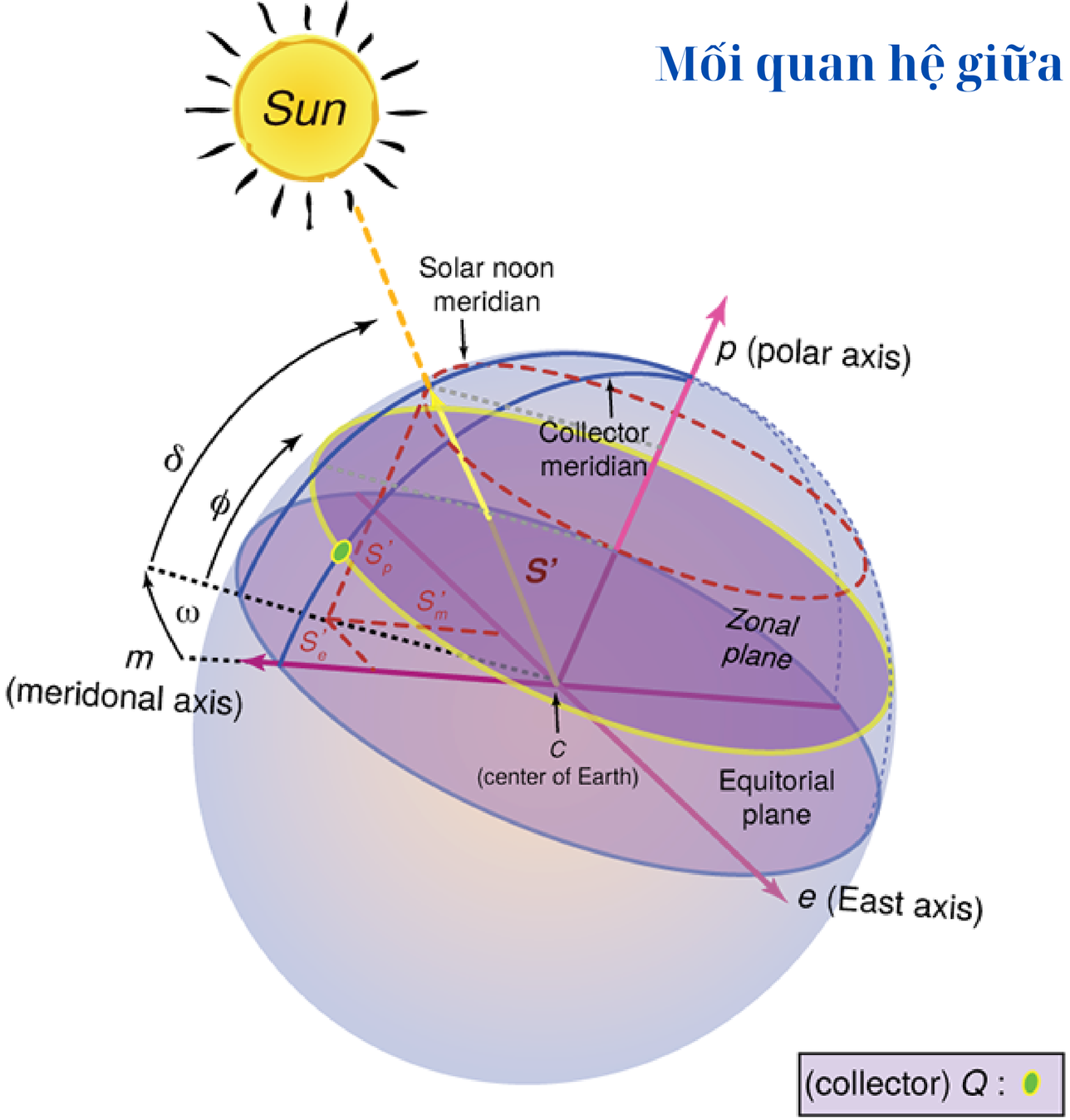
Góc xích vĩ có thể được tính cho bất kỳ ngày nào trong năm sử dụng công thức sau:

$$\delta = 23.45^\circ \sin\left[\frac{360}{365}(n+284)\right]$$

trong đó n là số thứ tự ngày trong năm, bắt đầu từ 1 vào ngày 1 tháng 1 (n=1), và tăng lên theo mỗi ngày sau đó cho đến 365 vào ngày 31 tháng 12.

Biết góc xích vĩ giúp xác định vị trí của Mặt Trời trên bầu trời, từ đó ảnh hưởng đến việc thiết kế kiến trúc, đặc biệt là trong việc tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng mặt trời cho ánh sáng và nhiệt.

Mối quan hệ giữa Mặt Trời và Trái Đất



$$\delta = 23.45 \sin\left(\frac{360}{365}(284 + n)\right)$$

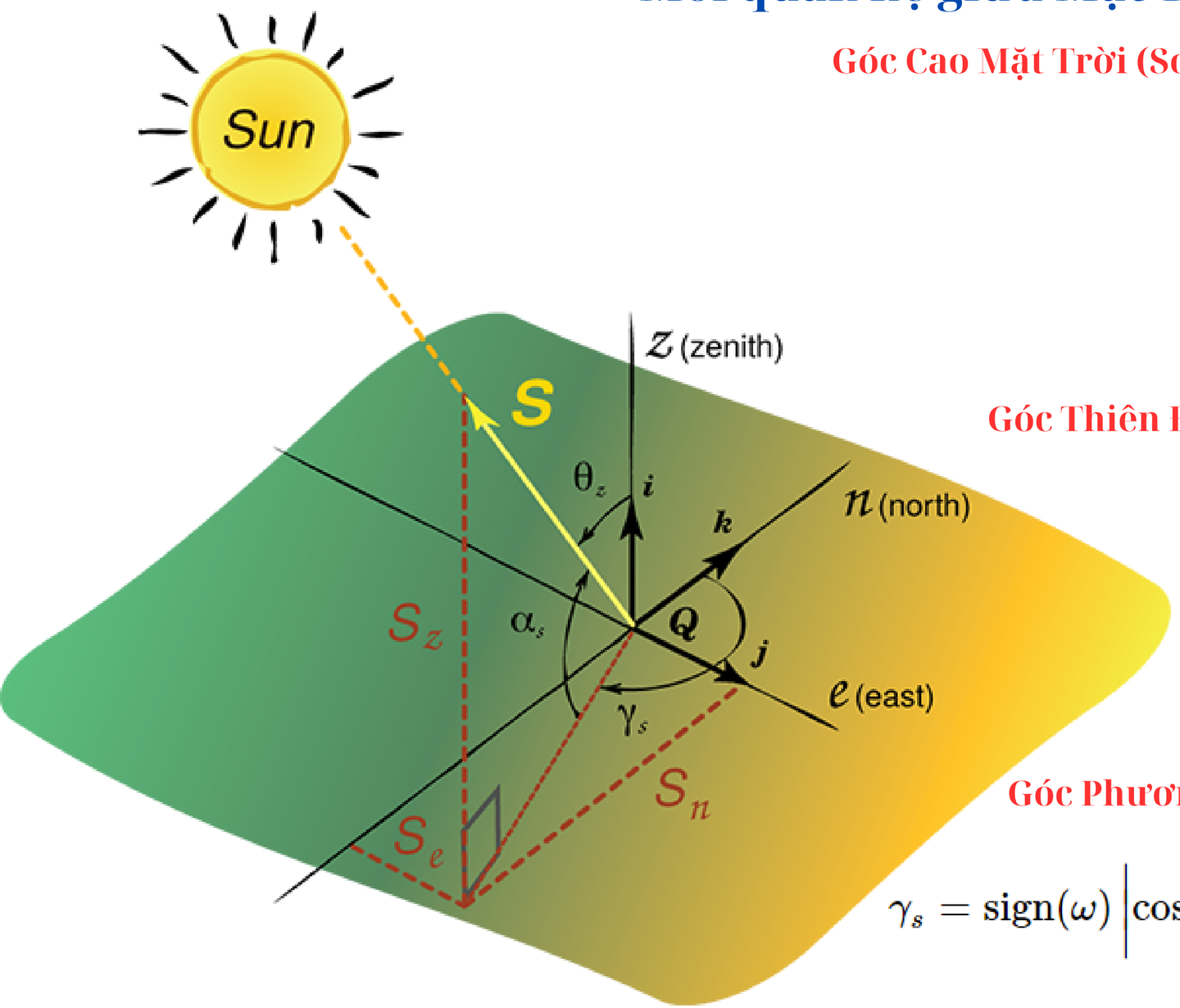
$$\begin{aligned}\delta \;&= (180/\pi) \times (0.006918 - 0.399912 \cos B + 0.070257 \sin B \\ &\quad - 0.006758 \cos 2B + 0.000907 \sin 2B \\ &\quad - 0.002679 \cos 3B + 0.00148 \sin 3B)\end{aligned}$$

$$B = (n - 1) \times \frac{360}{365}$$

-23.45° (winter solstice) $\leqslant \delta \leqslant$ $+23.45^\circ$ (summer solstice).

