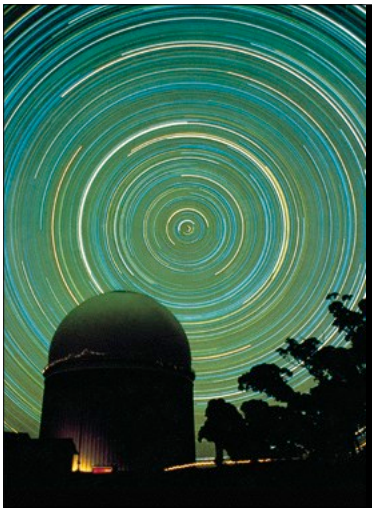


# La Esfera Celeste

## Constelaciones: 88 regiones semi-rectangulares en el cielo

- Las constelaciones del hemisferio norte llevan nombres de mitología griega:
  - Orion, Cygnus, Leo, Ursa Major, Canis Major, Canis Minor
- Constelaciones del Hemisferio Llevan nombres en latin
  - Telescopium, Sextans, Vela, Lupus, Centaurus

## Las 13 constelaciones del zodíaco:

Recorrido del Sol durante el año

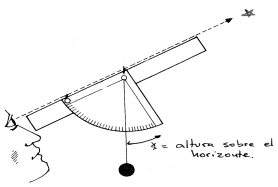
| | |
|---|---|
| Piscis | 13 Marzo a 20 Abril |
| Aries | 20 Abril a 13 Mayo |
| Tauro | 13 Mayo a 21 Junio |
| Gemini | 21 Junio a 20 Julio |
| Cancer | 20 Julio a 11 Agosto |
| Leo | 11 Agosto a 18 Septiembre |
| Virgo | 18 Septiembre a 1 Noviembre |
| Libra | 1 Noviembre a 22 Noviembre |
| Escorpión | 22 Noviembre a 1 Diciembre |
| Opfiuco | 1 Diciembre a 19 Diciembre |
| Sagitario | 19 Diciembre a 19 Enero |
| Capricornio | 19 Enero a 19 Febrero |
| Acuario | 19 Febrero a 13 Marzo |

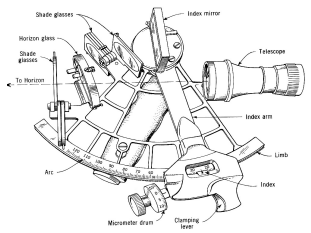


## Ángulos

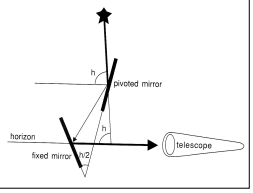
- Def: ángulo = tamaño/distancia [rad]
- $2\pi$ rad = 360 ° ; 1 rad ≈ 57°
- Si un ángulo $\theta$ << 1 rad, entonces las funciones trigonométricas se pueden aproximar como:
  - sen $\theta \approx \tan \theta \approx \theta$
  - cos $\theta \approx 1$

## Cuadrante y Sextante

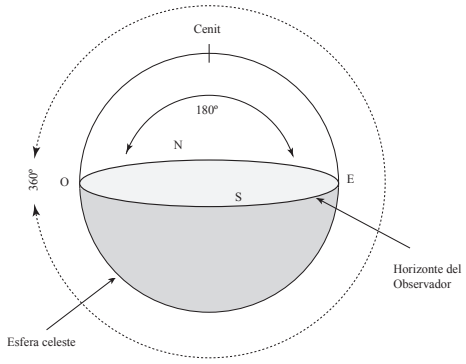


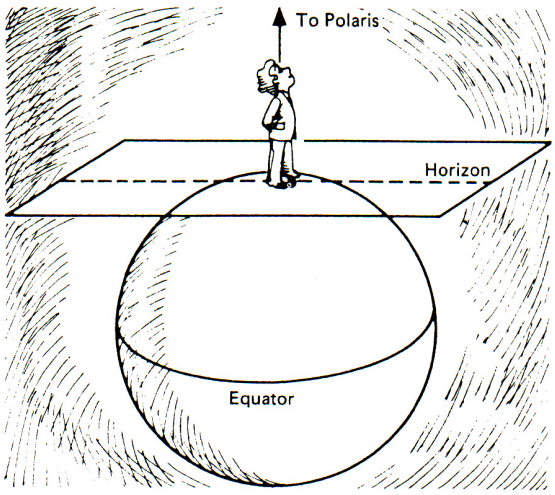

Con el cuadrante y sextante se puede medir la altura de un objeto sobre el horizonte. Este último ha sido un instrumento esencial en navegación desde el siglo XVIII hasta hoy.



