

# Posiciones en la esfera celeste

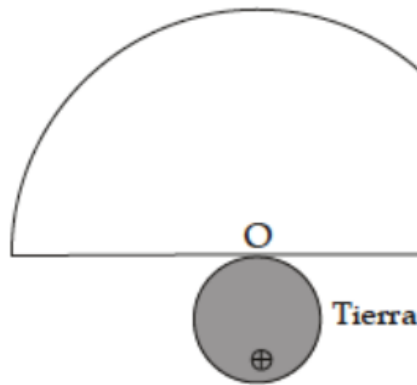
Mauro Jélvez

October 2024

## Posiciones aparentes y movimiento de los cuerpos celestes

### Cielo nocturno

Un observador en el punto O verá el cielo como media-esfera.



- El cielo se ve azul durante el día debido a la difusión de Rayleigh  $\sigma \approx \nu^4 \approx 1/\lambda^4$
- Durante la noche las estrellas están "colgadas en la parte interna de la esfera"
- Las estrellas están muy lejos y parece que casi no cambian las posiciones sobre la esfera.
- Hiparco primer catálogo

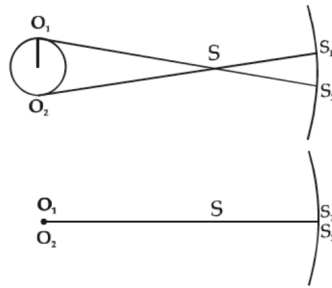
### Constelaciones

- Figuras de estrellas brillantes
- Griegos nombraron 48 constelaciones
- 12 de las 88 constelaciones del firmamento corresponden a la eclíptica y se conocen como las del zodiaco.

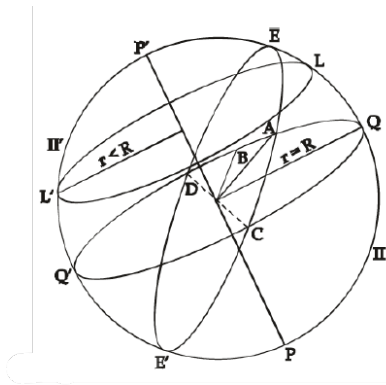
### Designaciones

En 1603 se introduce el catálogo Uranometría que fue el primer atlas en cubrir toda la esfera celeste. Con un nuevo sistema para designar a las estrellas, que ha venido a conocerse como designación de Bayer en base a números y letras.

# Esfera Celeste



- Tiene radio mucho mayor que el de la tierra.
- Vale para las estrellas lejanas.
- No vale para los objetos del sistema solar.
- El plano que pasa por el centro divide la esfera en dos partes iguales.
- Circulo máximo en  $r=R$



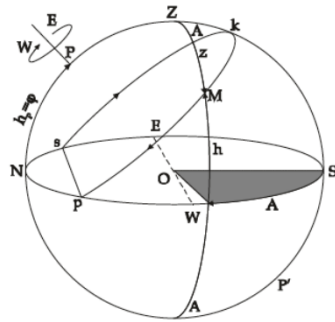
- Circulo máximo QDQ'C y EDE'C
- Polos  $\pm 90^\circ$  PP' para QQ'
- Plano que no pasa por el centro corta el círculo que no es máximo LL'
- Dos círculos máximos se cruzan en puntos opuestos CD
- Por dos puntos opuestos pueden pasar número infinito de círculos máximos
- Por dos puntos arbitrarios más cerca del centro de la esfera puede pasar solamente un plano que corta el círculo máximo

Esfera celeste vista del observador en el hemisferio norte

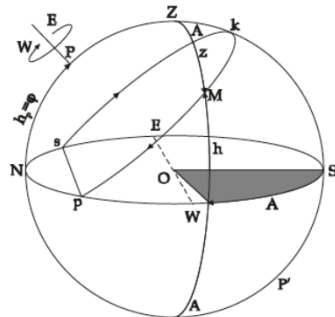
- El arco del círculo máximo es la distancia más corta entre dos puntos sobre la esfera celeste

## Sistema Horizontal

Los sistemas de coordenadas fijan la posición de un astro sobre la esfera celeste.

Plano fundamental - horizonte y polos en  $Z$  y  $Z'$ 

- M - un astro con paralelo celeste skMp s,p diferentes de EQ
- Círculo máximo ZMZ' vertical del astro con 2 coordenadas (ángulos) A y H
- A: Ángulo entre los planos del vertical del astro y la parte sur del meridiano  $A=SM'=SOM'$
- h: Distancia angular entre el astro y el horizonte, medida por el vertical  $h \pm 90$  para ZZ'
- $h=0$  en el horizonte,  $h>0$  astro visible,  $h<0$  astro no visible
- Z: distancia cenital

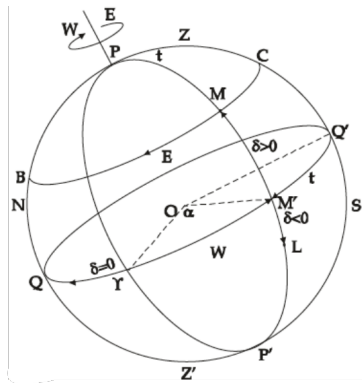


- a)  $(h, A)$  - variable debido a la rotación de la esfera celeste
- b)  $(h, A)$  se pueden medir de forma directa
- c) No es útil para los mapas y catálogos estelares

## Sistemas ecuatoriales

### 1er sistema (ecuatoriales celestes)

- Coordenadas cuales no se cambian con el tiempo
- Plano fundamental - ecuador celeste  $QQ'$
- $PMP'$  - círculo horario (rota con la esfera por la razón que no contiene  $ZZ'$ )
- $P\gamma P'$  - círculo horario inicial el punto gamma es el equinoccio de primavera