https://www.e-education.psu.edu/eme810/node/484

Mối quan hệ giữa Mặt Trời và người quan sát



Góc Cao Mặt Trời (Solar Altitude - αs)

$$\sin\alpha_s = \sin\delta\sin\phi + \cos\delta\cos\phi\cos\omega$$

$$\cos\alpha_s\sin\gamma_s = -\cos\delta\sin\omega$$

$$\alpha_s = \sin^{-1}[\sin\delta\sin\phi + \cos\delta\cos\phi\cos\omega]$$

Góc Thiên Đỉnh (Zenith Angle - θz):

$$\cos\theta_z = \sin\delta\sin\phi + \cos\delta\cos\phi\cos\omega$$

$$\theta_z = \cos^{-1}[\sin\delta\sin\phi + \cos\delta\cos\phi\cos\omega]$$

Góc Phương Vị Mặt Trời (Solar Azimuth - γs)

$$\gamma_s = \mathrm{sign}(\omega)\left|\cos^{-1}\frac{\cos\theta_z\sin\phi - \sin\delta}{\sin\theta_z\cos\phi}\right| \qquad \gamma s = \begin{cases} +\cos^{-1}\frac{\cos\theta_z\sin\phi-\sin\delta}{\sin\theta_z\cos\phi} & \text{if } \omega>0, \\ -\cos^{-1}\frac{\cos\theta_z\sin\phi-\sin\delta}{\sin\theta_z\cos\phi} & \text{if } \omega<0. \end{cases}$$

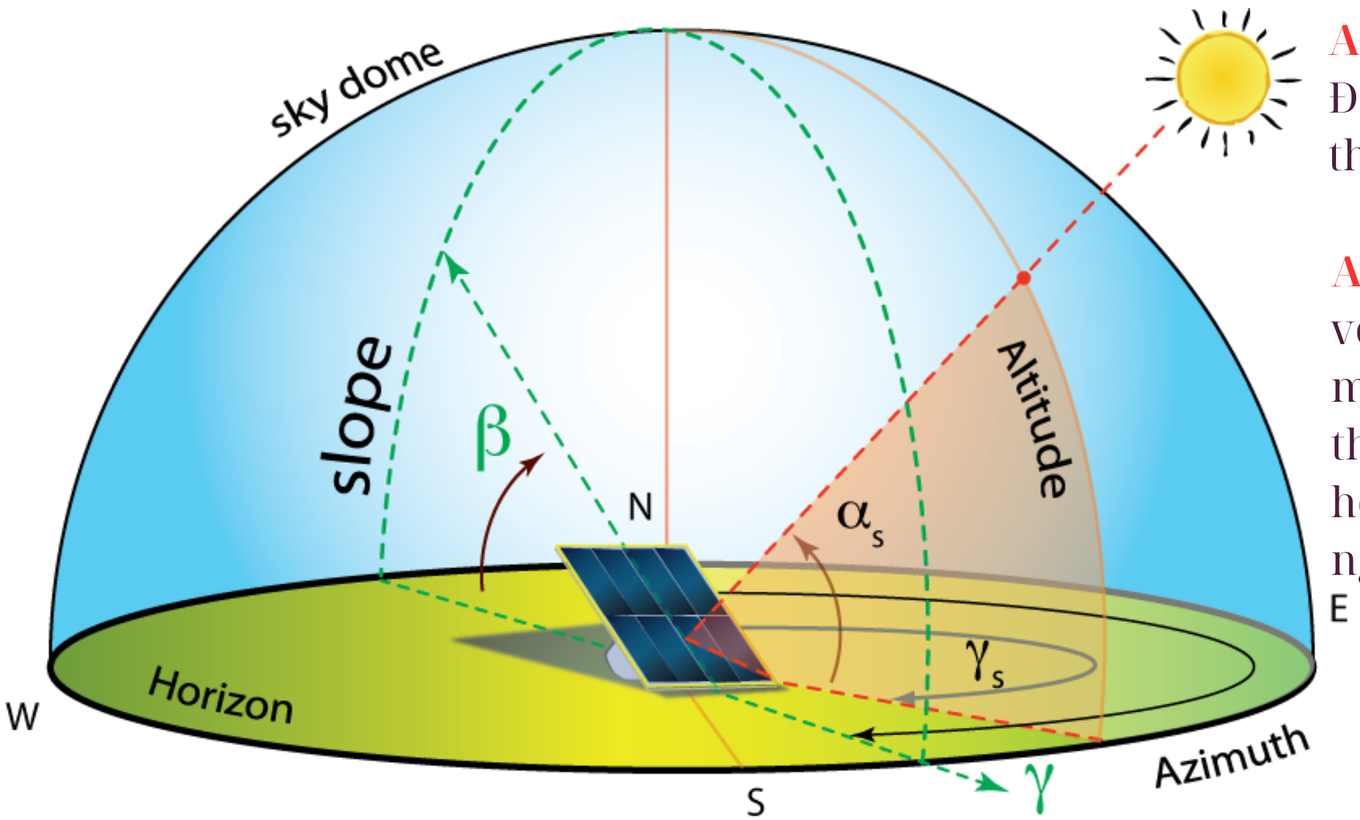
https://www.e-education.psu.edu/eme810/node/484

Góc định hướng của bề mặt thu năng lượng (collector surface) và mối quan hệ giữa bề mặt này với Mặt Trời.

Tilt (Nghiêng): Là góc giữa mặt phẳng của bề mặt thu (hoặc cửa sổ) và mặt phẳng ngang. Góc này được biểu thị bằng ký hiệu beta (β). Đây là góc nghiêng và thường được biết đến đối với các bề mặt cố định.

Azimuth (Phương Vị): Là góc xoay mặt phẳng theo hướng Đông hoặc Tây mà một cửa sổ có thể có. Góc này được biểu thị bằng ký hiệu gamma (γ) mà không có chỉ số dưới.

Angle of Incidence (Góc Tới): Là góc giữa vector vuông góc với mặt phẳng của bề mặt thu, được gọi là bình thường của mặt phẳng, và chiếu của tia trung tâm Mặt Trời tới bề mặt thu. Góc này được biểu thị là theta (θ). Đối với các trường hợp chung, nơi mà bề mặt thu có định hướng không nằm ngang (β ≠ 0), góc tới không giống với góc thiên đỉnh (θz).

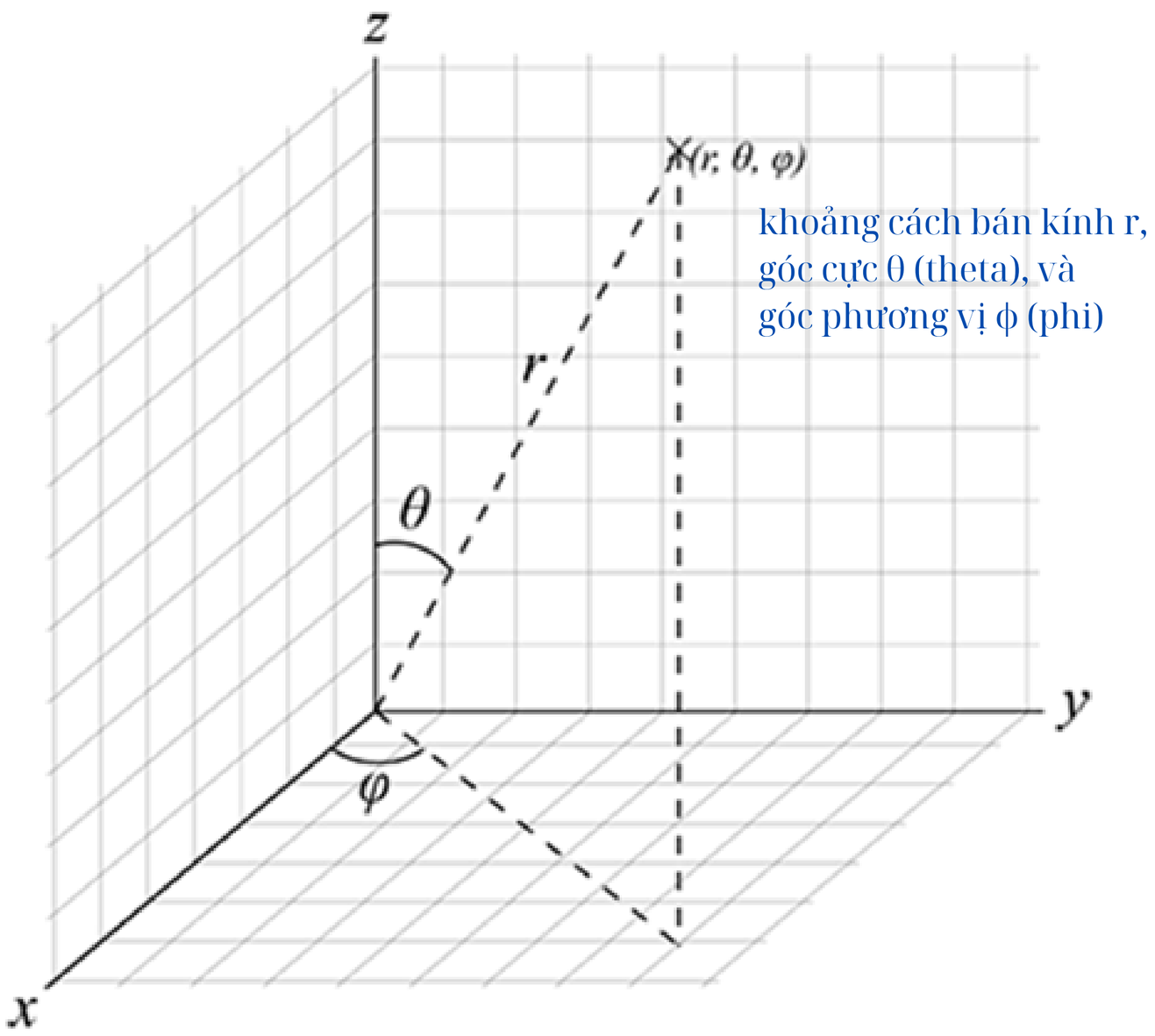


$$\cos\theta = \sin\phi\sin\delta\cos\beta - \cos\phi\sin\delta\sin\beta\cos\gamma + \cos\phi\cos\delta\cos\beta\cos\omega + \sin\phi\cos\delta\sin\beta\cos\gamma\cos\omega + \cos\delta\sin\beta\sin\gamma\sin\omega$$