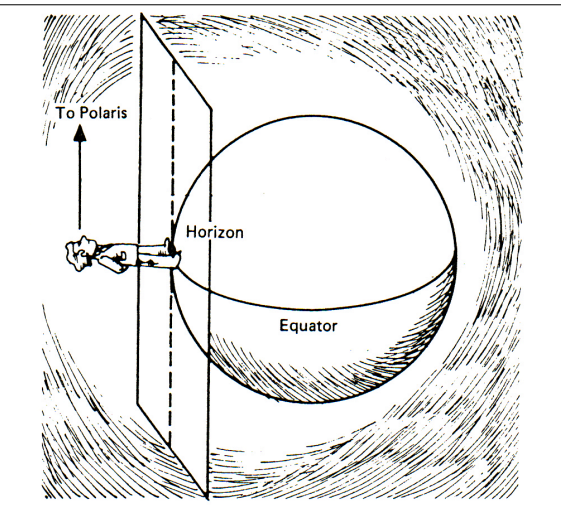
## Plano del Horizonte



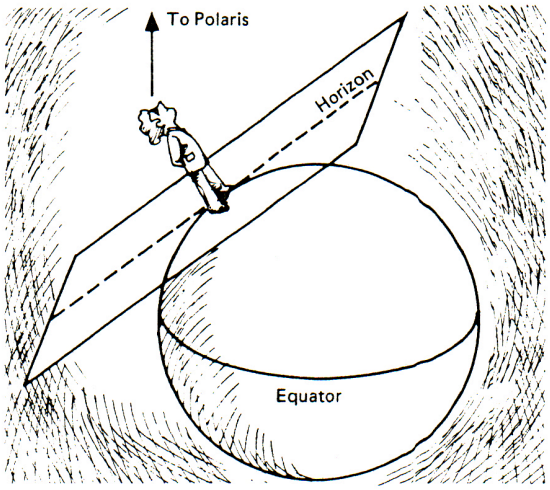

## Movimiento diurno visto desde un polo terrestre

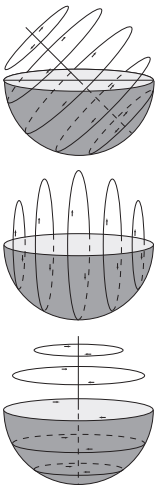



## Movimiento diurno visto desde el Ecuador terrestre

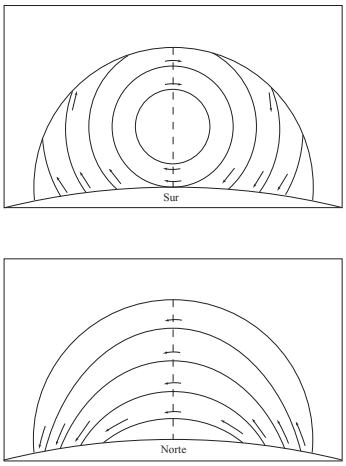



## Movimiento diurno de estrellas debido a rotación terrestre




## Movimiento Diurno




## Cielo Visto desde Santiago

## Pregunta

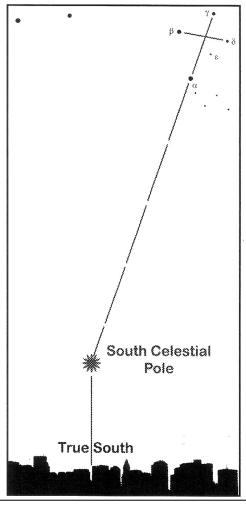
- Cuánto tiempo transcurre entre que una estrella sale por el horizonte en el Este y se pone bajo el horizonte en el Oeste?
  - a) <12 horas
  - b) 12 horas
  - c) > 12 horas
  - d) Depende de la estrella



## Pregunta

- Cuánto tiempo transcurre entre que una estrella sale por el horizonte en el Este y se pone bajo el horizonte en el Oeste?
  - a) <12 horas
  - b) 12 horas
  - c) > 12 horas
  - d) **Depende de la estrella**






## Polo Celeste Sur

Para encontrar el Polo Celeste Sur se puede utilizar la Cruz del Sur, cuyo eje principal apunta al Polo, a aproximadamente 4.5 veces el largo de la Cruz del Sur.

