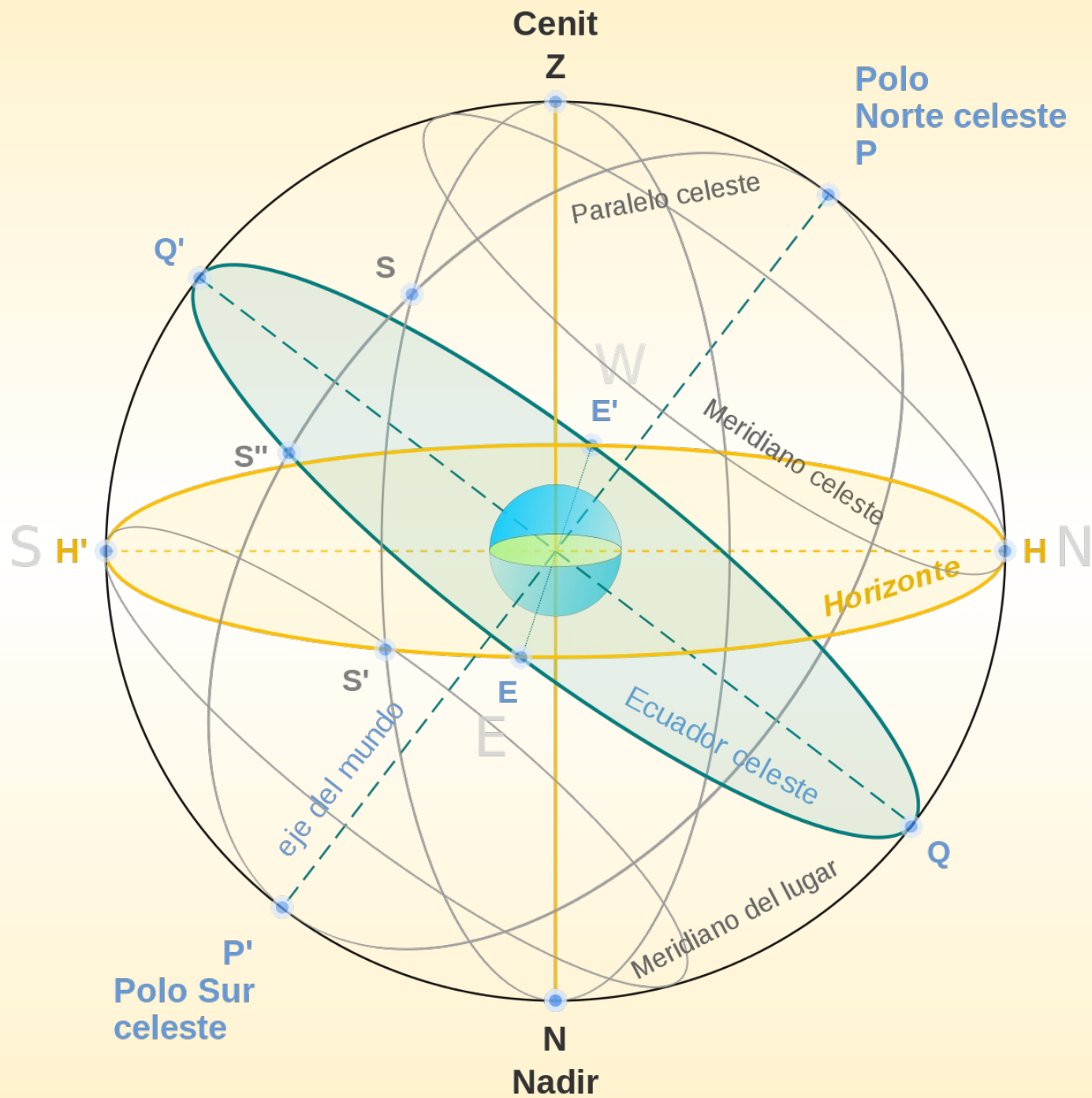
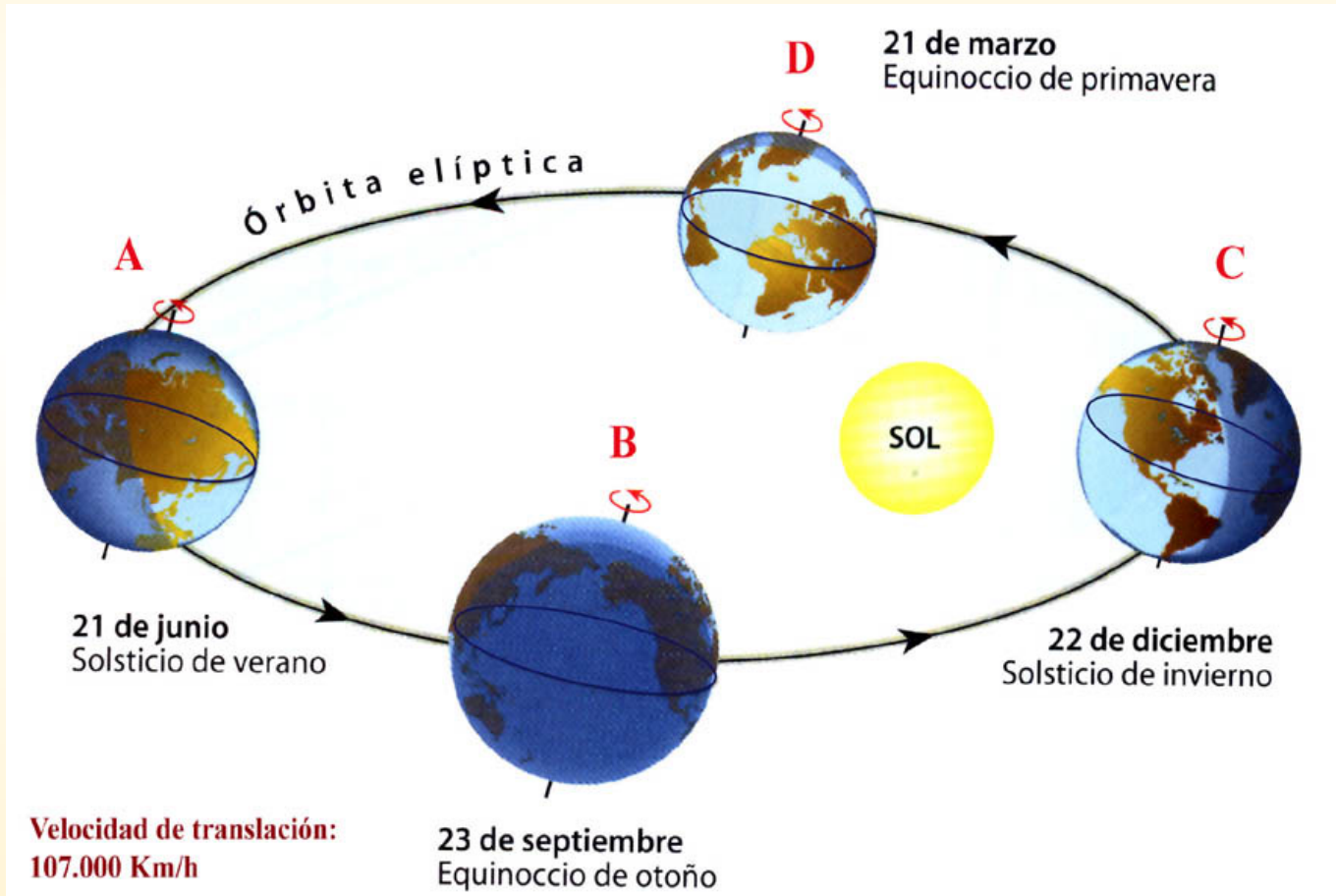


5 - Esfera Celestial





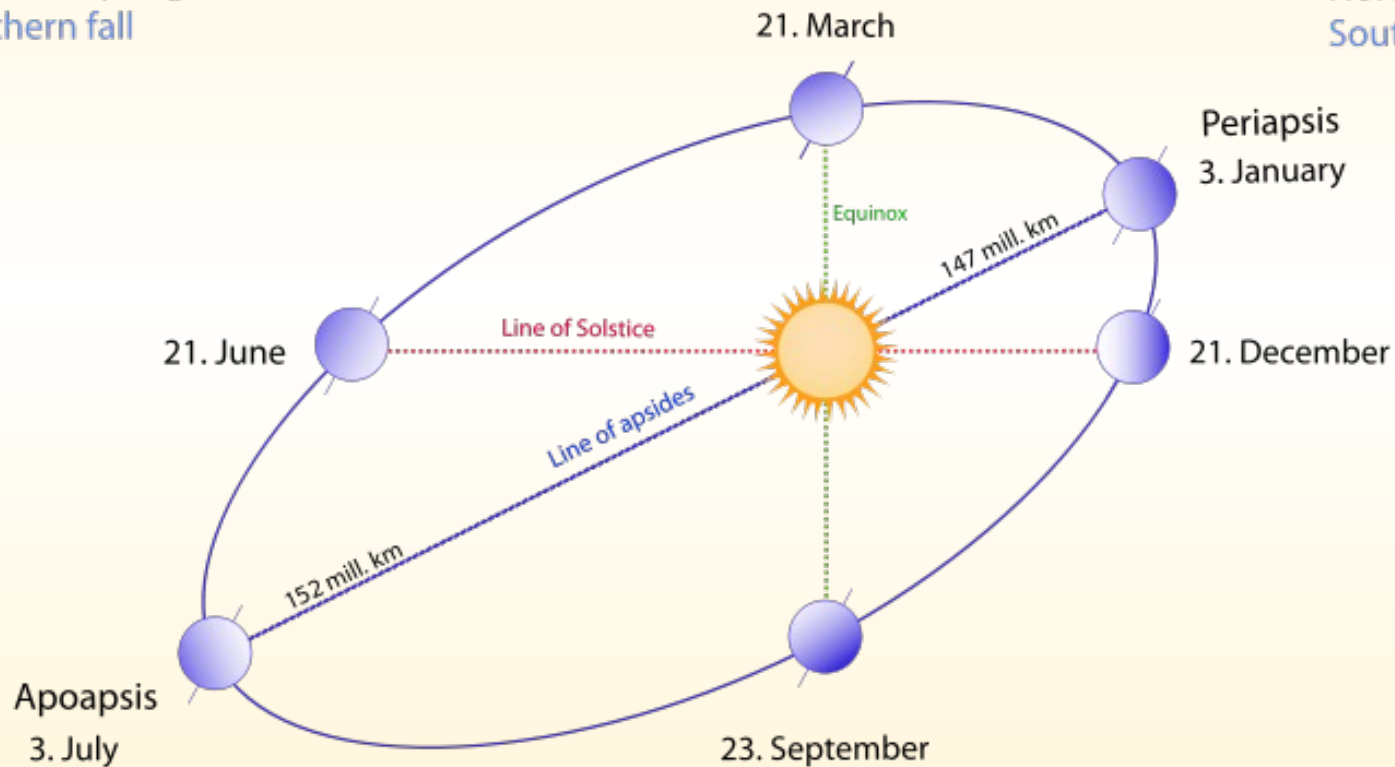
¿Qué hay de las estaciones?



