



Universidad  
Industrial de  
Santander



GRUPO HALLEY DE ASTRONOMÍA Y  
CIENCIAS AEROESPACIALES

# Astronomía Planetaria

## Clase 4 – El tiempo

Mauricio Suárez Durán

Escuela de Física

Grupo Halley de Astronomía y Ciencias Aeroespaciales

Universidad Industrial de Santander

Bucaramanga, II semestre de 2013



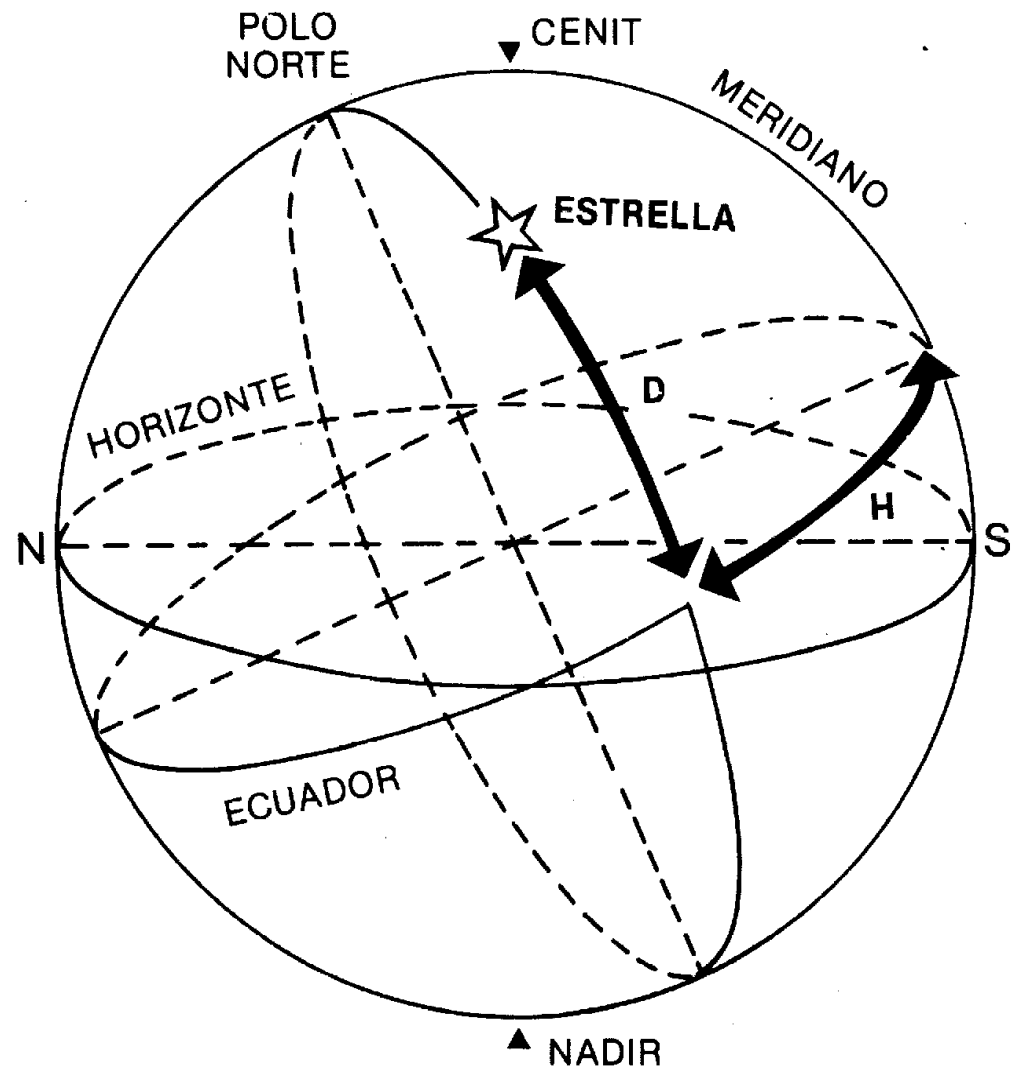
# En el capítulo anterior...



# ¿Qué son coordenadas Ecuatoriales?

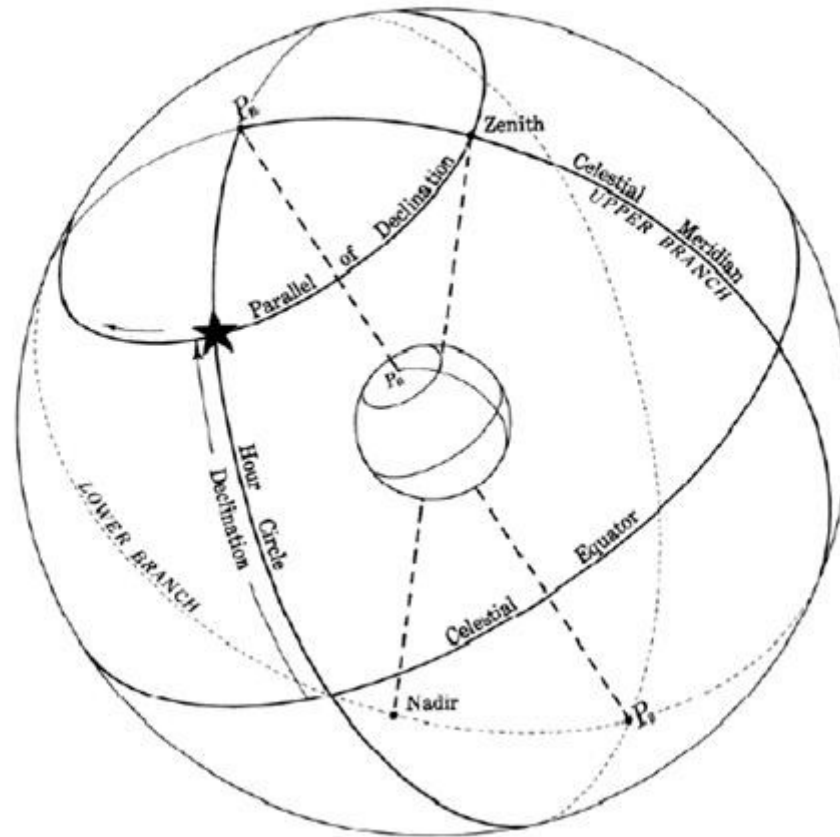
- Antes algunas definiciones:
  - Supongamos que la vaca es esférica
  - Horizonte
  - Meridiano del observador
  - Cenit
  - Ecuador Celeste