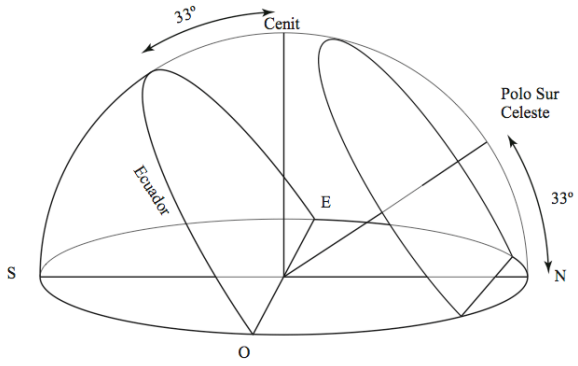
El Polo Celeste Sur está sobre el Punto Cardinal Sur (sobre el plano del horizonte) bajando verticalmente.

## Coordenadas sobre Esfera Celeste

- Con dos ángulos (y distancia) se determina posición en el espacio.
- Ángulos se miden sobre círculos máximos (geodésicas).
- Círculos máximos pasan por el centro de la esfera (**y se dimidian**).
- Sistema de coordenadas definido por **Eje Principal** y **Origen** sobre el **Plano Fundamental**

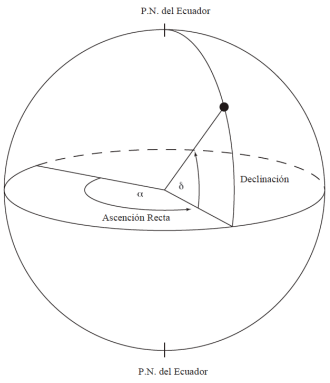
## Coordenadas sobre Esfera Celeste (2)

- Intersección de Ecuador Celeste y Plano del Horizonte define puntos cardinales E-O.
- Meridiano Local = Círculo máximo que pasa por Cenit, Nadir, y Polos Celestes N-S.
- Intersección del Meridiano y el Horizonte define puntos cardinales N-S
- Altura máxima (y mínima) de cualquier objeto celeste ocurre al pasar por el Meridiano.
- Altura Máxima del Ecuador Celeste = 90-|φ|
- Ángulo entre Ecuador Celeste y Horizonte = |φ|



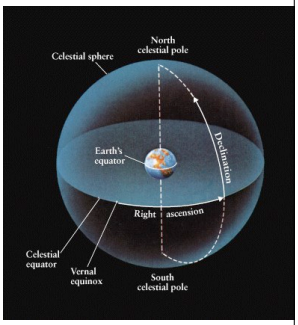

## Sistema de Coordenadas Ecuatorial

- ***Equinoccio Vernal***: Posición del Sol el primer día de otoño
- ***Ecuador Celeste***: Proyección del ecuador terrestre sobre la esfera celeste
- ***Ascensión Recta***: Distancia angular entre Equinoccio Vernal y Estrella sobre el Ecuador Celeste
- ***Declinación***: Distancia angular entre el ecuador celeste y la estrella

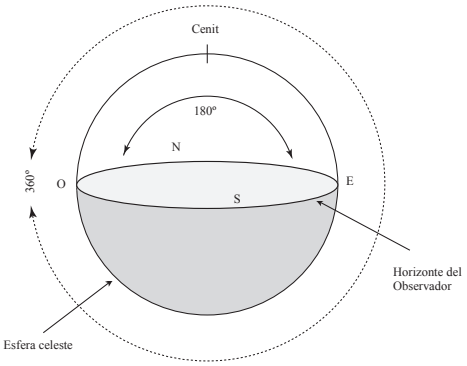



## Sistema de Coordenadas Ecuatorial

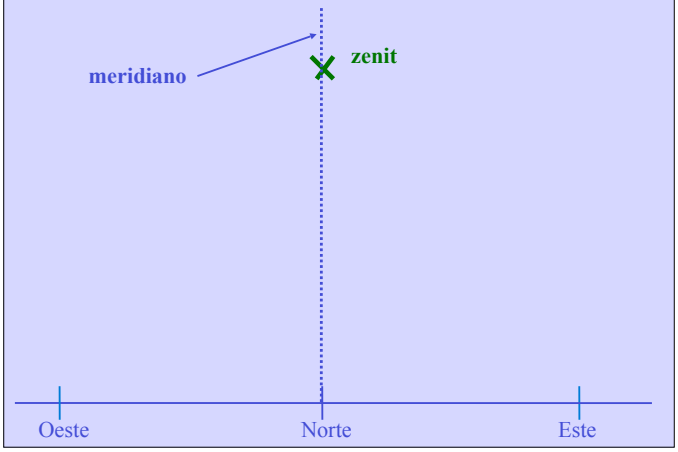
- *Equinoccio Vernal*: Posición del Sol el primer día de otoño
- *Ecuador Celeste*: Proyección del ecuador terrestre sobre la esfera celeste
- *Ascensión Recta*: Distancia angular entre Equinoccio Vernal y Estrella sobre el Ecuador Celeste
- *Declinación*: Distancia angular entre el ecuador celeste y la estrella