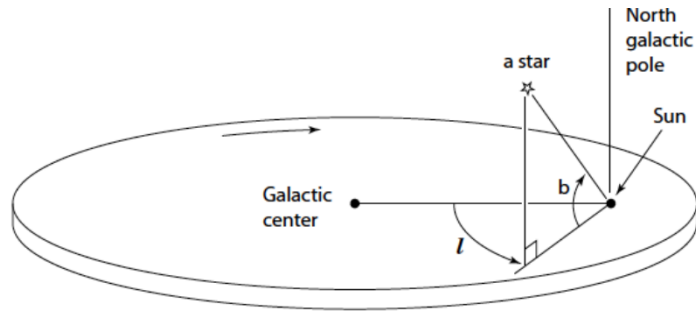
- 1) Ascensión recta  $\alpha$ : Ángulo entre el círculo horario cero y el círculo horario del astro  $\alpha = \gamma M' = \gamma O M'$ , se mide por el ecuador en dirección opuesta de la dirección de la rotación de la esfera celeste. Entre 0 y 260 grados o 0 y 24 horas
- 2) Declinación  $\delta$ : Distancia angular entre el astro y ecuador celeste, medida por el círculo horario.  $\delta = MM' = MOM'$  con  $-90(P') \leq \delta \leq 90(P)$
- $(\alpha, \delta)$  - no cambian con el tiempo (relativos al respecto a  $\gamma$ ) útiles para los catálogos y mapas.
- $(\alpha, \delta)$  no pueden medirse directamente.

### 2do sistema (ecuatoriales locales)

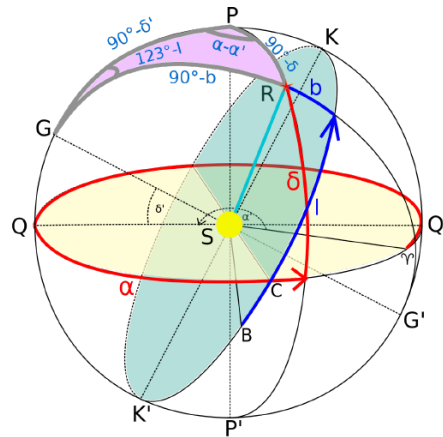
- 1) En lugar de la ascensión recta se introduce el ángulo horario  $t$ . El ángulo entre la parte sur del meridiano celeste y círculo horario del astro.  $t = Q'M' = Q'OM'$  y se mide en la dirección de rotación del cielo entre 0 y 24 horas
- 2) Declinación  $\delta$ : Es la segunda coordenada.  $t_\gamma = Q'\gamma = s$  se llama tiempo sidéreo. Obvio  $s = \alpha$ 
  - a)  $t = 0$  (el astro pasa por el meridiano)  $s = \alpha$

### Coordenadas galácticas esféricas $(l, b)$

Con  $b \in [-90, 90]$  y  $l \in [0, 360]$



- El polo norte galáctico está en AR=12:51.4, DEC=+27:08(2000.0)
- El centro galáctico está en AR=17:45.6, DEC=-28.56 (2000)
- La inclinación del ecuador galáctico sobre el ecuador celestial es de 62.6°
- La intersección o línea de nodos de los dos ecuadores es AR=282.89°, DEC=0:00 (2000.0) a  $l = 33$  y  $b = 0$



$$\frac{\sin A}{\sin a} = \frac{\sin B}{\sin b} = \frac{\sin C}{\sin c}$$

$$\sin a \cos B = \sin c \cos b - \cos c \sin b \cos A$$

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$

$$\sin A \cos b = \sin C \cos B + \cos C \sin B \cos a$$

### Coordenadas galácticas cilíndricas $(R, \theta, z)$

**Advertencia** Los anterior es un sistema zurdo como se define.

**Sistema de coordenadas cartesianas  $(X_{GC}, Y_{GC}, Z_{GC})$**

- $X_{GC} = d \cos(b) \cos(l)$
- $Y_{GC} = d \cos(b) \sin(l)$
- $Z_{GC} = d \sin(b)$

- El sol tiene  $(X_{GC}, Y_{GC}, Z_{GC}) = (0, 0, 0)$
- El centro galáctico tiene coordenadas de  $(X_{GC}, Y_{GC}, Z_{GC}) = (R_0, 0, 0)$  donde  $R_0$  es la distancia al centro galáctico.

## Transformación de coordenadas

- $\sin(A) \cos(a) = \sin(h) \cos(\delta)$
- $\cos(A) \cos(a) = \cos(h) \cos(\delta) \sin(\phi) - \sin(\delta) \cos(\phi)$
- $\sin(a) = \cos(h) \cos(\delta) \cos(\phi) + \sin(\delta) \sin(\phi)$

Donde  $\phi$  es la altura del polo norte.

- $\sin(l_N - l) \cos(b) = \cos(\delta) \sin(\alpha - \alpha_P)$
- $\cos(l_N - l) \cos(b) = -\cos(\delta) \sin(\delta_P) \cos(\alpha - \alpha_P) + \sin(\delta) \sin(\delta_P)$
- $\sin(b) = \cos(\delta) \cos(\delta_P) \cos(\alpha - \alpha_P) + \sin(\delta) \sin(\delta_P)$
- Donde la dirección del polo norte galáctico es  $\alpha_P = 12$  h 51.4 min,  $\delta_P = 27^\circ 08'$  y la longitud galáctica del polo celestial es  $l_N = 123.0^\circ$