NAVIGATIONAL ASTRONOMY

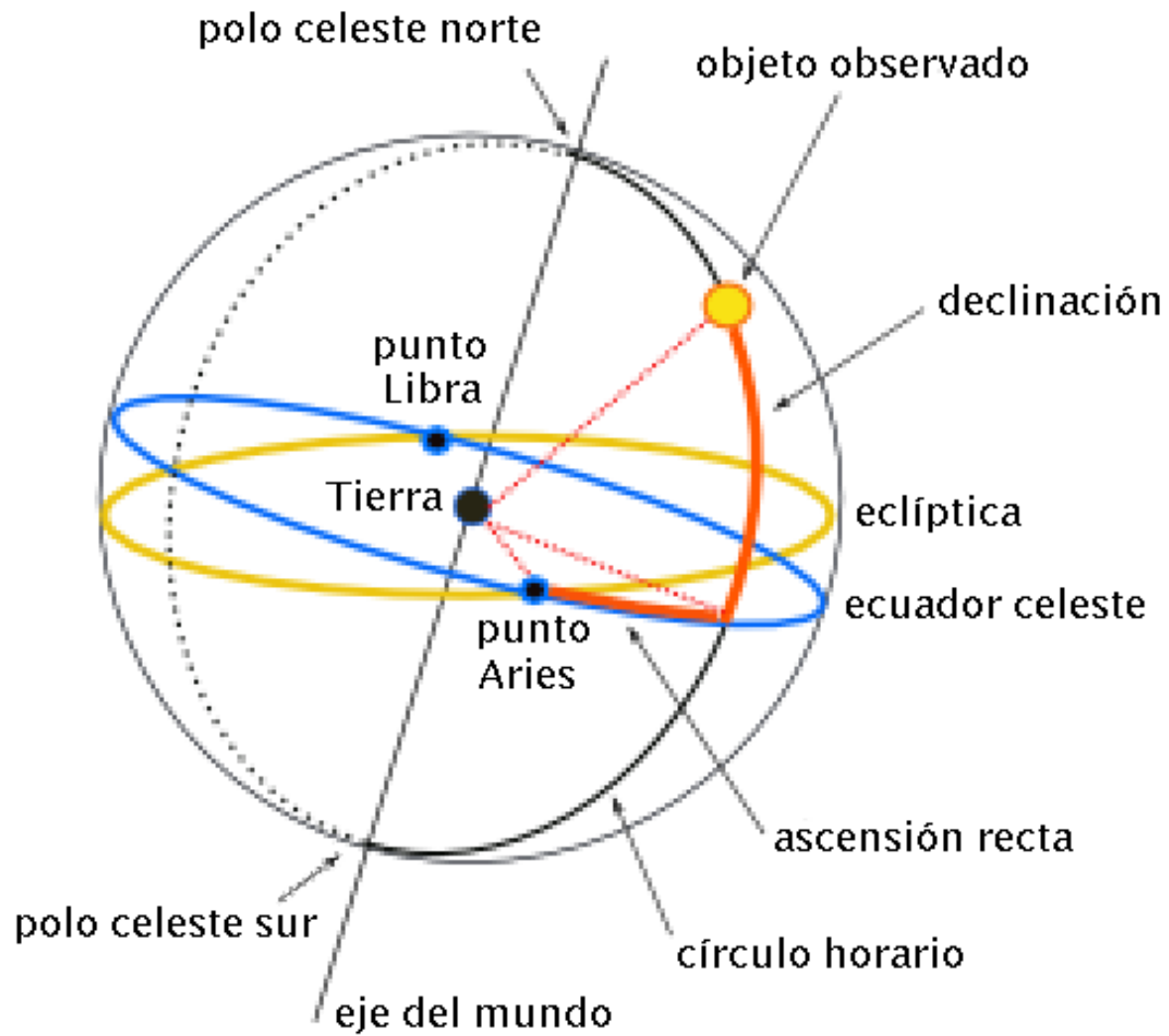


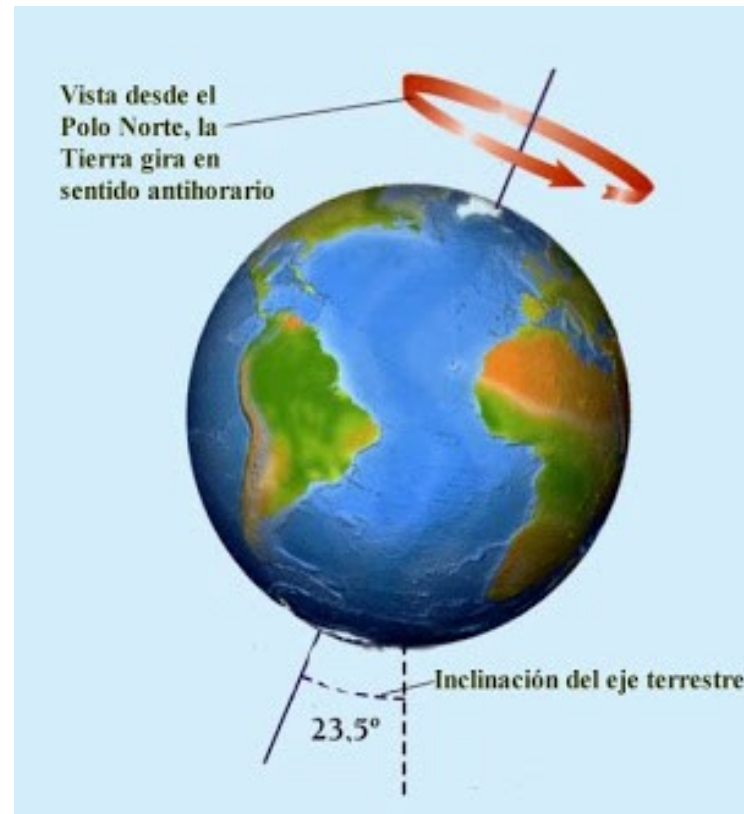




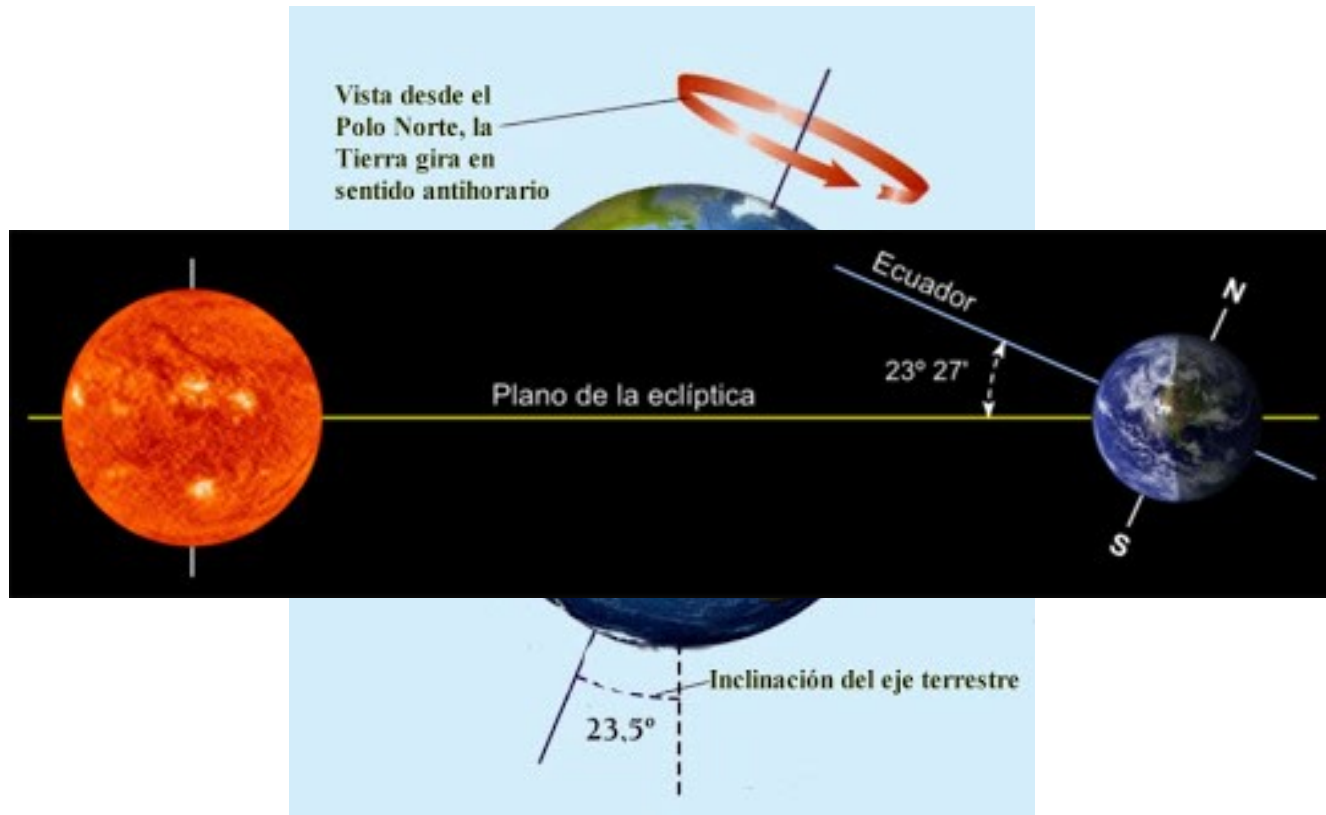
# Entonces, definamos las coordenadas Ecuatoriales Geocéntricas

- Usan el Ecuador Celeste como círculo máximo de referencia.
- Para el ángulo acimutal, usa el corte entre el Ecuador Celeste y la eclíptica (punto Aries).
- Ascensión recta crece en dirección O-E











Y nos quedo pendiente...





# Coordenadas galácticas

- Origen de coordenadas en coordenadas ecuatoriales:
  - Ascensión recta = 17h 45m 37,224s
  - Declinación =  $-28^{\circ} 56' 10,23''$
  - Constelación de Sagitario.





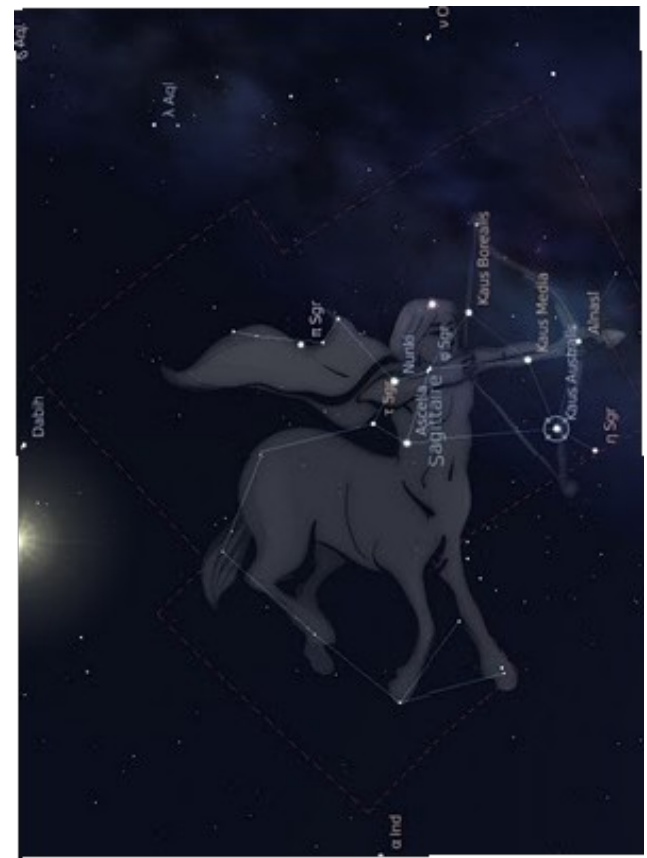
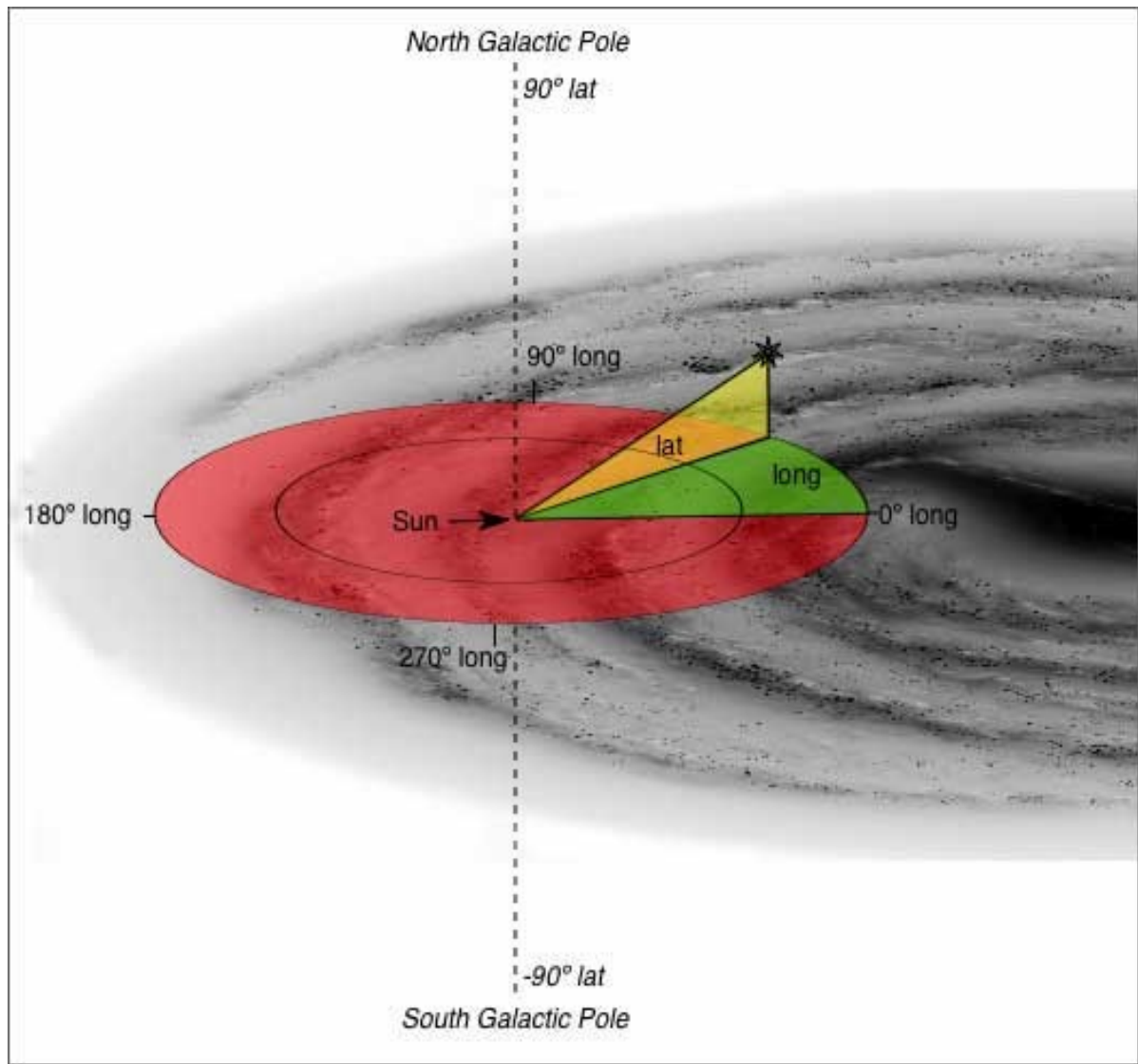
# Coordenadas galácticas

- Auténtico centro de la Vía Láctea:
  - Correspondiente a Sagittarius A\*
    - Ascensión recta = 17h 45m 40.04s
    - Declinación =  $-29^{\circ} 00' 28,1''$  (coordenadas galácticas:  $l = 359^{\circ} 56' 39.5''$ ,  $b = -0^{\circ} 2' 46,3''$ ),