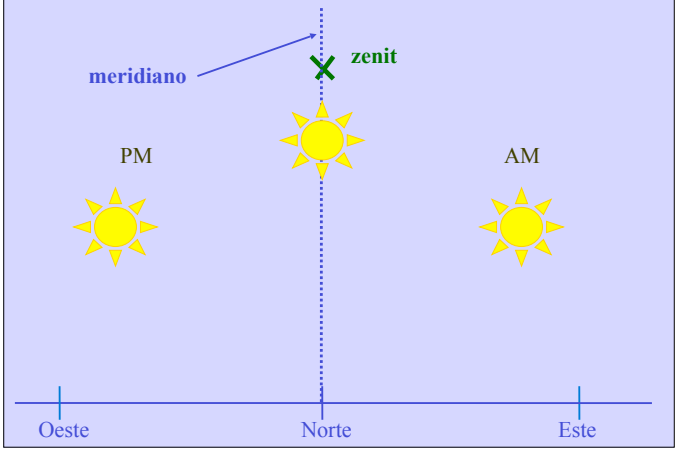

## Movimiento del Sol



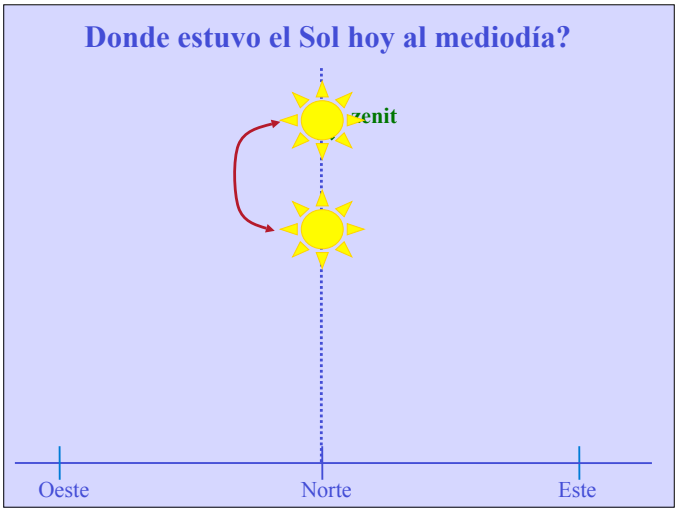
## El Cielo desde Santiago



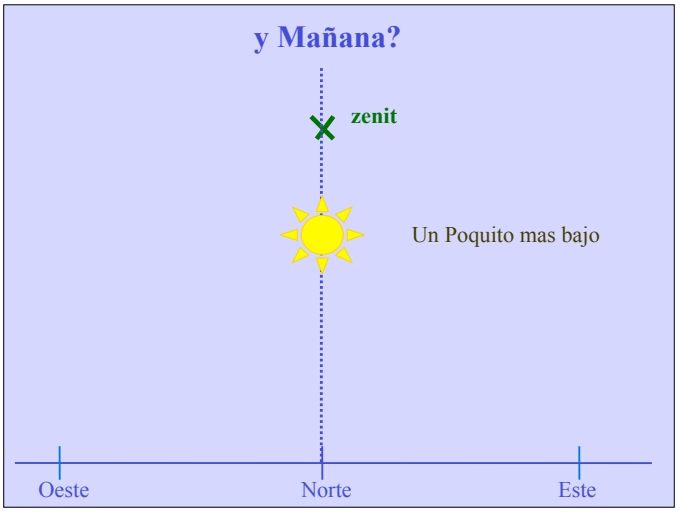

## El Cielo desde Santiago



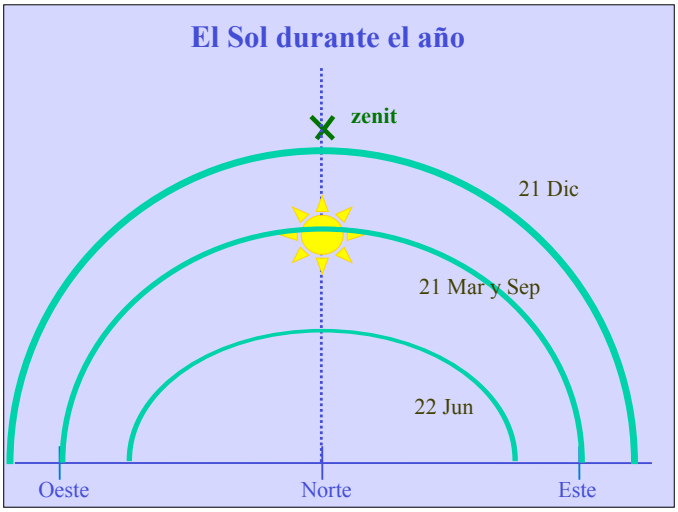

## Donde estuvo el Sol hoy al mediodía?




## y Mañana?




## El Sol durante el año




## Cuando pasa el Sol por el Cenit desde Stgo?

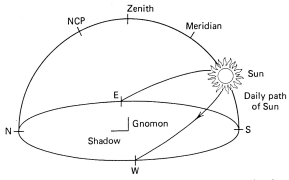
a) Todos los días a mediodía
b) Todos los días cuando el Sol llega a su altura máxima
c) Todos los días del Verano
d) Sólo en los Solsticios
e) Nunca

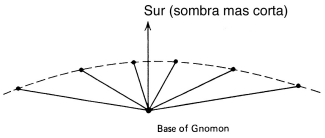
# Durante el Verano el Sol se pone:

a) Sobre el punto cardinal Oeste
b) Al Norte del punto cardinal Oeste
c) Al Sur del punto cardinal Oeste



# Uso del gnomon



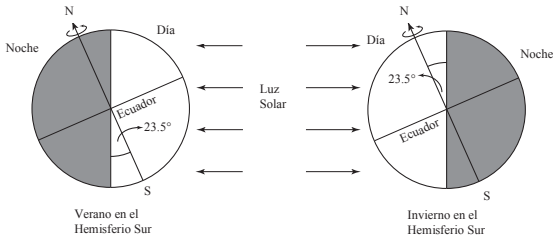




• Debido al movimiento diurno del Sol, la sombra del gnomon es larga temprano y tarde y alcanza su largo mínimo a mediodía, cuando el Sol transita por el meridiano local.

• El gnomon indica la dirección N-S local a mediodía.