Las estaciones

Northern spring/
Southern fall

Northern winter/
Southern summer



Northern summer/
Southern winter

Northern fall/
Southern spring

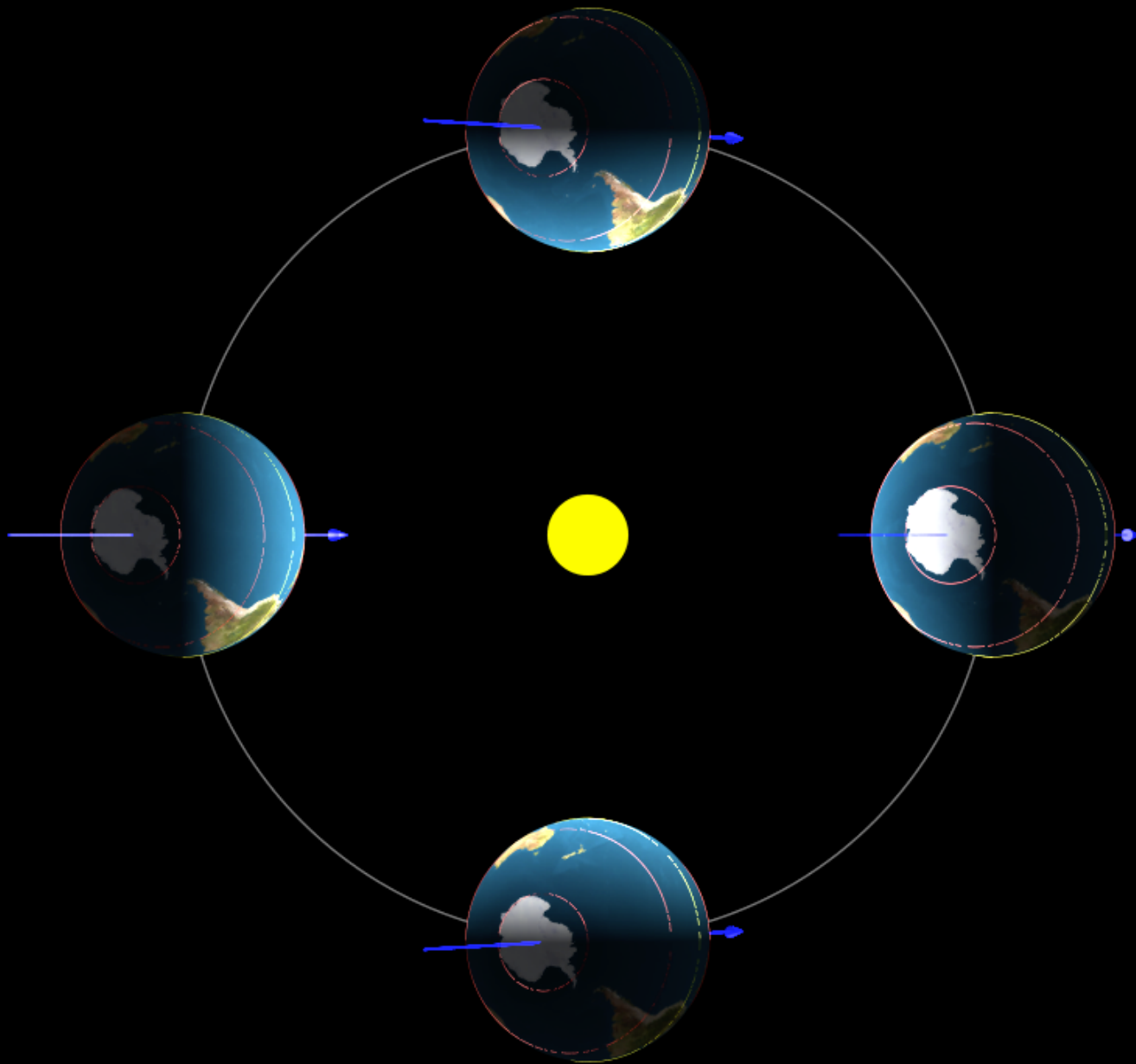
Contrariamente a lo que piensa mucha gente, la sucesión de las estaciones no se debe a que en su movimiento elíptico la Tierra se aleje y acerque al Sol.

Esto tiene un efecto prácticamente imperceptible en el clima.

La causa es la oblicuidad de la inclinación del eje de giro del globo terrestre.

Este eje se halla siempre orientado en la misma dirección (salvo el fenómeno de la **precesión**) y por tanto los hemisferios boreal y austral son desigualmente iluminados por el Sol.

Cada seis meses la situación se invierte.



Si el eje de la Tierra no estuviese inclinado respecto a la Eclíptica, el Sol se hallaría todo el año sobre el ecuador; culminaría todos los días del año a la misma altura sobre el horizonte, que sería igual a la misma latitud N y S, y tanto menor cuanto mayor fuese la latitud

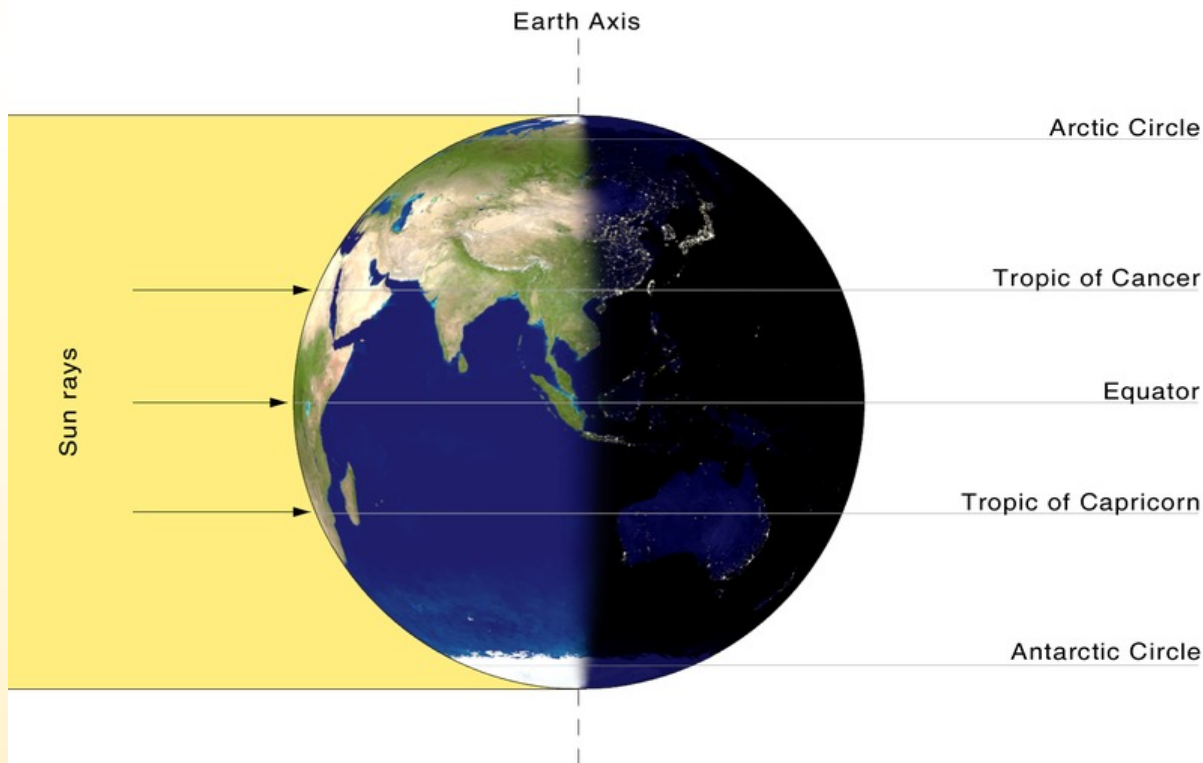
$$h = 90 - \text{latitud},$$

por lo cual no habría estaciones.

- Las estaciones no tienen la misma duración, ya que la Tierra recorre su trayectoria alrededor del Sol con una velocidad variable.
- Va más rápida cuanto más cerca está del Sol y más lento cuanto más alejada está.
- Esto es una consecuencia de la ley de gravitación universal de Newton y la segunda ley de Kepler.

Equinoccio

Se denomina **equinoccio** al momento del año en que los días tienen una duración igual a la de las noches en todos los lugares de la Tierra, excepto en los polos. La palabra *equinoccio* proviene del latín *aequinoctium* y significa noche igual.



iluminación de la Tierra por el Sol el día del equinoccio.

Ocurre dos veces por año:

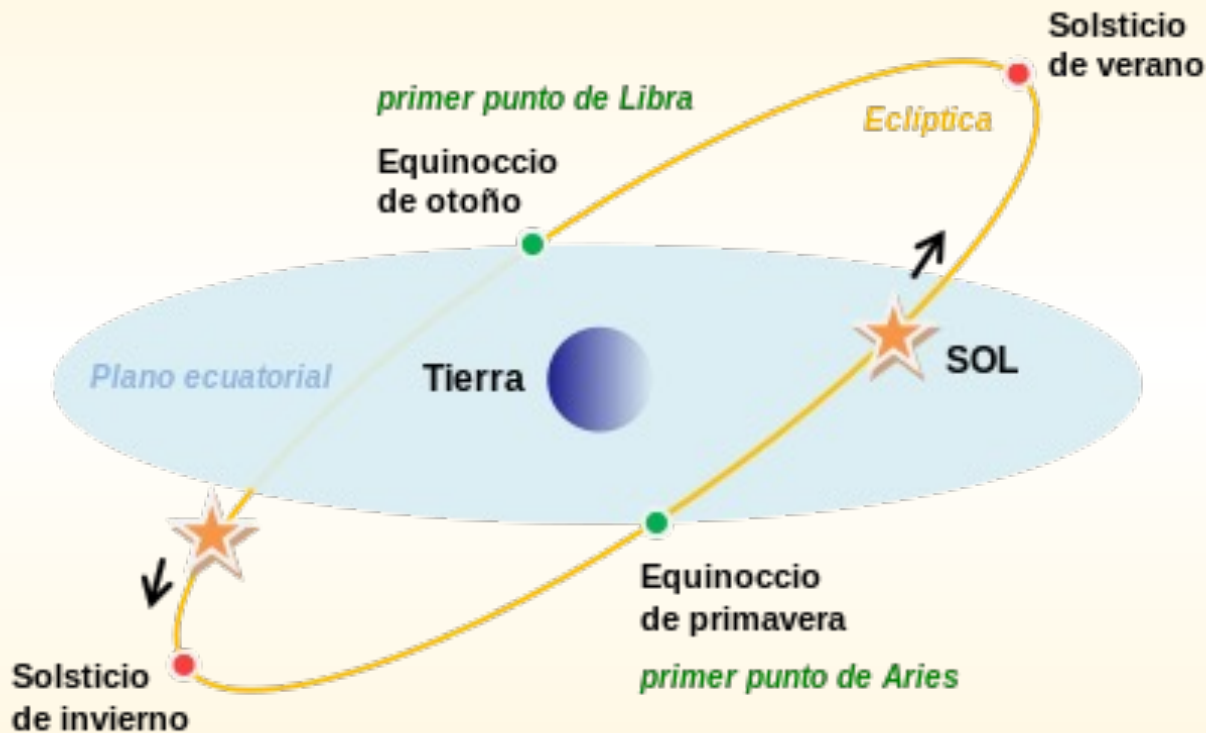
el 21 de marzo y

el 22 de septiembre,

épocas en que los dos polos de la Tierra se encuentran a igual distancia del Sol, cayendo la luz solar por igual en ambos hemisferios.