# Galácticas





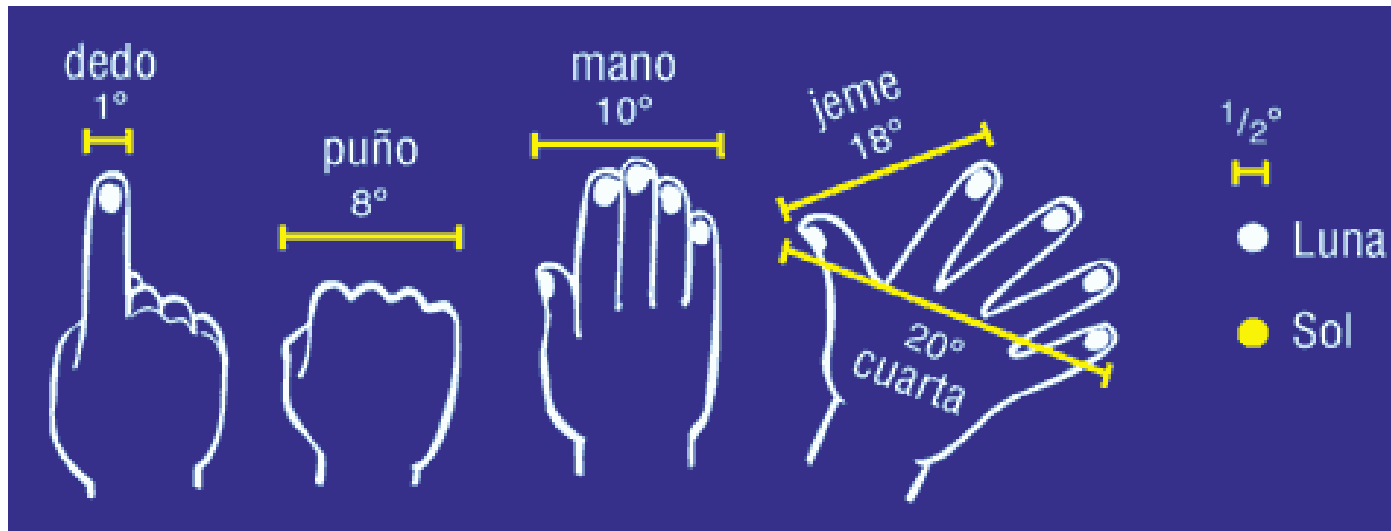
# El objetivo de hoy

- Encontrar una forma de medir el tiempo.
- Demostrar los 4 movimientos terrestres.



# Algunos instrumentos de medición

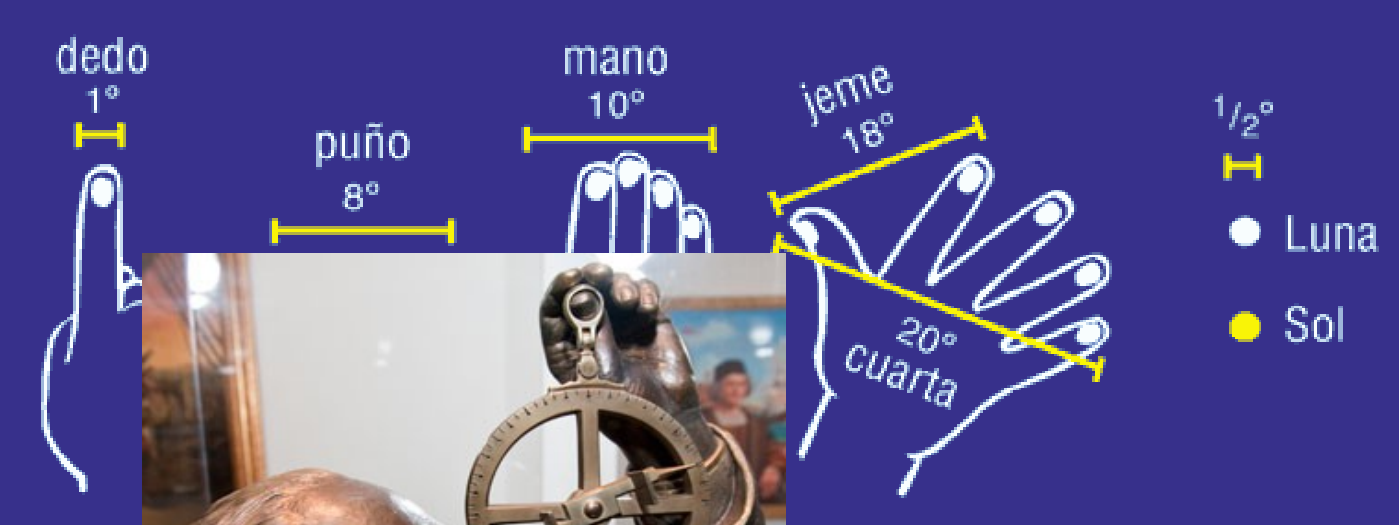
# Algunos instrumentos de medición







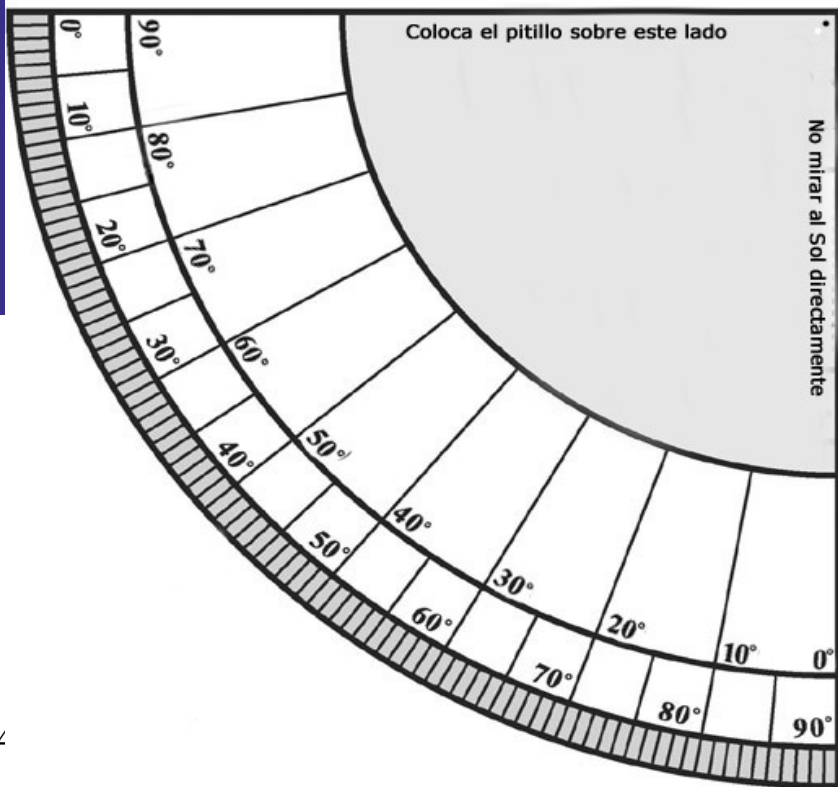
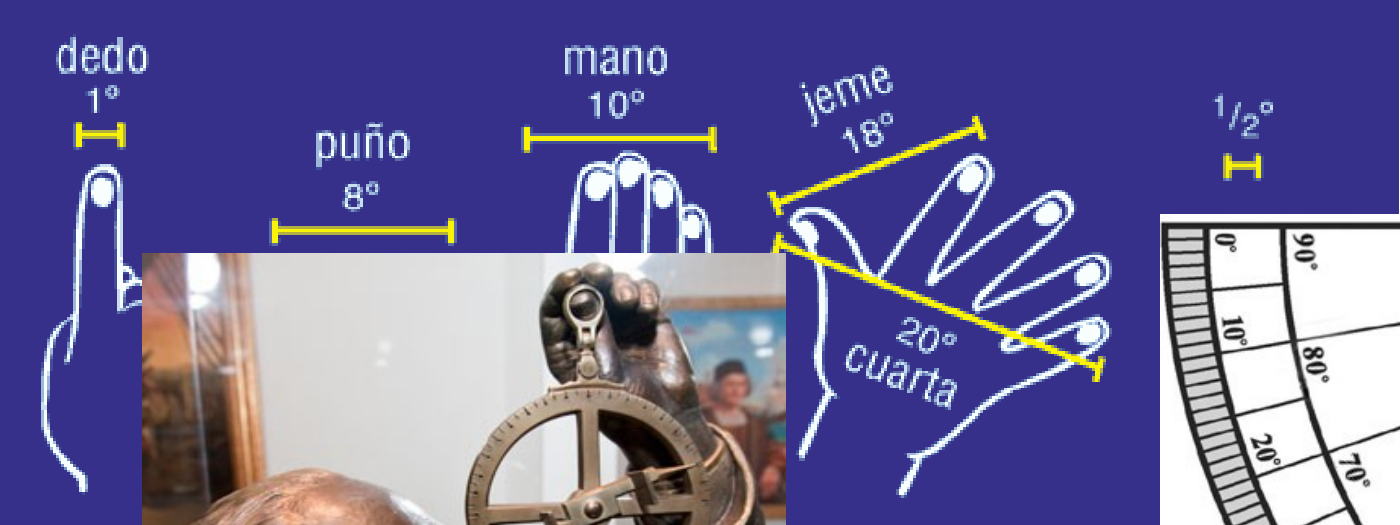
# Algunos instrumentos de medición







# Algunos instrumentos de medición





# Movimiento de la esfera celeste





# En los polos...







# Hemisferio Norte







# Ecuador







# Hemisferio Sur





# Y el tiempo...



# Y el tiempo...

- Hasta 1950 el tiempo se definía en función de la rotación terrestre.
- La unidad básica, el Segundo, correspondía a una fracción del día solar medio.
- Básicamente, asociamos el tiempo a la duración de ciertos eventos, escalas de tiempo.





# Y el tiempo...





# Y el tiempo...





# Y el tiempo...





# Y el tiempo...







# ¿Y entonces...?



Pixmac.es 84212896



# ¿Y entonces...?

- Observar...





# Algunas definiciones

- Tiempo solar medio:
  - Se define como el tiempo entre dos sucesiones consecutivas del Sol por el meridiano del observador.