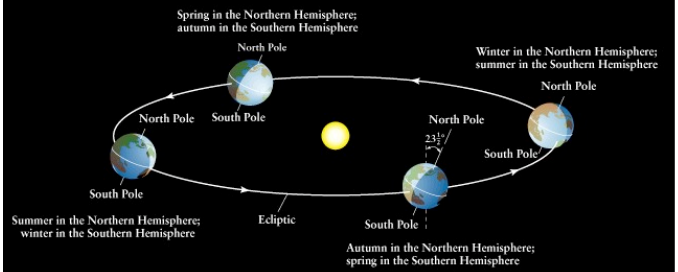
• La altura máxima del Sol es $90^o - |\phi_{observador}| - |\delta_{sol}|$

# Origen de las Estaciones




• Cuando el Sol se encuentra lejos del Ecuador Celeste, este ilumina de forma muy desigual los hemisferios norte y sur terrestres (**solsticios**).
• Cuando el Sol está sobre el Ecuador Celeste, ilumina igualmente ambos hemisferios y el largo del día y la noche es igual en todo el planeta (**equinoccios**).

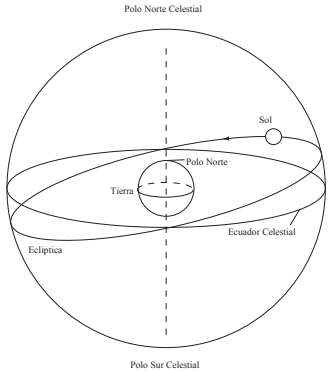
# Las estaciones se deben a la inclinación de la eclíptica



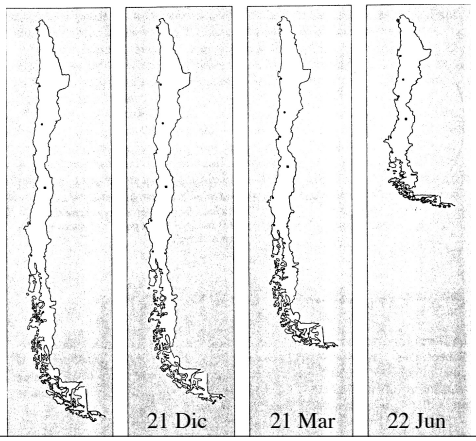

# Eclíptica

- Es el recorrido anual aparente del Sol sobre la Esfera Celeste (es un círculo máximo).
- Está inclinada por **ε=23.5º** con respecto al Ecuador Celeste, ⇒ El Sol se mueve durante el año en una región de 47º de ancho centrada en el Ecuador Celeste.
- Intersección entre Eclíptica y Ecuador Celeste define los puntos Aries y Omega (equinoccios).
- **AñoTrópico** es el intervalo de tiempo entre dos pasos sucesivos del Sol por el punto Aries.

