

Astronomía Fundamental 2020

Clase 3: Sistemas de Coordenadas Celestes (parte I)

30/03/2020

Licenciatura en Astronomía - Fac. de Ciencias, UdelaR

3° Semestre - 2020

Teórico: Cecilia Mateu

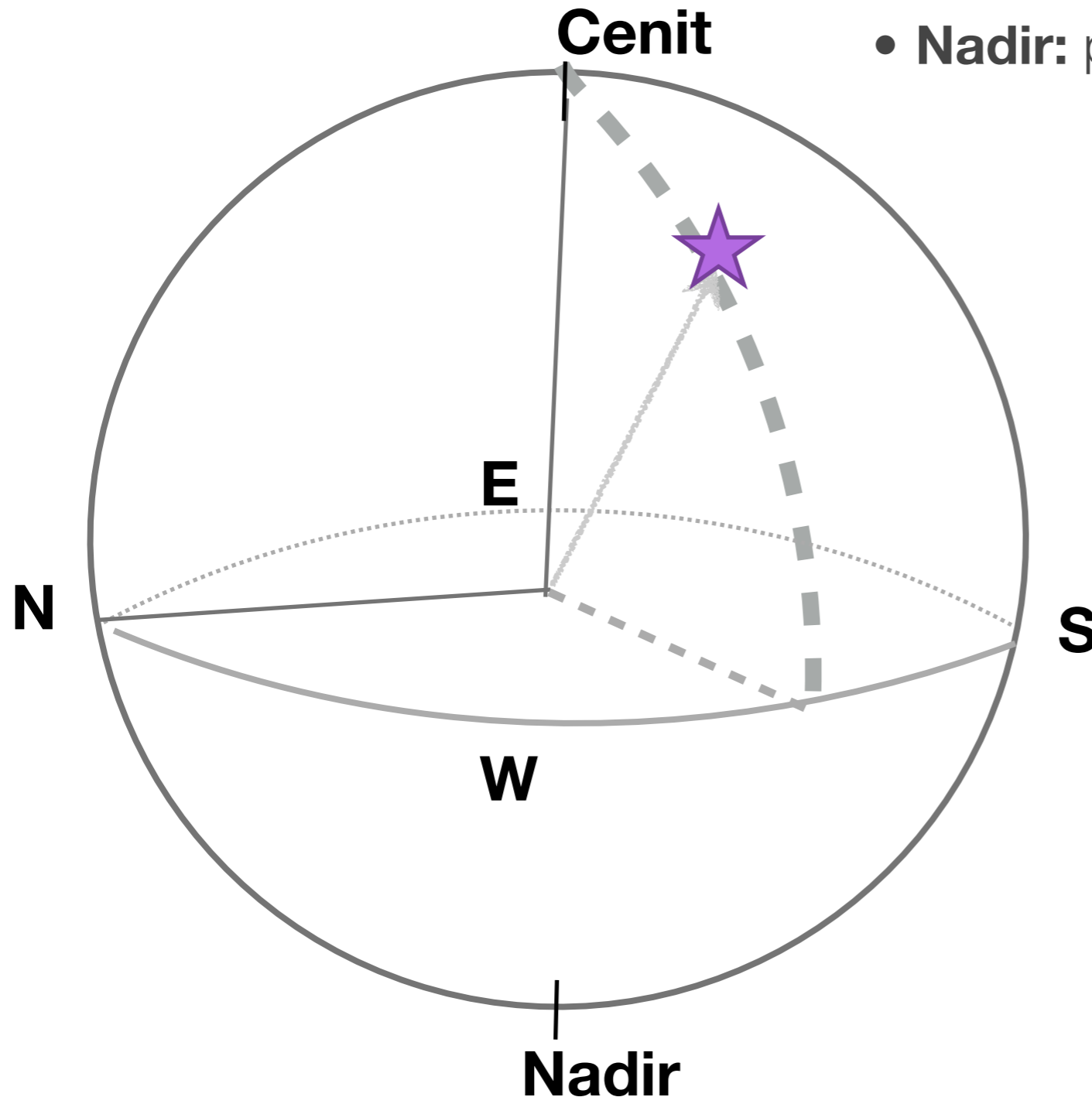
Recordatorios

- Recuerden entrar a Slack y unirse al canal de #astrofundamental

Coordenadas Celestes

Coordenadas Horizontales o Alt-Azimutales: **(h,A)**

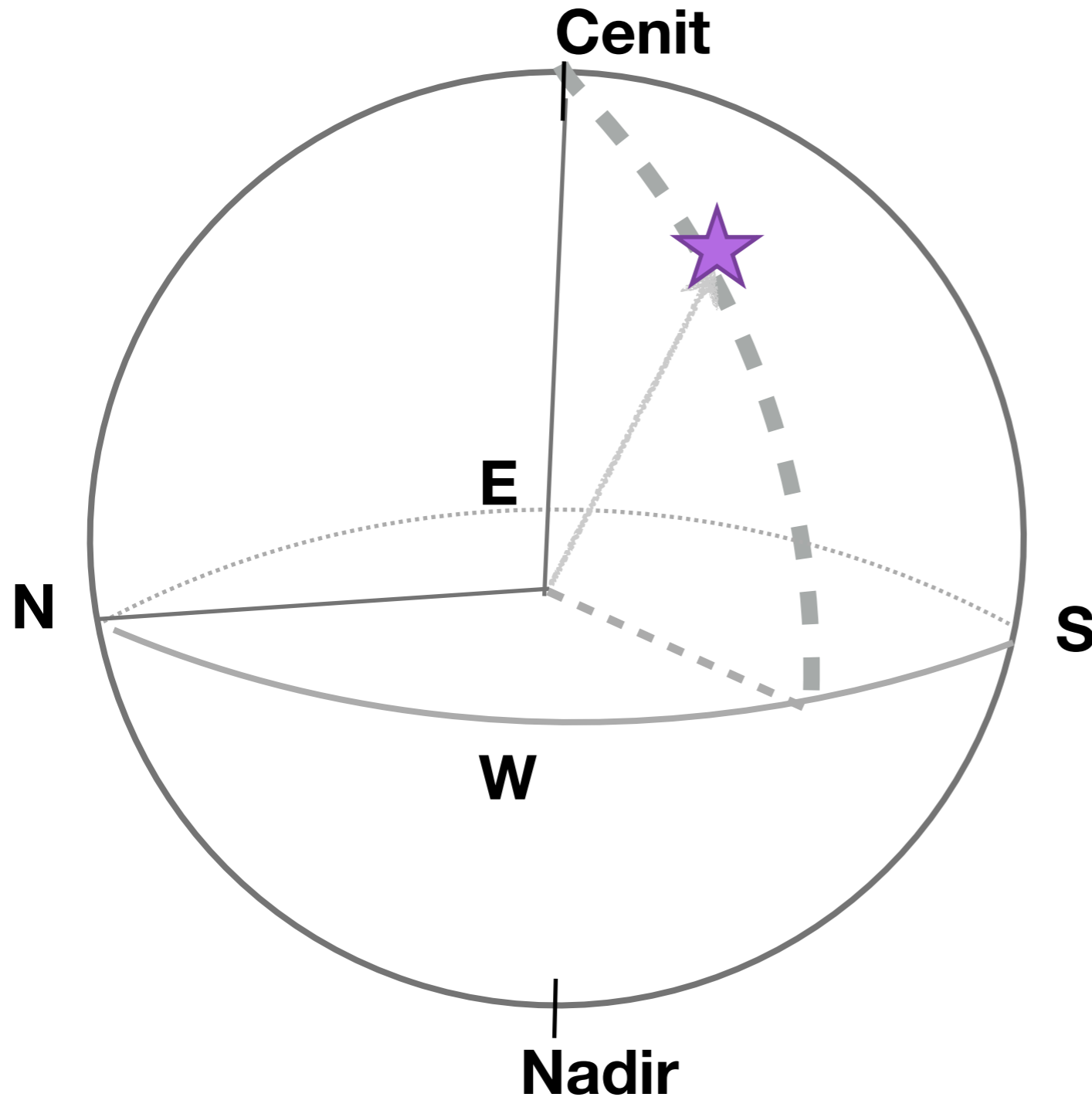
- **Plano Fundamental:** Horizonte
- **Cenit:** pto más alto sobre la esfera celeste del obs = polo del plano del horizonte



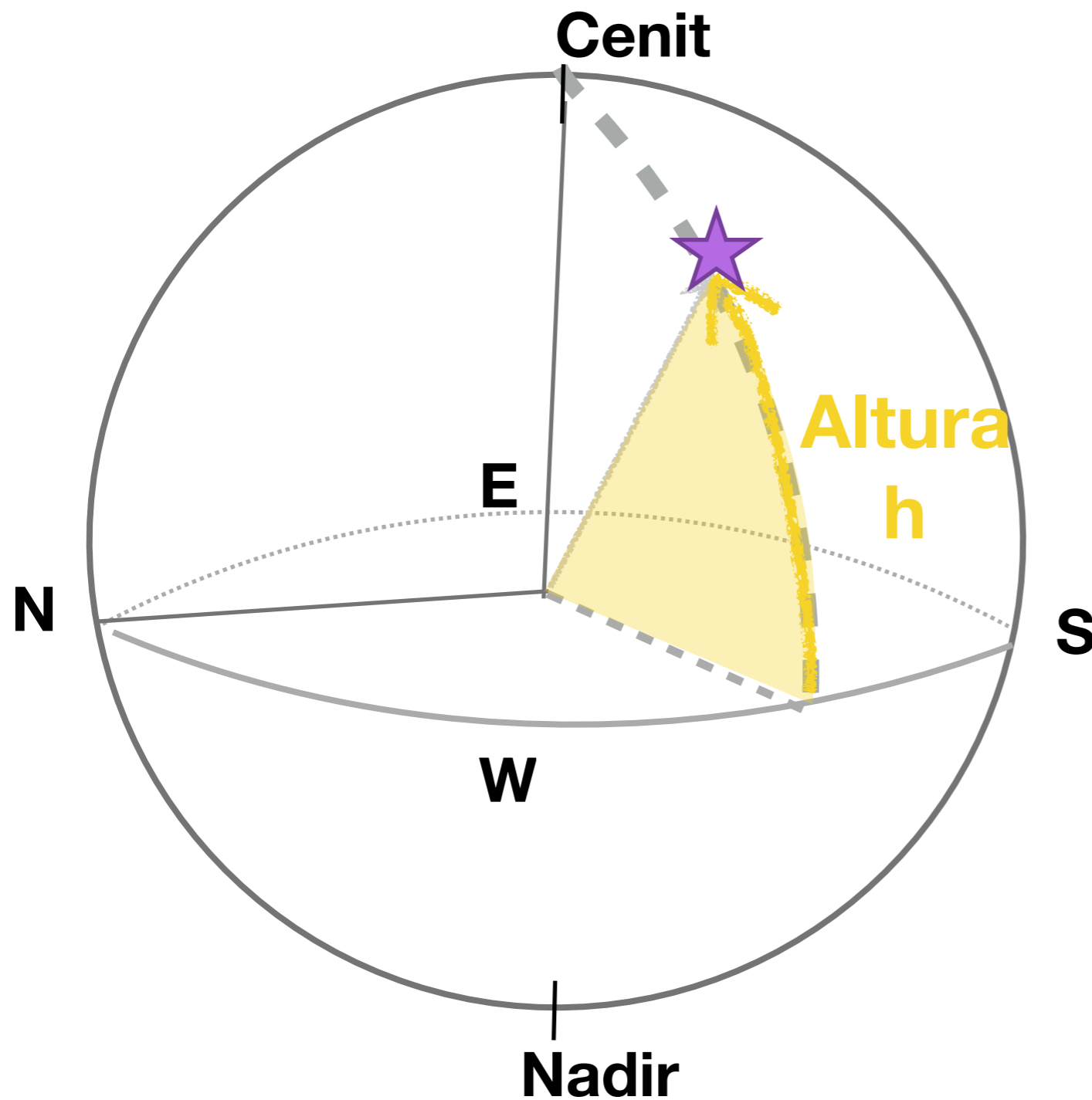
- **Nadir:** punto opuesto al Cenit

Coordenadas Horizontales o Alt-Azimutales: **(h,A)**

- **Plano Fundamental:** Horizonte
- **Meridiano de referencia** = Meridiano del observador := el q pasa por el cenit



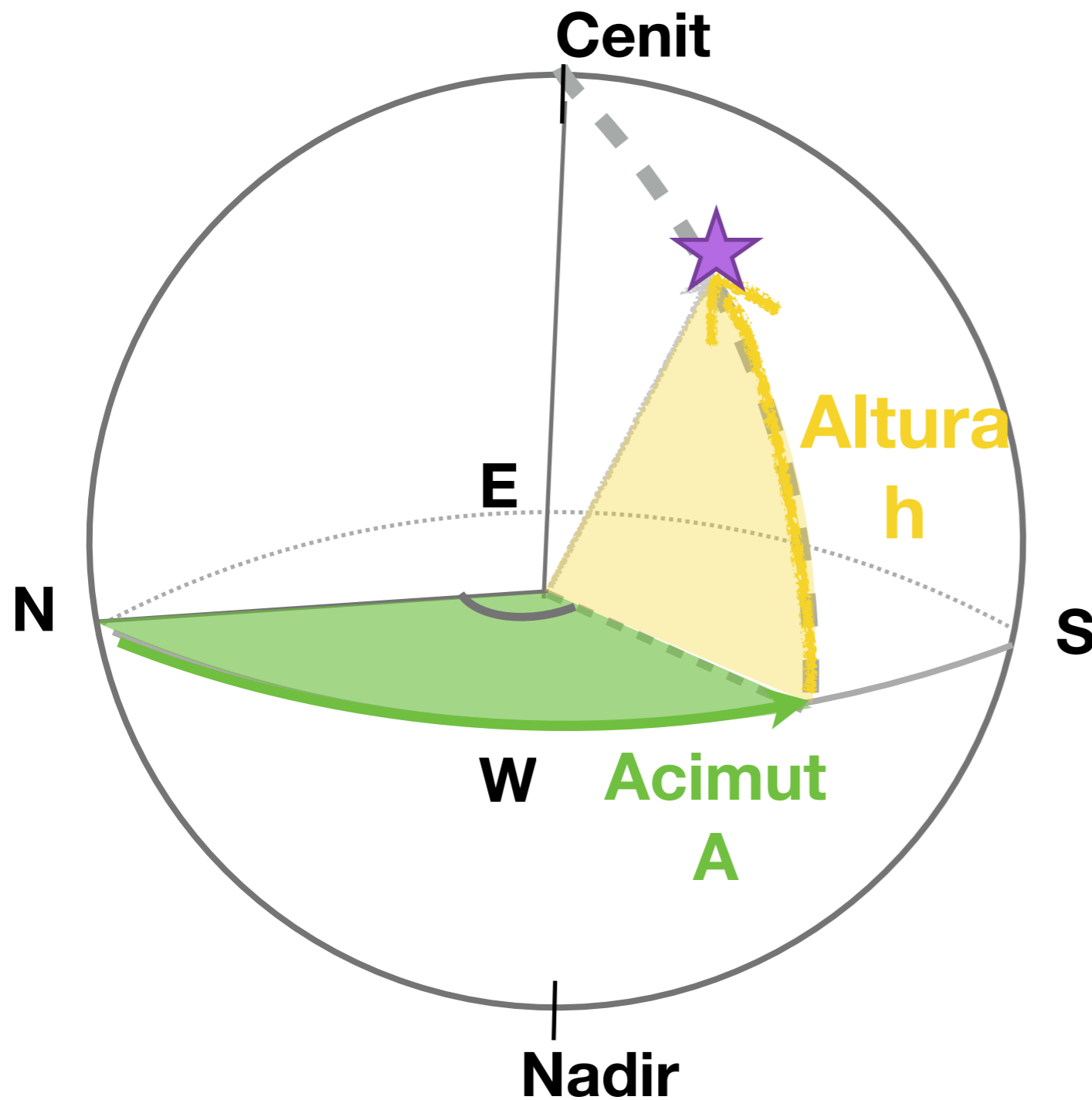
Coordenadas Alt-Azimutales: (h,A)



- **Altura (h):** altura (ángulo de elevación) respecto al plano del horizonte

- **Plano Fundamental:** Horizonte
- **Meridiano de referencia** = Meridiano del lugar := el que pasa por el cenit