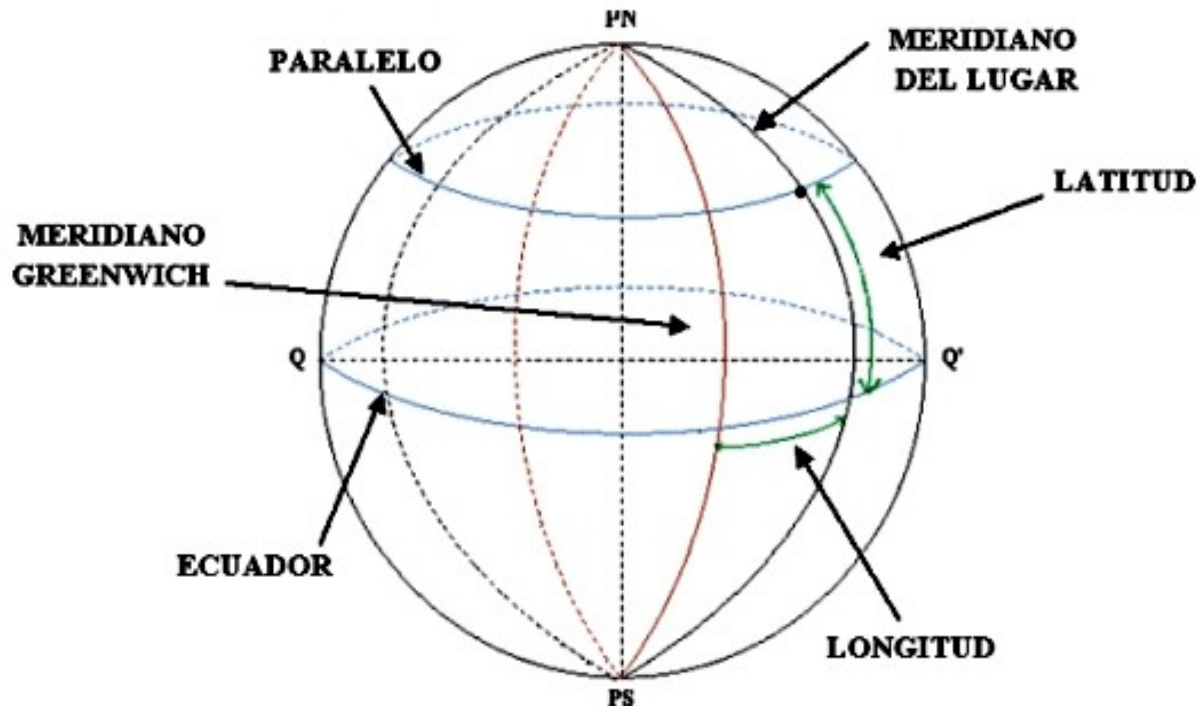
# Algunas definiciones

- Tiempo sidéreo:
  - Se define como el tiempo entre dos sucesiones consecutivas del punto Vernal por el meridiano del observador.

# Algunas definiciones

- Tiempo sidéreo:

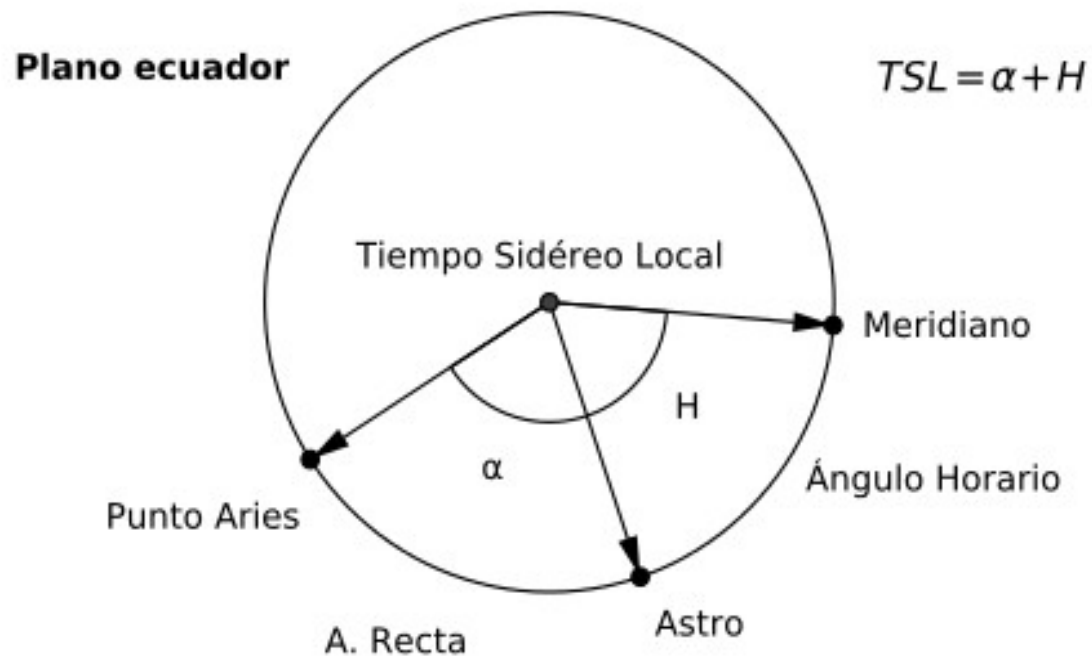
– Se  
con  
del



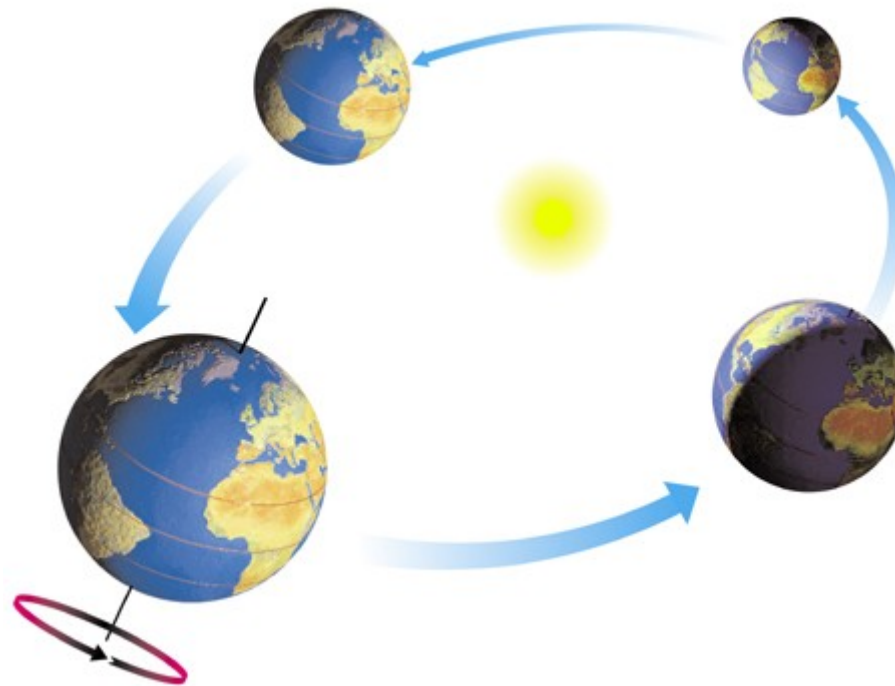
cesiones  
meridiano

# Tiempo sidéreo local

Relación entre TSL, H y  $\alpha$



# Y la traslación...?







**ζ Ind - HIP 102790**

Type: **star**  
Magnitude: **4.90** (B-V: **1.48**)  
Absolute Magnitude: -0.57  
Firefox Web Browser: 9.0s/-46°13'36.2"  
RA/DE (for date): zunsun28s/-46°10'21"  
Galactic longitude/latitude: -6°03'08.0"/-39°14'18.6"  
Hour angle/DE: 9h05m31s/-46°10'21"  
Az/Alt: +265°04'39"/-61°20'53"  
Spectral Type: K5III  
Distance: 404.66 Light Years  
Parallax: 0.00806"