En el equinoccio sucede el cambio de estación anual contraria en cada hemisferio de la Tierra. Durante los equinoccios el Sol está situado en el plano del ecuador terrestre, donde alcanza el cenit.





En esta vista se muestran los dos equinoccios como la intersección del ecuador celeste y la eclíptica.

El Sol, en su aparente movimiento por ésta, está al Norte o al Sur del plano ecuatorial, causa de la sucesión de estaciones.

Astronómicamente, el **primer punto de Aries** es una referencia fundamental.

Los equinoccios ocurren cuando el Sol está en el **primer punto de Aries** o en el **primer punto de Libra**.

El primero es el punto del ecuador celeste donde el Sol en su movimiento anual aparente por la eclíptica pasa de Sur a Norte respecto al plano ecuatorial, y su declinación pasa de negativa a positiva.

En el primer punto de Libra sucede lo contrario: el Sol aparenta pasar de Norte a Sur del ecuador celeste, y su declinación pasa de positiva a negativa.

Actualmente ninguno de los equinoccios se encuentra en la constelación que los nombra, debido a la precesión: el primer punto de Aries está en Piscis, y el primer punto de Libra se halla en Virgo.

Las coordenadas ecuatoriales de cada equinoccio son: para el **equinoccio vernal**, **ascensión recta** y **declinación** nula. Para el primer punto de Libra, **ascensión recta**, 12 horas, y **declinación** nula.

Solsticio

- Los **solsticios** (del latín solstitium (sol sistere), "Sol quieto") son los momentos del año en los que el Sol alcanza su mayor o menor altura aparente en el cielo, y la duración del día o de la noche son las máximas del año, respectivamente.
- Astronómicamente, los solsticios son los momentos en los que el Sol alcanza la máxima declinación norte ($+23^{\circ} 27'$) o sur ($-23^{\circ} 27'$) con respecto al ecuador terrestre.

En el solsticio de verano del hemisferio Norte el Sol alcanza el cenit al mediodía sobre el Trópico de Cáncer y en el solsticio de invierno alcanza el cenit al mediodía sobre el Trópico de Capricornio.

Ocurre dos veces por año: el 20 o el 21 de junio y el 21 o el 22 de diciembre de cada año.

En los días de solsticio, la duración del día y la altitud del Sol al mediodía son máximas (en el solsticio de verano) y mínimas (en el solsticio de invierno) comparadas con cualquier otro día del año.

Trópico de Cáncer

El trópico de Cáncer es uno de los paralelos del planeta que está ubicado en el Hemisferio Norte. Es el paralelo situado a una latitud de $23^{\circ} 26' 14''$ 1 al norte del Ecuador.

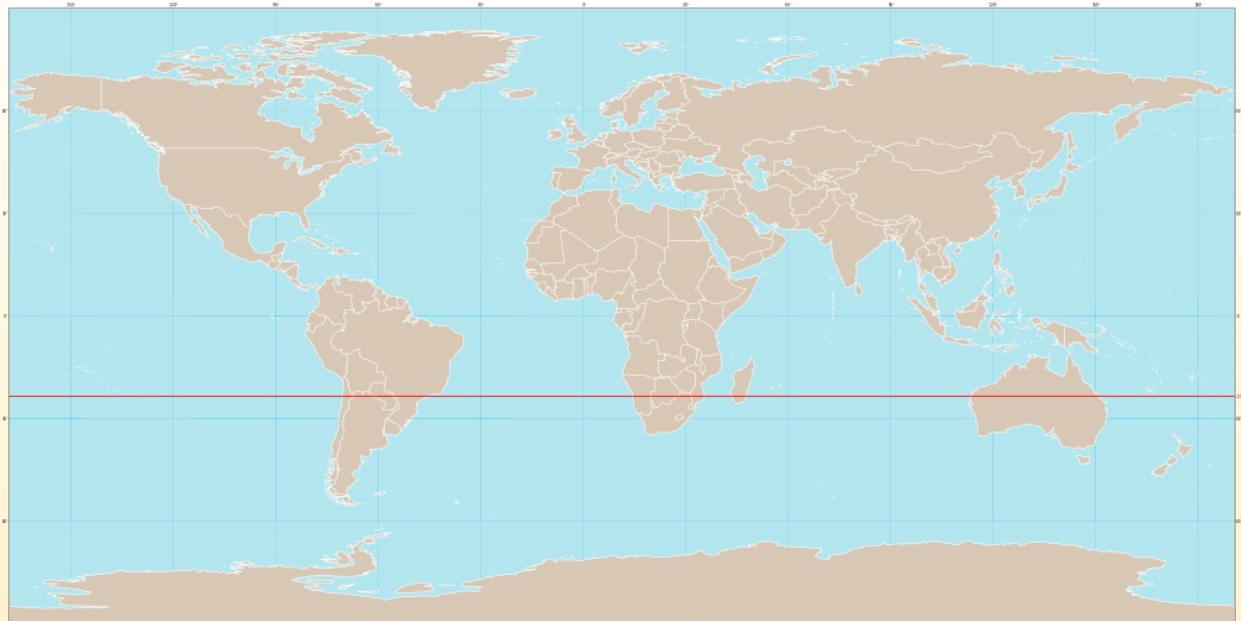


Trópico de Capricornio

El trópico de Capricornio es el trópico del hemisferio sur. Es el paralelo situado actualmente (2015) a una latitud de $23^{\circ} 26' 14'' 1$ al sur del Ecuador.

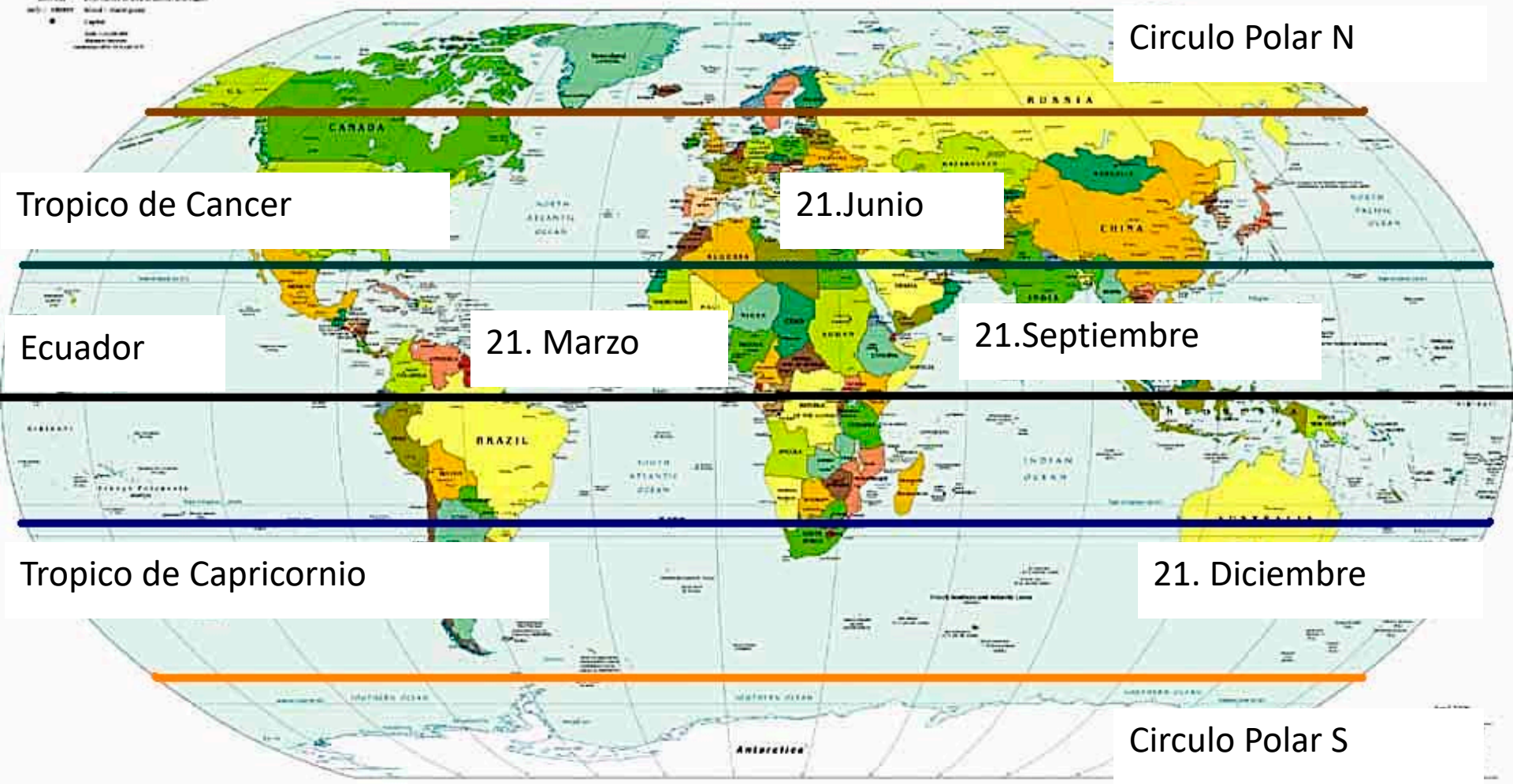
Esta línea imaginaria delimita los puntos más meridionales en los que el Sol puede ocupar el cenit (la vertical del lugar) a mediodía.

En el trópico de Capricornio, por lo tanto, los rayos solares caen verticalmente sobre el suelo en el instante en que ocurre el solsticio de diciembre, lo que acontece entre el 21 y el 22 de diciembre.