- (ϕ , δ , β: latitude, declination, and tilt)
- (ϕ , δ , β , γ: latitude, declination, tilt, and then *collector* azimuth)
- (ϕ , δ , β , γ , ω: latitude, declination, tilt, *collector* azimuth, and then the hour angle)

https://www.e-education.psu.edu/eme810/node/484

Sử dụng các quỹ đạo Mặt Trời và tọa độ cầu để định vị và đánh giá các yếu tố như bóng râm và theo dõi di chuyển của Mặt Trời



khoảng cách bán kính r, góc cực θ (theta), và góc phương vị ϕ (phi)

Trong nghiên cứu về vị trí năng lượng mặt trời, chúng ta thường chỉ cần bán kính đơn vị (unit radius) để thiết lập một vector đơn vị, và chỉ cần giải các phương trình cho góc thiên đỉnh và phương vị (và bổ sung của góc thiên đỉnh, là góc cao). Góc thiên đỉnh trong hình trên (góc θ tổng quát) tương đồng với góc thiên đỉnh mặt trời (θz), và góc phương vị tổng quát (φ) tương đồng với góc phương vị mặt trời (γs).

$$z = \cos(\theta)$$

$$x = \sin(\theta)\cos(\phi)$$

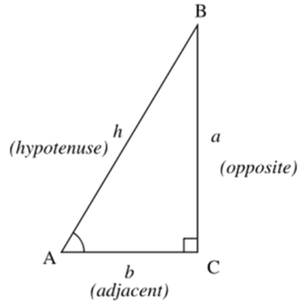
$$y = \sin(\theta)\sin(\phi)$$

Tương đương với:

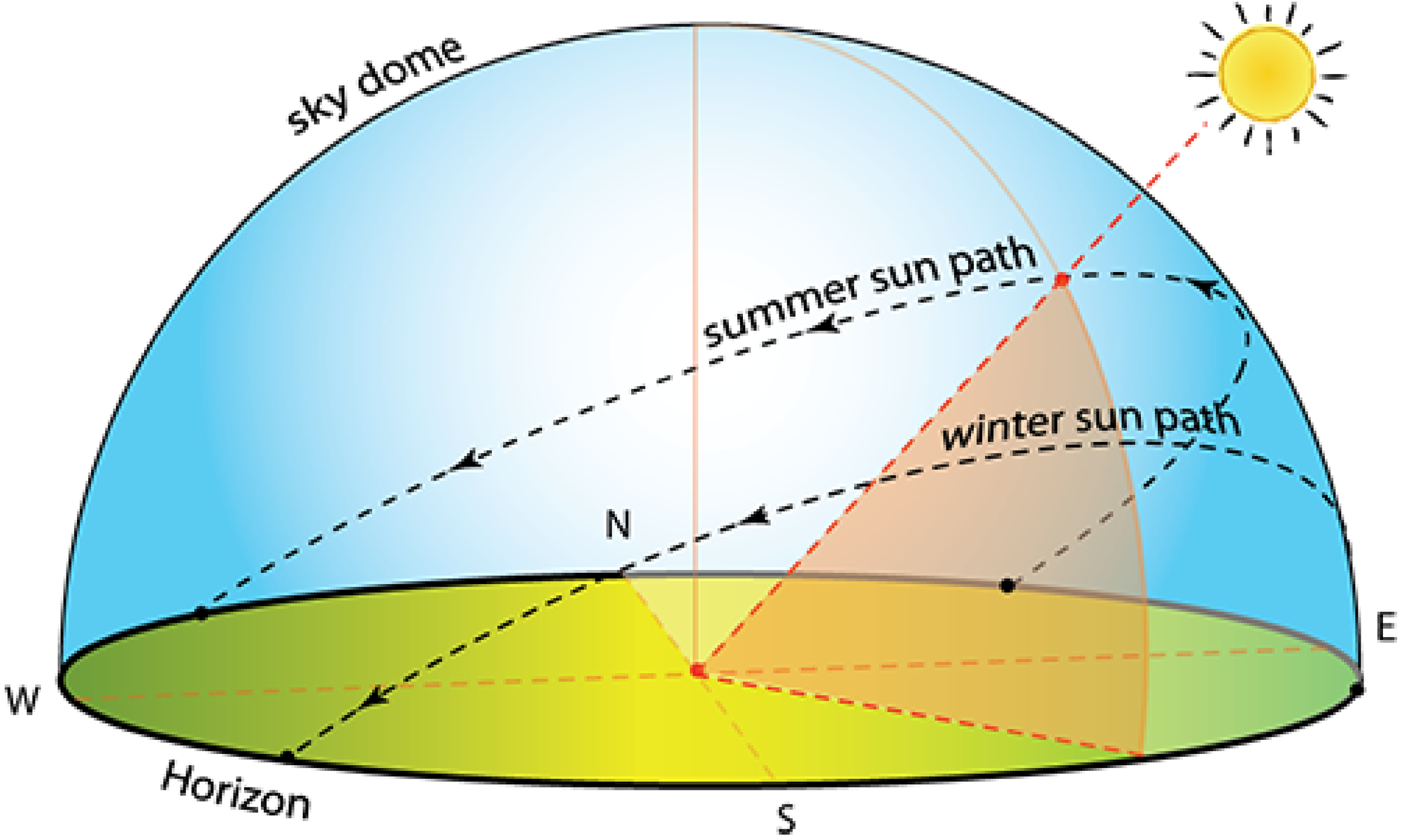
$$z = \sin(\alpha_s)$$

$$x = \cos(\alpha_s)\cos(\gamma_s)$$

$$y = \cos(\alpha_s)\sin(\gamma_s)$$

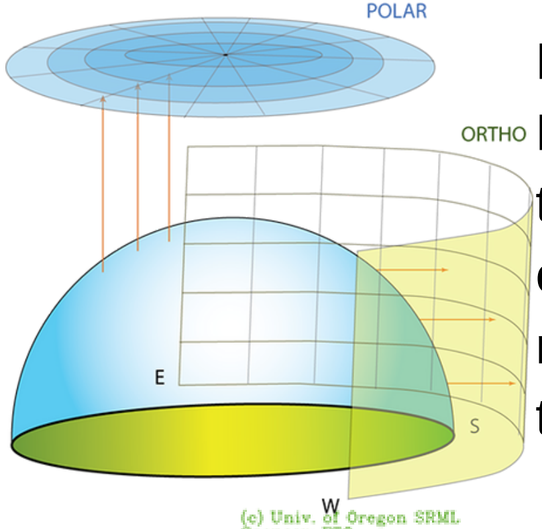


Biểu đồ mặt trời (**Sun Charts**) hay còn gọi là Đường đi của Mặt trời (**Sun Path**) là công cụ hình ảnh minh họa quỹ đạo của mặt trời trên bầu trời nhìn từ một vị trí cố định trên Trái đất tại một vĩ độ và thời gian cụ thể.