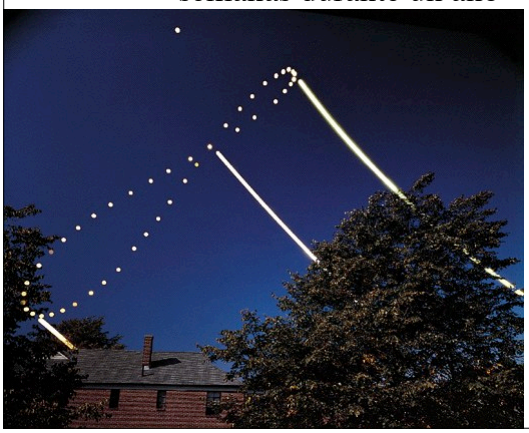
# El sol se mueve aparentemente sobre la eclíptica = proyección de la órbita terrestre



# Chile visto desde el Sol




## El Sol al mediodía fotografiado cada dos semanas durante un año



**Analemma**: el Sol parece transitar a veces un poco antes de lo esperado y otras veces después.

Es decir, su velocidad angular en **Ángulo Horario** no es constante.

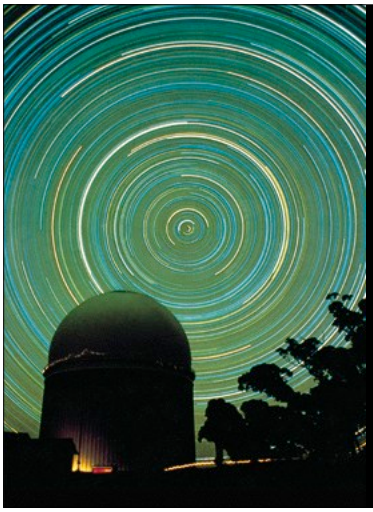
# Analemma

La figura anterior se conoce como Analemma, a que se debe?

(1) Aunque el Sol se desplaza (casi) uniformemente a lo largo de la Eclíptica, la proyección de este movimiento sobre el Ecuador Celeste no es uniforme. Ángulo entre Eclíptica y Ecuador Celeste es 23.5° en los equinoccios y 0° en los solsticios!

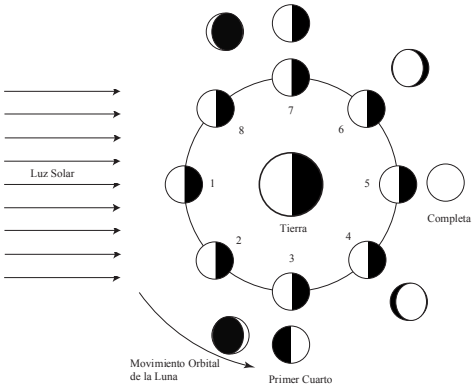
(2) La órbita terrestre es ligeramente no-circular y la velocidad angular del Sol sobre la Eclíptica no es constante.

(3) Nota: La desviación del Sol c/r al sol-medio se conoce como **Ecuación del Tiempo** (es <15min).



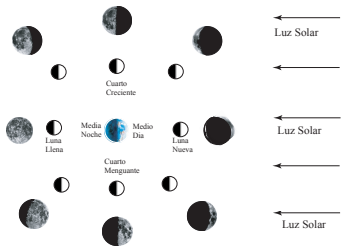
# Fases y Eclipses

# Fases Lunares




# Fases Lunares

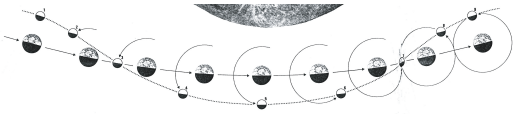
Vista desde el Hemisferio Sur




SIEMPRE está iluminada la mitad de la Luna.

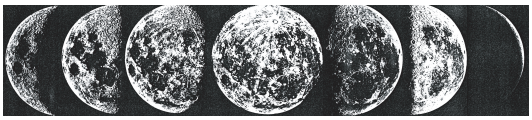
1: Luna Nueva
2: Cuarto Creciente
3: Luna Llena
4: Cuarto Menguante