Political Map of the World, April 2000

Legend:
Independent state
Dependent area or area of limited sovereignty
City
Capital
Sea level
Elevation
Contour interval
Scale
Projection
Source: CIA World Factbook



Circulo Polar N

Tropico de Cancer

21. Junio

Ecuador

21. Marzo

21. Septiembre

Tropico de Capricornio

21. Diciembre

Circulo Polar S



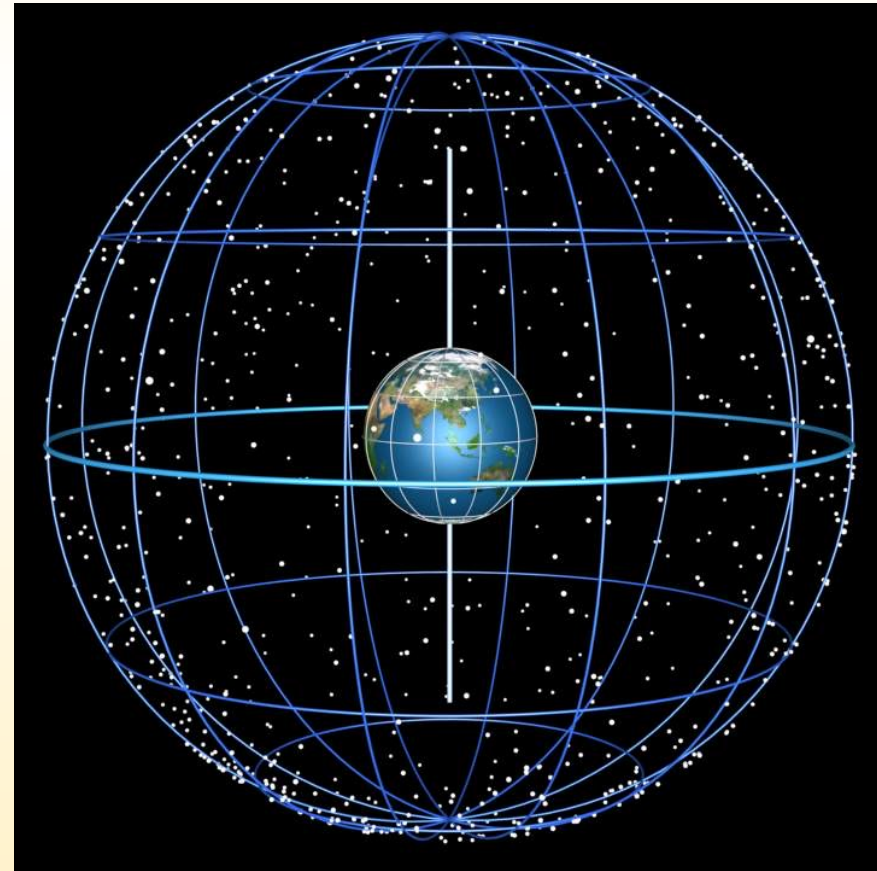
Laboratorio para la casa

- En el próximo equinoccio y también en los dos solsticios, levántese temprano y escriba la hora del amanecer. Luego espere hasta que se ponga el sol y vuelva a escribir la hora. Calcule cuánto tiempo estuvo la luz del día en esos días.

Esfera Celestial

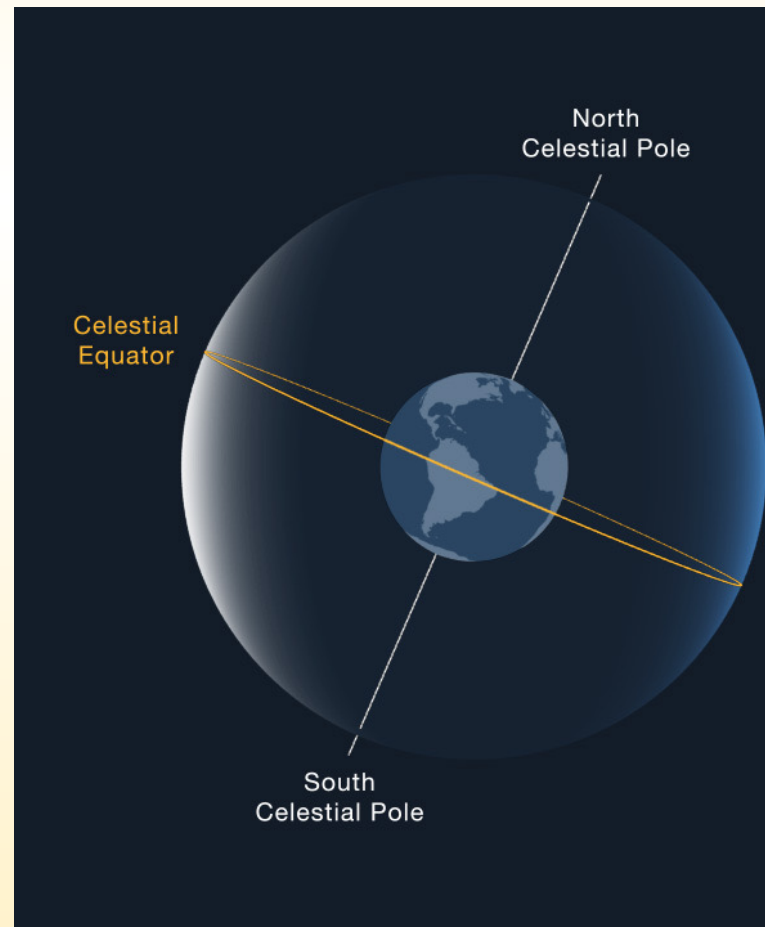
Esfera Celestial

Podemos imaginar que todas las estrellas no se mueven y, como no sabemos (en este capítulo) su distancia, se fijan en una esfera en el cielo: **la esfera celestial**.

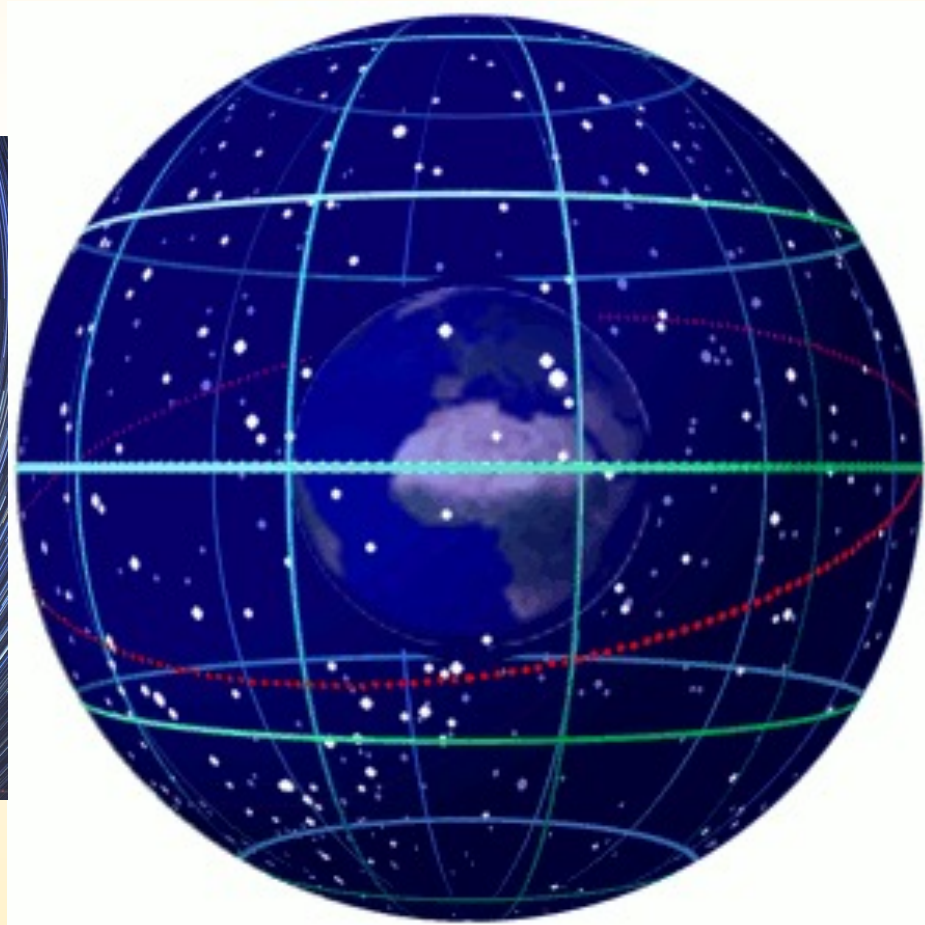


Podemos proyectar el ecuador de la Tierra hacia afuera como un círculo en la esfera celeste.

Lo mismo que podemos hacer con el polo norte y sur de nuestro eje de rotación, como puntos en la esfera celeste.



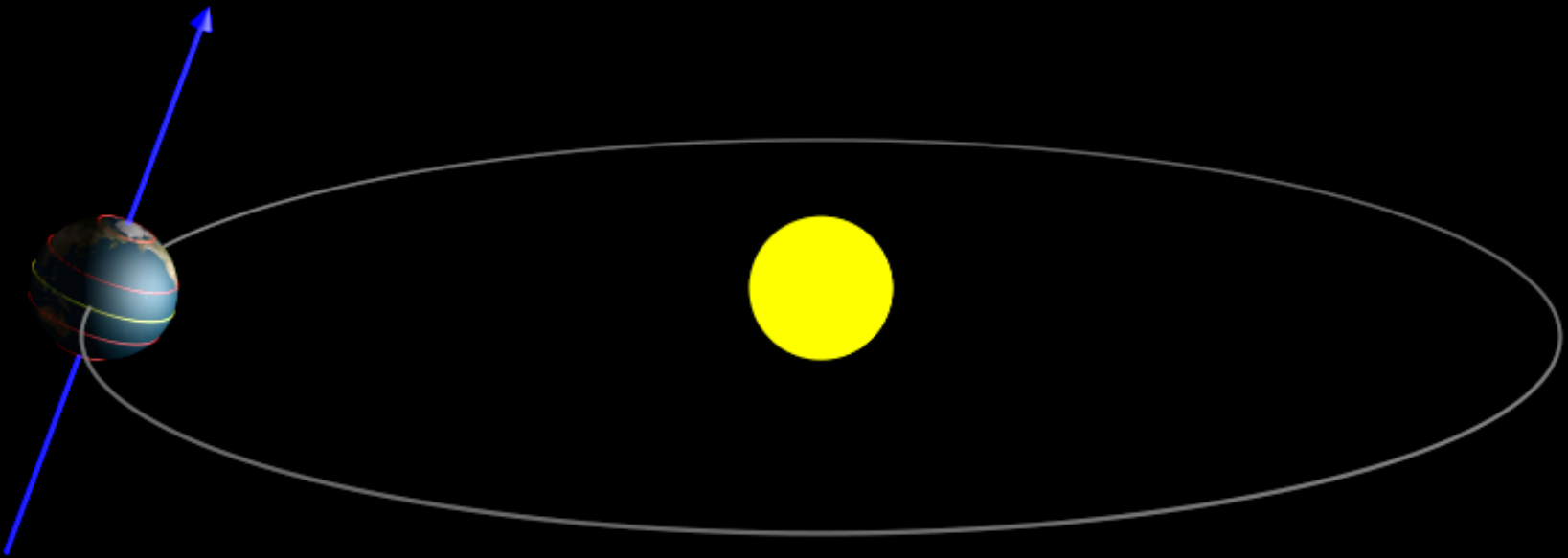
Ahora la Tierra está girando alrededor de su eje. Entonces, si nos paramos en un punto de la superficie de la Tierra, vemos que **aparentemente** las estrellas en la esfera celeste orbitan a nuestro alrededor.