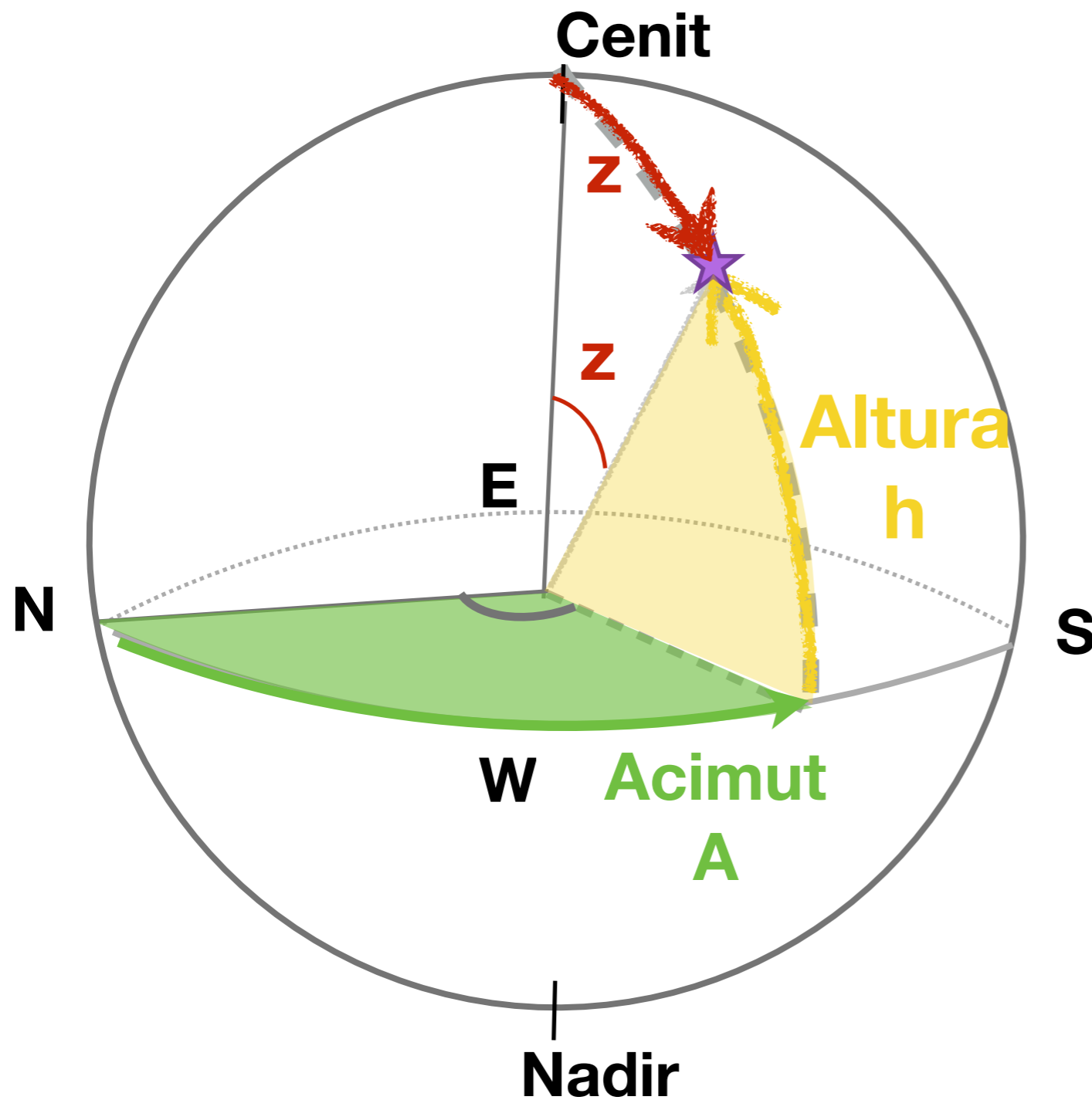
Coordenadas Alt-Azimutales: (h,A)



- **Altura (h):** altura (ángulo de elevación) respecto al plano del horizonte
- **Azimut (A):** ángulo diedro entre el meriano del observador y la vertical del astro, desde el N en sentido NOSE =(norte-oeste-sur-este)

- **Plano Fundamental:** Horizonte
- **Meridiano de referencia** = Meridiano del observador := el q pasa por el cenit

Coordenadas Alt-Azimutales: (h,A)

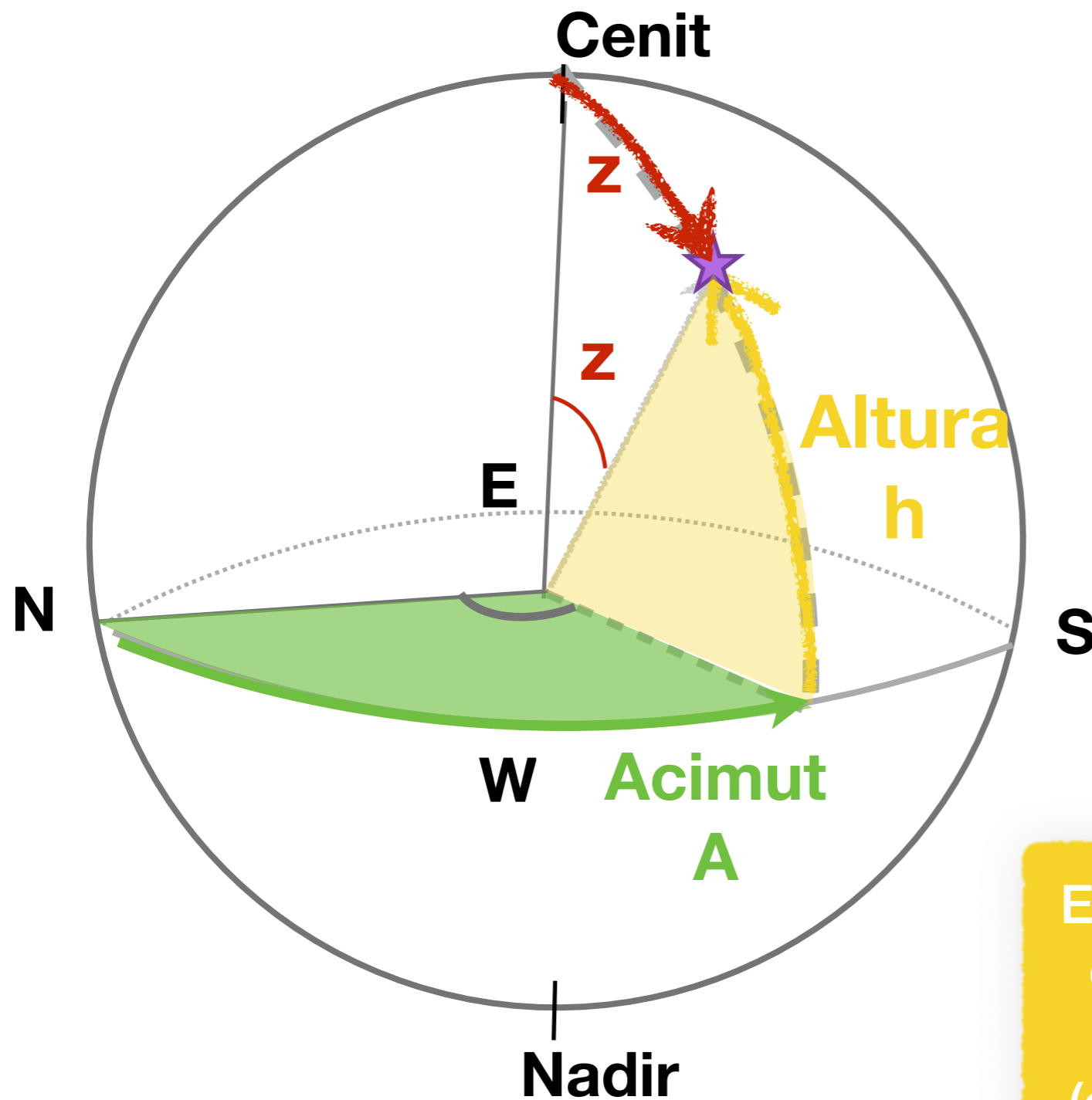


- **Altura (h):** altura (ángulo de elevación) respecto al plano del horizonte
- **Azimut (A):** medido sobre el plano del horizonte, desde el N en sentido NOSE
- **Ángulo zenital (z):**

$$z = 90^\circ - h$$

- **Plano Fundamental:** Horizonte
- **Meridiano de referencia** = Meridiano del lugar := el que pasa por el cenit

Coordenadas Alt-Azimutales: (h,A)



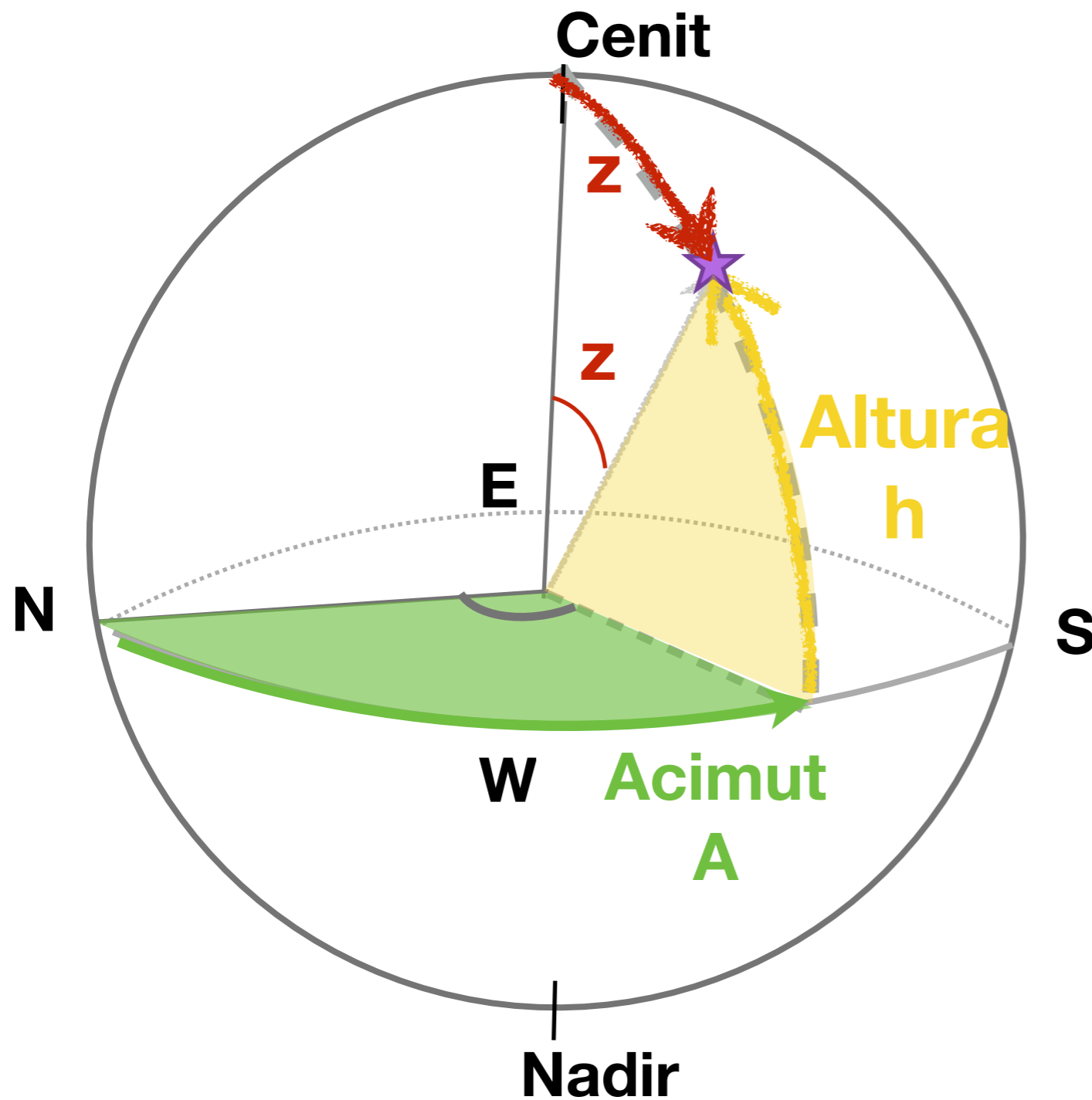
- **Altura (h):** altura (ángulo de elevación) respecto al plano del horizonte
- **Azimut (A):** medido sobre el plano del horizonte, desde el N en sentido NOSE $[0,2\pi]$
- **Ángulo zenital (z):**

$$z = 90^\circ - h$$

Es un sistema relativo o solidario al observador (topocéntrico), por lo tanto las estrellas se mueven (cambian de coordenadas) en este sistema con el tiempo

- **Plano Fundamental:** Horizonte
- **Meridiano de referencia** = Meridiano del lugar := el que pasa por el cenit

Coordenadas Alt-Azimutales: (h,A)

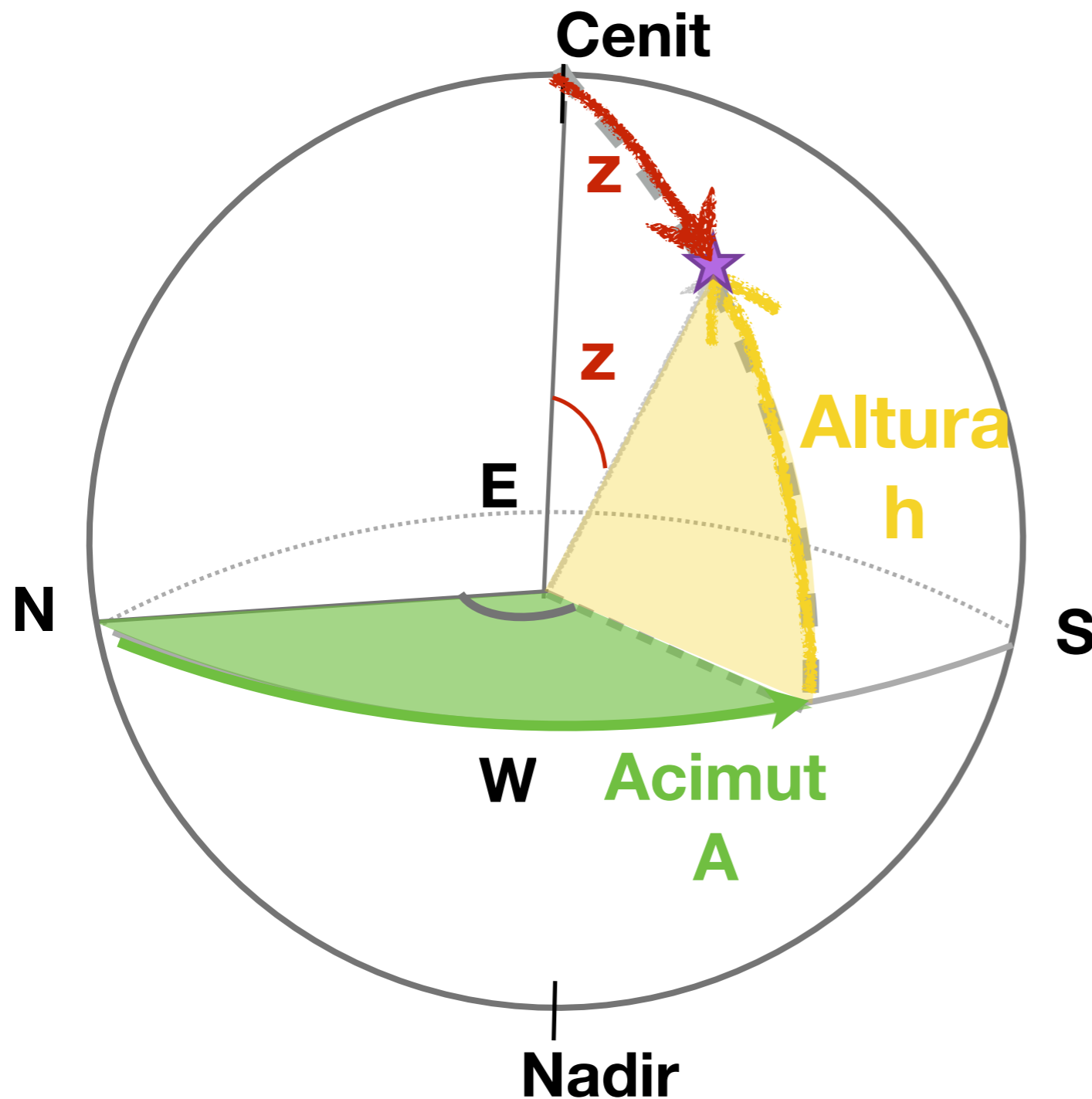


Preguntas:

- (h,A) y z de:

- Punto Cardinal N:
(0 , 0), $z=90^\circ$
- Punto Cardinal E:
(0 , 270°), $z=90^\circ$
- Punto Cardinal W:
(0 , 90°), $z=90^\circ$
- Cenit:
($h=90^\circ$, indef), $z=0^\circ$
- Nadir:
(-90° , indef), $z=180^\circ$

Coordenadas Alt-Azimutales: (h,A)