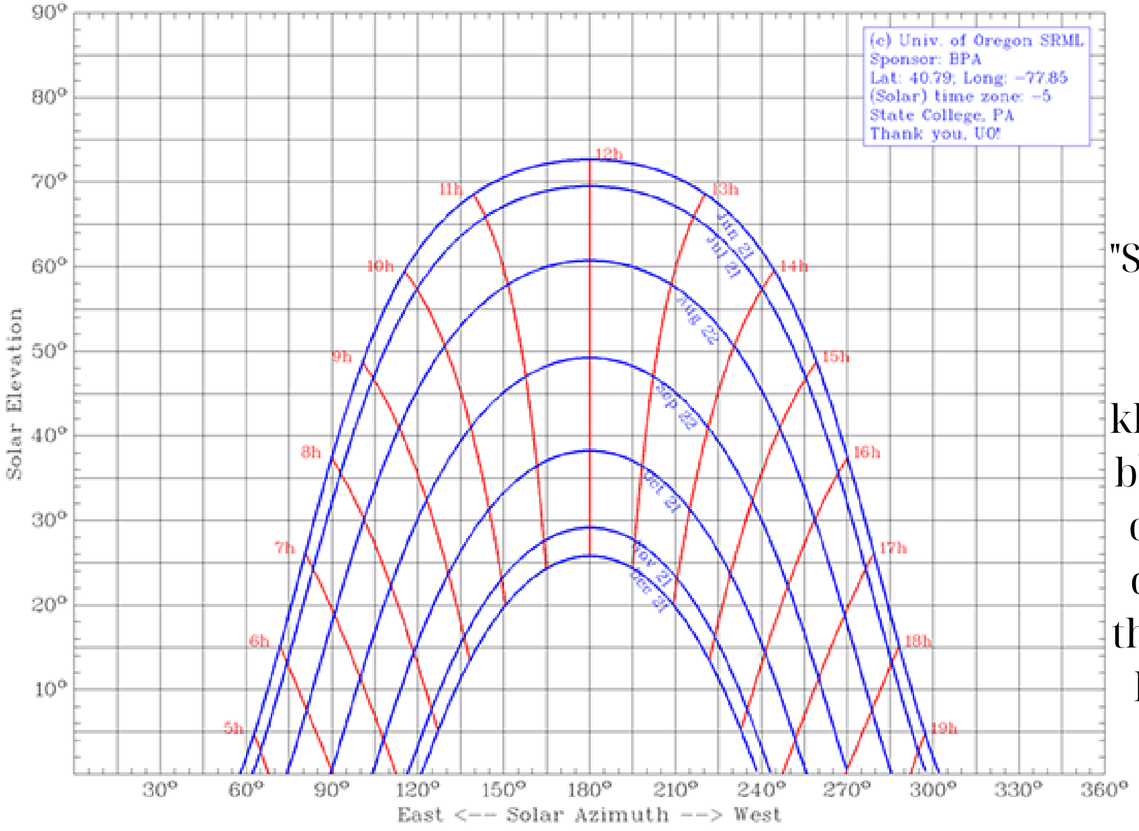


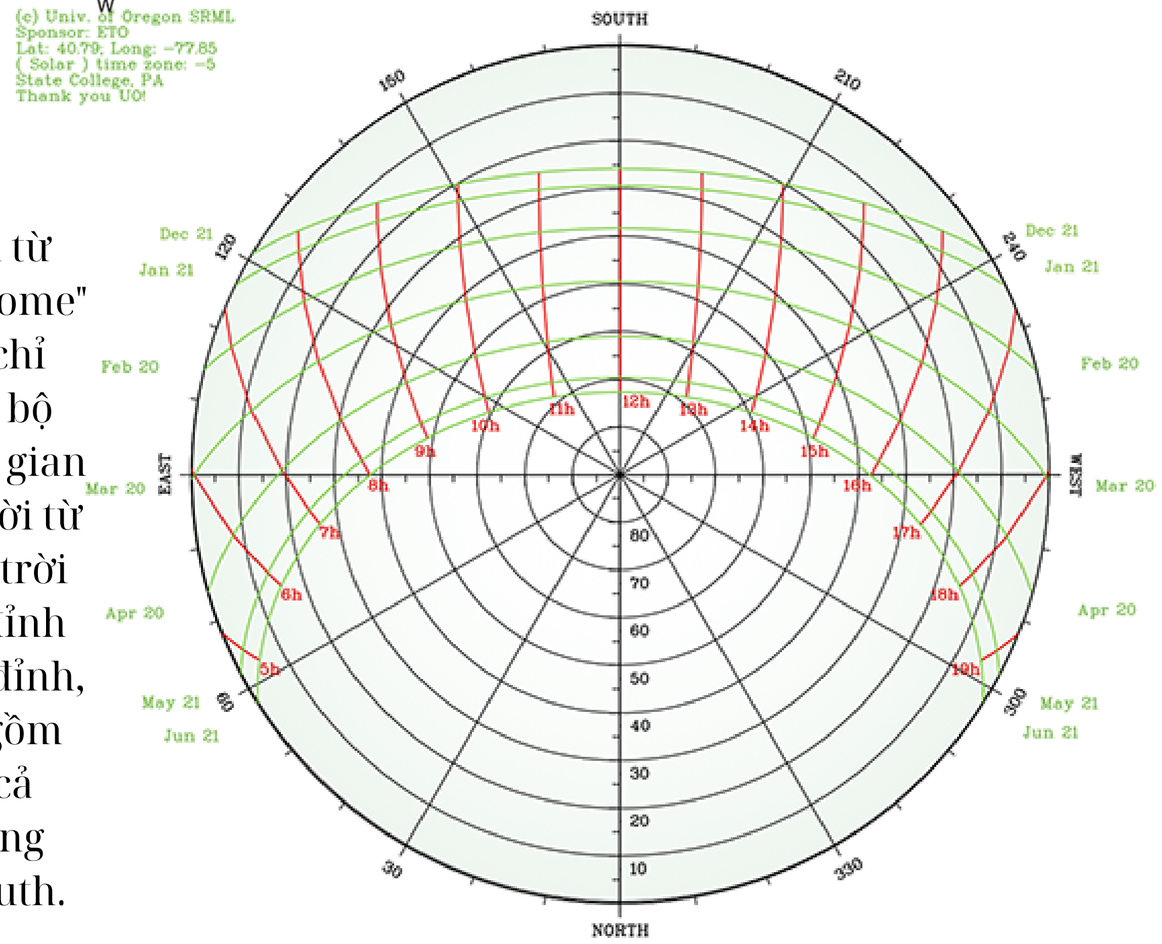
https://www.e-education.psu.edu/eme810/node/534

Biểu đồ dạng hình chữ nhật (**Orthographic Projection**): Đây là hình ảnh phẳng mở rộng của vòm trời, nơi các giá trị độ cao (altitude) và hướng (azimuth) của mặt trời được chiếu ra một hình trụ xung quanh và sau đó mở phẳng ra.Điều này giúp quan sát dễ dàng vị trí của mặt trời từ mọc đến lặn qua các thời điểm khác nhau trong ngày.



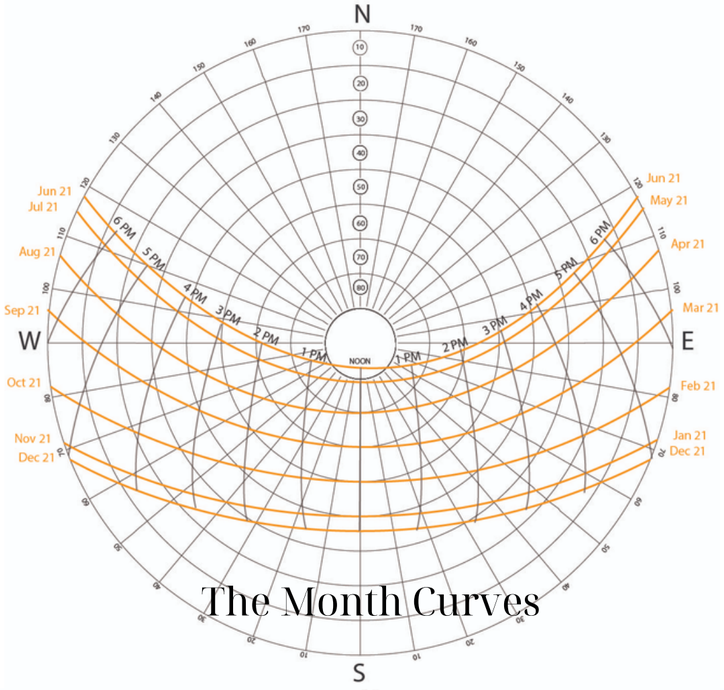
Biểu đồ dạng hình tròn (**Polar Projection**): Là hình ảnh phẳng của vòm trời khi các giá trị độ cao và hướng của mặt trời được chiếu xuống một mặt phẳng tròn. Biểu đồ này cung cấp một cái nhìn như thể chúng ta đang nằm trên mặt đất và nhìn lên trời.



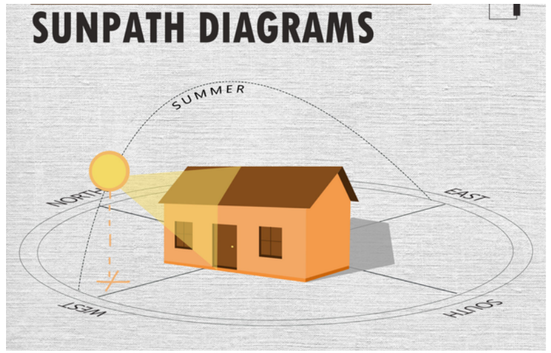


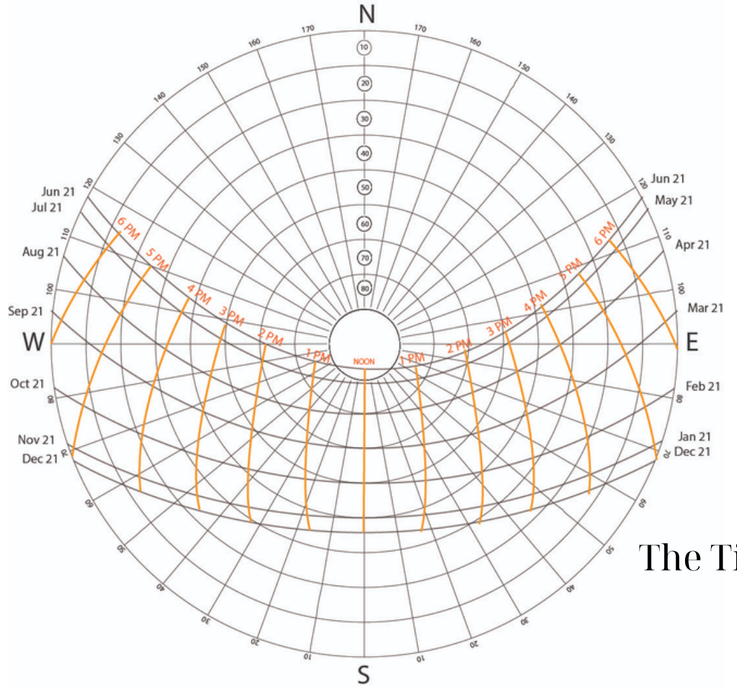
Cụm từ "Sky Dome" ám chỉ toàn bộ không gian bầu trời từ chân trời đến đỉnh thiên đỉnh, bao gồm tất cả hướng azimuth.