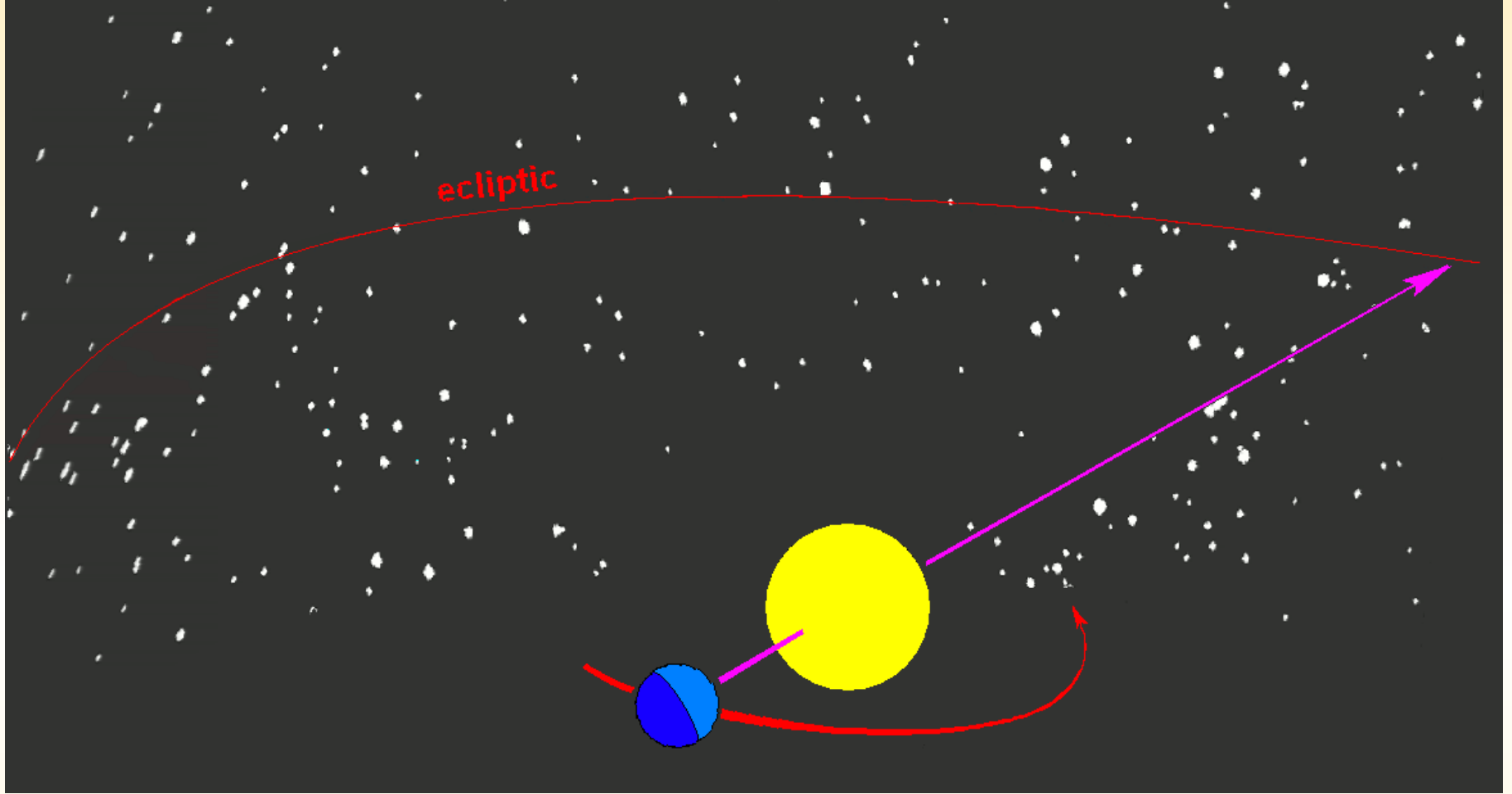




Debido a la rotación de la Tierra, vemos al Sol subir y bajar cada día.

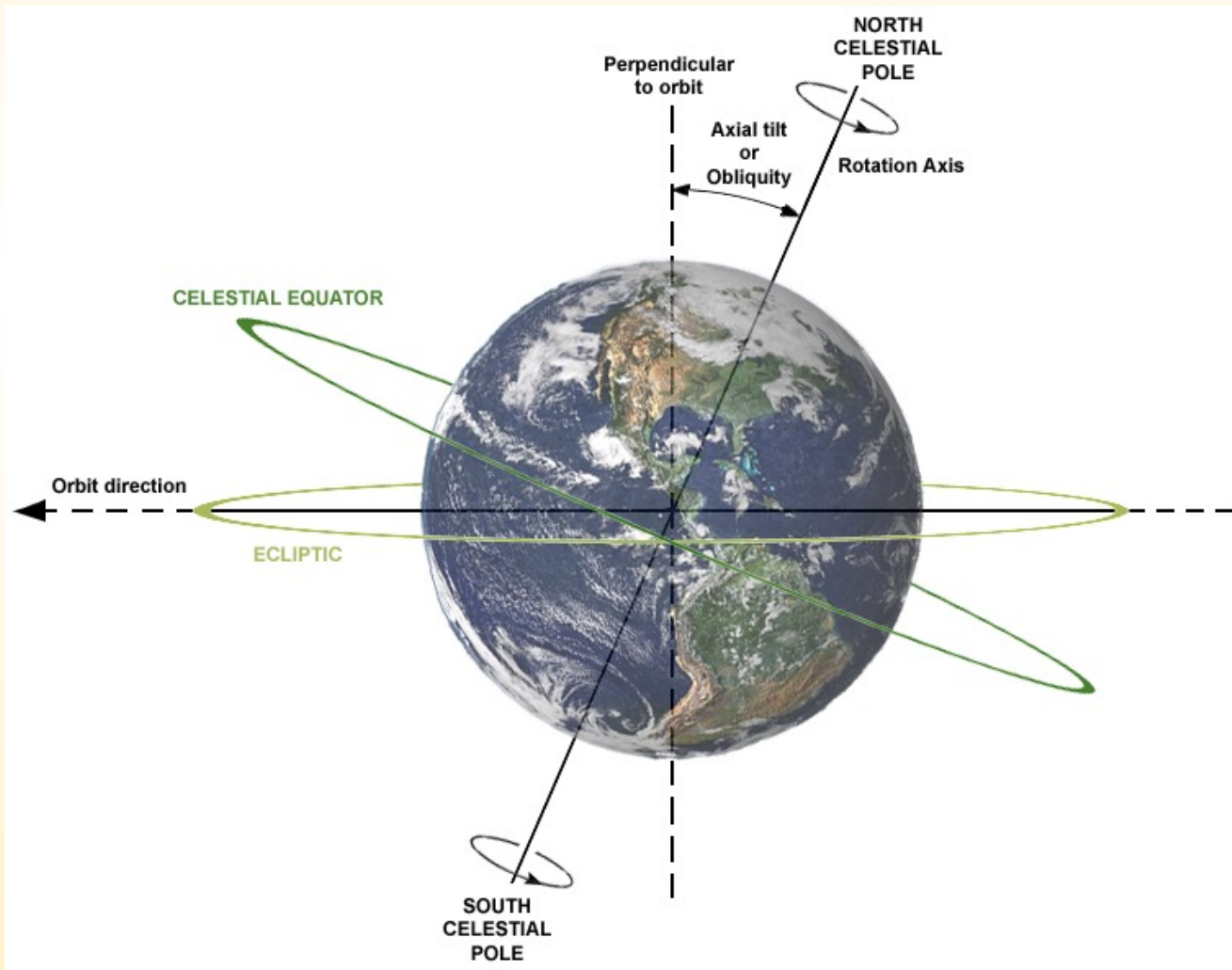
Órbita alrededor del Sol





Debido a la órbita de la Tierra alrededor del Sol, vemos al Sol "frente" a diferentes estrellas durante el año.

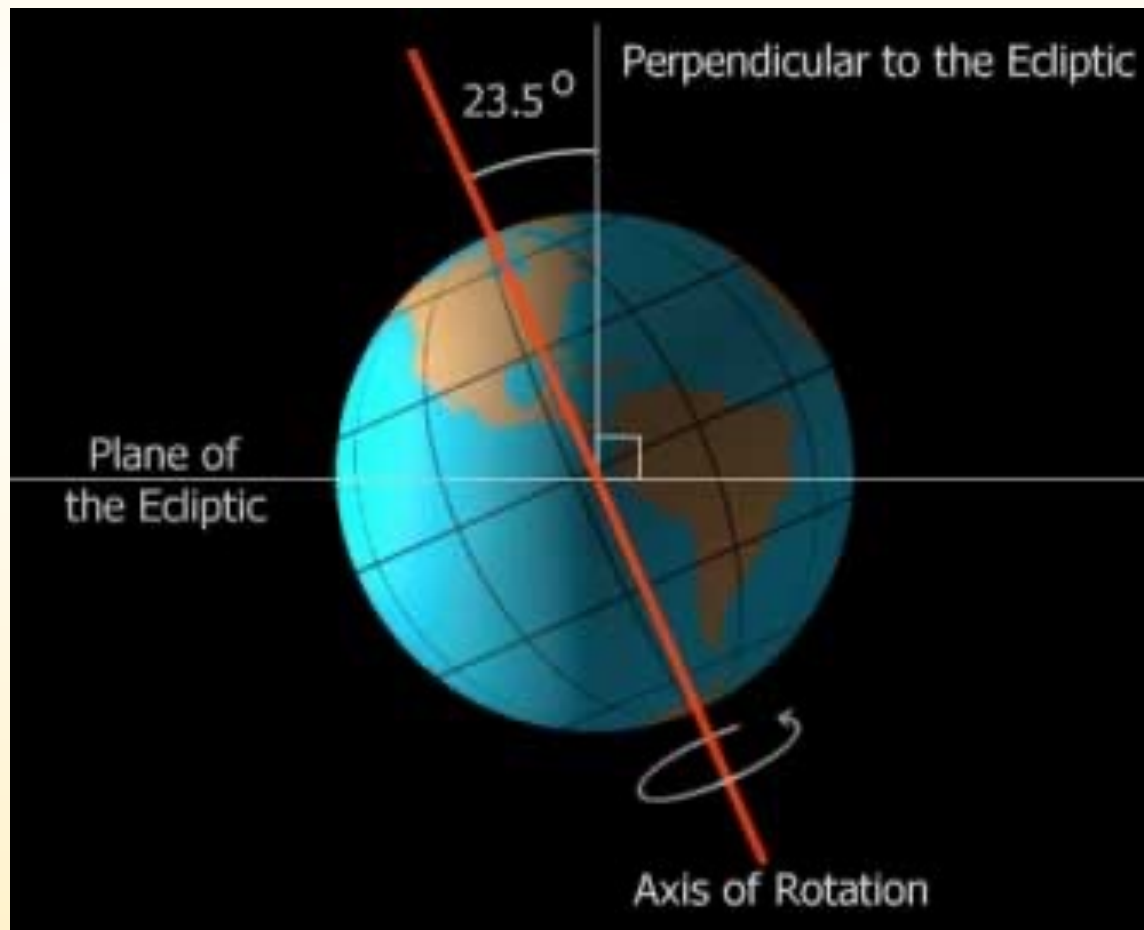
Cada año, el Sol pasa por los mismos puntos, por lo que podemos describir un círculo de estas posiciones en la esfera celeste. Este círculo se llama **eclíptica**.