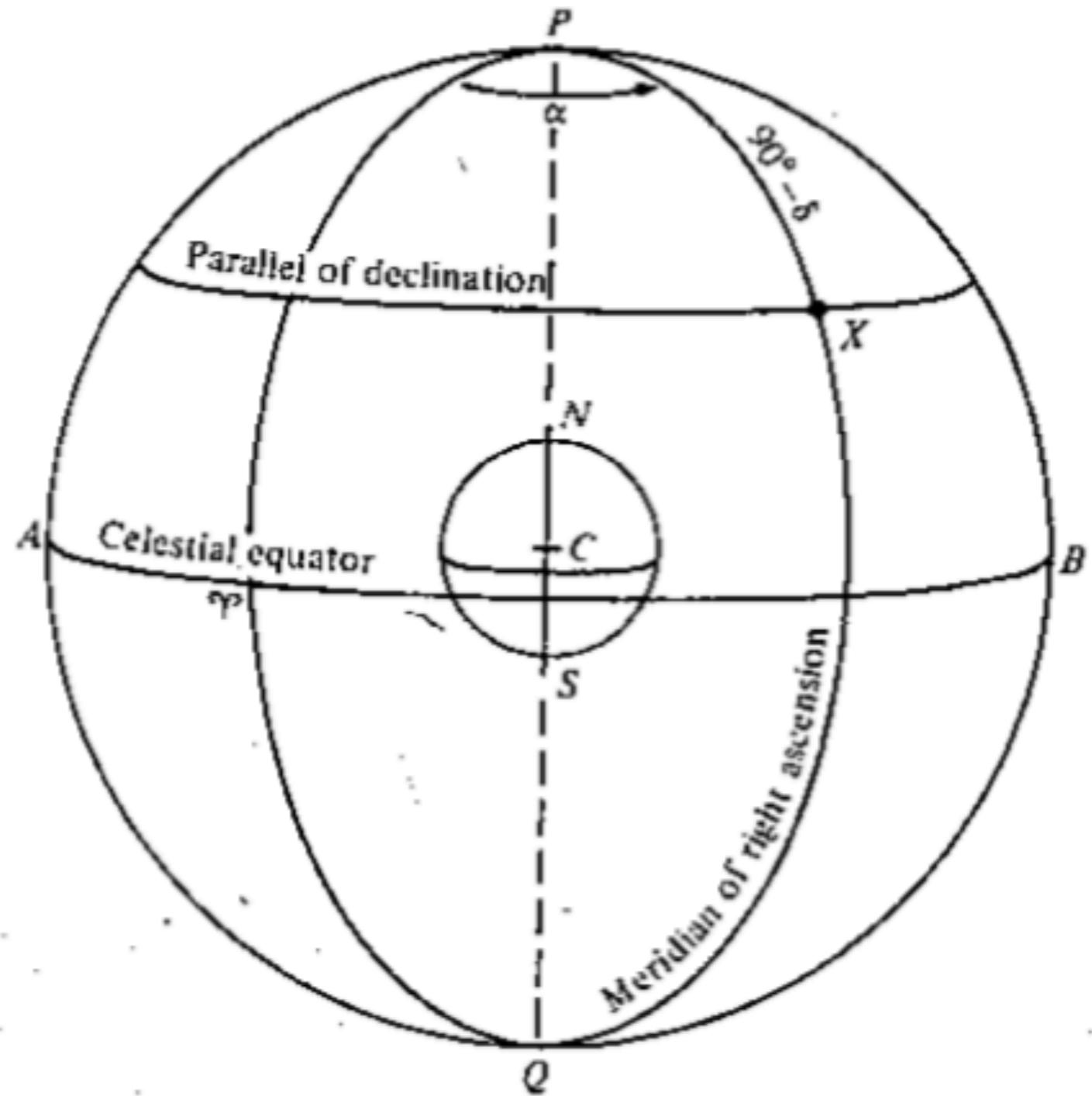
Preguntas:

- (h,A) y z de:

- Punto cardinal N:
 $(0^\circ, 0^\circ)$, $z=90^\circ$
- Punto Cardinal E:
 $(0, 270^\circ)$, $z=90$
- Punto Cardinal W:
 $(0, 90^\circ)$, $z=90$
- Cenit:
 $(90^\circ, \text{indef})$, $z=0^\circ$
- Nadir:
 $(-90^\circ, \text{indef})$, $z=180^\circ$

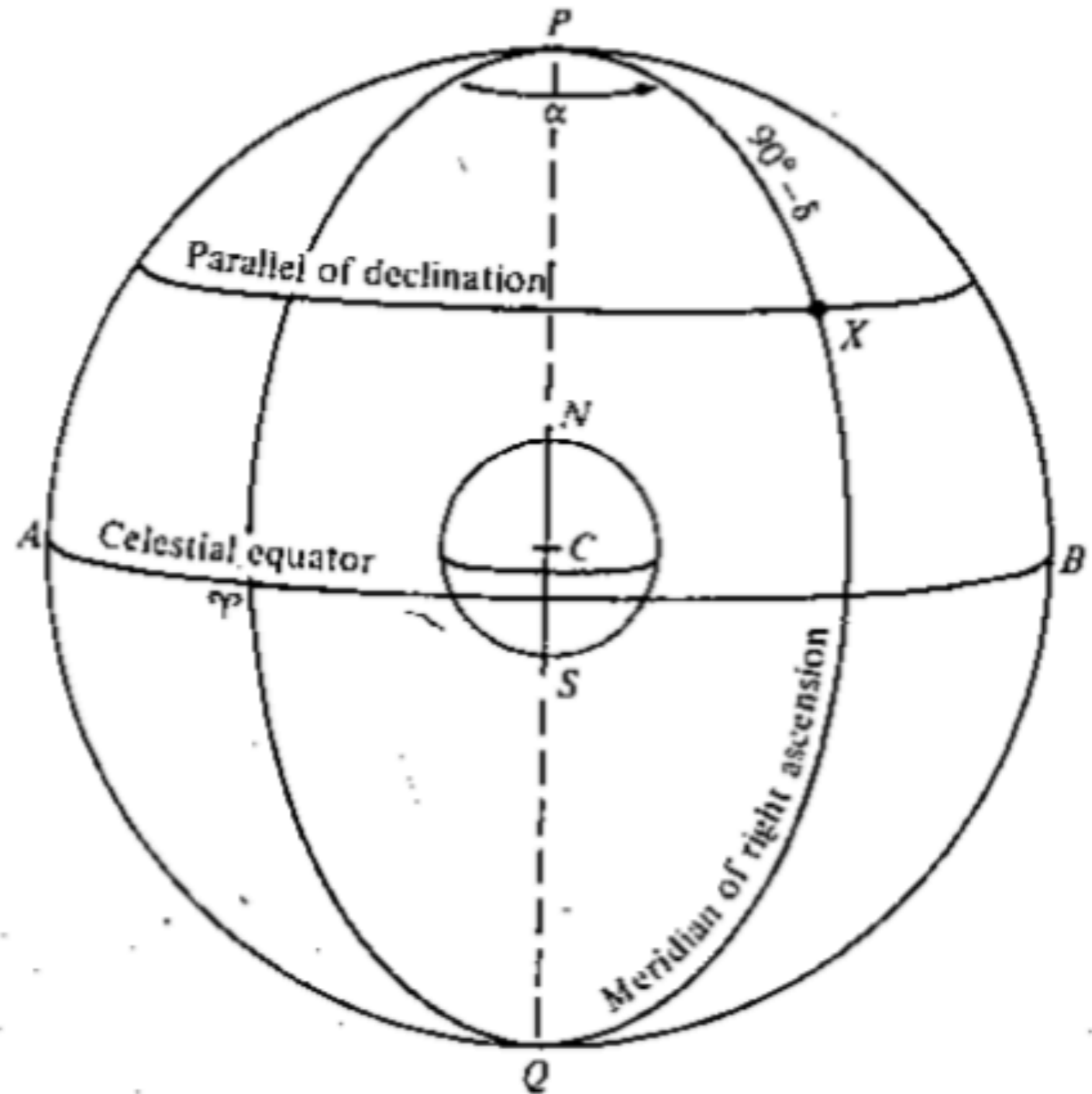
Coordenadas Ecuatoriales Absolutas: (α, δ) ó (AR, DEC)

- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste= proyección hacia la esfera celeste del ecuador terrestre
- En este sistema de coordenadas se proyectan los polos y el ecuador terrestre hacia la bóveda celeste



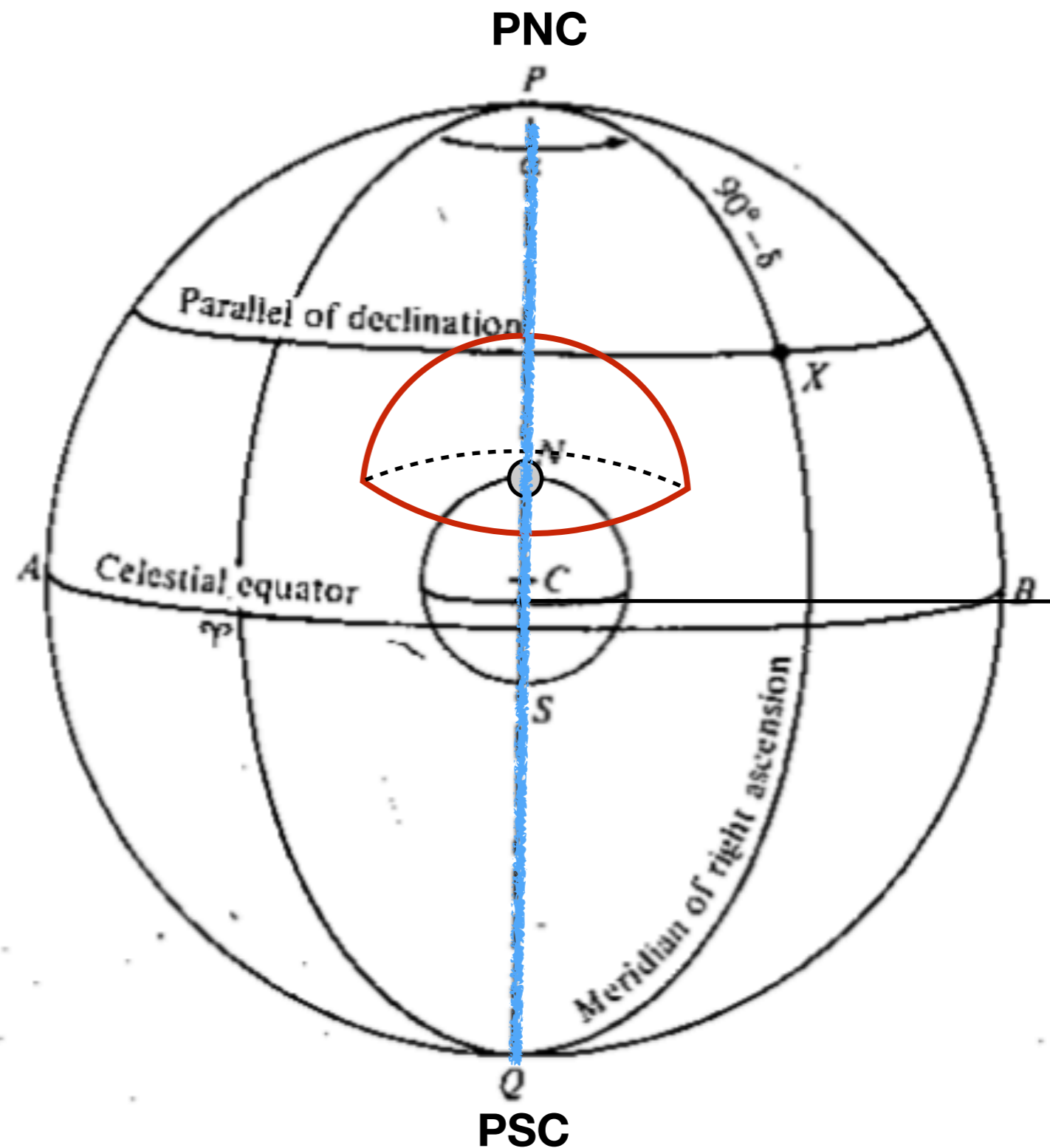
Coordenadas Ecuatoriales Absolutas: (α, δ) ó (AR, DEC)

- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste= proyección hacia la esfera celeste del ecuador terrestre
- En este sistema de coordenadas se proyectan los polos y el ecuador terrestre hacia la bóveda celeste
- La Ascensión recta juega el papel de la longitud y la Declinación el de la latitud



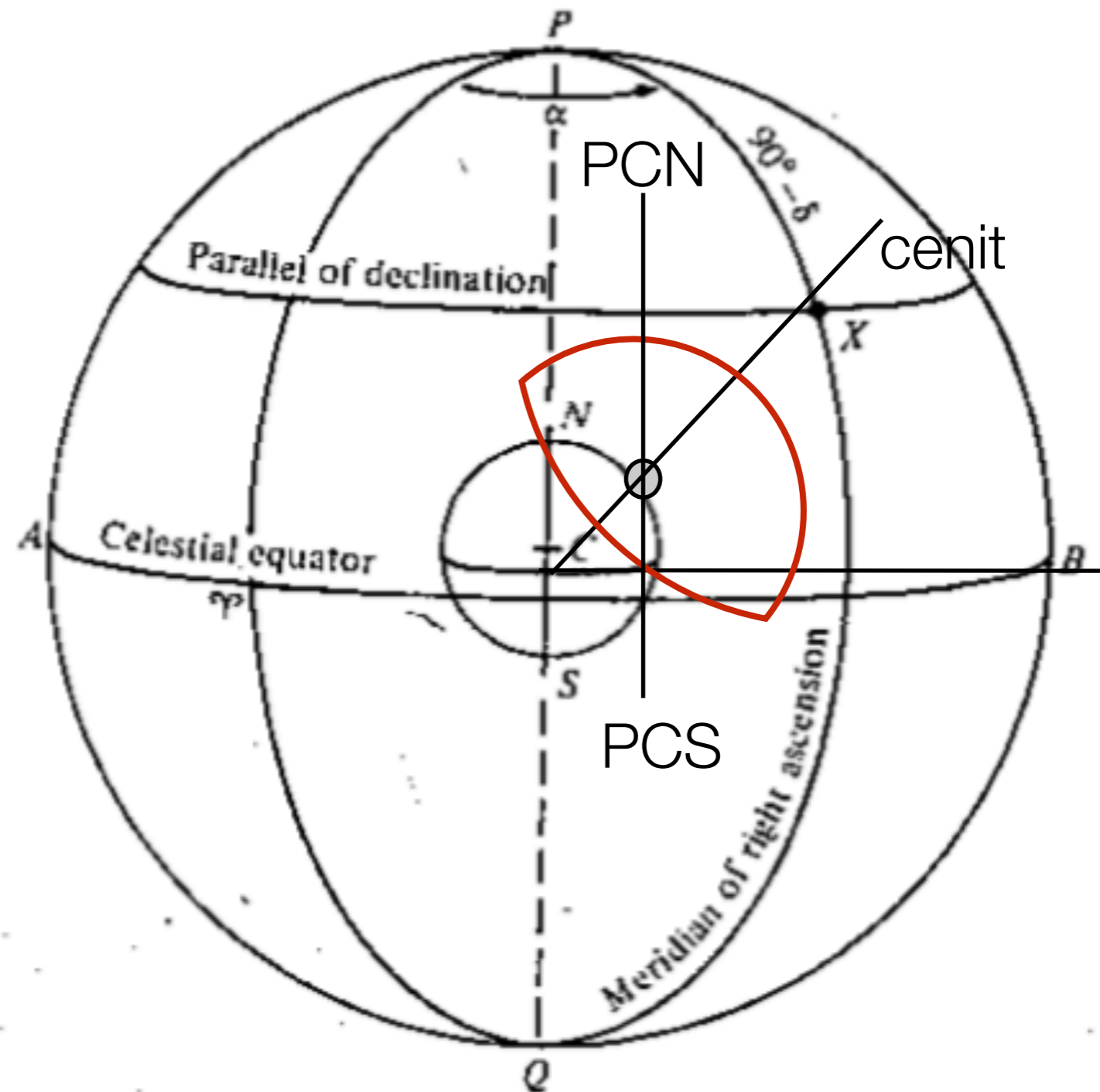
Coordenadas Ecuatoriales Absolutas: (α, δ) ó (AR, DEC)

- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste= proyección hacia la esfera celeste del ecuador terrestre
- En este sistema de coordenadas se proyectan los polos y el ecuador terrestre hacia la bóveda celeste
- La **Ascensión recta** juega el papel de la longitud y la **Declinación** el de la latitud
- **Meridiano de referencia (AR=0):** el que pasa por el punto vernal γ (=equinoccio de primavera en el hemisferio Norte)



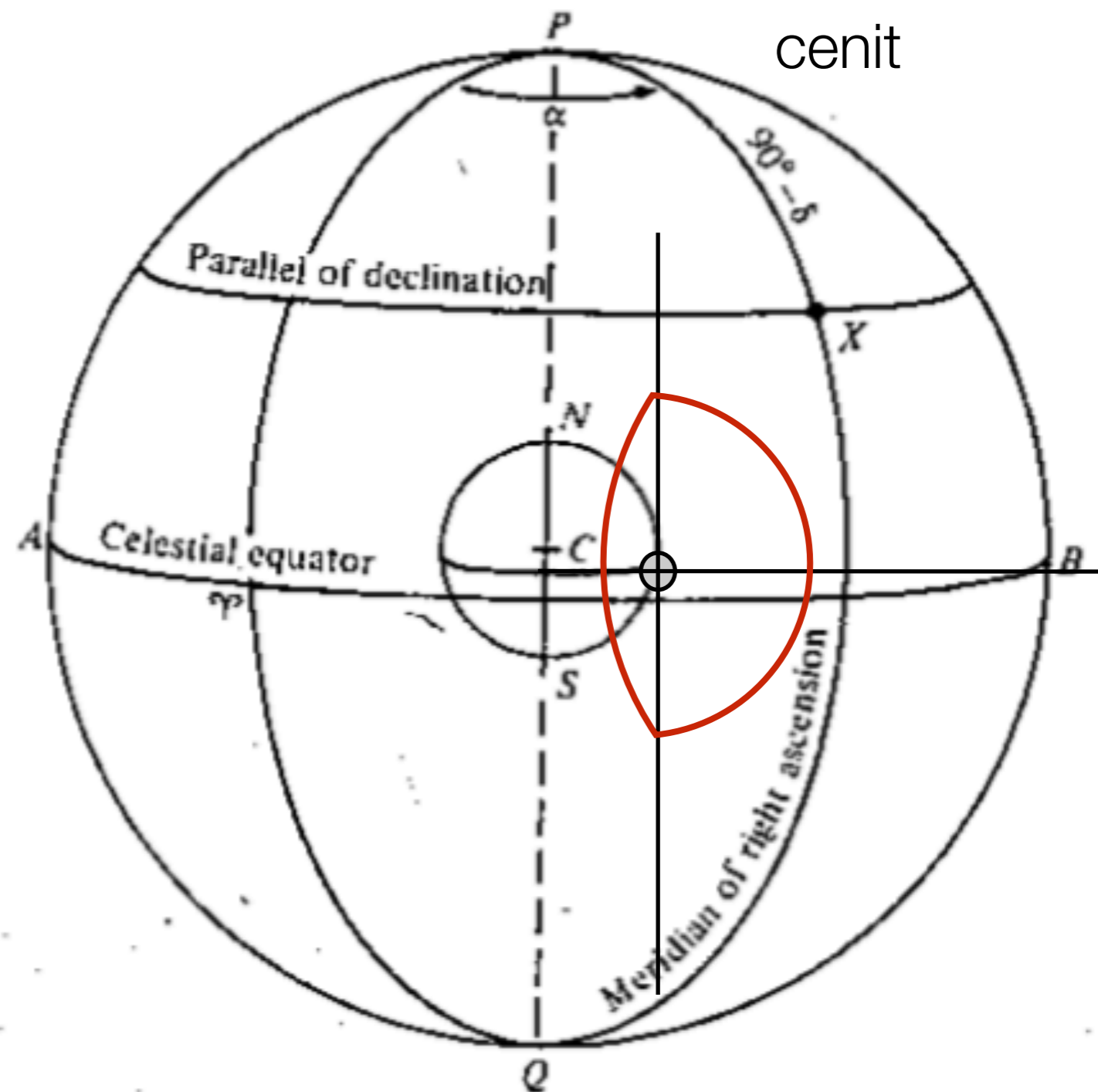
Coordenadas Ecuatoriales Absolutas: (α, δ) ó **(AR, DEC)**

- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste= proyección hacia la esfera celeste del ecuador terrestre
- En este sistema de coordenadas se proyectan los polos y el ecuador terrestre hacia la bóveda celeste
- La **Ascensión recta** juega el papel de la longitud y la **Declinación** el de la latitud
- **Meridiano de referencia (AR=0):** el que pasa por el punto vernal χ (=equinoccio de primavera en el hemisferio Norte)



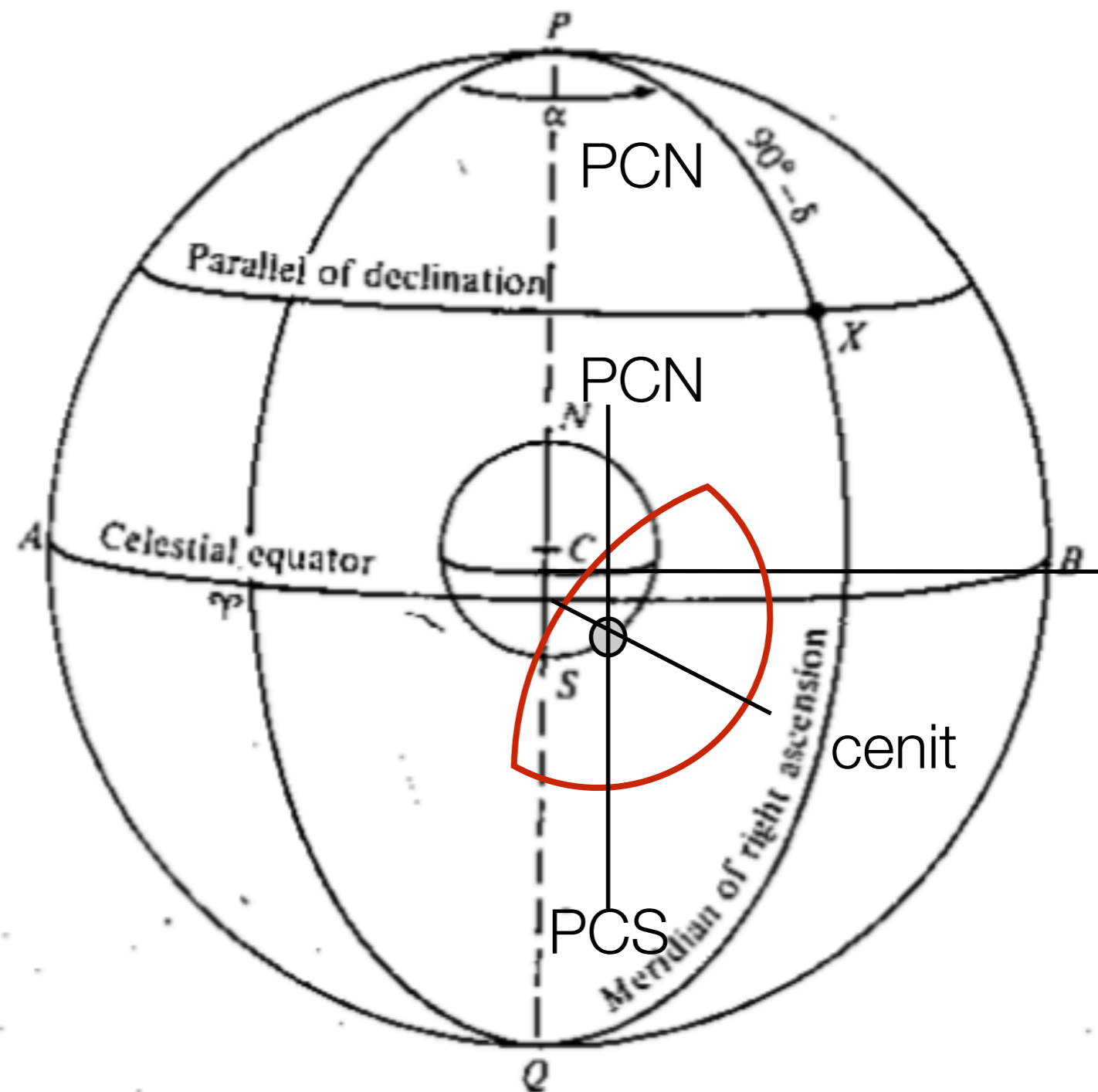
Coordenadas Ecuatoriales Absolutas: (α, δ) ó **(AR, DEC)**

- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste= proyección hacia la esfera celeste del ecuador terrestre
- En este sistema de coordenadas se proyectan los polos y el ecuador terrestre hacia la bóveda celeste
- La **Ascensión recta** juega el papel de la longitud y la **Declinación** el de la latitud
- **Meridiano de referencia (AR=0):** el que pasa por el punto vernal γ (=equinoccio de primavera en el hemisferio Norte)



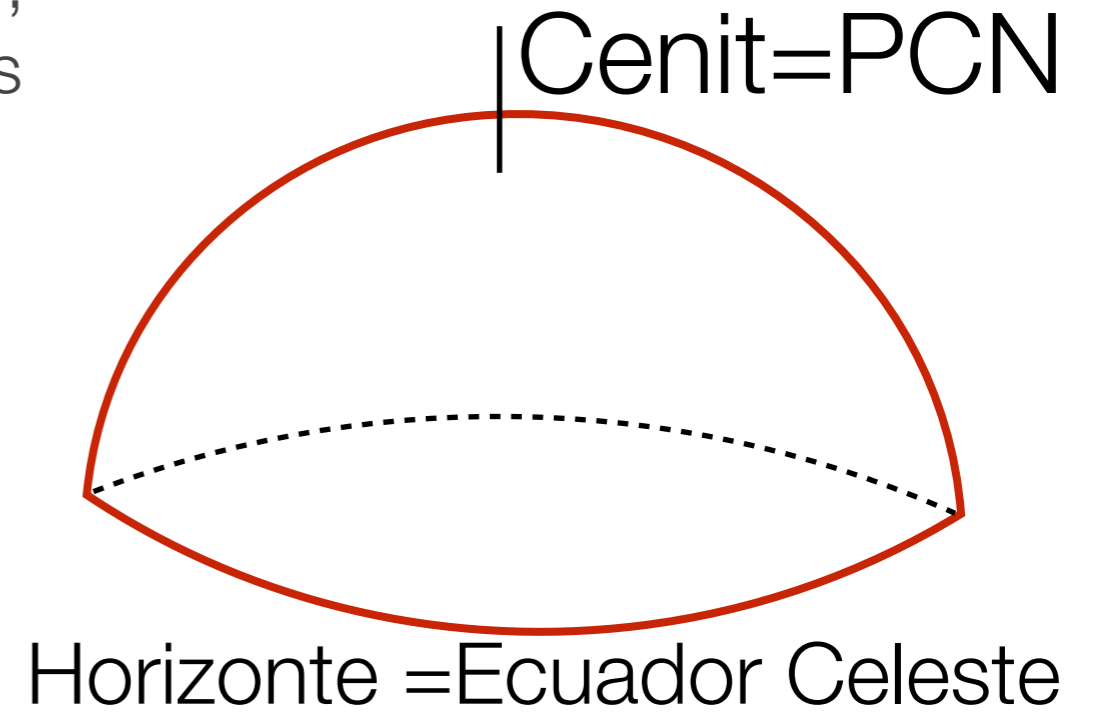
Coordenadas Ecuatoriales Absolutas: (α, δ) ó **(AR, DEC)**

- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste= proyección hacia la esfera celeste del ecuador terrestre
- En este sistema de coordenadas se proyectan los polos y el ecuador terrestre hacia la bóveda celeste
- La **Ascensión recta** juega el papel de la longitud y la **Declinación** el de la latitud
- **Meridiano de referencia (AR=0):** el que pasa por el punto vernal γ (=equinoccio de primavera en el hemisferio Norte)



Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó (AR, DEC)

- Dibujemos la esfera celeste para un observador, indicando el Ecuador y polos celestes, en varias posiciones diferentes de la Tierra:
 - En el polo Norte terrestre:



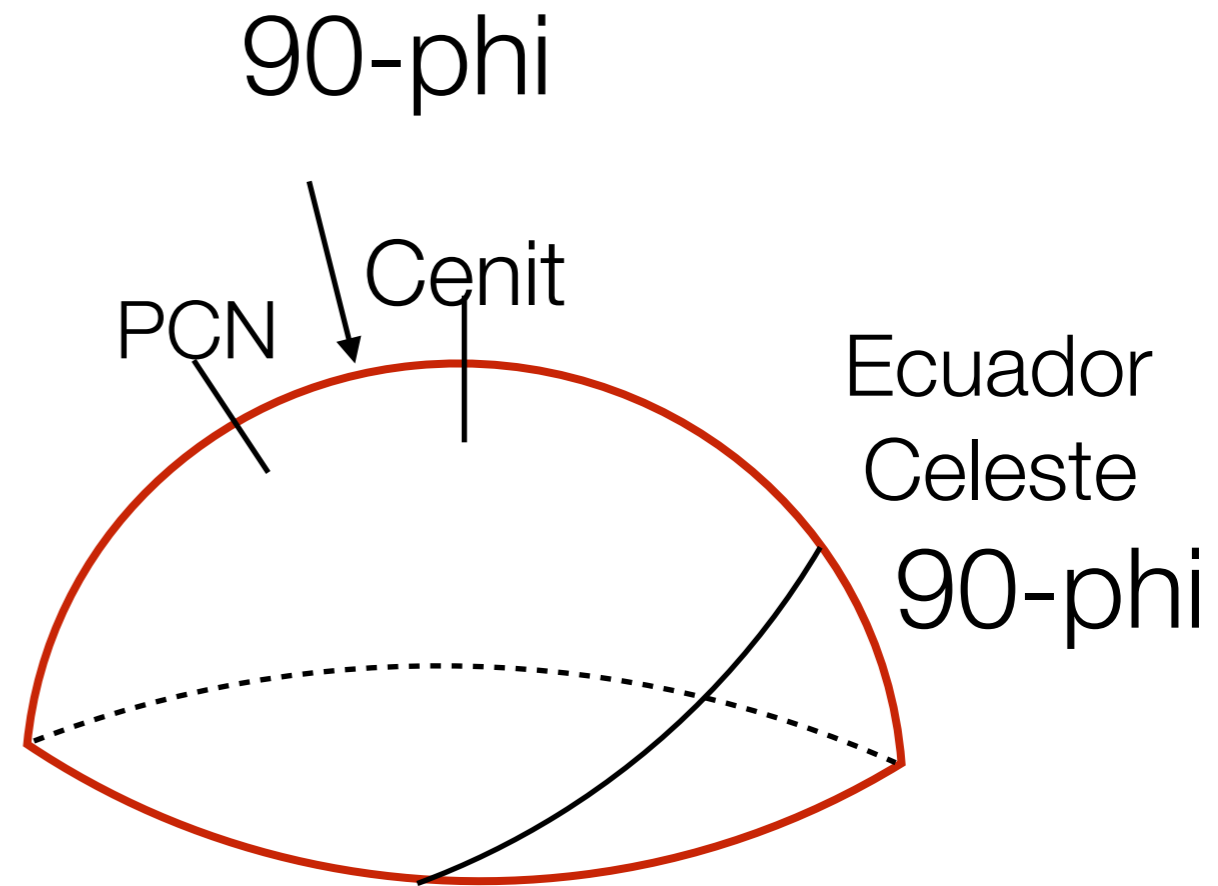
Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó **(AR, DEC)**

- Dibujemos la esfera celeste para un observador, indicando el Ecuador y polos celestes, en varias posiciones diferentes de la Tierra:

- En el polo Norte:

- En el Ecuador Terrestre:

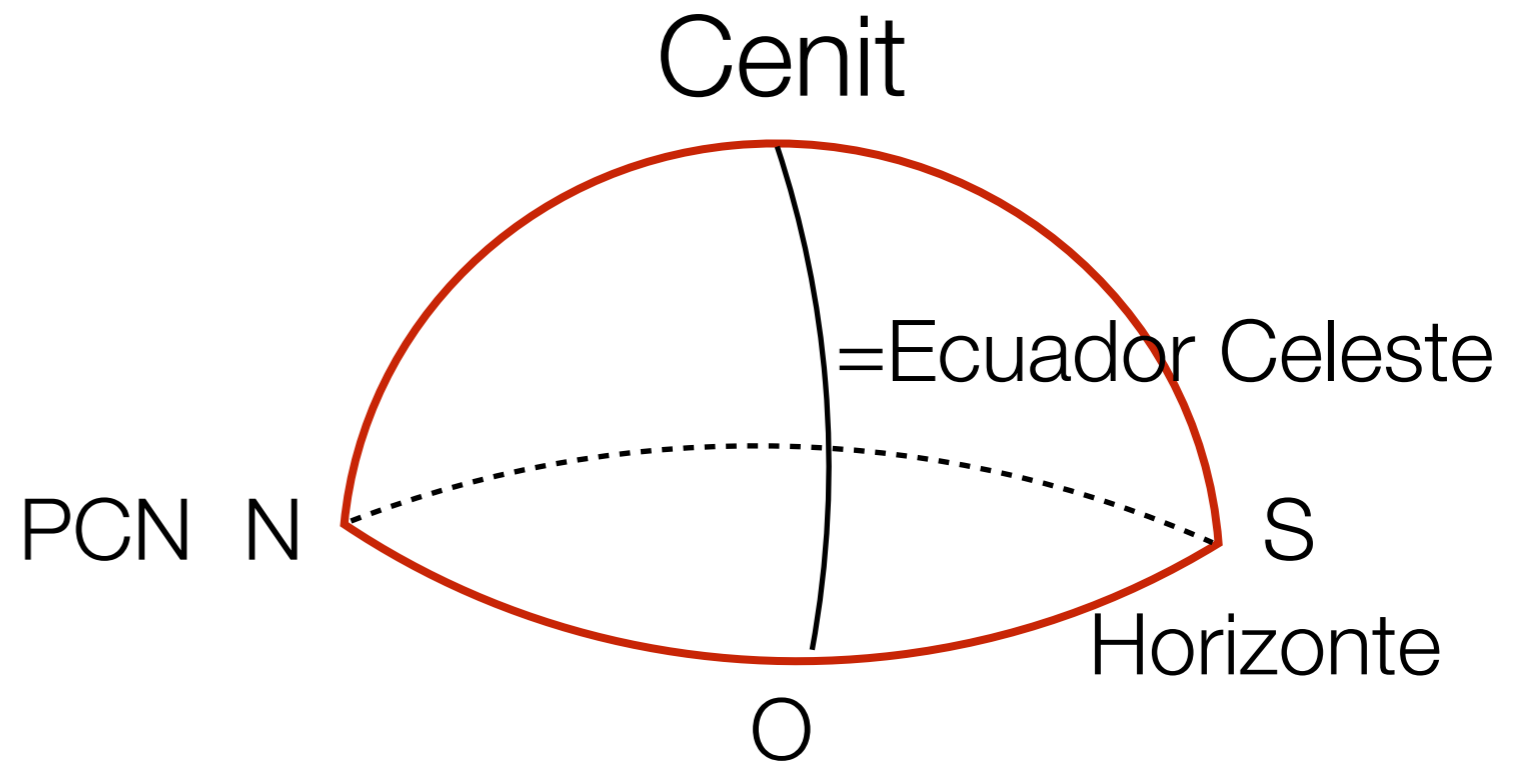
- En el Hemisf. Norte ($\phi = +34^\circ$)



Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó **(AR, DEC)**

- Dibujemos la esfera celeste para un observador, indicando el Ecuador y polos celestes, en varias posiciones diferentes de la Tierra:
 - En el polo Norte:

- **En el Ecuador Terrestre:**



Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó **(AR, DEC)**

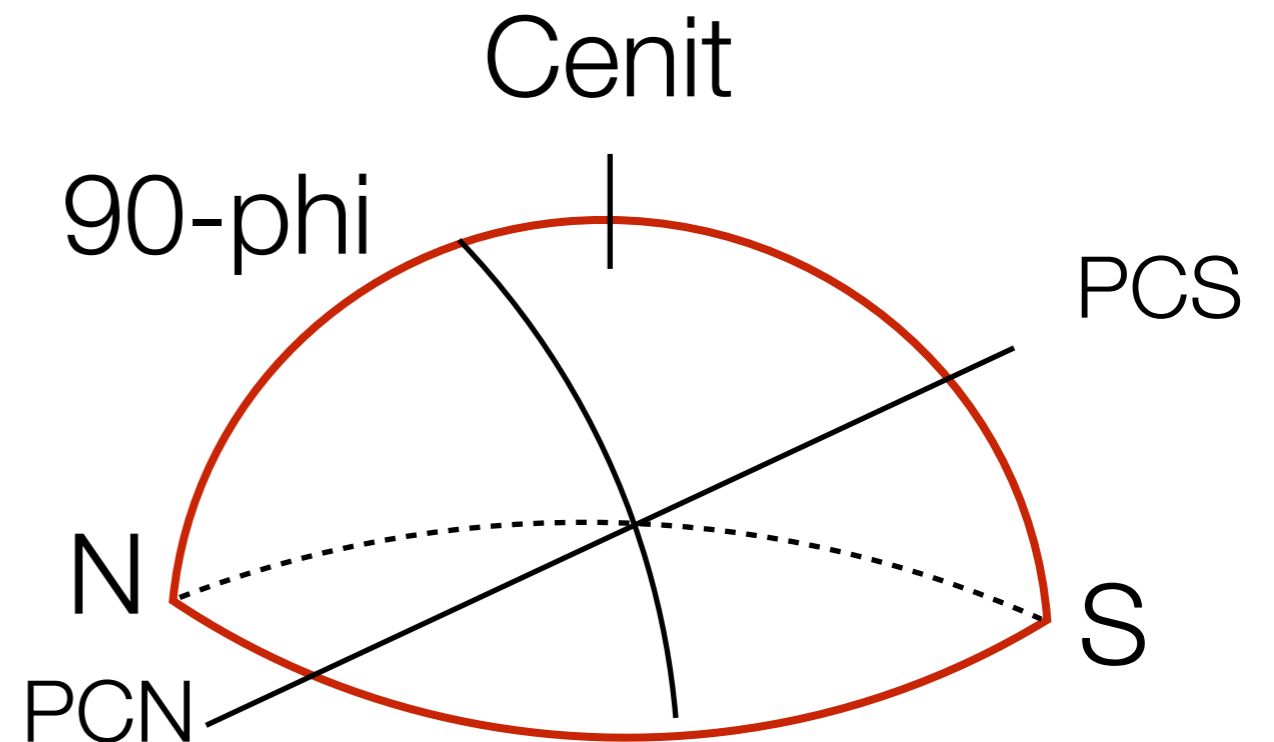
- Dibujemos la esfera celeste para un observador, indicando el Ecuador y polos celestes, en varias posiciones diferentes de la Tierra:

- En el polo Norte:

- En el Ecuador Terrestre:

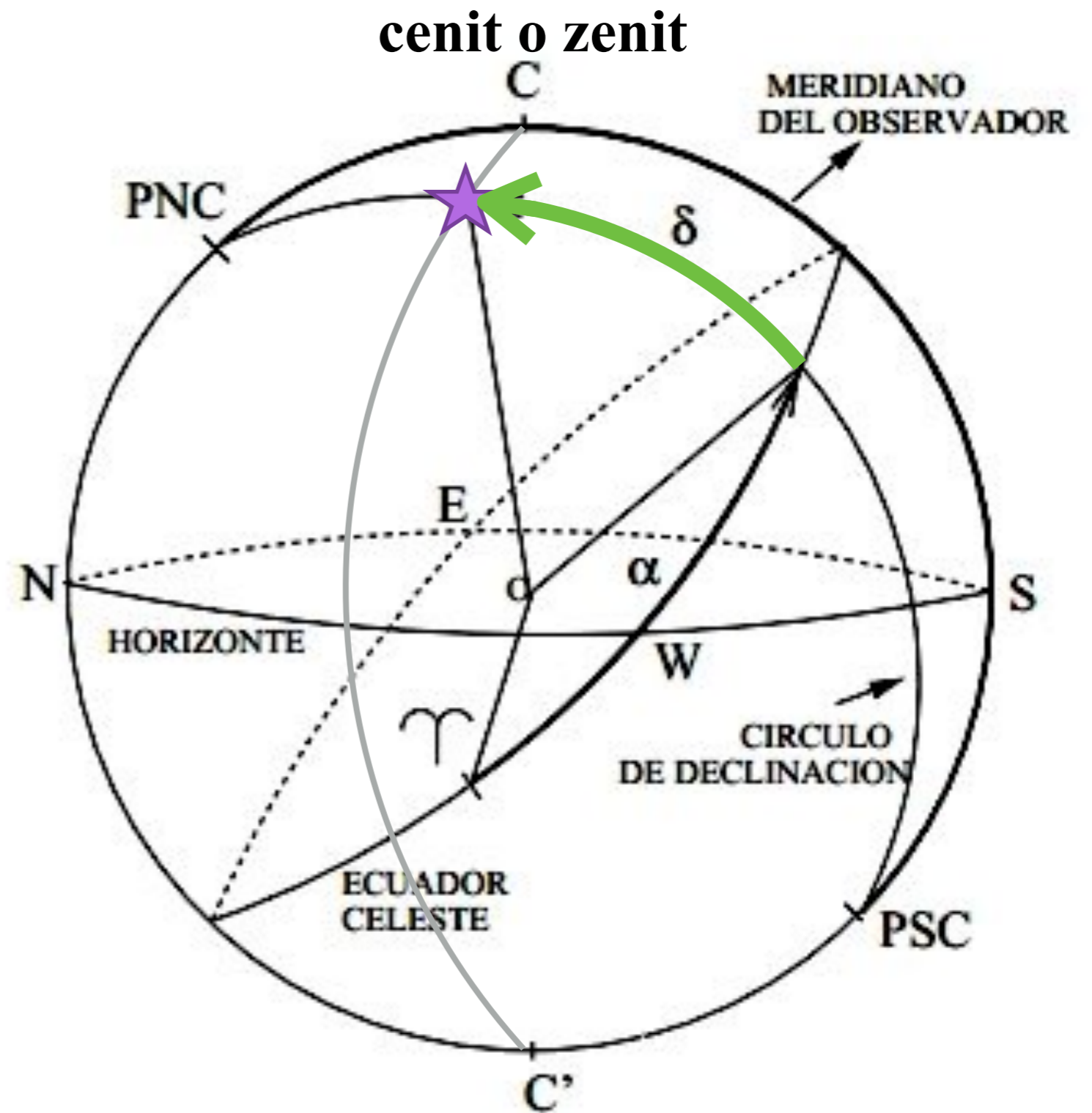
- En el Hemisf. Norte ($\phi = + 34^\circ$)

- En Montevideo ($\phi = - 34^\circ$)



Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó (AR, DEC)

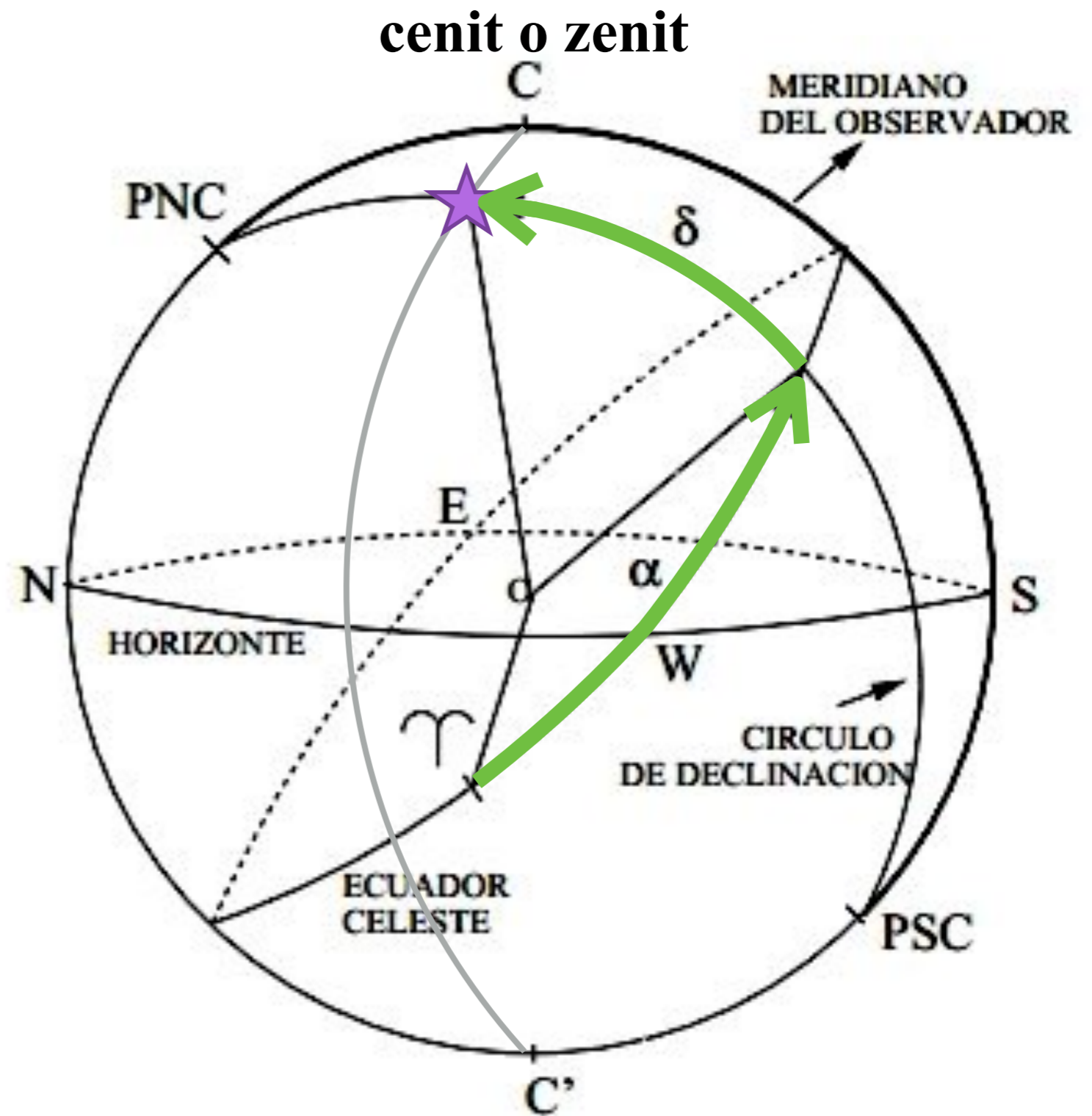
- **Declinación (δ)**: altura respecto al plano del Ecuador Celeste



- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

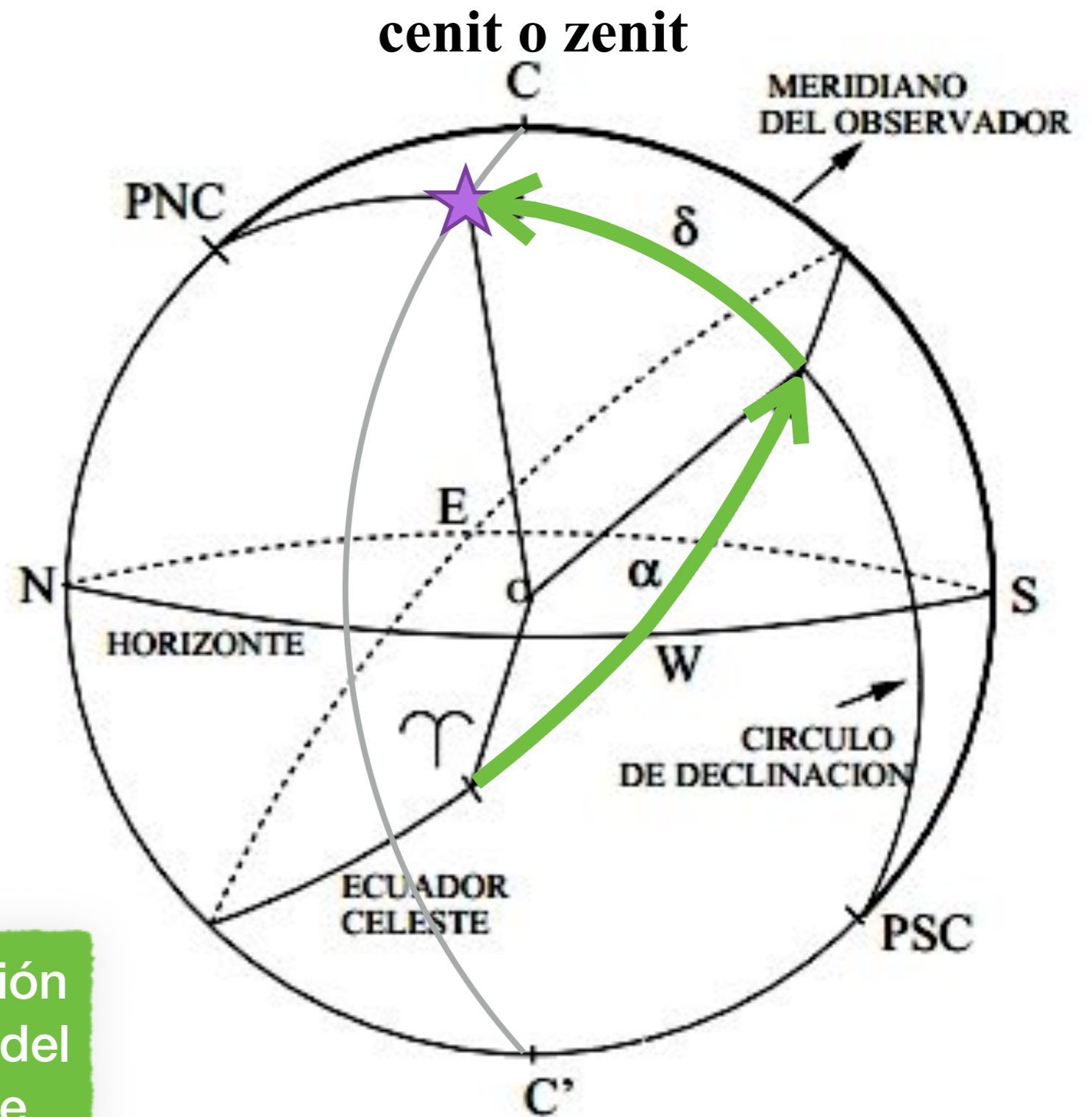
Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó (AR, DEC)

- **Declinación (δ):** altura respecto al plano del Ecuador Celeste
- **Ascensión Recta (AR o α):** ángulo acimutal desde el punto vernal γ



Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó (AR, DEC)

- **Declinación (δ):** altura respecto al plano del Ecuador Celeste
- **Ascensión Recta (AR o α):** ángulo acimutal desde el punto vernal γ

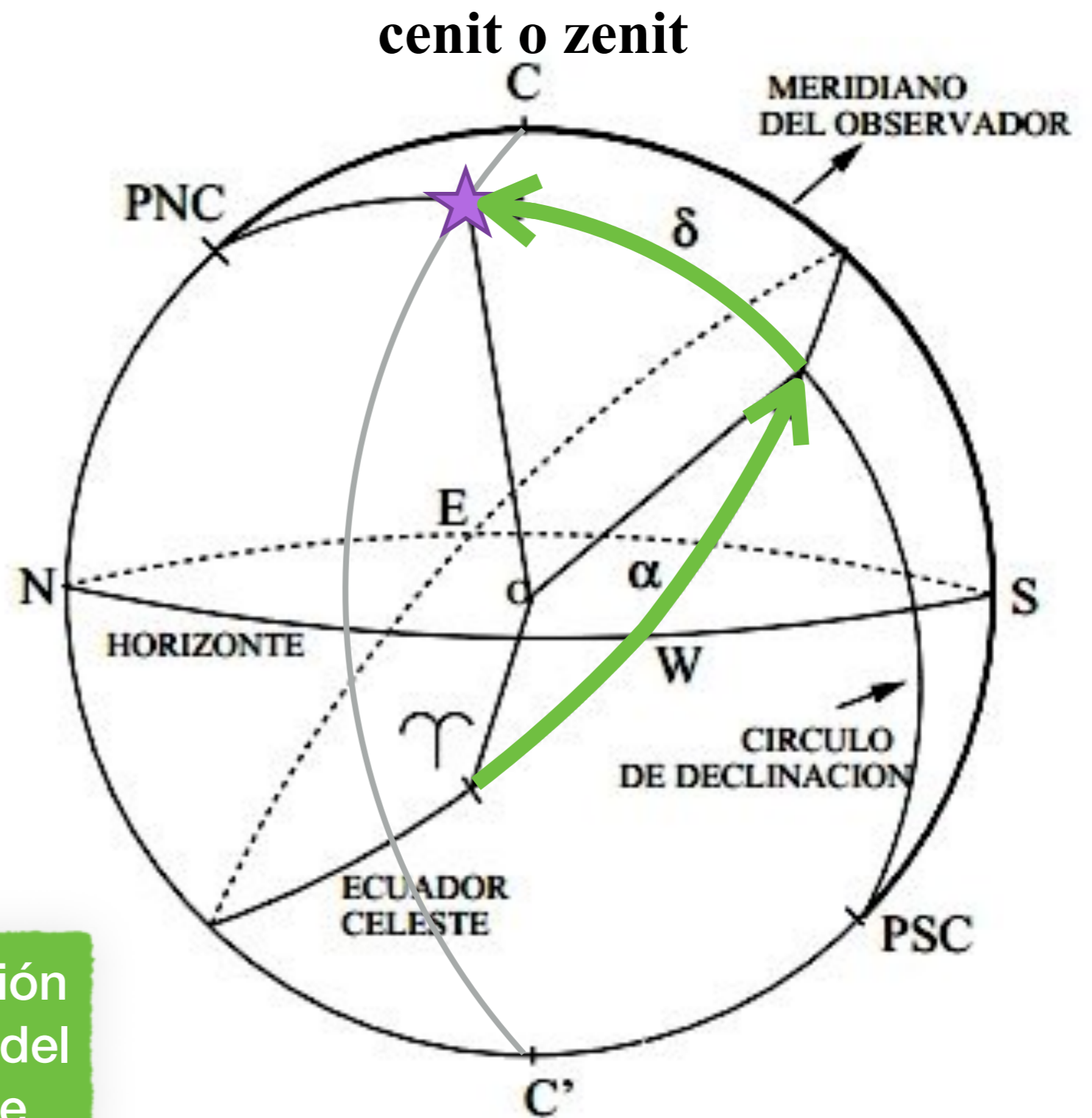


Es un sistema absoluto - la posición de un objeto celeste *no* depende del observador ni del tiempo en este sistema

- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó (AR, DEC)

- **Declinación (δ):** altura respecto al plano del Ecuador Celeste
- **Ascensión Recta (AR o α):** ángulo acimutal desde el punto vernal γ



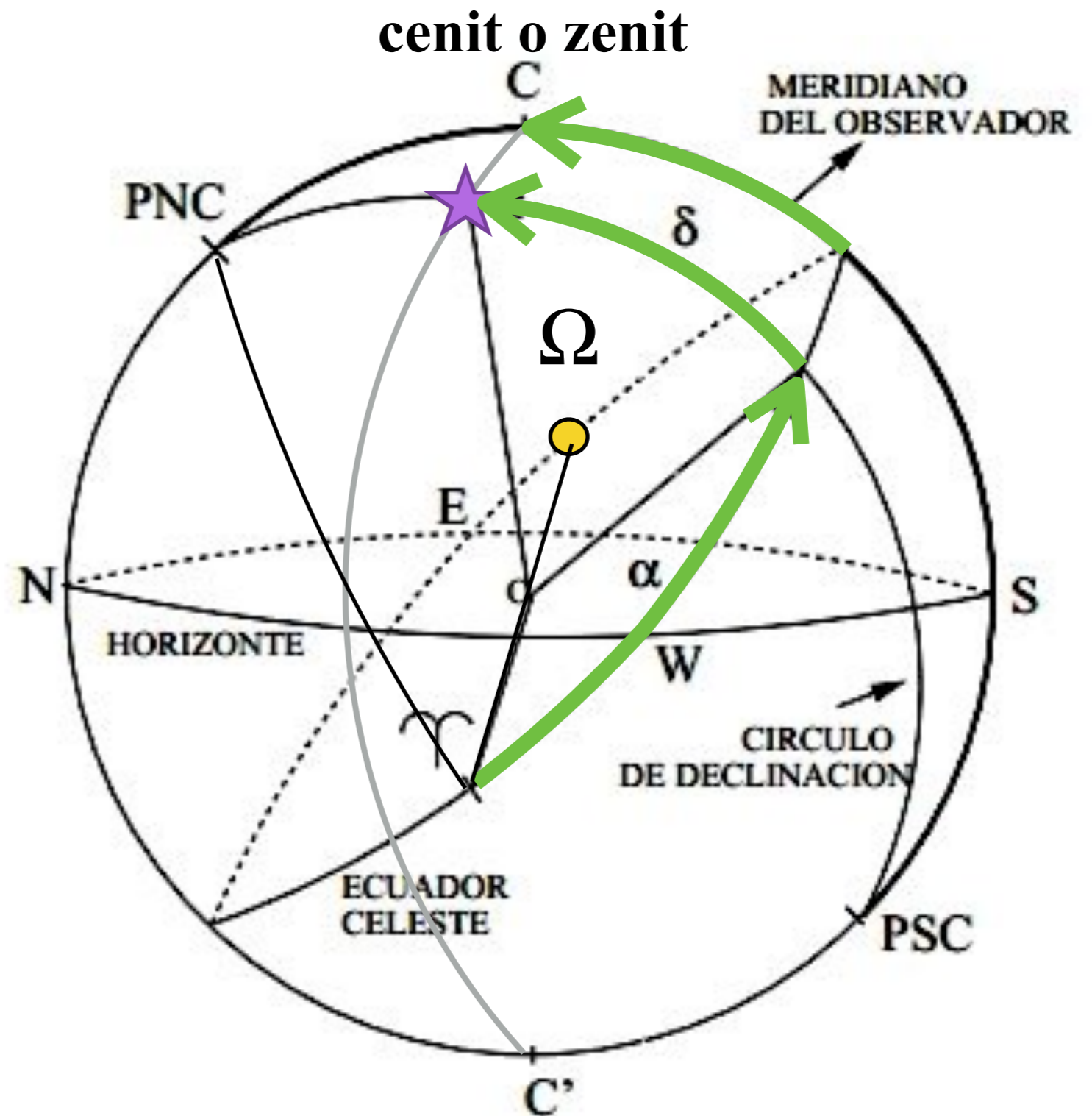
Es un sistema absoluto - la posición de un objeto celeste *no* depende del observador ni del tiempo en este sistema

- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó **(AR, DEC)**

Preguntas:

1. **AR, DEC** del Punto Vernal: (0, 0)
2. **AR, DEC** del Polo Celeste Norte: (indef, 90°)
3. **AR, DEC** del Sol en el Equinoccio de Primavera **(hemisf. sur)**: (180° , 0°)
4. **AR, DEC** del Sol en el Equinoccio de Primavera **(hemisf. norte)**: (0 , 0)
5. **AR, DEC** del Sol en el Equinoccio de Otoño (hemisf. **sur**): (0 , 0)

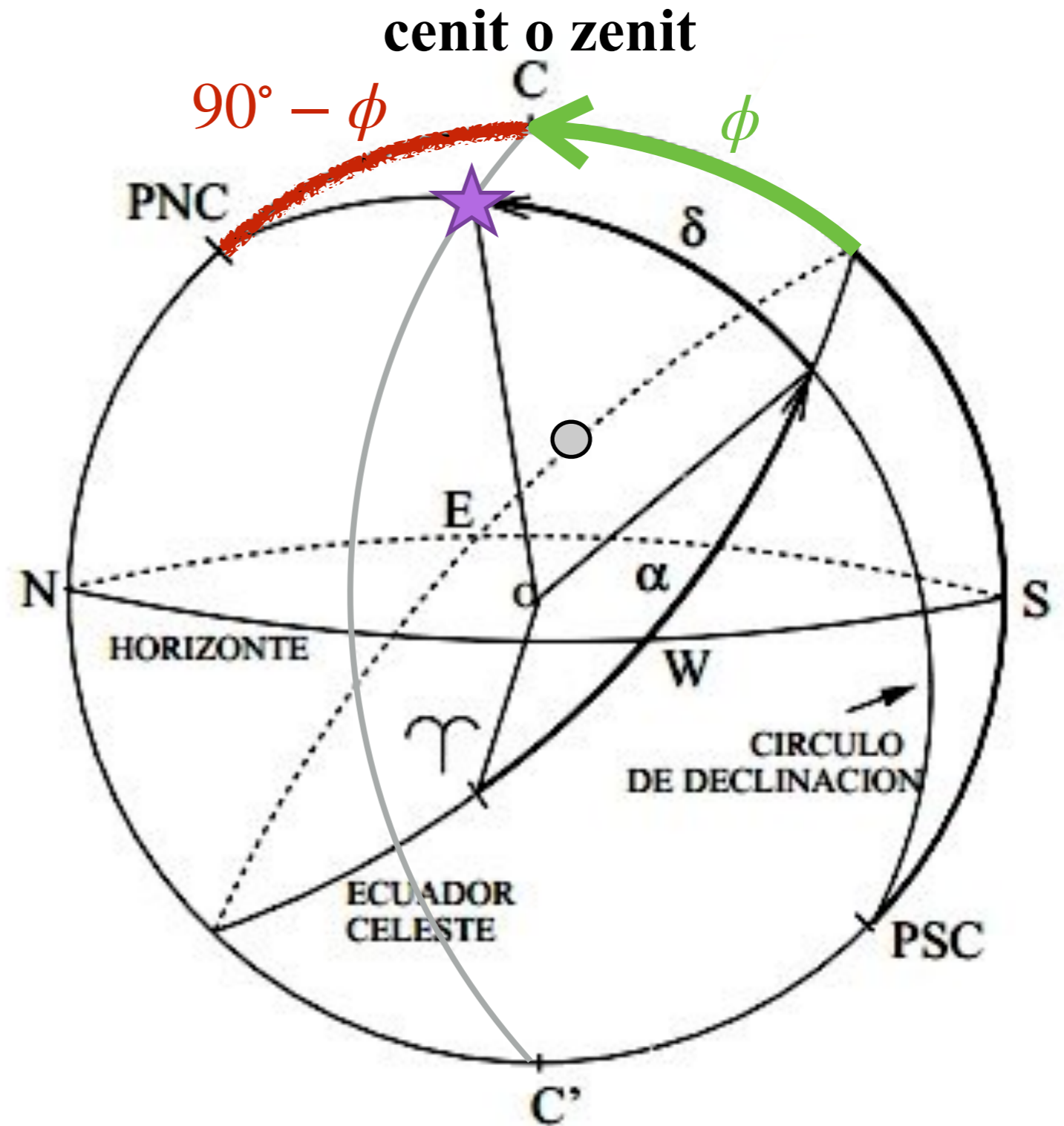


• **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó (AR, DEC)

Preguntas:

1. **DEC** del Cenit? =

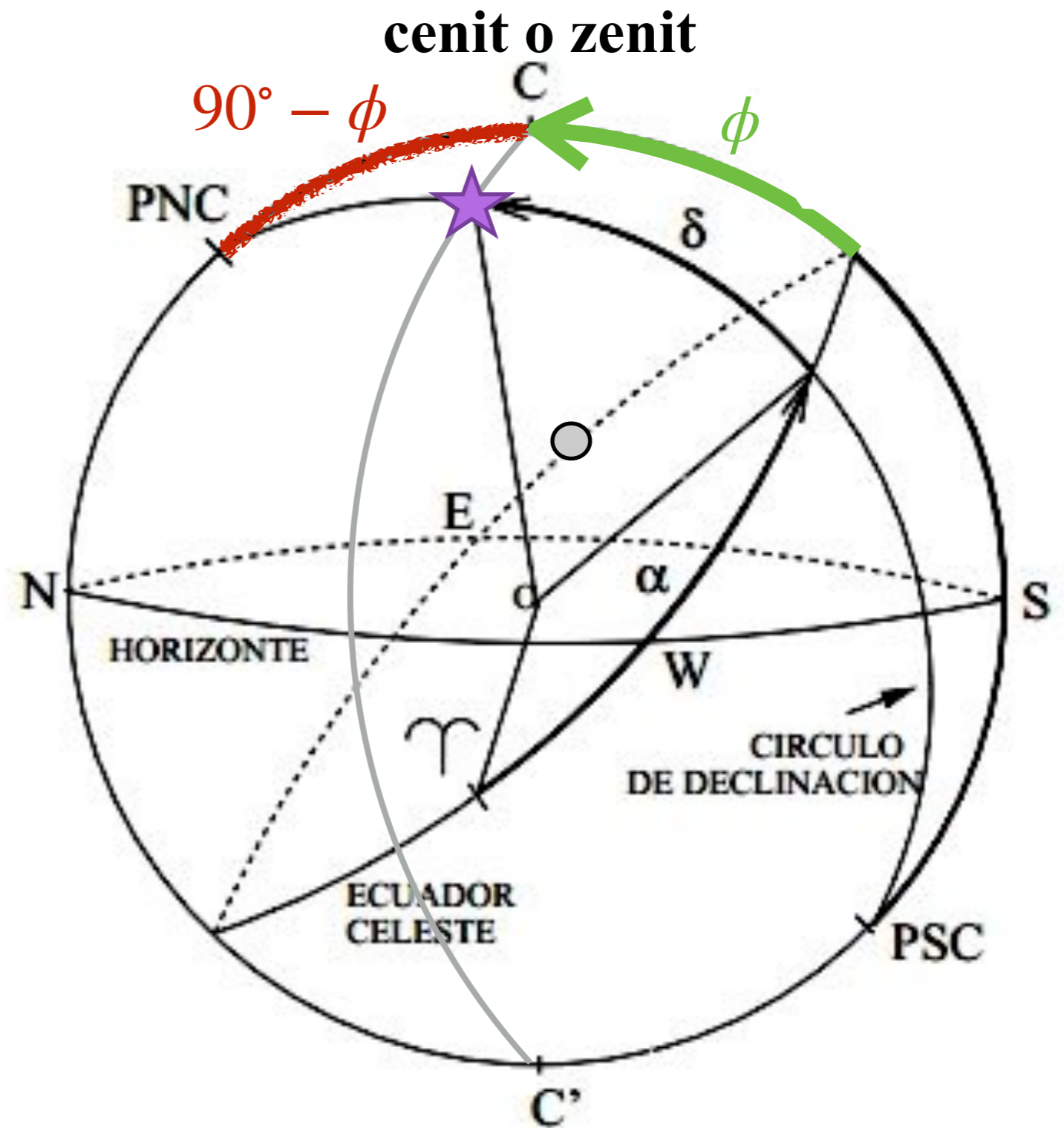


• **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó (AR, DEC)

Preguntas:

1. **DEC** del Cenit? = **latitud ϕ del observador**

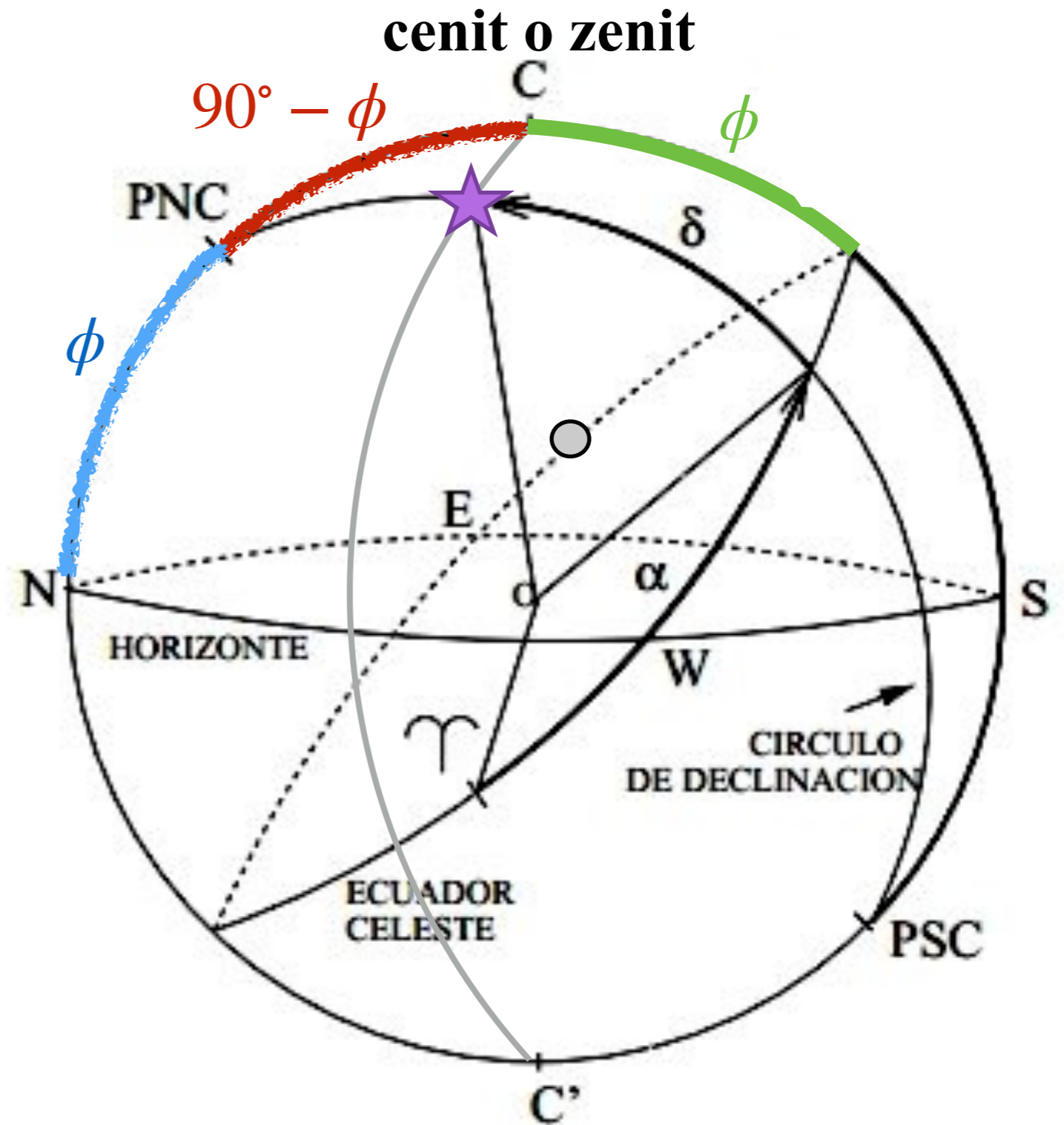


• **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó (AR, DEC)