https://www.e-education.psu.edu/eme810/node/534

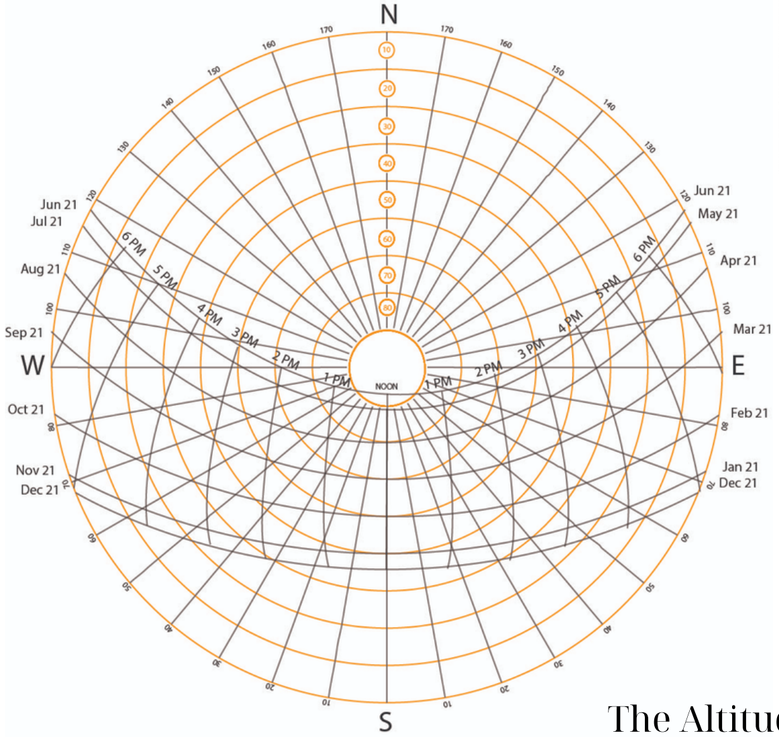


The Month Curves

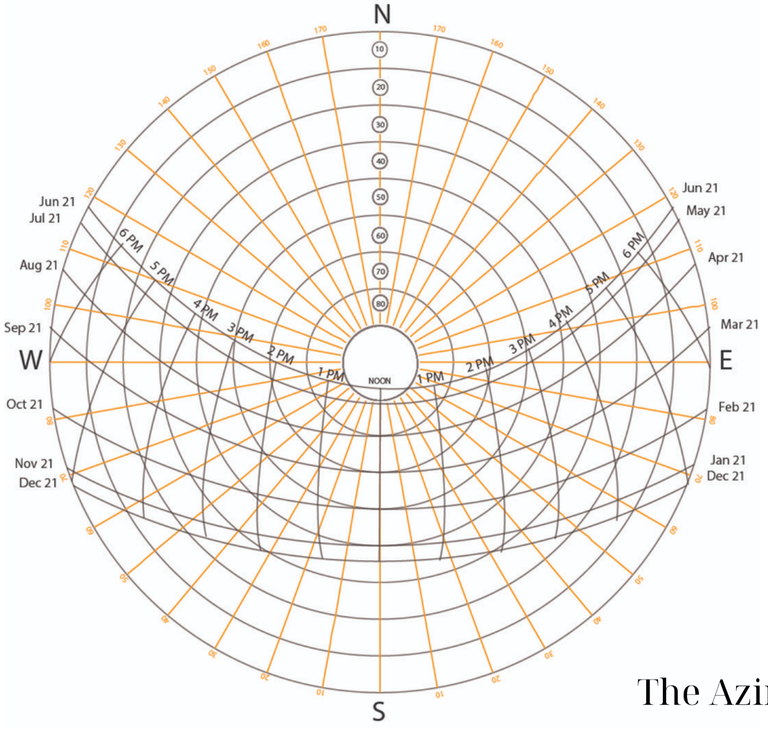




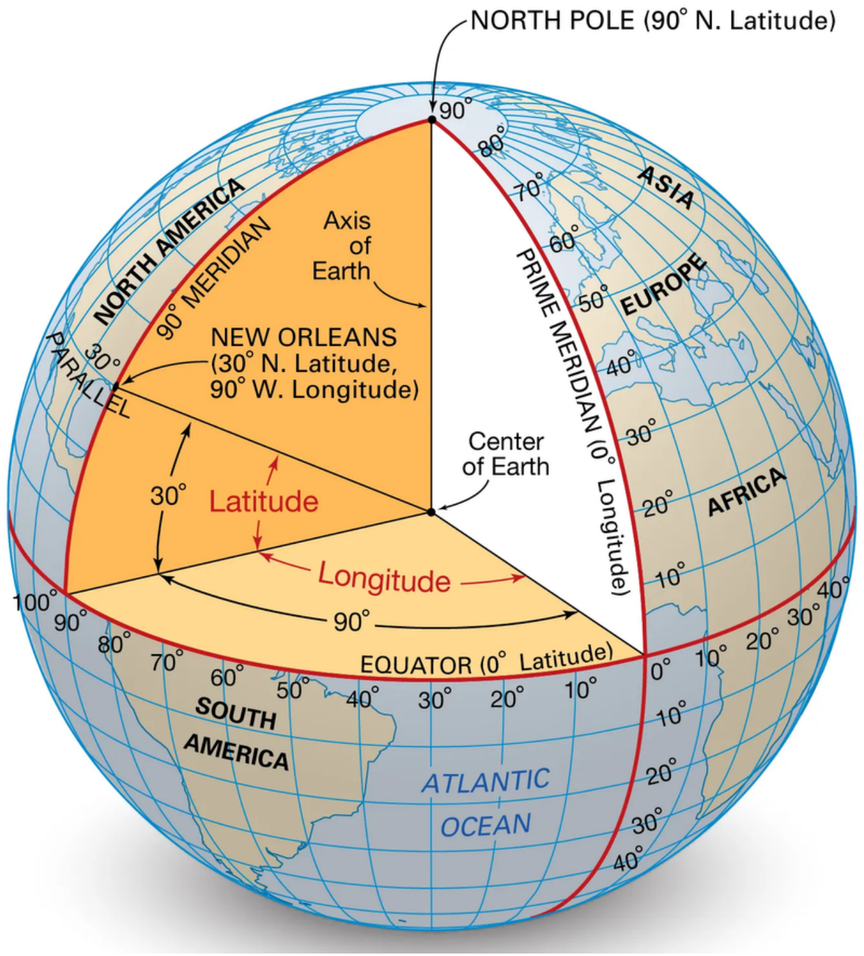
The Time Curves



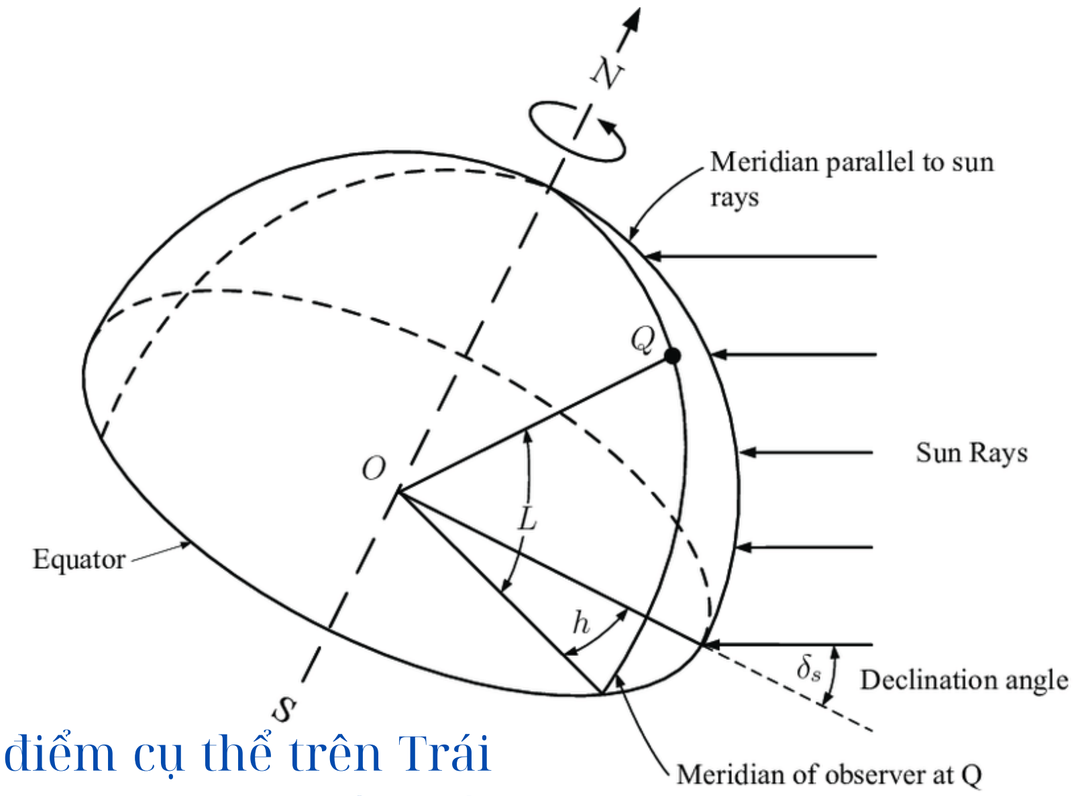
The Altitude Circles



The Azimuth Lines



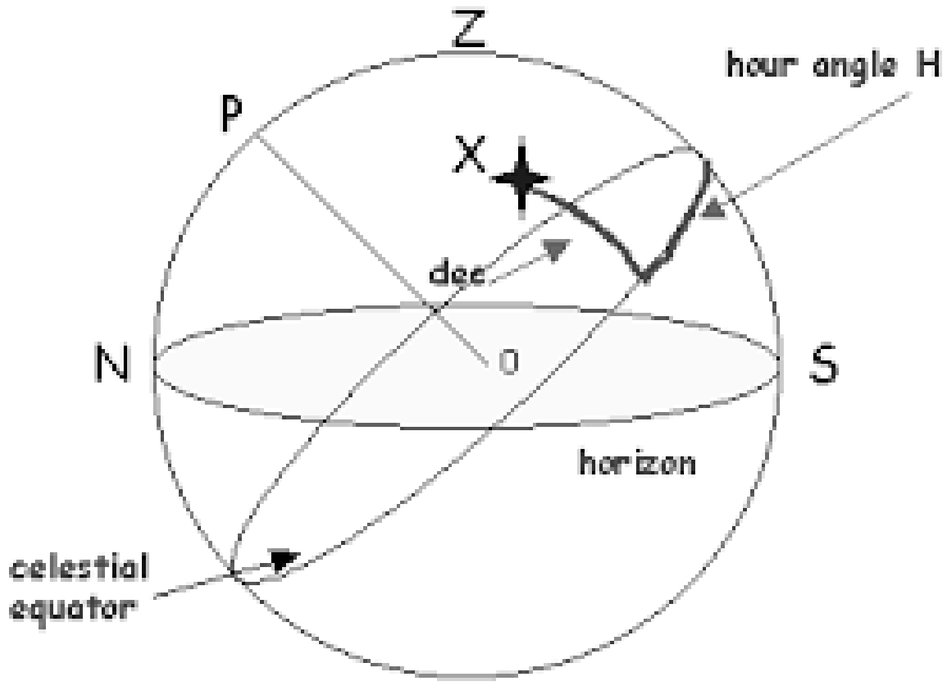
Góc vĩ độ (Latitude angle - L) là góc giữa một địa điểm cụ thể trên Trái Đất và xích đạo. Theo quy ước, vĩ độ có giá trị dương ở bán cầu Bắc và giá trị âm ở bán cầu Nam. Một số vĩ độ đáng chú ý bao gồm: xích đạo (L=0 độ), chí tuyến Bắc (L=23.45 độ), chí tuyến Nam (L=−23.45 độ), vòng Bắc Cực (L=66.55 độ), và vòng Nam Cực (L=−66.55 độ).



Góc kinh độ (Longitude angle - Long) là góc giữa một địa điểm cụ thể trên Trái Đất và Đường kinh tuyến Greenwich gần London. Kinh độ có giá trị âm nằm về phía tây của Đường Greenwich và giá trị dương nằm về phía đông. Vĩ độ và kinh độ tạo thành hệ tọa độ địa lý của bề mặt Trái Đất. Iraq nằm giữa kinh độ 38.8 độ và 48.5 độ. Đối với Baghdad, kinh độ là 44.4 độ.

Góc giờ (Hour angle - h) là một góc không gian được sử dụng để thay thế cho thời gian theo giờ. Nó được định nghĩa là góc giữa vị trí của một điểm vào một thời điểm cụ thể và vị trí của điểm đó vào buổi trưa mặt trời. Buổi trưa mặt trời nằm chính xác giữa lúc mặt trời mọc và lúc mặt trời lặn.

Vì Trái Đất mất 24 giờ để quay một vòng quanh chính nó (360 độ) nên góc giờ có thể được xác định như sau: h = 15 (ST - 12) với ST là thời gian mặt trời theo định dạng 24 giờ, bắt đầu từ 0 đến 12 trước buổi trưa và từ 13 đến 24 sau buổi trưa. Do đó, góc giờ có giá trị âm vào buổi sáng và giá trị dương vào buổi chiều.



https://saecanet.com/calculation_page/000432_000561_Equation_of_Time.php

Thời gian mặt trời (Solar Time - ST) là thời gian thực liên quan đến sự quay của Trái Đất quanh chính nó. Vì thế, thời gian mặt trời là duy nhất cho mỗi địa điểm trên Trái Đất, hoặc cụ thể hơn là cho mỗi kinh độ. Vì lý do thực tế, việc sử dụng thời gian mặt trời cho việc xác định thời gian chính thức của các khu vực có kinh độ khác nhau trong cùng một quốc gia là khó khăn. Do đó, thế giới được chia thành 24 múi giờ chuẩn.

Mỗi múi giờ (Time Zone - TZ) có một thời gian đơn nhất được ước lượng cho toàn bộ múi và có hiệu lực cho toàn bộ quốc gia. Đối với các quốc gia lớn, nhiều hơn một múi giờ được sử dụng trong việc xác định thời gian. Thời gian được sử dụng trong một múi giờ cụ thể được gọi là thời gian địa phương (Local Time - LT).