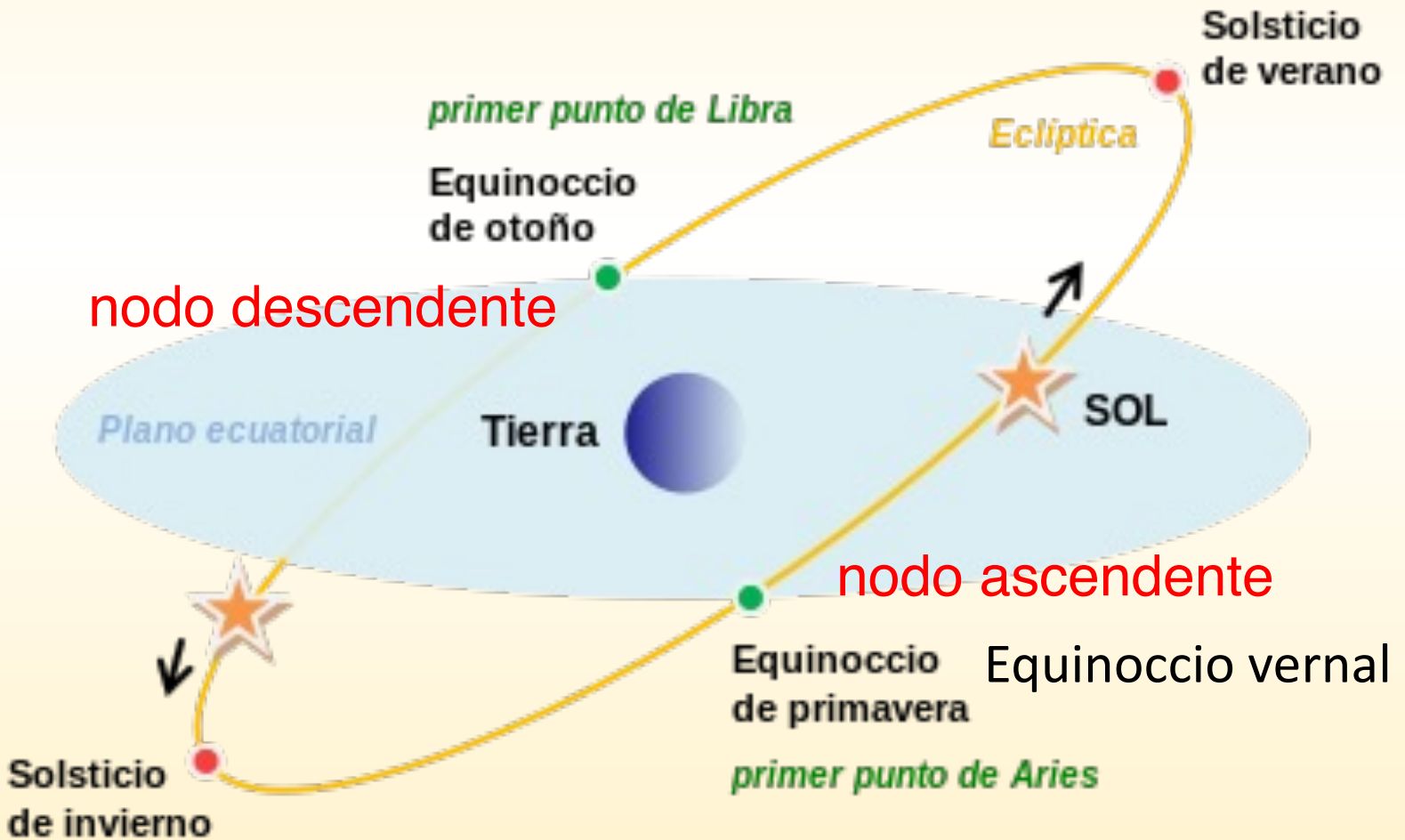
El círculo del ecuador de nuestra Tierra y el círculo de la eclíptica en la esfera celeste no son lo mismo.

Están inclinados entre sí unos 23.5 grados.

Esta inclinación se llama **oblicuidad**.



Ambos círculos coinciden en dos puntos. Estos puntos se llaman **nodos**.



Nodos de la órbita

Los **nodos** de una órbita son dos puntos pertenecientes a dicha órbita inclinada respecto a un plano de referencia, y que se hallan donde dicha órbita cruza al mencionado plano de referencia, al cual debe pertenecer el astro primario de la órbita a la que pertenecen los nodos.

En el caso de órbitas heliocéntricas (donde el astro primario es el Sol), el plano de referencia es la eclíptica, y en el caso de órbitas geocéntricas (donde el astro primario es la Tierra), el plano de referencia es el ecuador celeste.

En el caso de las orbitas sin inclinacion (inclinacion 0°), es decir en aquellas que se encuentran completamente sobre el plano de referencia, no se pueden definir sus nodos.

Toda órbita tiene dos nodos:

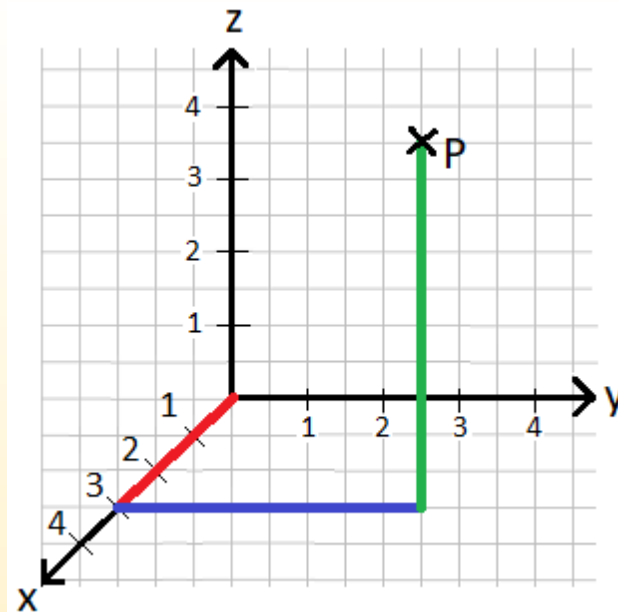
- El **nodo ascendente** (símbolo Ω) es el punto donde el objeto cruza el plano de referencia moviéndose desde el hemisferio sur al hemisferio norte celeste.
- El **nodo descendente** (símbolo \oslash) es el punto donde el objeto cruza el plano de referencia moviéndose desde el hemisferio norte al hemisferio sur celeste.

En esos puntos, el eje de la Tierra es perpendicular a la línea Tierra-Sol y la luz del día y la noche son igual (12 horas), por lo que se llaman **equinoccios**.
Los puntos extremos se llaman **solisticios**.

Laboratorio para la casa

- Construye un círculo con diferentes cosas (representando las estrellas o constelaciones). Estas cosas podrían ser, por ejemplo, tus peluches o robar los de tu hermano pequeño. Coloque algo en el centro que represente al Sol. Ahora entra al círculo y juega la Tierra. Mira lo que sucede si giras y qué cosas ves. Camina alrededor del Sol y observa qué cosas de tu círculo ves junto con el Sol. ¿Ayuda esto a comprender el concepto de la esfera celestial?

Sistemas de Coordenadas



Sistema de coordenadas

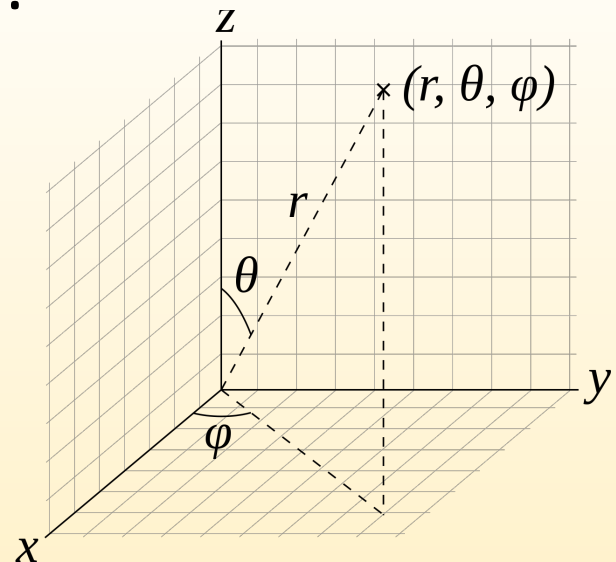
En geometría, un sistema de coordenadas es un sistema que utiliza uno o más números (coordenadas) para determinar unívocamente la posición de un punto u objeto geométrico.

Un ejemplo corriente es el sistema que asigna longitud y latitud para localizar coordenadas geográficas. En física, un sistema de coordenadas para describir puntos en el espacio recibe el nombre de sistema de referencia.

Necesitamos 3 coordenadas para fijar un punto en tres dimensiones (espacio).

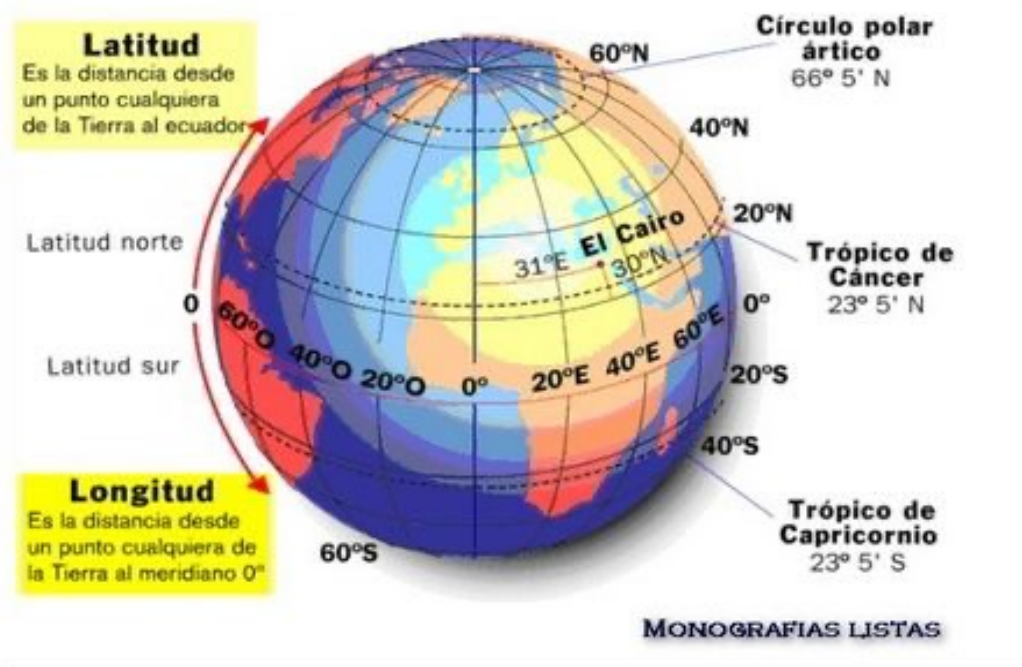
Un sistema común es el sistema de **coordenadas Cartesianas** en el que damos la posición de un punto con las distancias al origen en las tres direcciones **x**, **y** y **z** de los ejes que son perpendiculares entre sí.