Fases Lunares



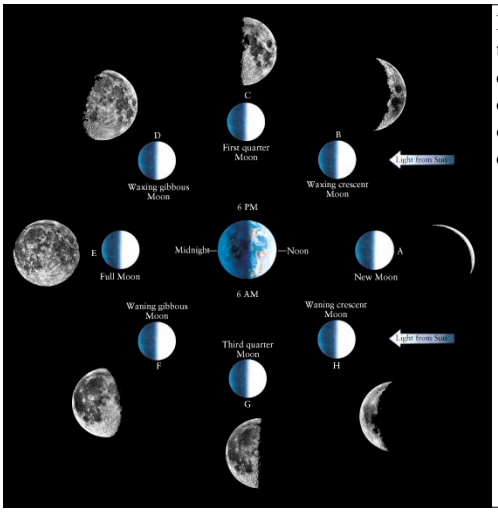
Luna Llena

Luna Nueva



Cuarto Creciente

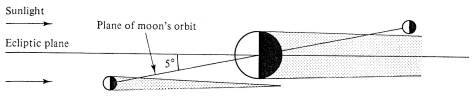
Cuarto Menguante



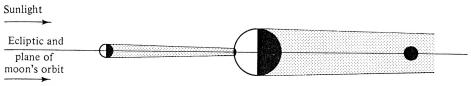

**Notar** horas de tránsito de la Luna en distintas fases, estas suponen un observador sobre el Ecuador.

# Eclipses

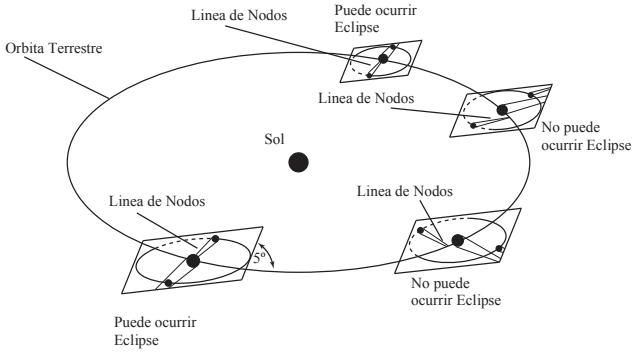
Por qué no hay eclipses en cada Luna nueva y Luna llena? Debido a que el plano orbital de la Luna está inclinado 5.2º c/r a la eclíptica.



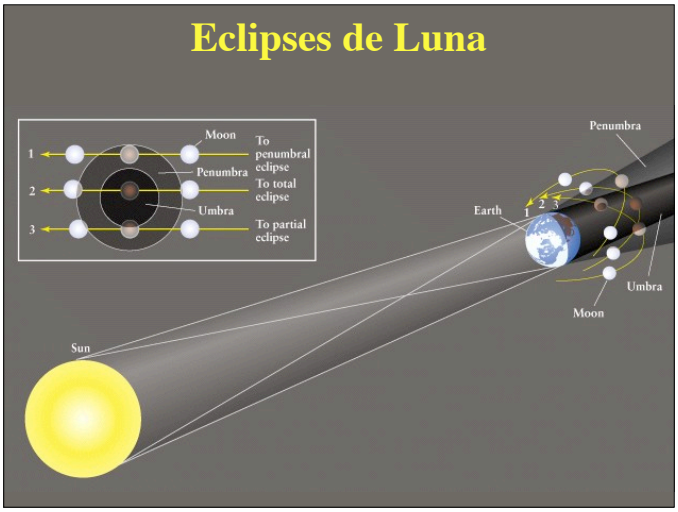

Sólo se pueden producir eclipses cuando la Luna está sobre la eclíptica **Y** en fase nueva o llena

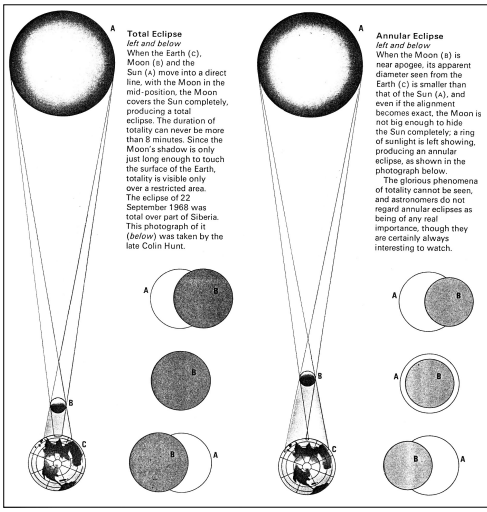



# Linea de Nodos




# Eclipses de Luna



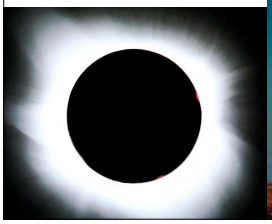

# Eclipses Total y Anular de Sol

# Eclipse Solar

Eclipse Anular

Eclipse Parcial

Eclipse Total



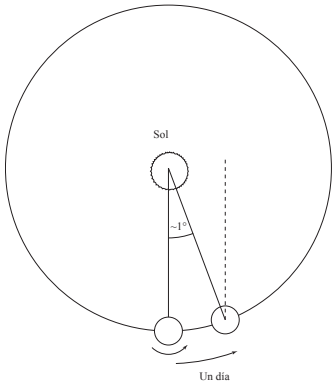
# Duración del Año o Mes

- **Período Sideral**: es el tiempo que tarda en completar una órbita (o revolución) c/r a las "estrellas fijas"
- **Período Sinódico**: es el tiempo entre dos configuraciones sucesivas Tierra-Objeto-Sol (entre dos conjunciones u oposiciones …)