Meridian

Ecliptic

Uranus

Sun

Mercury

Venus

Aldebaran

Betelgeuse

Rigel

Sirius

Procyon

Jupiter

Pollux

S

Earth, Berlin, 36m      FOV 99.3°      19.9 FPS      2014-06-20 06:08:07

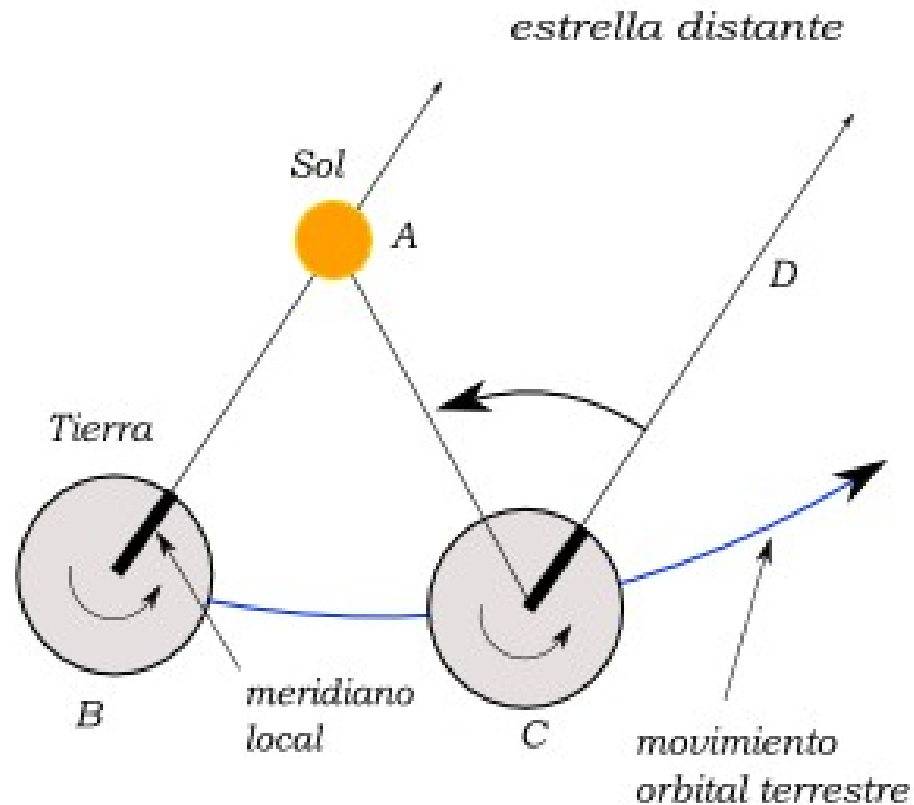


# Y la traslación...?

- Día solar: 24 h
- Día sidéreo: 23 h 36 m

# Y la traslación...?

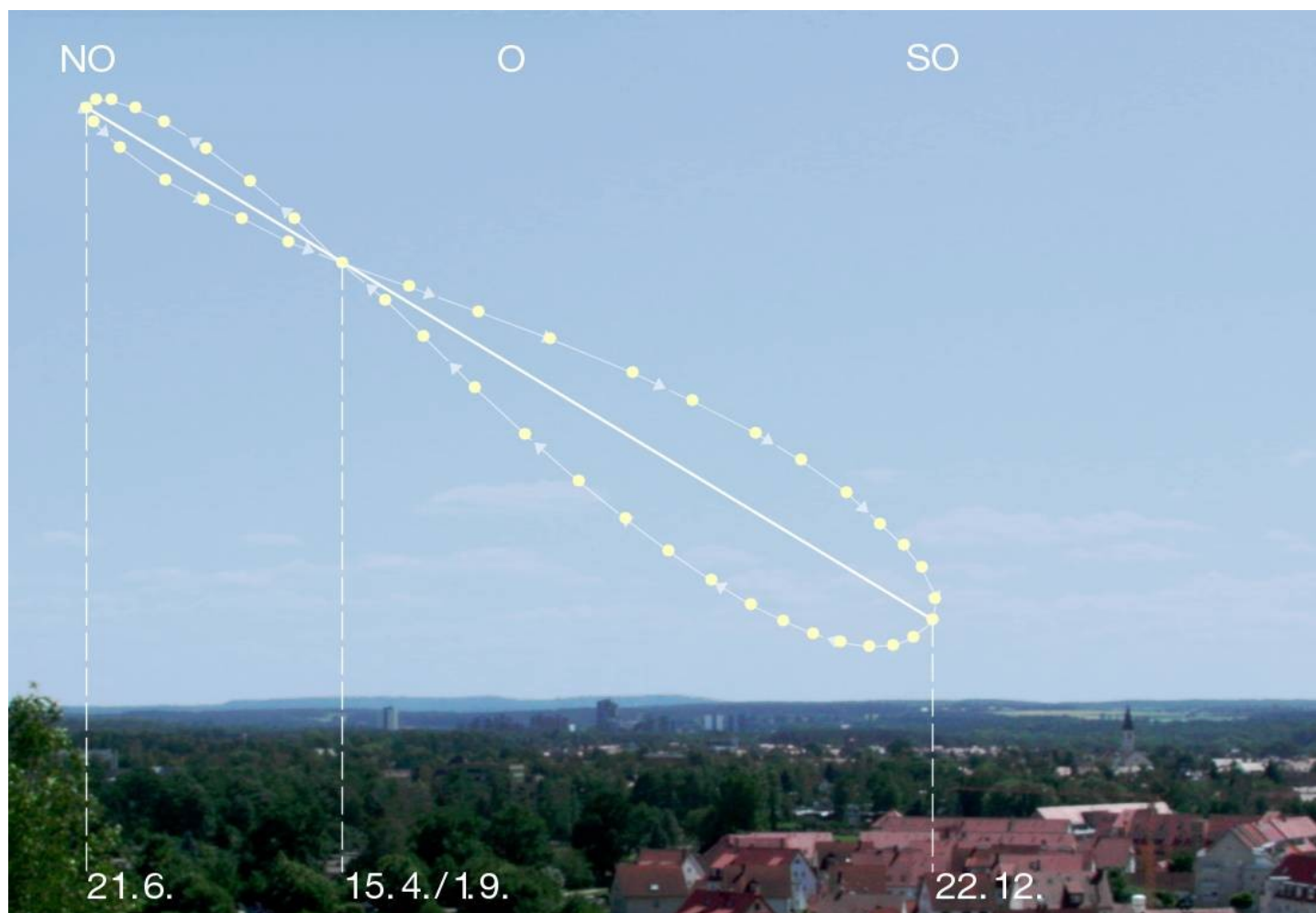
- Día sola
- Día sidé







# (El Analema)







Pero...

# La Tierra se mueve...



# Rotación





# Aja, si claro. La Tierra rota...





# Aja, si claro. La Tierra rota...

- Coriolis:

- <http://www.youtube.com/watch?NR=1&feature=fvwp&v=Pb69HENUZs8>
- [http://www.youtube.com/watch?v=mcPs\\_OdQOYU](http://www.youtube.com/watch?v=mcPs_OdQOYU)

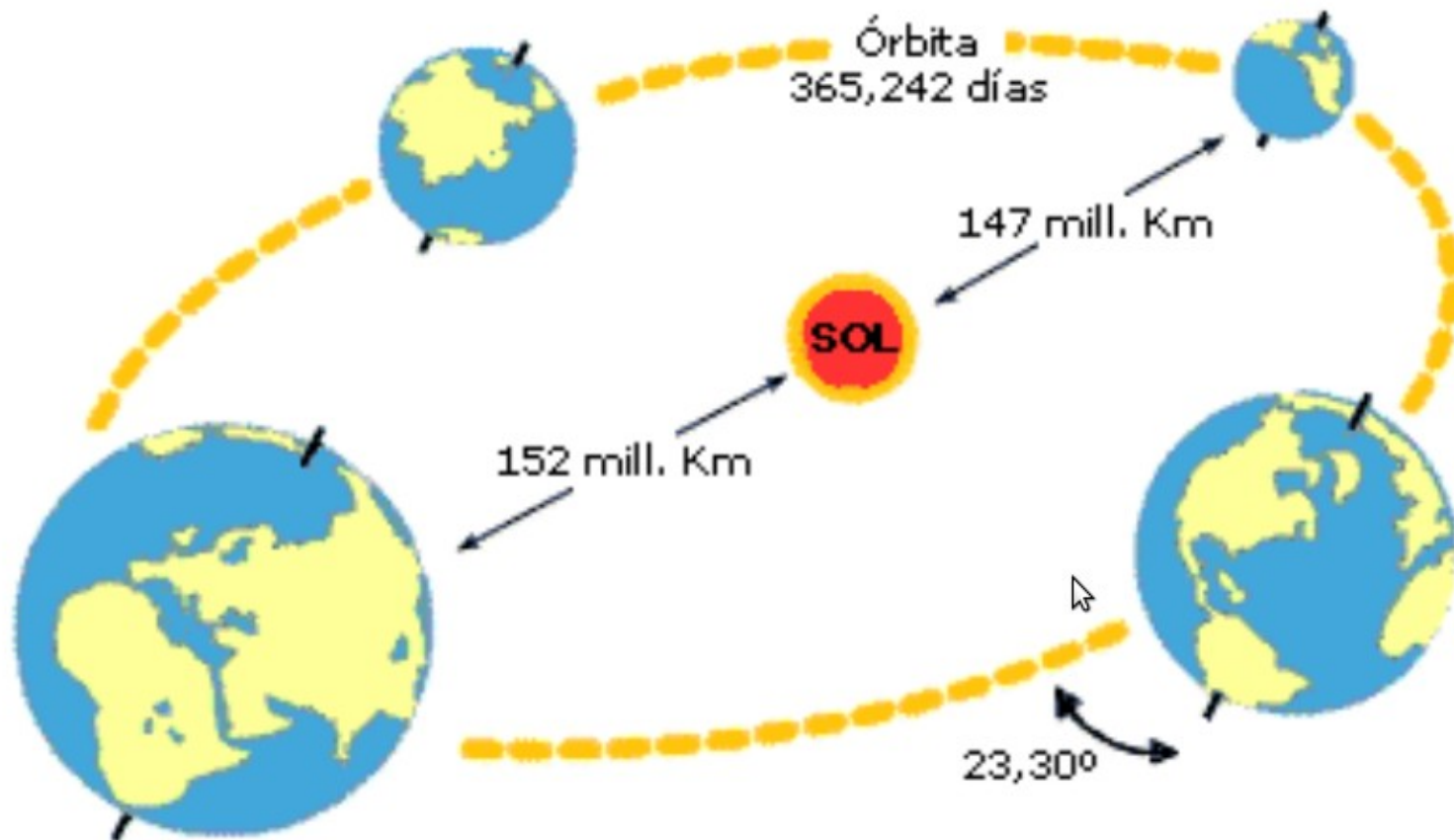
- Péndulo Foucault:

- <http://www.youtube.com/watch?v=YVWRZXqoJjM>

- Achatamiento de la Tierra:

- <http://www.youtube.com/watch?v=mxppeuUHla4>
- Radio Polar: ~ 6356.8 km
- Radio Ecuatorial: ~ 6378.2 km

# Traslación...







# Traslación...

Si claro, y la Tierra se mueve al rededor del Sol



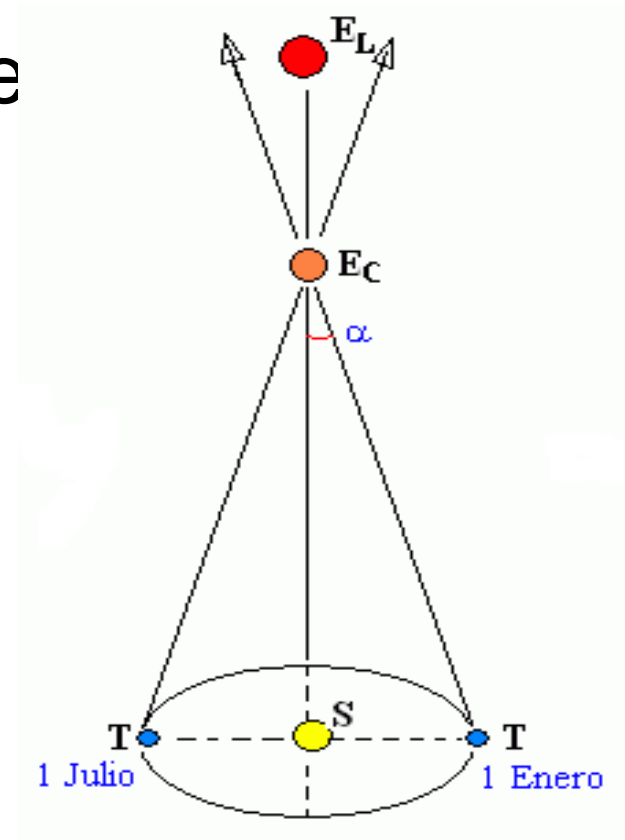


# Traslación...

- Dinámica del sistema solar (Kepler, Newton)
- Paralaje estelar
- Efecto Doppler

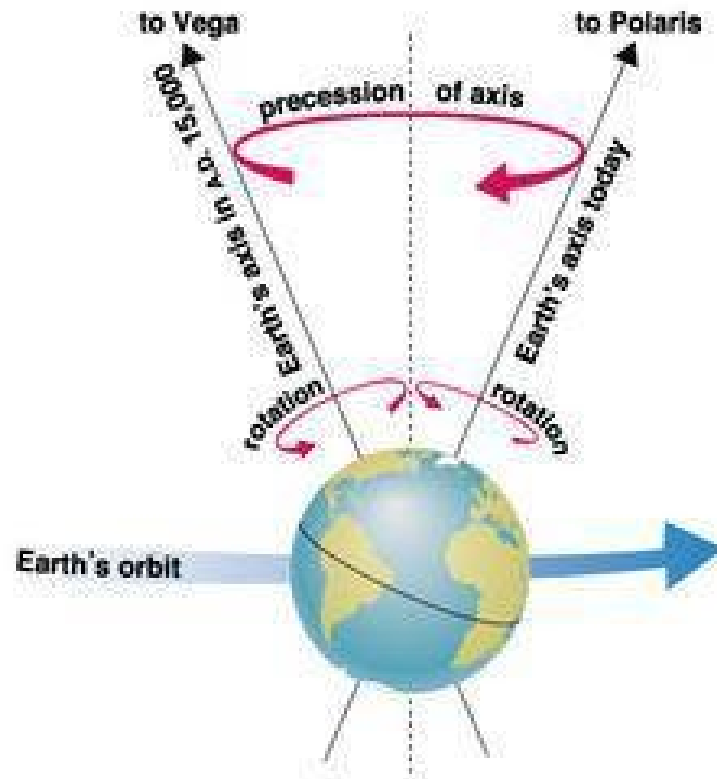
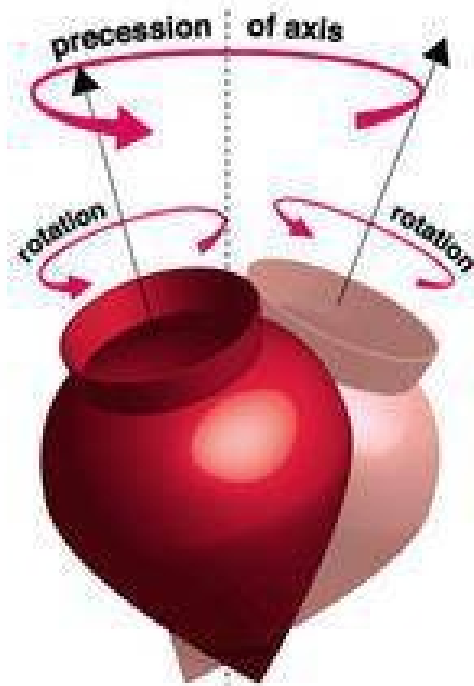
# Traslación...