Otro sistema es el sistema de **coordenadas esféricas** en el que damos la distancia al origen **r** y la dirección de un punto dado con dos ángulos **θ** y **φ** .



En la superficie de una esfera, todos los puntos tienen la misma distancia r al origen (si es el centro de la esfera). Solo necesitamos los dos ángulos para describir la posición exacta en esta superficie.

Por lo tanto, por ejemplo, un punto en la superficie de la Tierra se determina exactamente con las dos coordenadas (ángulos), **latitud** y **longitud**.



En astronomía tenemos el concepto de la esfera celeste en la que ignoramos completamente la distancia a los objetos en el Universo, ya que la distancia no es importante (y a veces desconocida) para la tarea de apuntar el telescopio a este objeto.

Lo que hacemos es proyectar todos los astros sobre una esfera de radio arbitrario, que se denomina esfera celeste.

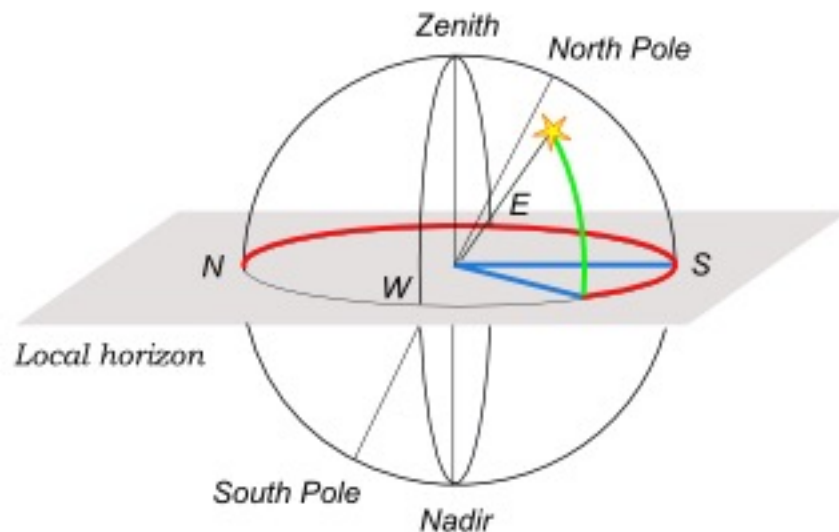
De nuevo, un sistema de coordenadas basado en dos ángulos es suficiente.

Coordenadas horizontales

Las coordenadas horizontales son un sistema de coordenadas celestes referidas al horizonte del observador y a su vertical.

Para determinar la posición de una estrella en coordenadas horizontales, un observador deberá medir la **altura (altitud)** que es la distancia angular desde el horizonte hasta la estrella.

En segundo lugar, tendrá que determinar el ángulo que forma la estrella con una dirección que se toma como origen, generalmente el sur (en astronomía) o el norte (navegación) medida sobre el horizonte y en sentido horario. Dicho ángulo se llama **acimut**.



Las coordenadas horizontales. Acimut, desde el punto Norte (rojo) - también desde el punto en dirección Sur hacia el oeste (azul). Altitud, de color verde.

Estas coordenadas dependen del observador. Es decir que en un mismo momento, un astro se observa bajo coordenadas horizontales diferentes por observadores diferentes situados en puntos diferentes de la Tierra.

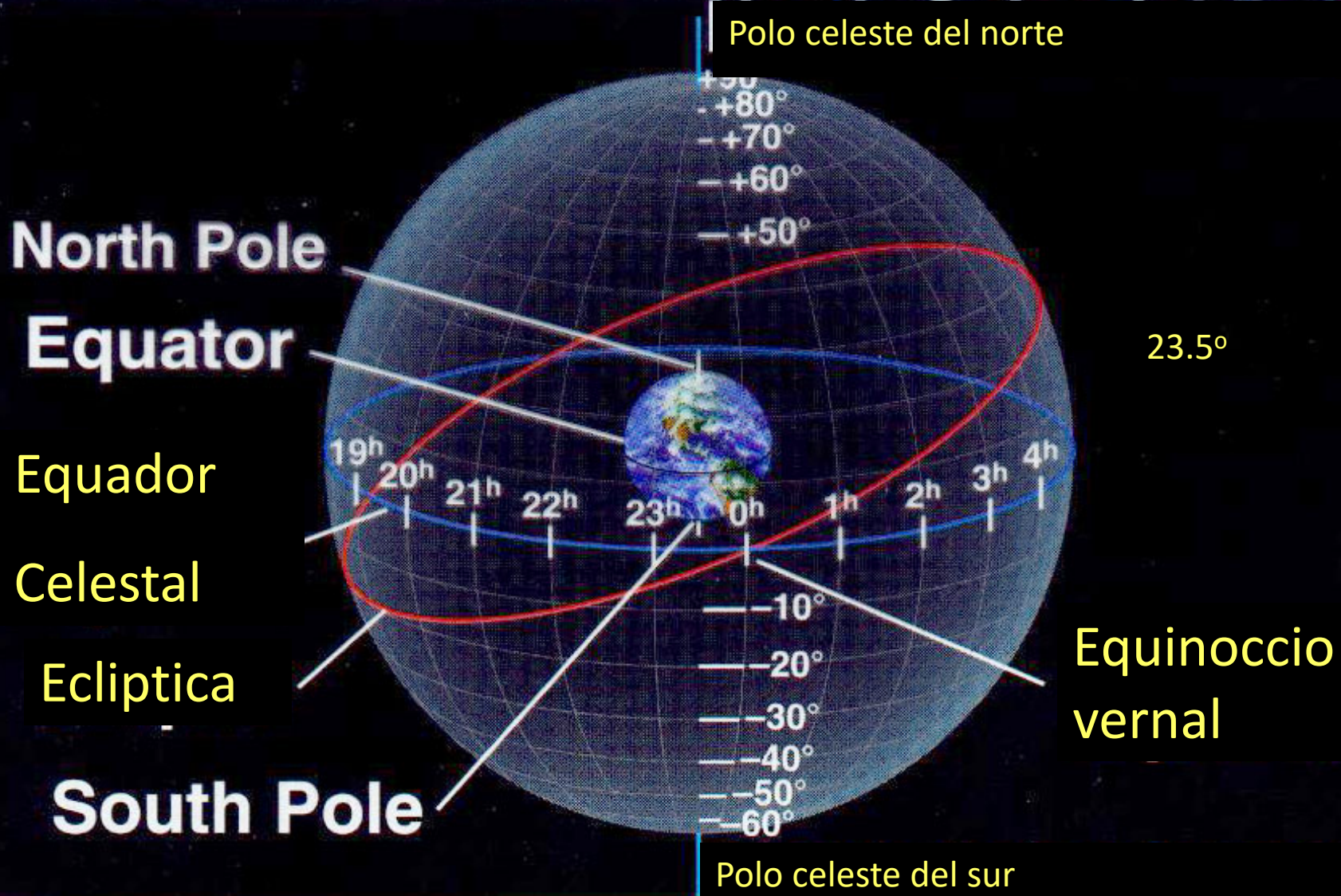
Esto significa que dichas coordenadas son locales.

Estas coordenadas son diferentes para diferentes observadores en diferentes lugares. Para comunicar una posición también tenemos que dar nuestra latitud y longitud al otro observador.

Además de esto, sabemos que la Tierra está girando y orbitando alrededor del Sol. Si incluso para nosotros, un objeto en el cielo está cambiando su posición con el tiempo. Entonces, para comunicar la posición de un objeto, también tenemos que medir el tiempo de la observación.

Entonces, en lugar de solo 2 ángulos, tenemos que dar 5 valores a cualquier otro observador, para que él / ella pueda encontrar el objeto después de realizar algunos cálculos geométricos muy serios.

¿No sería bueno tener un sistema de coordenadas, que sea el mismo para cada observador y no dependa del tiempo?



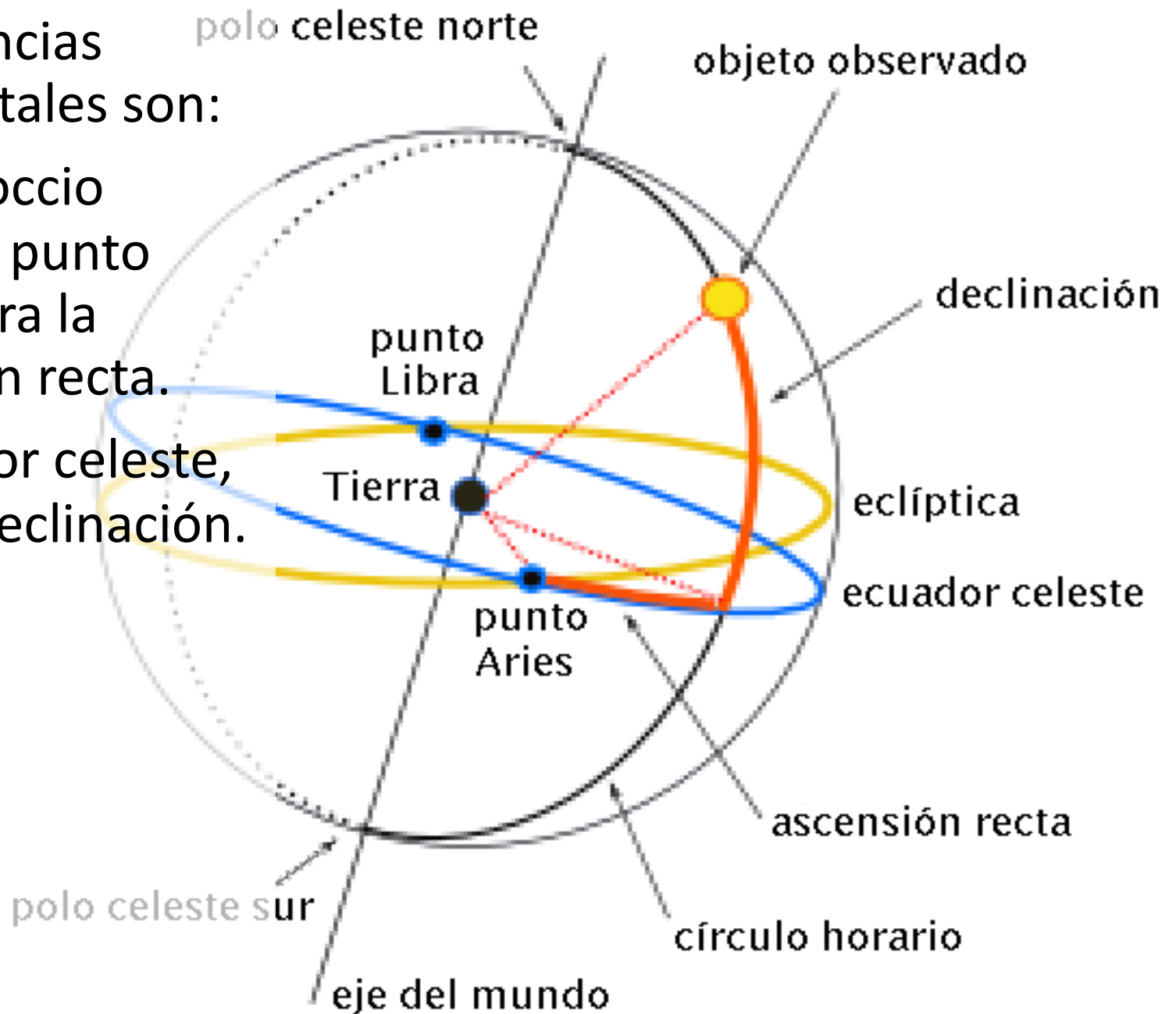
Coordenadas ecuatoriales

Las coordenadas ecuatoriales (absolutas) son un tipo de coordenadas celestes que determinan la posición de un objeto en la esfera celeste respecto al ecuador celeste y al equinoccio vernal.