Sự chênh lệch giữa thời gian địa phương và thời gian mặt trời cần được tính toán trong các phép tính năng lượng mặt trời. Một lỗi khác được gây ra bởi chuyển động không đều của Trái Đất quanh mặt trời. Trái Đất không di chuyển với một tốc độ không đổi. Nó tăng tốc và giảm tốc trong suốt năm, gây ra lỗi vài phút mỗi ngày. Lỗi do chuyển động không đều có thể được ước tính bằng phương trình sau đây gọi là (phương trình thời gian):

$$EQT=9.87\sin(2\beta)-7.53\cos(\beta)-1.5\sin(\beta)$$

EQT được tính từ phương trình trên theo phút.

β được tính như sau: $\beta=364/360(n-81)$

Trong đó n là số thứ tự của ngày trong năm. Do đó, thời gian mặt trời (ST) tương ứng với một kinh độ (Long) và một thời gian địa phương (LT) cụ thể của một trong những múi giờ chuẩn (TZ) được cho như sau:

$$ST = LT + \left(\frac{Long-TZ}{15}\right) + \frac{EQT}{60}$$

TZ trong phương trình trên đại diện cho múi giờ gần nhất của kinh độ (Long) đang xét. TZ lấy giá trị bội số dương của 15 độ về phía tây Greenwich và bội số âm của 15 độ về phía đông Greenwich. Đối với Iraq, TZ=−45 độ và đối với Baghdad Long=−44.4 độ.

Thời gian mọc và lặn của mặt trời, cũng như độ dài ban ngày (Sunrise, sunset and daytime length)

Buổi trưa mặt trời là thời điểm giữa lúc mặt trời mọc và lúc mặt trời lặn. Tổng thời gian từ lúc mặt trời mọc đến lúc mặt trời lặn được gọi là độ dài ban ngày. Góc giờ tương ứng với thời điểm mặt trời mọc có một giá trị nhất định và được ký hiệu là hs và được tính bằng phương trình sau:

$\cos(hs) = -\tan(L)\tan(\delta)$

Giá trị của hs là đối xứng xung quanh buổi trưa mặt trời. Để tìm độ dài ban ngày, giá trị của hs được chuyển đổi trở lại thành giờ bằng cách chia cho 15 và sau đó nhân đôi để tính cả hai khoảng thời gian xung quanh buổi trưa mặt trời. Do đó, độ dài ban ngày (DL) tính bằng giờ được tính như sau:

$$DL = \frac{2}{15}\cos^{-1}(-\tan(L)\tan(\delta))$$

Trong đó:

- L là góc vĩ độ của địa điểm quan sát.
- δ là góc xích vĩ của mặt trời, phụ thuộc vào ngày trong năm.

Tính toán thời gian mặt trời cho 1 TP địa phương có thời gian 10:30 a.m. vào ngày 7/12.

Tinh DL, sunrise and sunset times cùng ngày.

Bài giải:

- $n=31+28+31+30+31+30+31+31+30+31+30+7 \rightarrow n=341$
- $\beta=(360/364)\times(341-81) \rightarrow \beta=257.14$
- $EQT=9.87\times\sin(2\times257.14)-7.53\times\cos(257.14)-1.5\times\sin(257.14) \rightarrow EQT=7.42$ minutes
- $ST=10.5+(44.4-45)/15+7.42/60 \rightarrow ST=10.5836=10:35$
- $\delta=23.45\times\sin((360/365)\times(341+284)) \rightarrow \delta=-22.79°$
- $DL=(2/15)\times\cos^{-1}(-\tan(33.3)\times\tan(-22.79)) \rightarrow DL=9.863$ hours
- Mặt trời mọc = $12-9.863/2 = 7.0685 \rightarrow$ Lúc 7:04 a.m. solar time
- Mặt trời lặn = $12+9.863/2 = 16.931 \rightarrow$ Lúc 4:56 p.m. solar time