- Dinámica del sistema solar (Ke
- Paralaje estelar
- Efecto Doppler





# Precesión y Nutación



- Período de precesión: 25700 y 25900 años.
- $360^\circ/26000 \sim 50''$  por año.

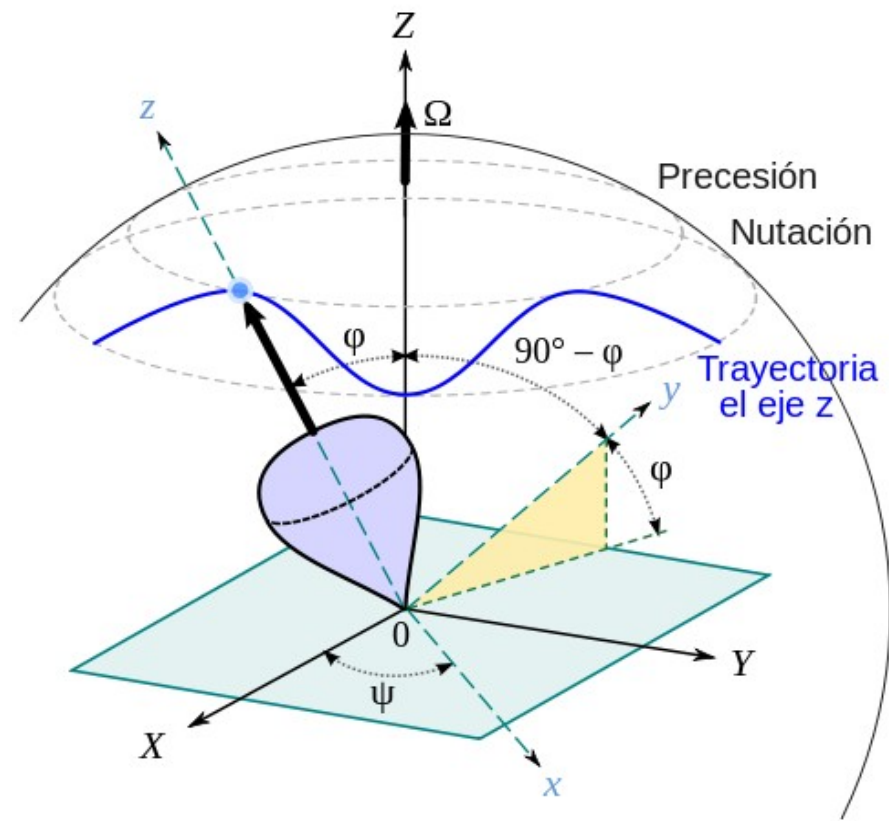
Copyright © Addison Wesley

# Precesión y Nutación



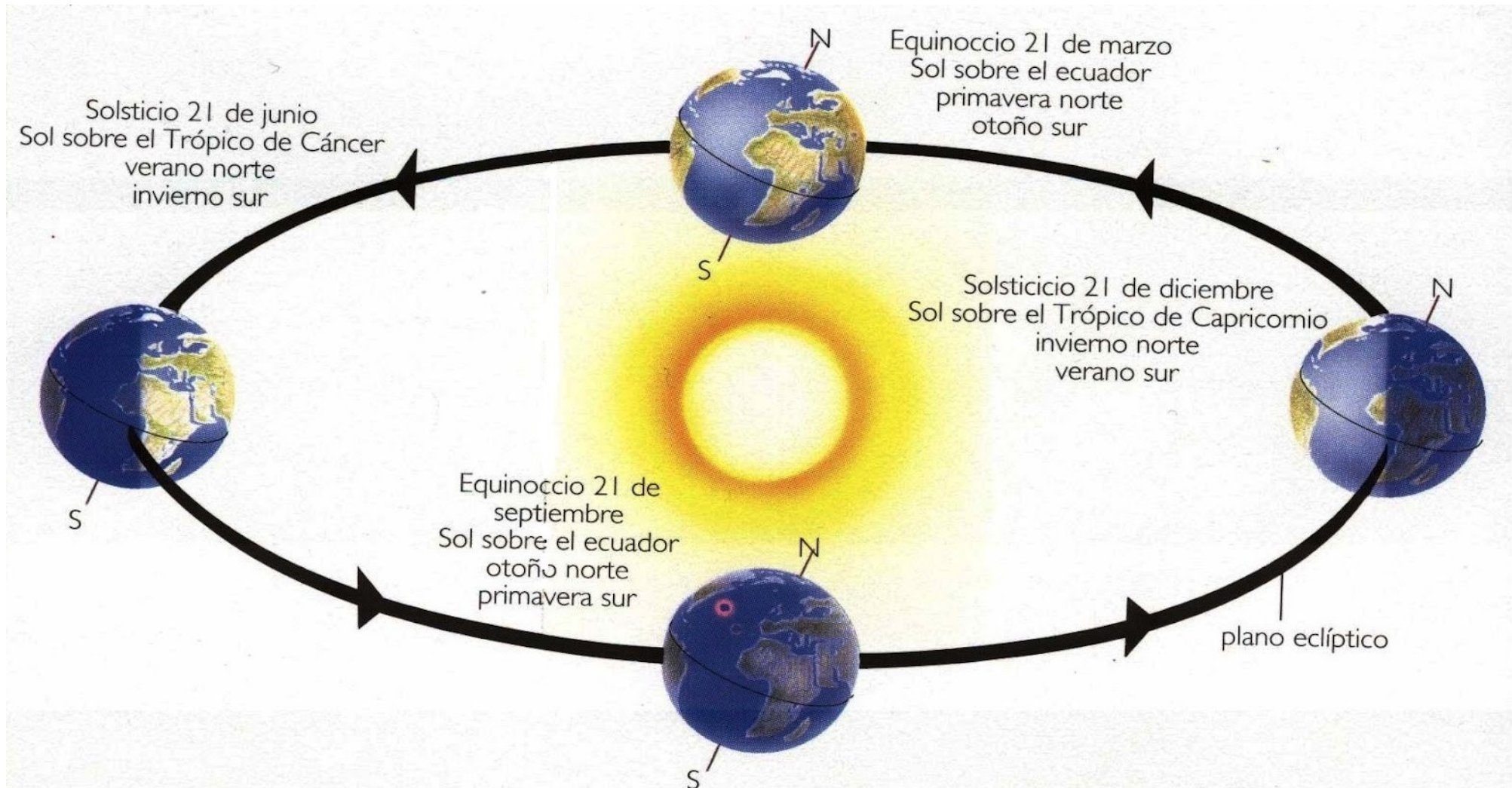
- Nutación: Periodo de 18.6 años (9" de arco)