Se denominan **declinación** y **ascensión recta** y son equivalentes a la latitud y longitud geográficas.

Las referencias fundamentales son:

- El equinoccio vernal, o punto Aries, para la ascensión recta.
- El ecuador celeste, para la declinación.



La **ascensión recta**, abreviadamente **RA**, y denotada por α ("alfa"), es el ángulo, medido sobre el ecuador celeste, abarcado entre el Punto Aries (equinoccio vernal) y el círculo horario o meridiano que pasa por el objeto observado. Equivale a la longitud geográfica. Su sentido positivo es el directo o antihorario, el mismo de la rotación terrestre vista desde el polo Norte. Sus unidades son las angulares, expresadas en horas, minutos y segundos:

- 24 horas se corresponden a 360°
- 1 hora se corresponde a 15° .

$$1^h = 60^m$$

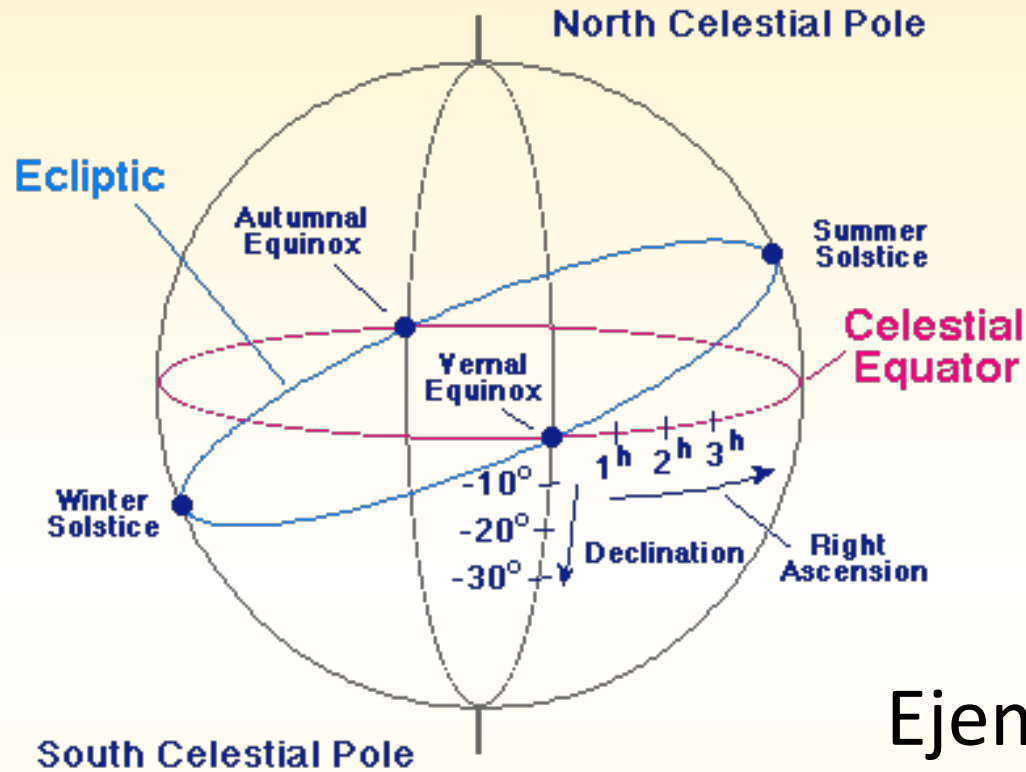
$$1^m = 60^s$$

La **declinación (DEC)** es el ángulo que forman el ecuador celeste y el objeto. Para objetos situados entre el ecuador y el polo norte, la declinación es positiva y, en caso contrario, negativa. La declinación se denota con δ ("delta"). Equivale a la latitud geográfica.

Los valores cuentan de 0 a 90 grados desde el ecuador hasta el polo norte y de 0 a -90 grados desde el ecuador hasta el polo sur.

$$1^{\circ} = 60'$$

$$1' = 60''$$



Ejemplo:

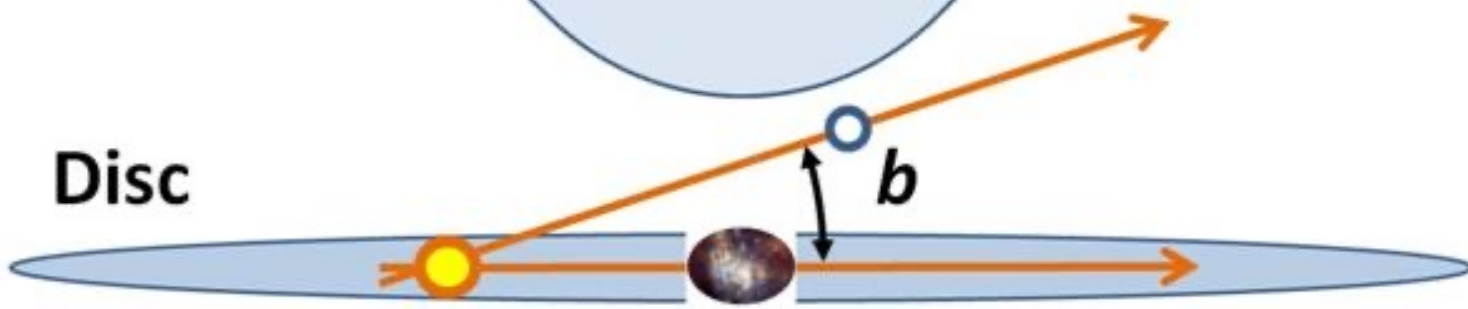
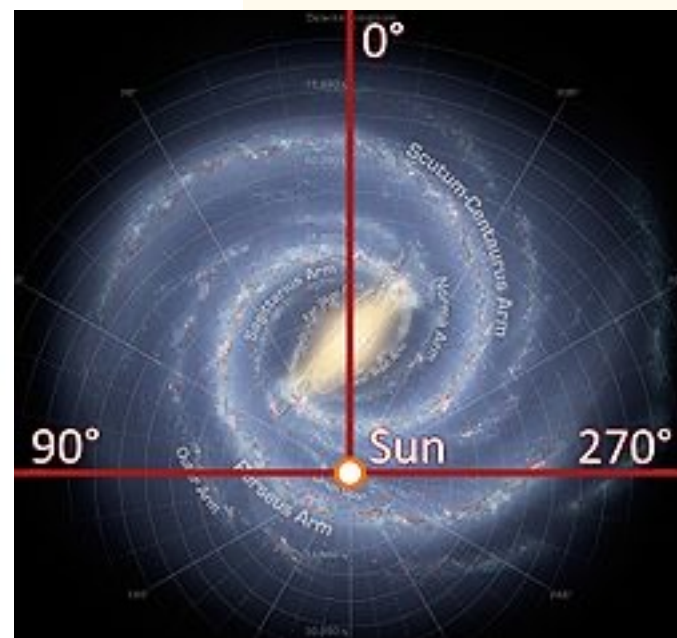
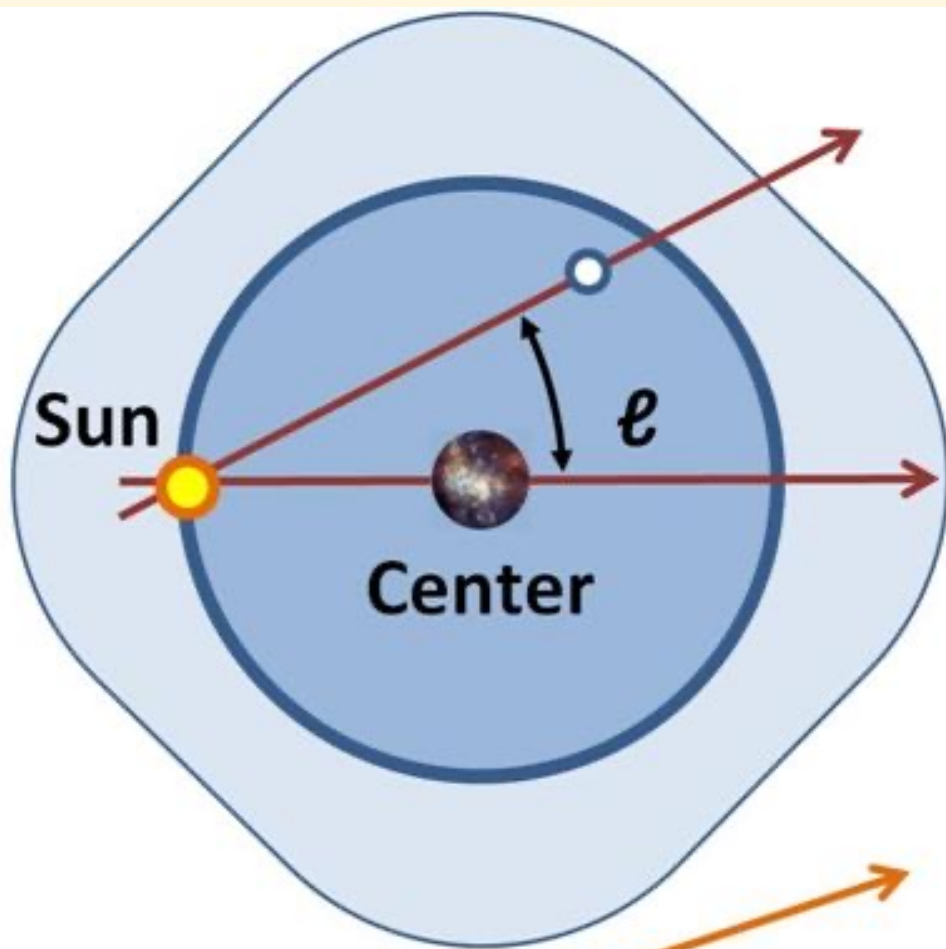
Sirio

RA: $06^{\text{h}} 45^{\text{m}} 08.917^{\text{s}}$

DEC: $-16^\circ 42' 58.02''$

Coordenadas Galácticas

- El sistema de **coordenadas galácticas** es un sistema de coordenadas celestes centrada en el Sol y alineada con el centro aparente de la Vía Láctea. El "ecuador" está alineado con el plano de la galaxia. El sistema de referencia gira con el Sol alrededor de la galaxia.
- Las coordenadas son la **longitud galáctica (l)** y la **latitud galáctica (b)**.



Laboratorio para la casa

- Use Internet y descubra RA y DEC para 10 objetos astronómicos diferentes de su elección (estrellas, galaxias, planetas). ¿Qué pasa si eliges un planeta?