Xác định vị trí chính xác của mặt trời trên bầu trời tại một thời điểm cụ thể

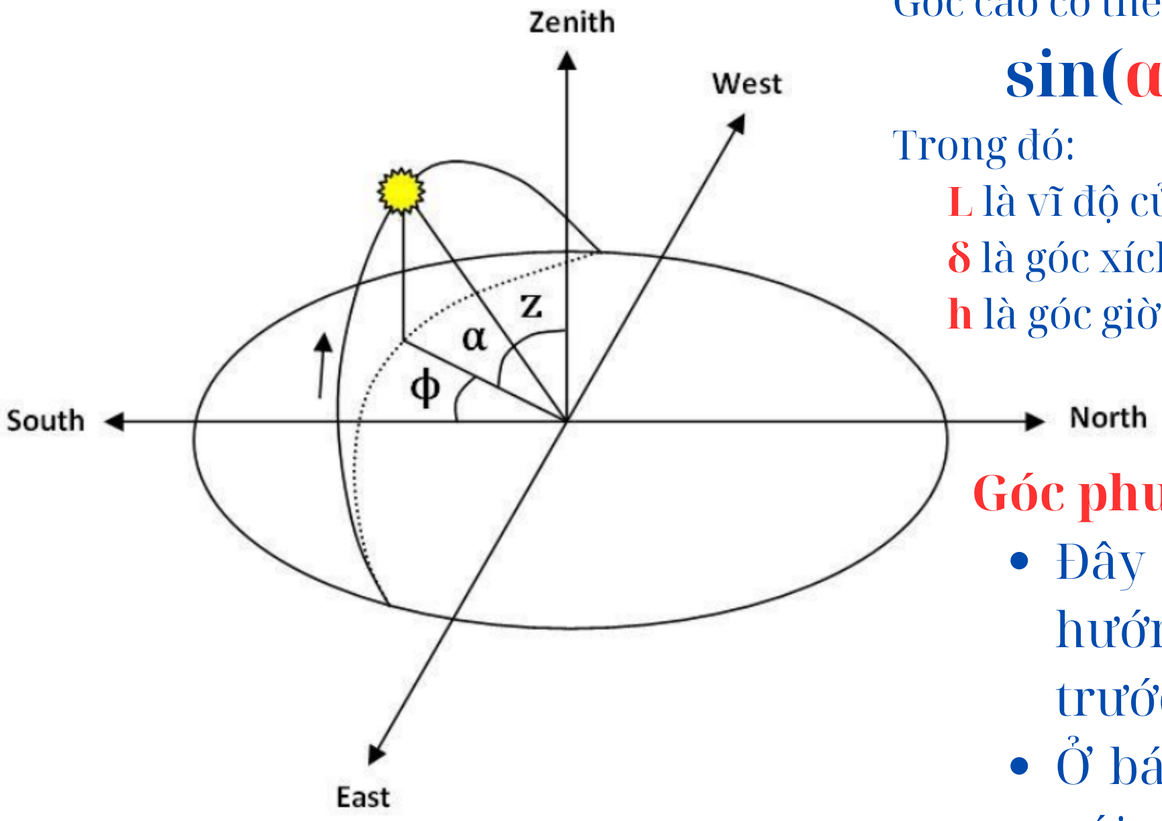


Fig. (2.3): Schematic view of the path of sun in the sky.

Góc cao (Altitude angle - α):

- Đây là góc giữa tia nắng mặt trời và đường chân trời. Góc bổ sung của α là góc thiên đỉnh (Zenith angle - z), đó là góc giữa tia nắng mặt trời và trục thẳng đứng.

Góc cao có thể được tính bằng công thức sau:

$$\sin(\alpha)=\cos(z)=\sin(L)\sin(\delta)+\cos(L)\cos(\delta)\cos(h)$$

Trong đó:

L là vĩ độ của địa điểm.
δ là góc xích vĩ.
h là góc giờ.

Góc phương vị (Azimuth angle - ϕ):

- Đây là góc giữa hình chiếu ngang của tia nắng mặt trời và hướng Nam. Ở bán cầu Bắc, góc phương vị có giá trị âm trước buổi trưa mặt trời và giá trị dương vào buổi chiều.
- Ở bán cầu Nam, góc này được đo liên quan đến hướng Bắc với giá trị dương trước buổi trưa và âm vào buổi chiều. Góc phương vị có thể được tính bằng công thức sau:

$$\sin(\phi) = \frac{\cos(\delta)\sin(h)}{\cos(\alpha)}$$

Miêu tả một bề mặt nghiêng và góc tới của tia nắng mặt trời. Đây là cách để hiểu cách ánh nắng mặt trời chiếu lên một bề mặt nghiêng, mà thường được sử dụng trong các ứng dụng năng lượng mặt trời để tối đa hóa việc thu nắng.

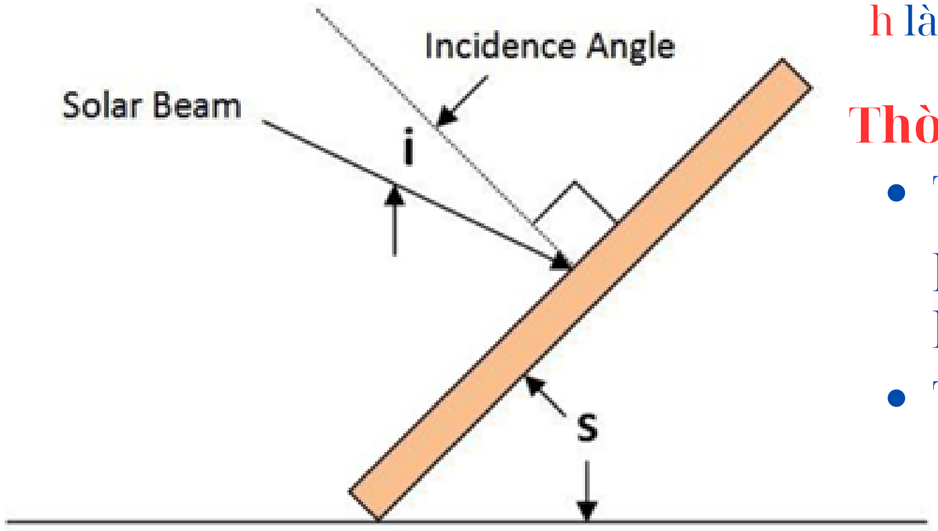


Fig. (2.4): Tilted surface with the incidence angle.

Góc tới (Incidence angle - i):

- Là góc giữa tia nắng mặt trời và trục vuông góc với bề mặt nghiêng.
- Góc này được định nghĩa cho bề mặt nghiêng hướng về phía Nam và có thể được tính toán bằng công thức sau:

$$\cos(i)=\sin(L-s)\sin(\delta)+\cos(L-s)\cos(\delta)\cos(h)$$

Trong đó:
L là vĩ độ của địa điểm.
s là góc nghiêng của bề mặt.
δ là góc xích vĩ.
h là góc giờ.

Thời gian phơi nắng (Exposure period - EP) của bề mặt nghiêng:

- Tương tự như độ dài ngày đối với bề mặt nằm ngang, thời gian phơi nắng định nghĩa thời kỳ hiệu quả mà bức xạ mặt trời chiếu lên bề mặt nghiêng.
- Thời gian này có thể được tính toán bằng công thức sau:

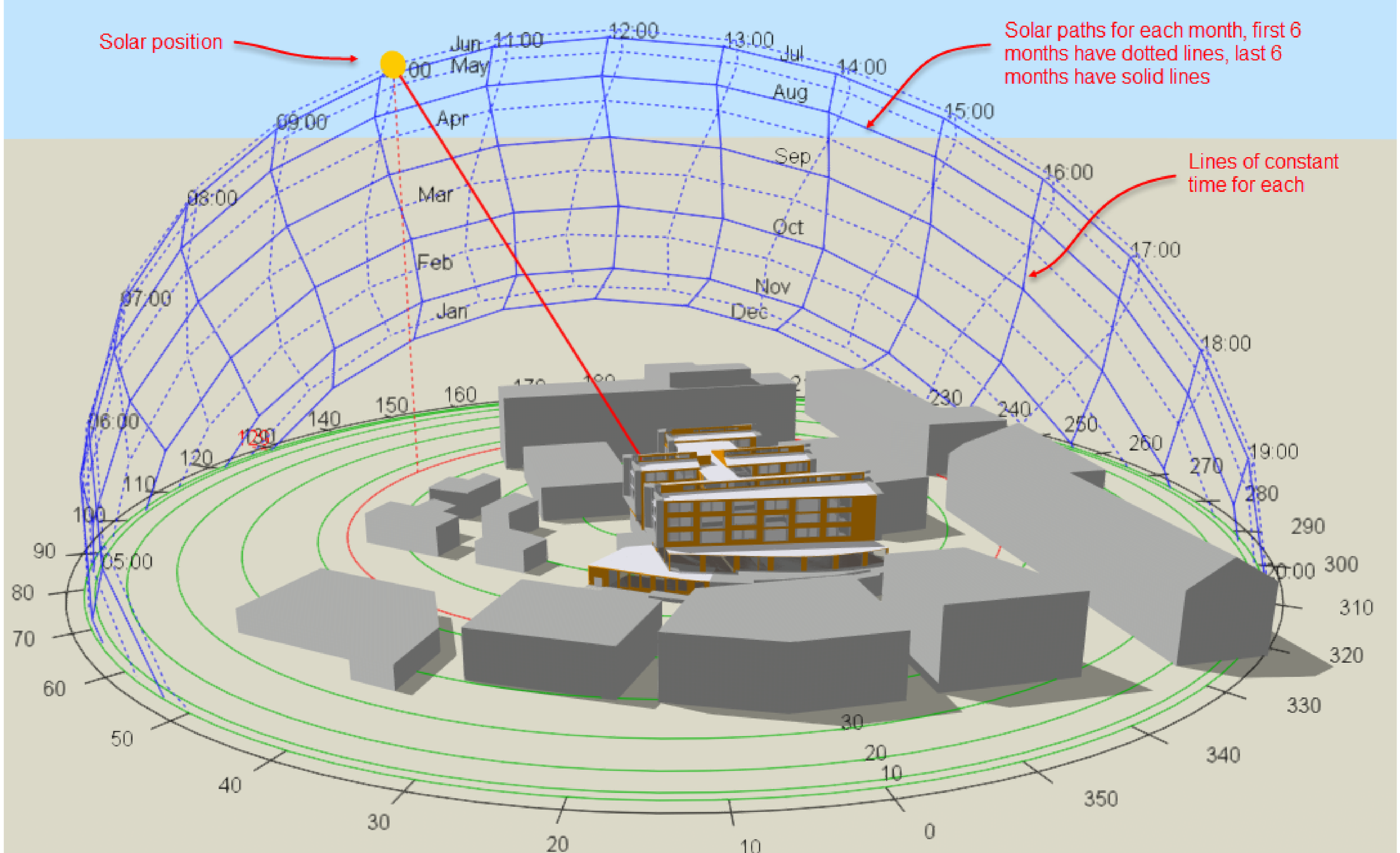
$$EP = \left(\frac{2}{15}\right)\cos^{-1}\left(-\tan(L-s)\tan(\delta)\right)$$

Giá trị của EP được so sánh với giá trị của DL (độ dài ngày) và giá trị nhỏ nhất được xem xét là thời gian phơi nắng của bề mặt nghiêng. Ở bán cầu Nam, cụm từ (L−s) cũng được thay thế bằng (L+s).