# Precesión y Nutación



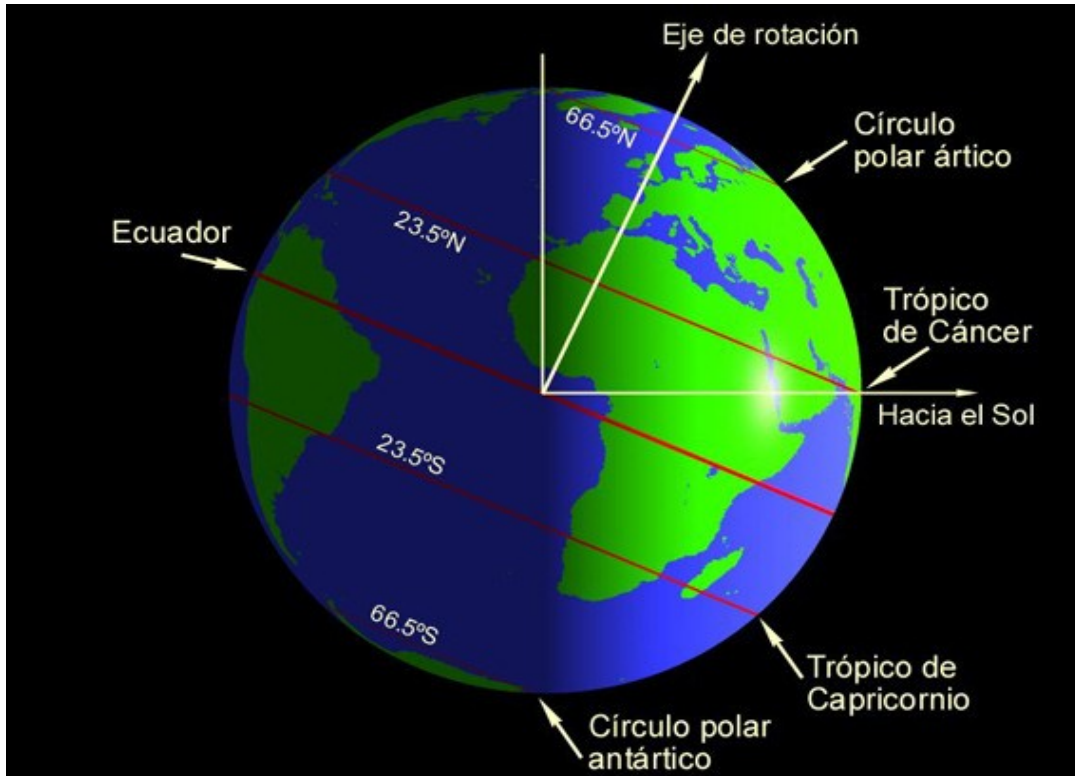


# Las estaciones





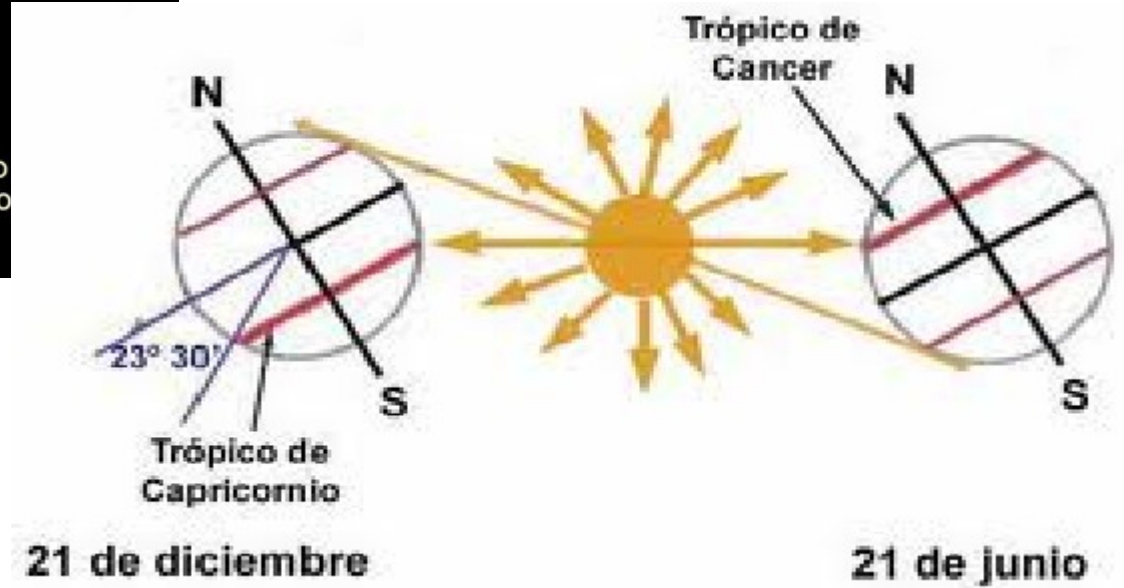
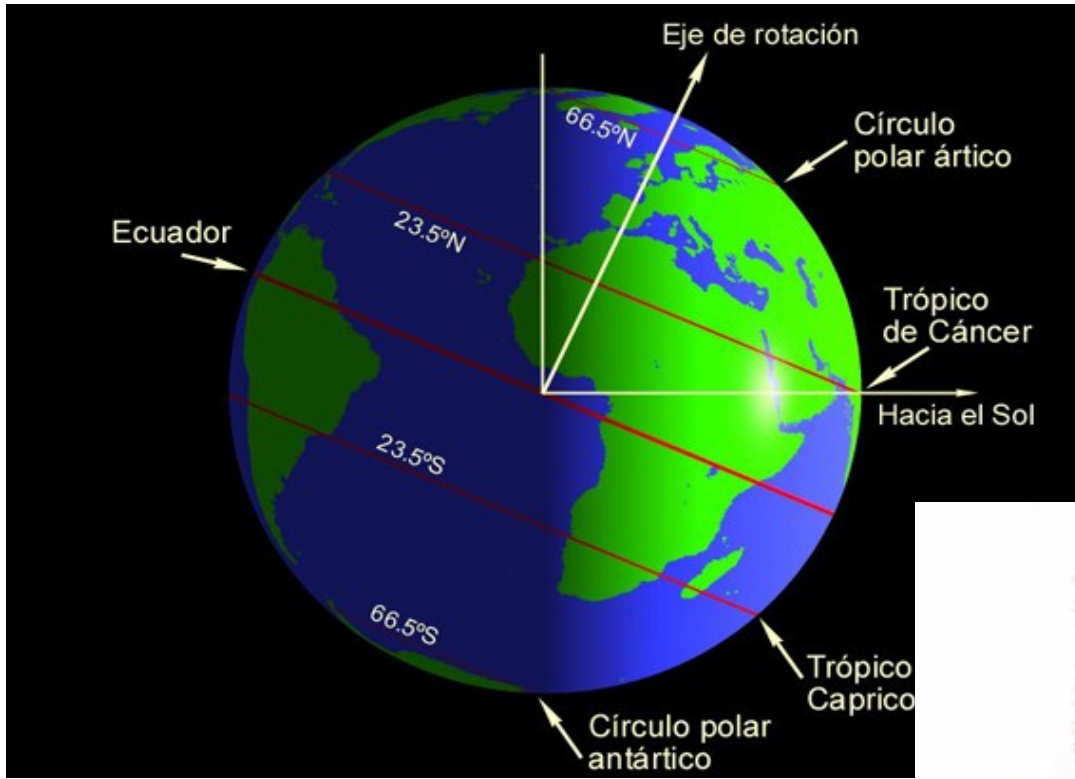
# aciones







# aciones







Seasons and Ecliptic Simulator reset help about

*click and drag to change perspective* *click and drag the earth to change its position on the orbital path* *click and drag the stickfigure or the red latitude circle to change the observer's latitude*

sun's declination: -23.4  
sun's right ascension: 18.2h

orbit view  
 celestial sphere

show subsolar point

observer's latitude: 7.5 N

sunbeam spread  
 sunlight angle

view from sun  
 view from side

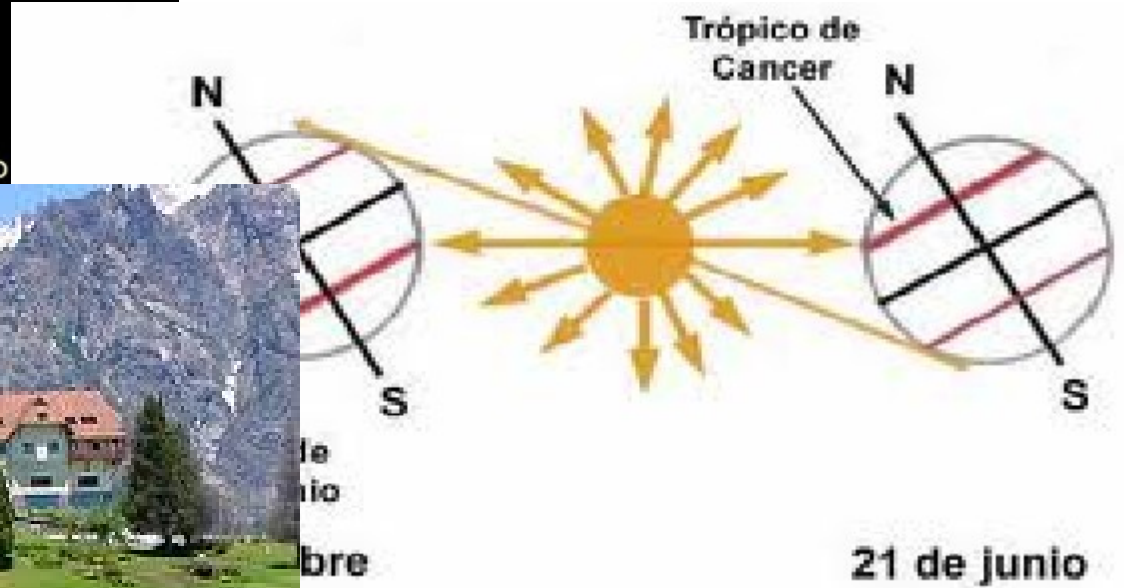
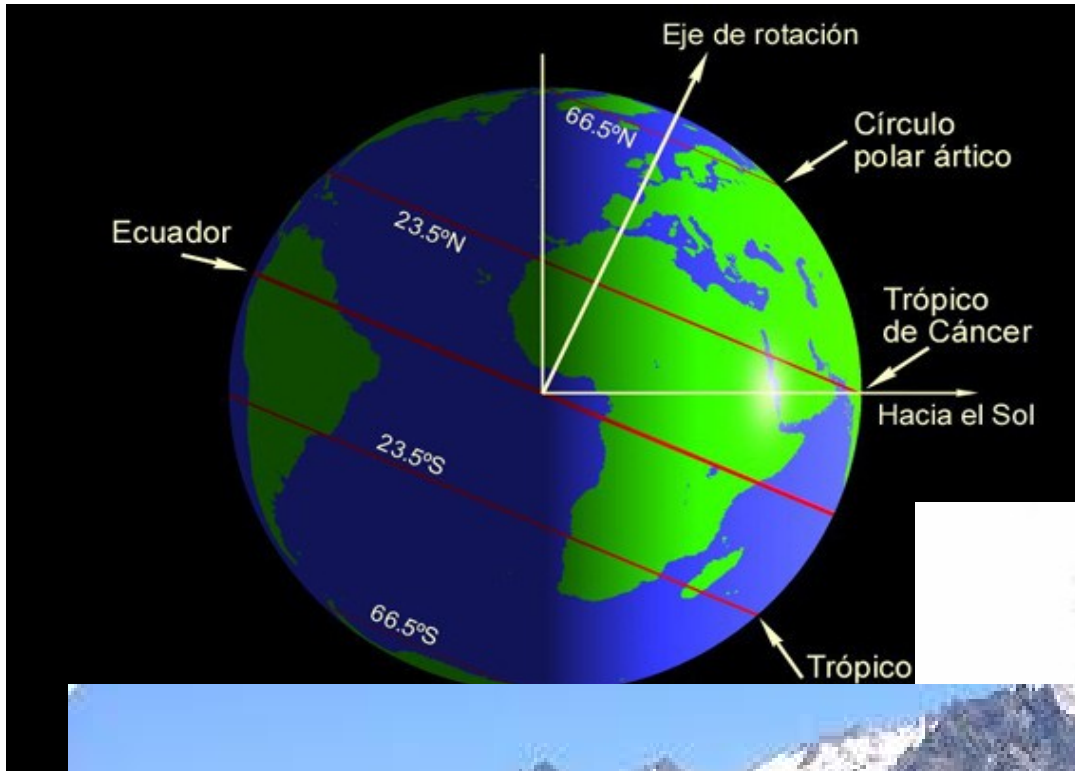
sun's altitude: 59.1  
observer latitude: 7.5 N

| Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | 22 December

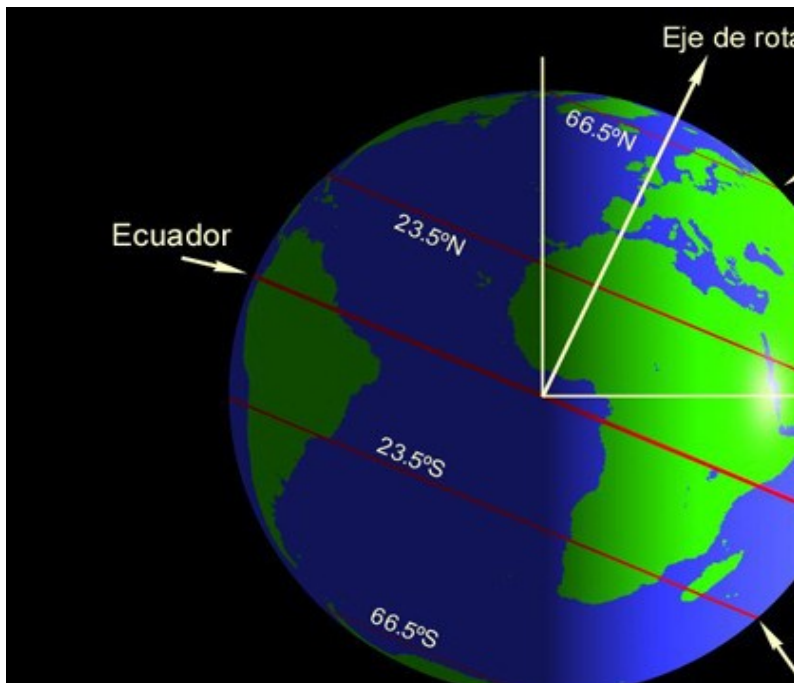
[http://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/seasons\\_ecliptic.html](http://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/seasons_ecliptic.html)



# aciones



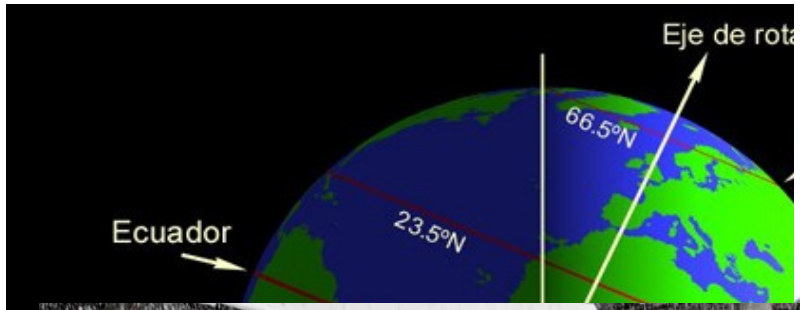




le  
nio  
bre

**21 de junio**

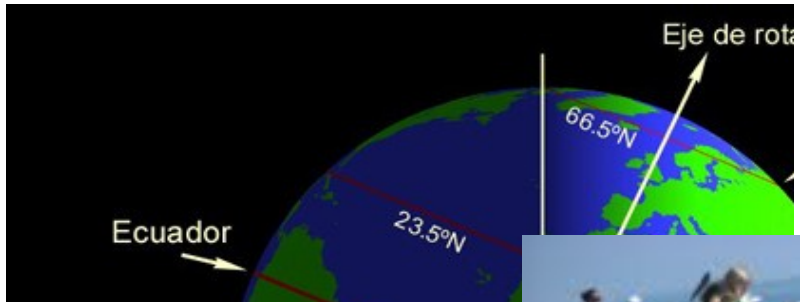




le  
nio  
bre

21 de junio





21 de junio



# Conclusión...

- Los movimientos propios de la Tierra, tienen una incidencia muy fuerte en la precisión en la medición del tiempo.