Si P = Período Sideral de un planeta, E=1 año es el período sideral del Sol (Tierra) y S es el período sinódico de un planeta, entonces, para un planeta inferior se tiene:
(Ver box 4-1 del Kauffmann)

$$\frac{1}{P} = \frac{1}{E} + \frac{1}{S}$$

# Día Sideral vs Día Solar

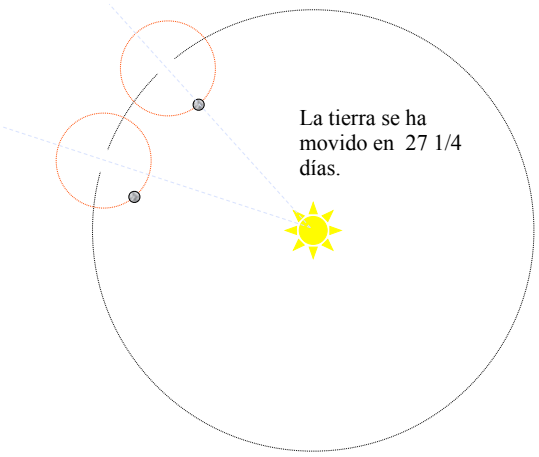



Sol se "atrasa" cada día aproximadamente 4 min = 1° c/r a las estrellas fijas.

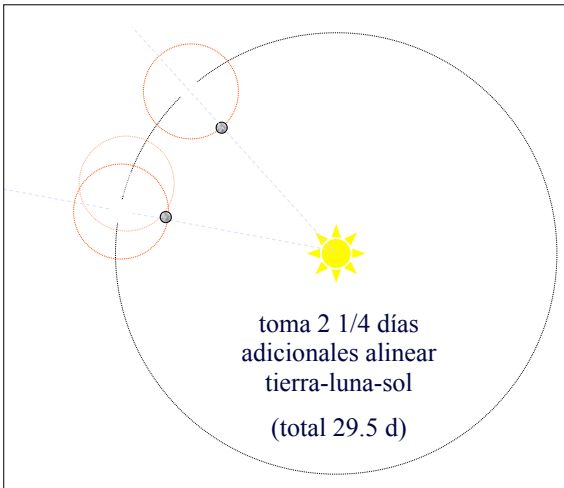
1 día = 24 h (solares medias)
1 día sideral = 23h56m4s

Cada mes las estrellas salen dos horas antes que el mes anterior.

1 año = 365.24 días solares
= 366.24 días siderales



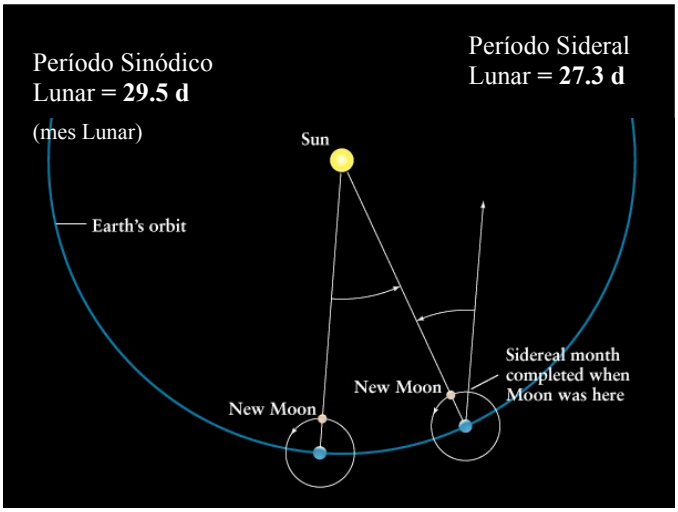
La tierra se ha movido en 27 1/4 días.



toma 2 1/4 días adicionales alinear tierra-luna-sol

(total 29.5 d)

Período Sinódico Lunar = **29.5 d**

(mes Lunar)

Período Sideral Lunar = **27.3 d**