Preguntas:

1. **DEC** del Cenit? = **latitud ϕ del observador**
2. **La altura h del PNC? =**



- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

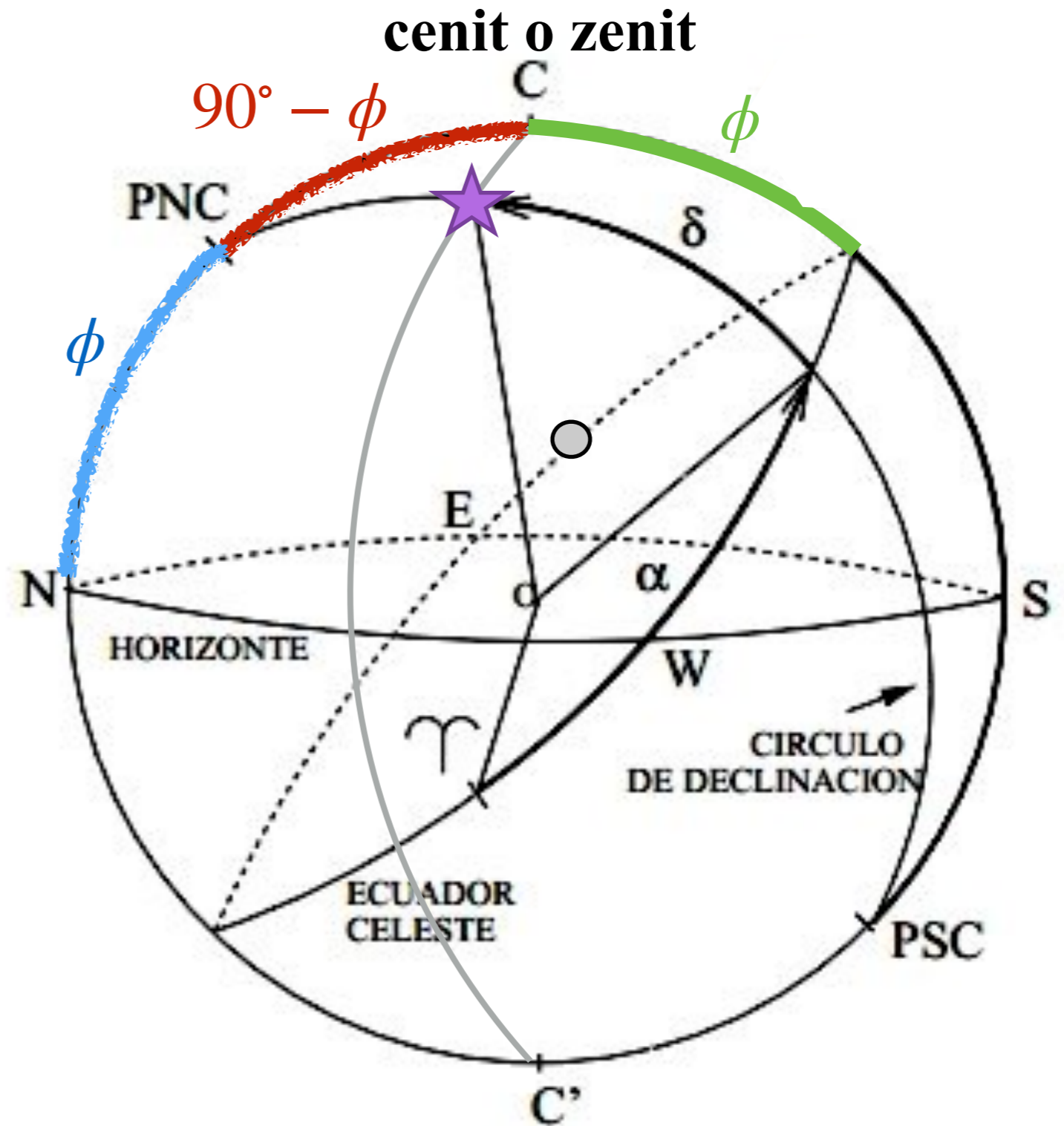
Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó (AR, DEC)

Preguntas:

1. **DEC** del Cenit? = **latitud ϕ del observador**
2. La *altura* h del PNC? = **latitud ϕ del observador**

Se llama
“Teorema de la
latitud”

y la AR del Cenit? ...



- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

llegamos hasta aquí

Astronomía Fundamental 2020

Clase 4: Sistemas de Coordenadas Celestes (parte II)

01/04/2020

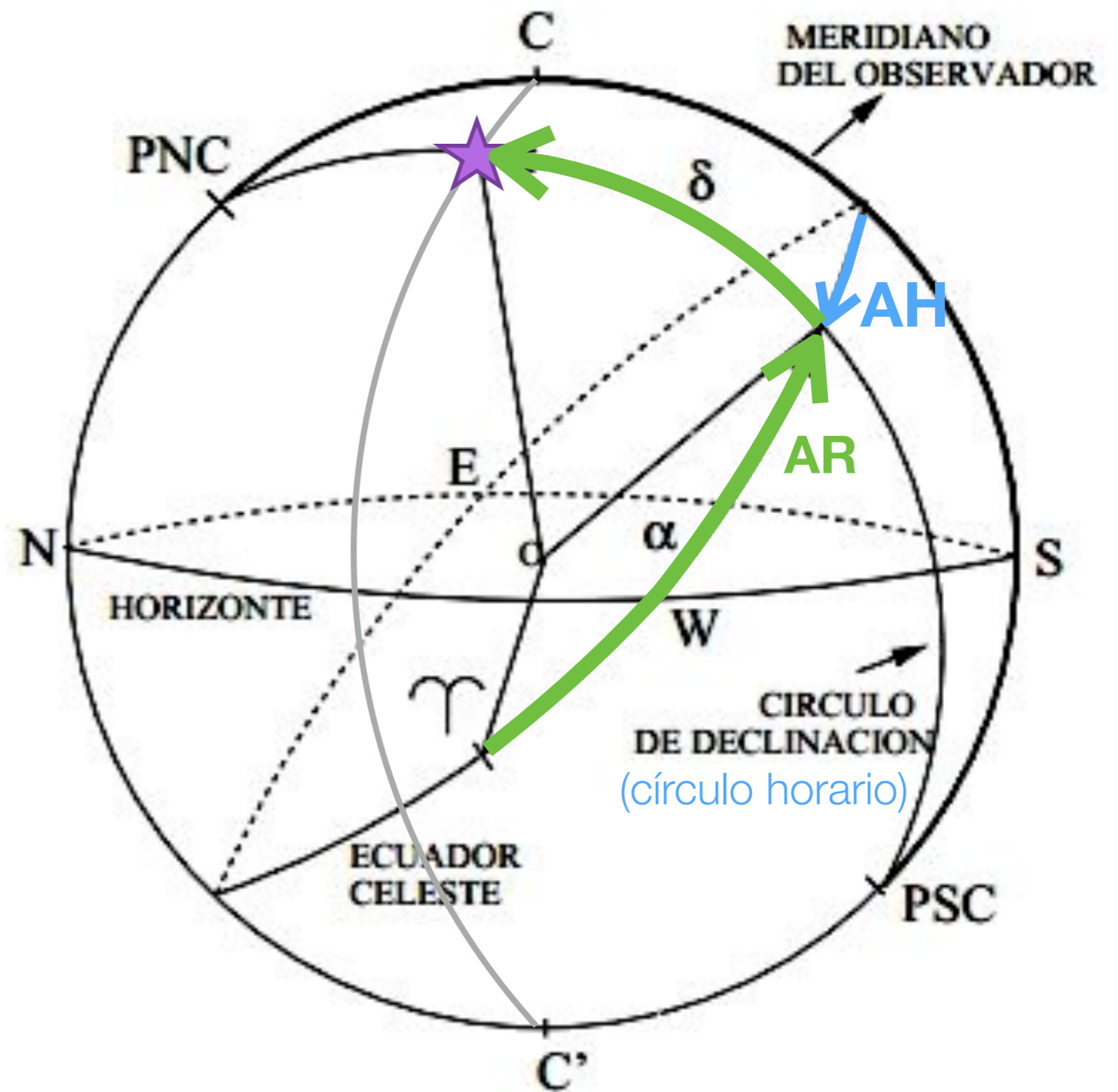
Licenciatura en Astronomía - Fac. de Ciencias, UdelaR

3° Semestre - 2020

Teórico: Cecilia Mateu

Coordenadas Horarias: **(AH, δ)** ó **(AH, DEC)**

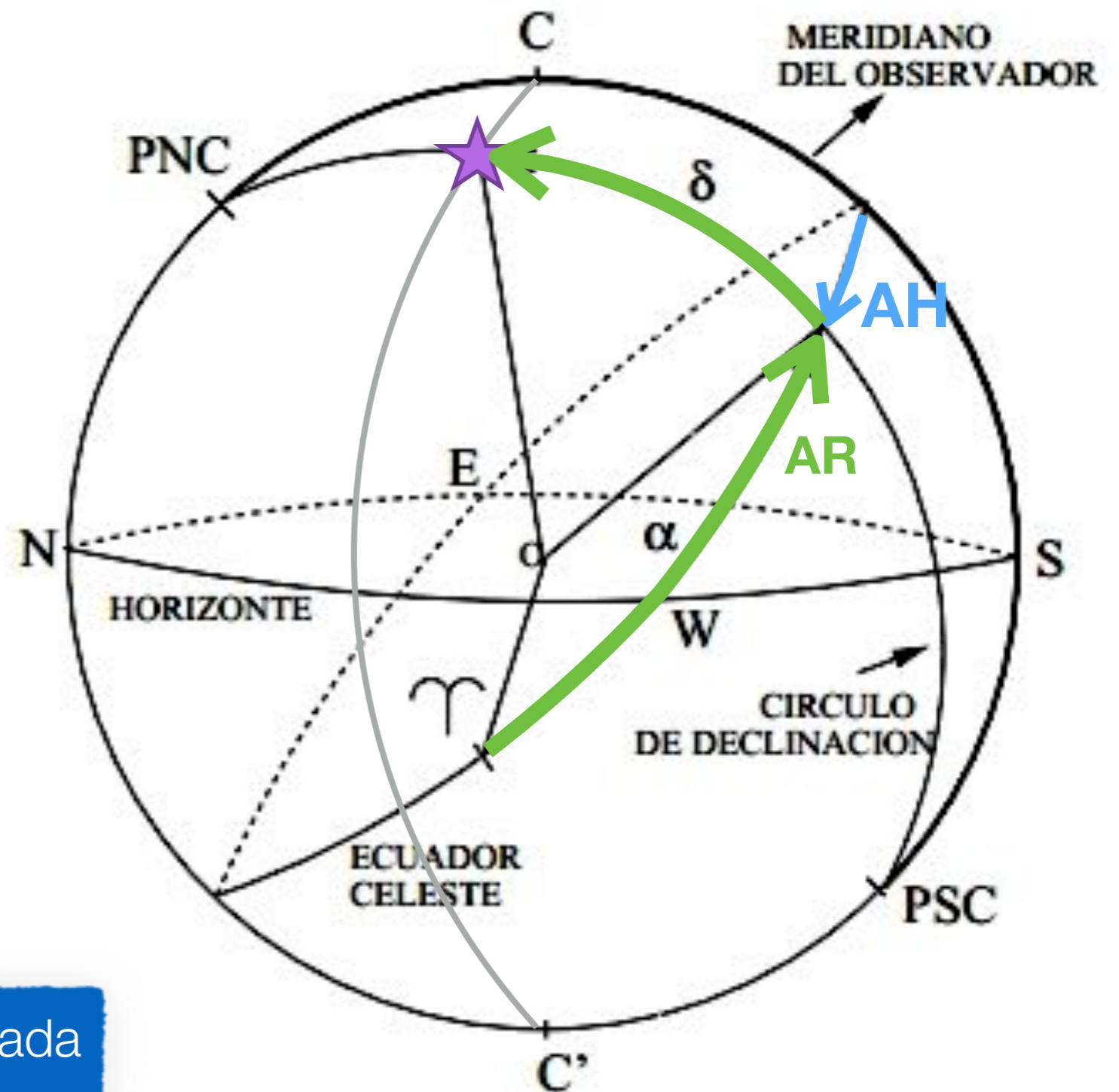
- **Declinación (δ)**: altura respecto al plano del Ecuador Celeste
- **Meridiano de referencia**: Meridiano del observador
- **Ángulo Horario (AH)**: ángulo diedro entre el *meridiano del observador* y el *del objeto*, medido en dirección Oeste



- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

Coordenadas Horarias: **(AH, δ)** ó **(AH, DEC)**

- **Declinación (δ)**: altura respecto al plano del Ecuador Celeste
- **Meridiano de referencia**: Meridiano del observador
- **Ángulo Horario (AH)**: ángulo diedro entre el *meridiano del observador* y el *del objeto*, medido en dirección Oeste

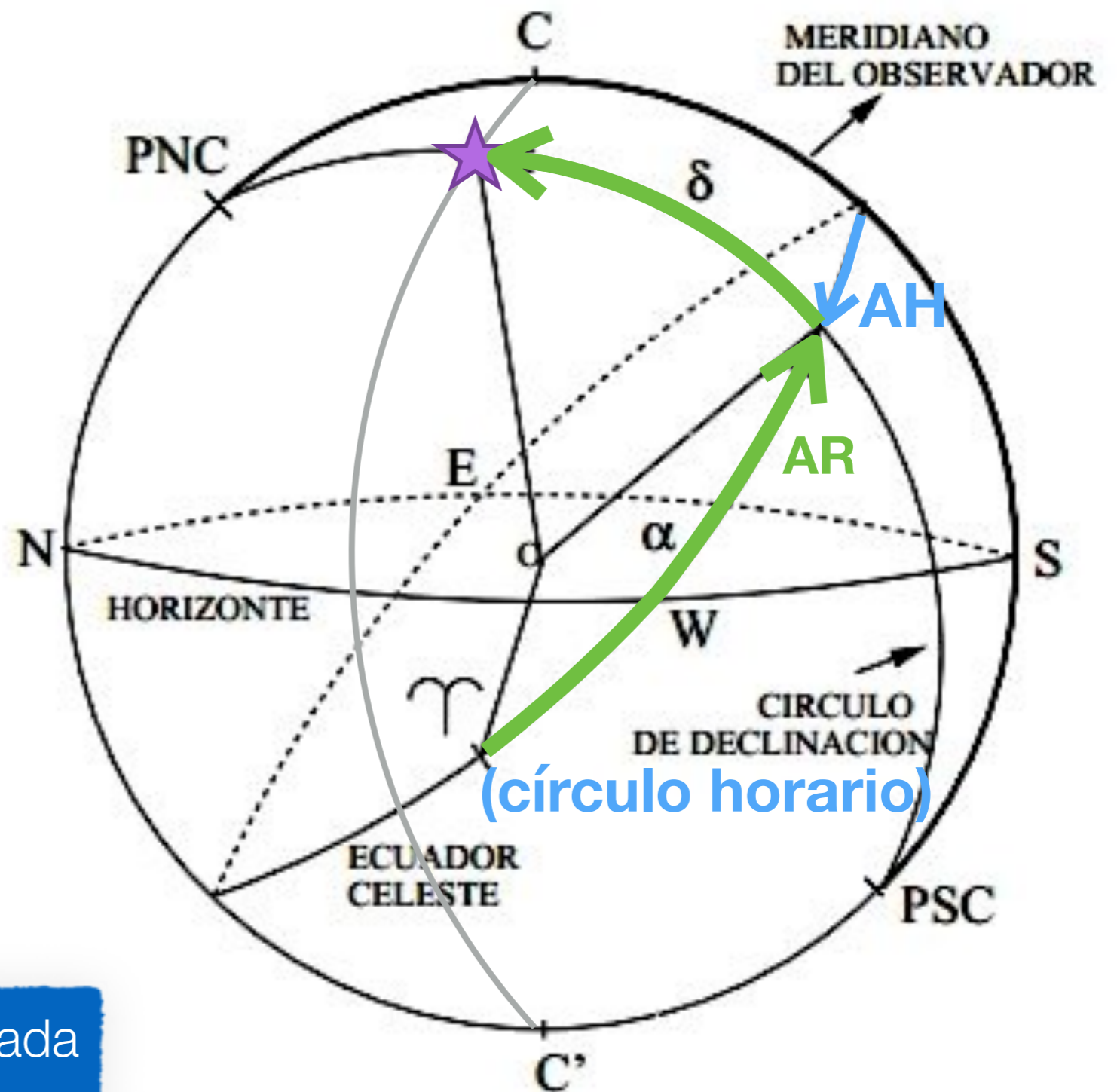


Es un sistema **mixto** - una coordenada es absoluta (DEC) y la otra (AH) depende del observador (y del tiempo)

- **Plano Fundamental**: Ecuador Celeste

Coordenadas Horarias: **(AH, δ)** ó **(AH, DEC)**

- **Declinación (δ):** altura respecto al plano del Ecuador Celeste
- **Meridiano de referencia:** el del observador
- **Ángulo Horario (AH):** ángulo diedro entre el *meridiano del observador* y el *del objeto*, medido en dirección Oeste
- **Círculo horario:** meridiano del astro/objeto (=PNC-astro-PSC)