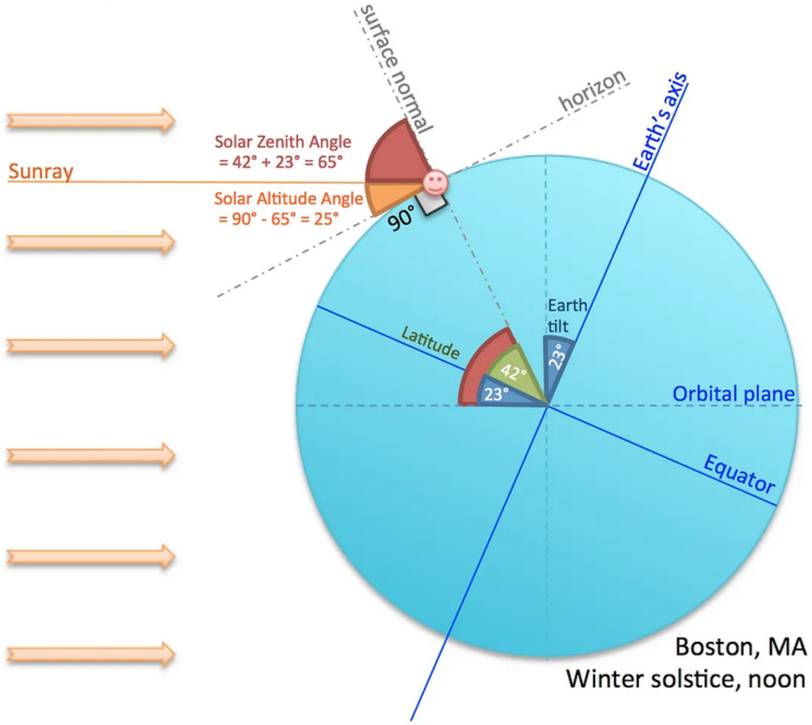
Ví dụ yêu cầu xác định các góc liên quan đến vị trí của mặt trời và thời gian phơi nắng trên một bề mặt thu nắng (solar collector) ở một vị trí cụ thể trên Trái Đất vào một ngày cụ thể. Cụ thể, cần tìm **góc độ cao (altitude angle)** và **góc phương vị (azimuth angle)** của mặt trời tại vị trí có vĩ độ 50o Bắc và kinh độ 65o Đông, vào lúc 2:15 theo giờ mặt trời, ngày 21 tháng 4. Sau đó, cho cùng ngày và thời gian, cần xác định **góc tới (incident angle)** trên bề mặt thu nắng nghiêng 45o so với đường chân trời và **thời gian phơi nắng thực tế** của bề mặt đó.

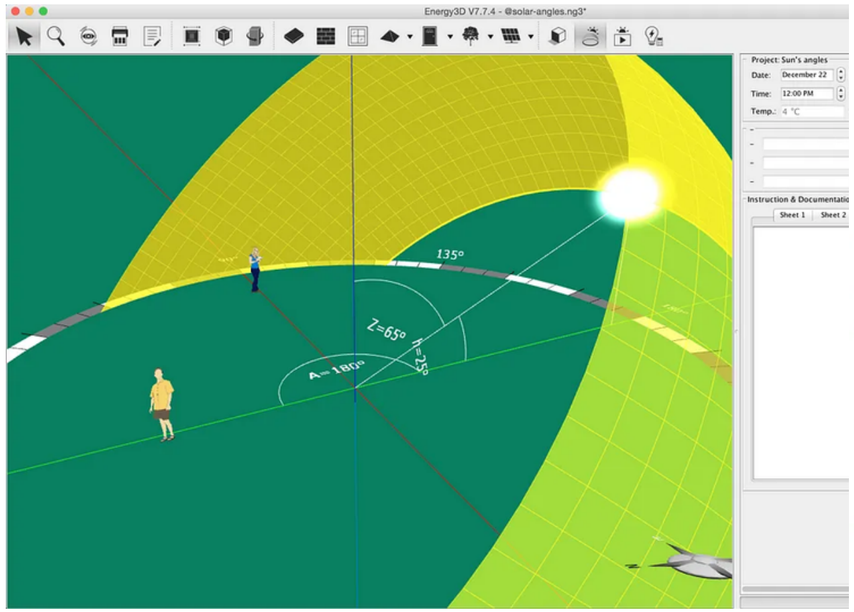
1. **Xác định ngày trong năm (n):**
   - Tính tổng số ngày từ đầu năm đến ngày 21 tháng 4.
   - `n=31+28+31+21` cho n=111, tức là ngày thứ 111 của năm.
2. **Tính góc xích vĩ (delta - δ):**
   - Sử dụng công thức với `n=111` để tính góc xích vĩ.
   - `delta = 23.45 * sin((360/365) * (111+284))` cho kết quả `d 11.57o`.
3. **Tính góc giờ (hour angle - h):**
   - Tính góc giờ dựa trên thời gian mặt trời.
   - `h = 15 * (14.25 - 12)` cho kết quả `h = 33.75o`.
4. **Tính góc độ cao (altitude angle - α):**
   - Áp dụng công thức để tìm góc độ cao.
   - `sin(α) = sin(50) * sin(11.57) + cos(50) * cos(11.57) * cos(33.57)` dẫn đến `sin(α) = 0.805` và sau khi chuyển đổi `α = 53.61o`.
5. **Tính góc phương vị (azimuth angle - ϕ):**
   - Áp dụng công thức để tìm góc phương vị.
   - `sin(φ) = cos(11.57) * sin(33.57) / cos(53.61)` cho kết quả `sin(φ) = 0.917` và `φ = 66.49o` (về phía tây).
6. **Tính góc tới (incidence angle - i) cho bề mặt thu nắng:**
   - Áp dụng công thức với góc nghiêng của bề mặt 45o.
   - `cos(i) = sin(50 - 45) * sin(11.57) + cos(50 - 45) * cos(11.57) * cos(33.57)` dẫn đến `cos(i) = 0.828` và `i = 34.10o`.
7. **Tính thời gian phơi nắng (exposure period - EP):**
   - Sử dụng công thức để tính thời gian phơi nắng cho bề mặt nghiêng.
   - `EP = (2/15) * acos(-tan(50 - 45) * tan(11.57))` cho kết quả `EP = 11.86 hours`.

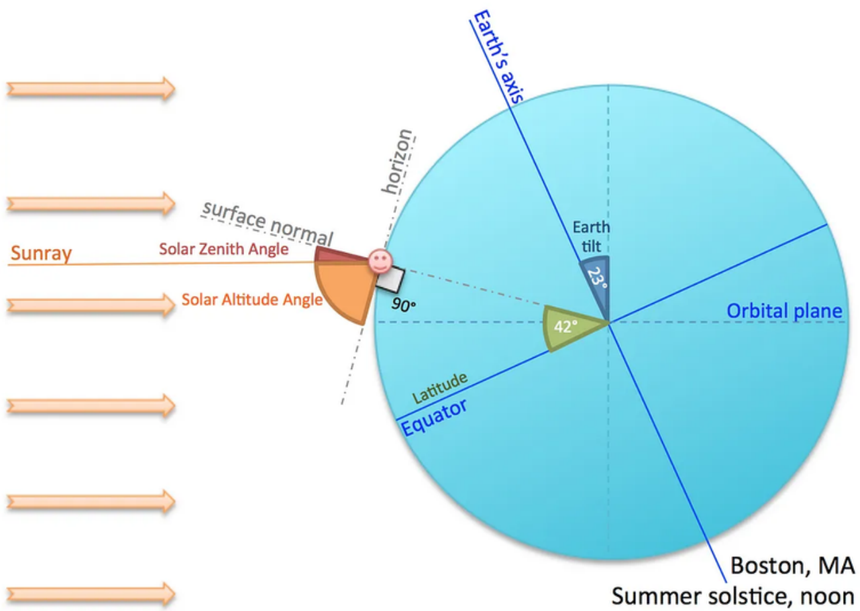
DL=(2/15)×cos^−1 (−tan(50)×tan(11.57)) □ DL=**10.12 hours**


Solar position
Solar paths for each month, first 6 months have dotted lines, last 6 months have solid lines
Lines of constant time for each
Jan
Feb
Mar
Apr
May
Jun
Jul
Aug
Sep
Oct
Nov
Dec
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
100
110
120
130
140
150
160
230
240
250
260
270
280
290
300
310
320
330
340
350

Ví dụ







latitude of Boston, MA, is 42° and the Earth's tilt is 23°, the angular distance between the observer and the orbital plane is the sum of the latitude and the Earth tilt (42° + 23° = 65°) --> the solar altitude angle is 90° minus the solar zenith angle (90° - 65° = 25°)