# Y entonces...

- Si el cielo y las estrellas no son buenas para medir el tiempo...

# Y entonces...

- Si el cielo y las estrellas no se pueden usar para medir el tiempo...





# La ecuación del tiempo

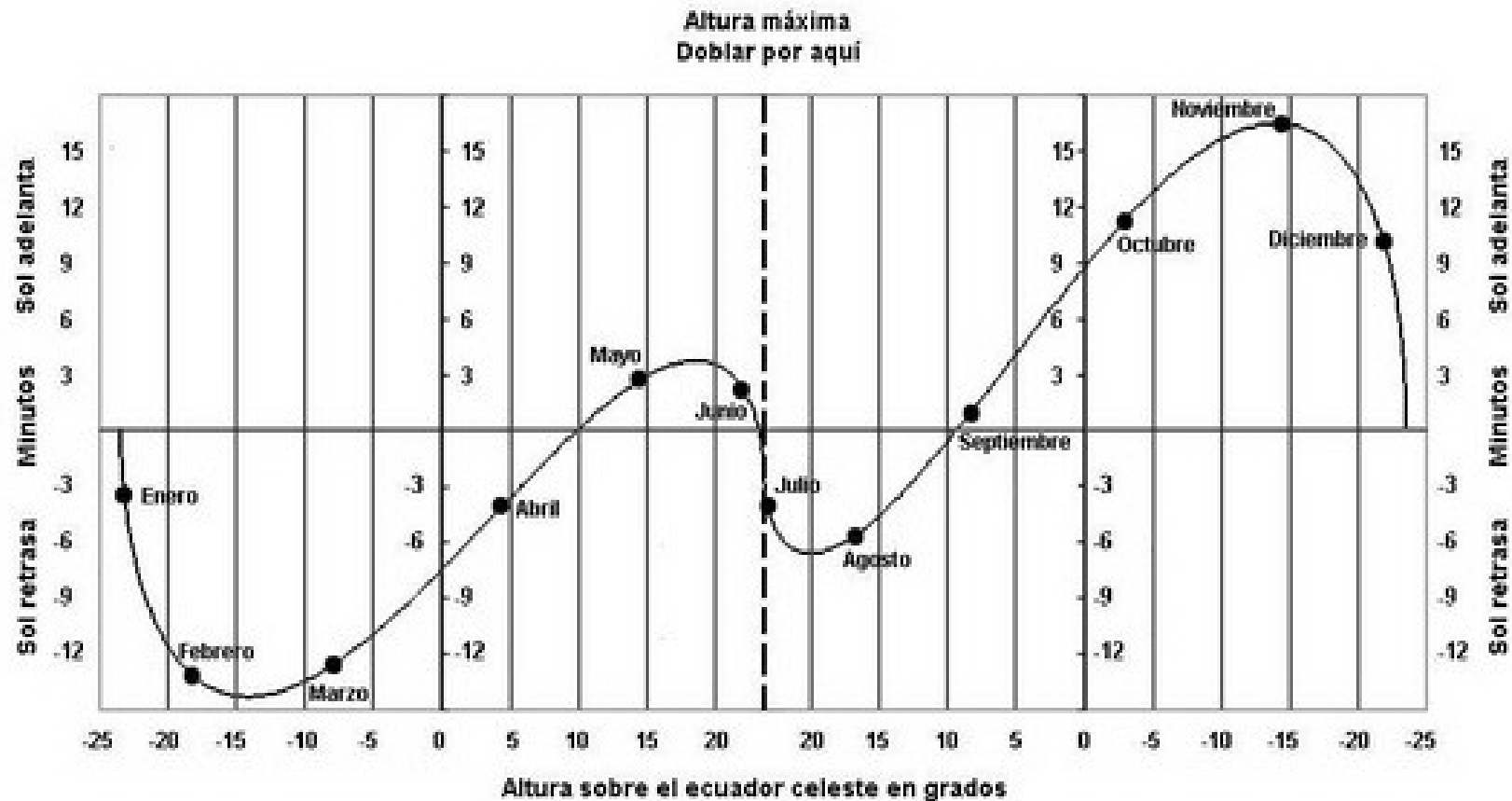
- Diferencia entre tiempo solar medio y tiempo solar aparente
  - La órbita de la Tierra es una elipse
  - Inclínación del eje de rotación de la Tierra respecto a su órbita entorno al Sol



# La ecuación del tiempo



# La ecuación del tiempo



# International Earth Rotation and Reference System Service



	Organization	Data / Products	Publications	Science Background	News / Meetings	Links
<b>Home</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Organization</li><li>Data / Products</li><li>Publications</li><li>Science Background</li><li>News / Meetings</li><li>Links</li></ul>	<b>Organization</b> <p>The IERS was established in 1987 by the International Astronomical Union and the International Union of Geodesy and Geophysics. According to the Terms of Reference, the IERS accomplishes its mission through the following components: Technique Centres, Product Centres, Combination Centres, Analysis Coordinator, Central Bureau, Directing Board.</p> <p><a href="#">More</a></p>	<b>Data / Products</b> <p>The IERS provides data on Earth orientation, on the International Celestial Reference System/Frame, on the International Terrestrial Reference System/Frame, and on geophysical fluids. It maintains also Conventions containing models, constants and standards.</p> <p><a href="#">More</a></p>	<b>Publications</b> <p>The IERS issues Messages to distribute news, Bulletins to provide Earth orientation data, Technical Notes to publish research results and proceedings of workshops, and Annual Reports to inform the public about its work.</p> <p><a href="#">More</a></p>	<b>Science Background</b> <p>Information about Earth rotation, reference frames, and observation techniques in general - Glossary - References - List of acronyms.</p> <p><a href="#">More</a></p>	<b>News</b> <ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">IERS Working Group on Site Coordinate Time Series Format - Documents: Minutes of WG meeting added</a></li><li><a href="#">Forthcoming meetings: new meeting in 2013 added, others updated</a></li><li><a href="#">IERS Bulletin A (rapid EOP data and predictions) - latest issue</a></li></ul> <p><a href="#">More</a></p>	<b>Links</b> <p>Links to Earth rotation and IERS - Geodesy and other geosciences - Astronomy - Space research - Mathematics - Physics - Books and papers - Computers and informatics - Link lists and search engines.</p> <p><a href="#">More</a></p>
<b>Search</b> <input type="text" value="search item"/>	<b>News and Meetings</b> <p>View news ordered by date or with respect to publications or general topics of the IERS. Calendars of meetings related to the work of IERS and of IERS Workshops are available.</p> <p><a href="#">More</a></p>				<b>Meetings</b> <ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Requirements for UTC and Civil Timekeeping on Earth: A Colloquium Addressing a Continuous Time Standard</a></li><li><a href="#">EUREF Symposium 2013</a></li><li><a href="#">International Symposium: Reconciling Observations and Models of Elastic and Viscoelastic Deformation due to Ice Mass Change</a></li></ul> <p><a href="#">More</a></p>	
<b>Service</b> <ul style="list-style-type: none"><li>IERS Components</li><li>FAQs</li><li>Glossary</li><li>Acronyms</li><li>Sitemap</li><li>Legal &amp; Privacy</li><li>Contact</li></ul>						



# International Earth Rotation and Reference System Service

The screenshot shows the IERS website interface. At the top, there is a navigation bar with tabs for Organization, Data / Products, Publications, Science Background, News / Meetings, and Links. Below this, there are several content blocks: Home, Organization, Data / Products, News, Meetings, and a Search section. A search box is present, and the text '9.192.631.770 periodos de radiación del <sup>33</sup>Cs' is highlighted within it. The Organization and Data / Products sections provide information about the IERS, including its establishment in 1987 and its role in providing data on Earth orientation. The News and Meetings sections list recent updates and upcoming events.

• <http://www.iers.org/> 69



# Taller

- Encuentre una condición en función de la latitud y la declinación, para determinar si una estrella es visible, o no.
- De las siguientes estrellas, ¿cuáles son no son visibles desde Bucaramanga ( $7^{\circ}7' N$ )?
  - Antares:  $16^{\text{h}}29^{\text{m}}24.5^{\text{s}}$ ;  $-26^{\circ}25'55.6''$
  - (Pi)1 Oct:  $15^{\text{h}}01^{\text{m}}51.2^{\text{s}}$ ;  $-83^{\circ}13'39.2''$
  - Fomalhaut:  $22^{\text{h}}57^{\text{m}}39.9^{\text{s}}$ ;  $-29^{\circ}37'22.7''$
  - (Sigma) Oct:  $21^{\text{h}}08^{\text{m}}47^{\text{s}}$ ;  $-88^{\circ}57'23.1''$
  - Sirius:  $6^{\text{h}}45^{\text{m}}44^{\text{s}}$ ;  $-16^{\circ}43'15.2''$
  - (Delta) Oct:  $14^{\text{h}}26^{\text{m}}54.7''$ ;  $-83^{\circ}40'03.5''$



# Taller

- Una estrella tiene ascensión recta de  $77^{\circ}36'$  y un ángulo horario de  $35^{\circ}10'$  para cierto observador. ¿Cuál es el tiempo sideral local del observador?
- Si la longitud (terrestre) del observador del ejemplo anterior es  $(\lambda)=75^{\circ}12'$  Oeste, ¿Cuál es el tiempo sideral de Greenwich?
- Un observador en Bucaramanga,  $(\lambda)=73^{\circ}8'$  Oeste, mide un ángulo horario de  $45^{\circ}30'$ . Si en el instante de la observación, el tiempo sideral en Greenwich es 12h30m, ¿cuál es la ascensión recta de la estrella?