Es un sistema **mixto** - una coordenada es absoluta (DEC) y la otra (AH) depende del observador (y del tiempo)

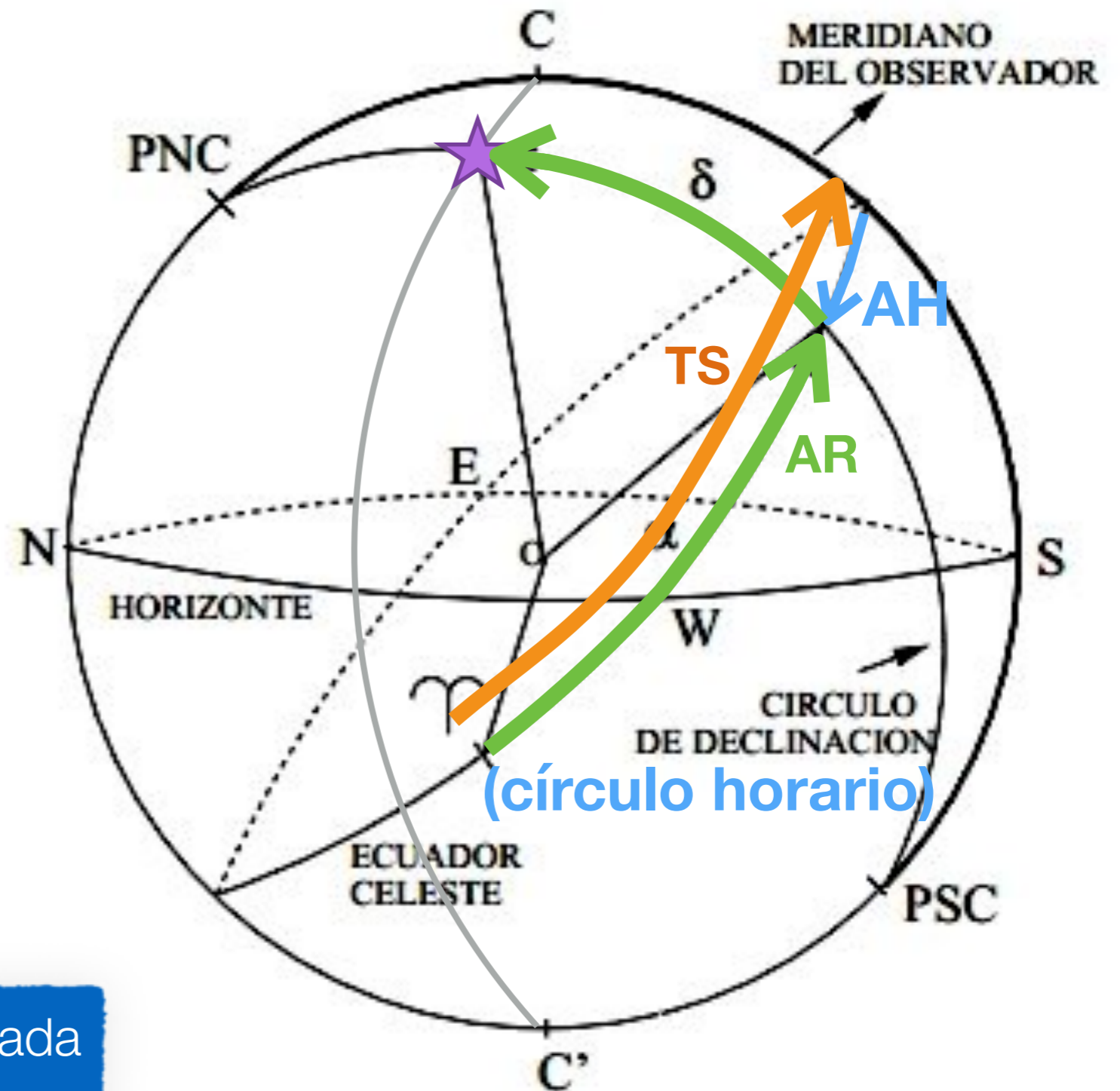
- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

Coordenadas Horarias: **(AH, δ)** ó **(AH, DEC)**

- **Declinación (δ)**: altura respecto al plano del Ecuador Celeste
- **Ángulo Horario (AH)**: ángulo diedro entre el *meridiano del observador* y el del objeto, medido en dirección Oeste

y una definición que nos permite vincular las Coords. Horarias con las Ecuatoriales:

Es un sistema **mixto** - una coordenada es absoluta (DEC) y la otra (AH) depende del observador (y del tiempo)



- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

Coordenadas Horarias: **(AH, δ)** ó **(AH, DEC)**

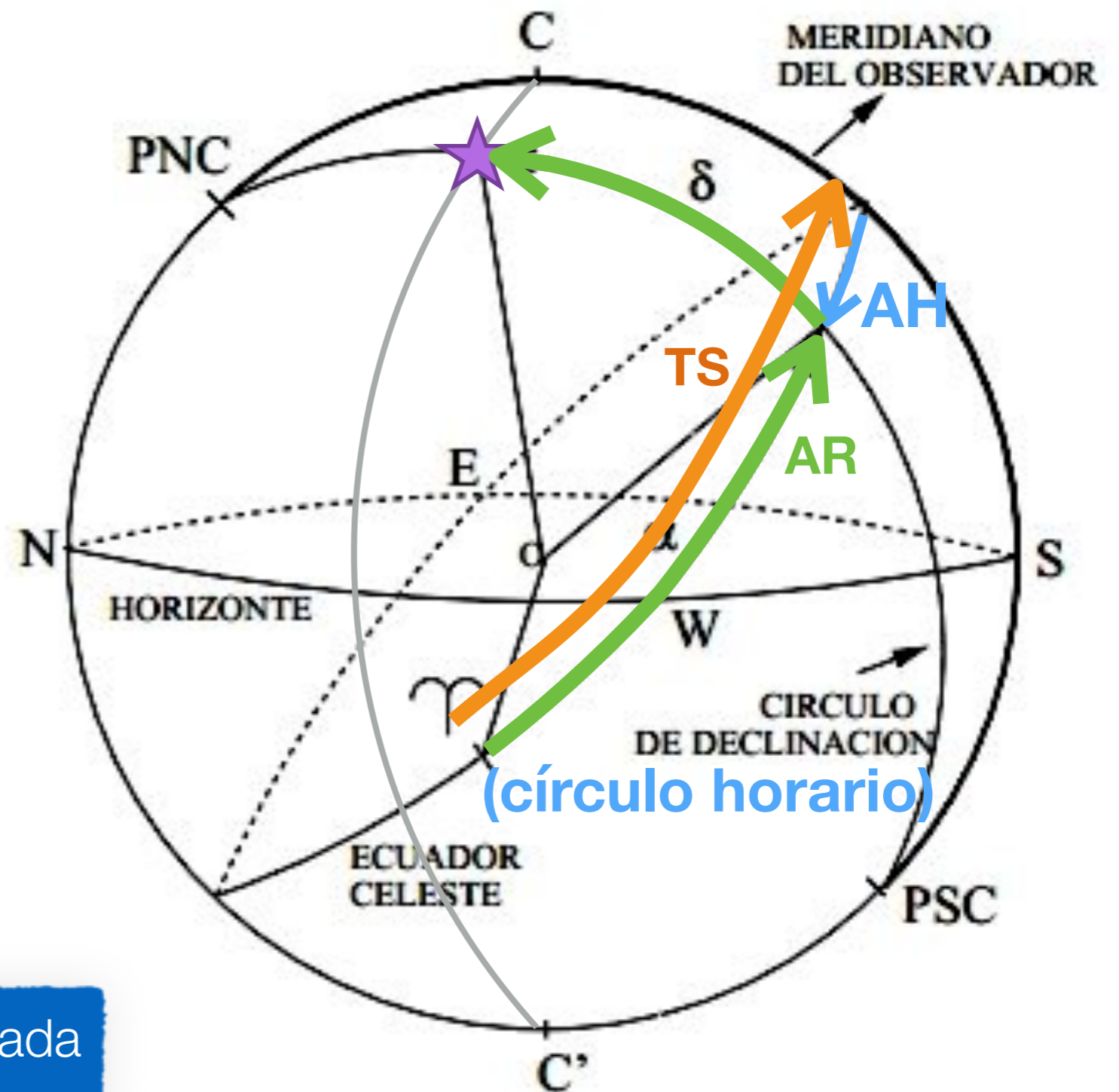
- **Declinación (δ)**: altura respecto al plano del Ecuador Celeste
- **Ángulo Horario (AH)**: ángulo diedro entre el *meridiano del observador* y el del objeto, medido en dirección **Oeste**

y una definición que nos permite vincular las Coords. Horarias con las Ecuatoriales:

Tiempo Sidéreo o Sideral (Local): AR del meridiano

<- reloj (t)

Es un sistema **mixto** - una coordenada es absoluta (DEC) y la otra (AH) depende del observador (y del tiempo)



- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

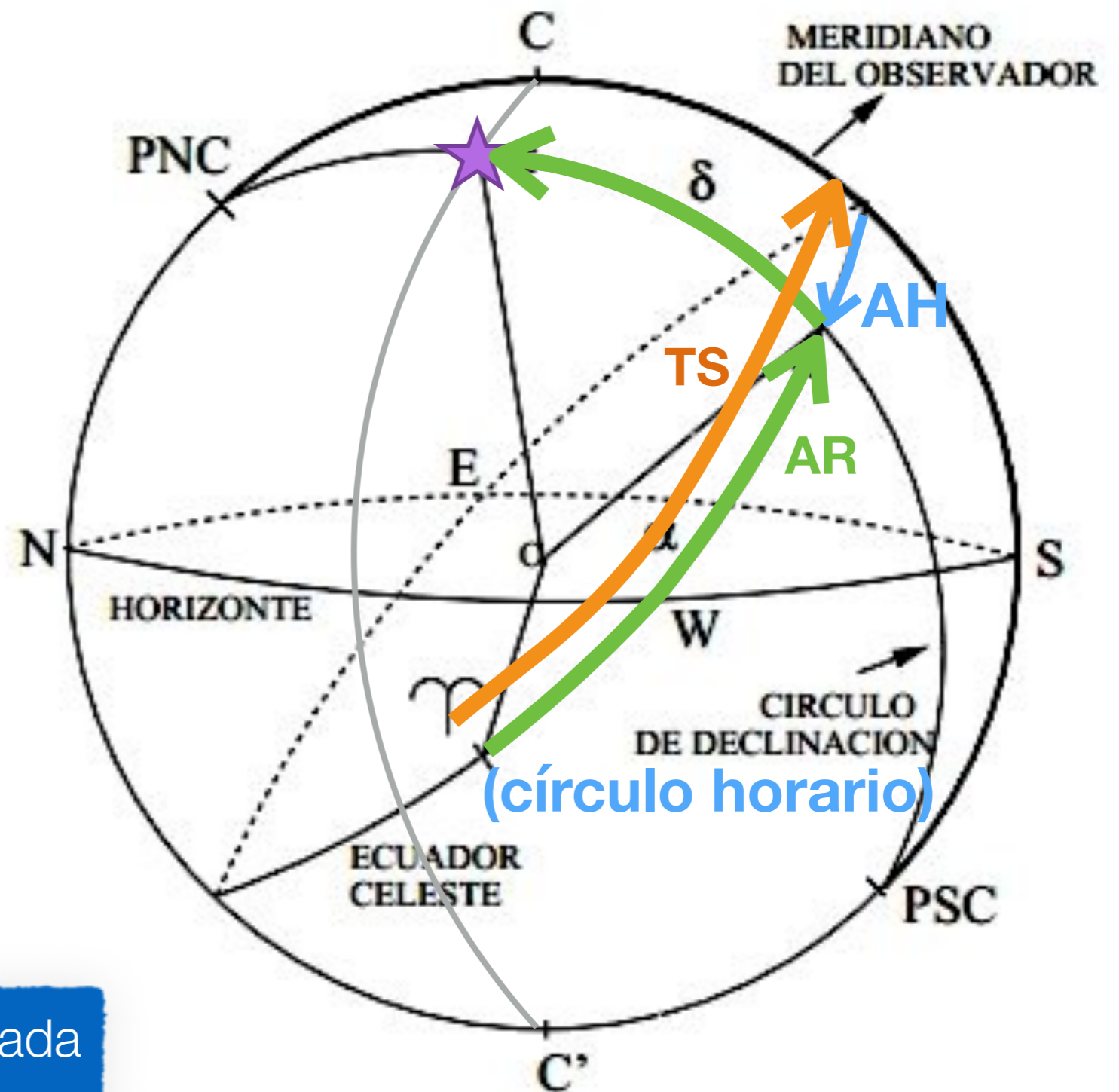
Coordenadas Horarias: **(AH, δ)** ó **(AH, DEC)**

- **Declinación (δ)**: altura respecto al plano del Ecuador Celeste
- **Ángulo Horario (AH)**: ángulo diedro entre el *meridiano del observador* y el del objeto, medido en dirección **Oeste**

y una definición que nos permite vincular las Coords. Horarias con las Ecuatoriales:

Tiempo Sidéreo o Sideral (Local): AR del meridiano

Es un sistema **mixto** - una coordenada es absoluta (DEC) y la otra (AH) depende del observador (y del tiempo)



- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

Coordenadas Horarias: (AH, δ) ó (AH, DEC)

- **Declinación (δ):** altura respecto al plano del Ecuador Celeste
- **Ángulo Horario (AH):** ángulo diedro entre el *meridiano del observador* y el del objeto, medido en dirección Oeste

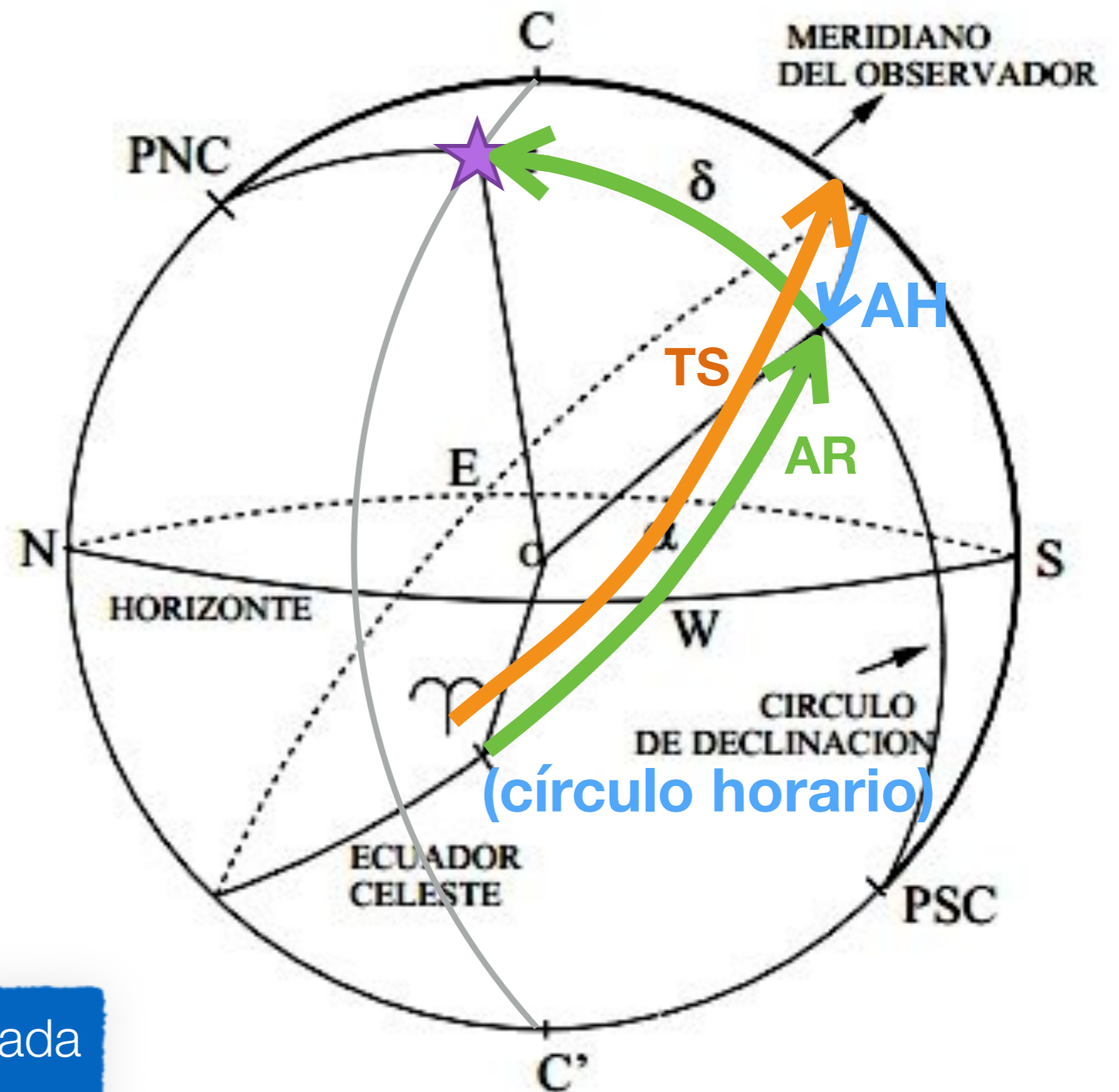
y una definición que nos permite vincular las Coords. Horarias con las Ecuatoriales:

Tiempo Sidéreo o Sideral

(Local): AR del meridiano ó AH del punto vernal

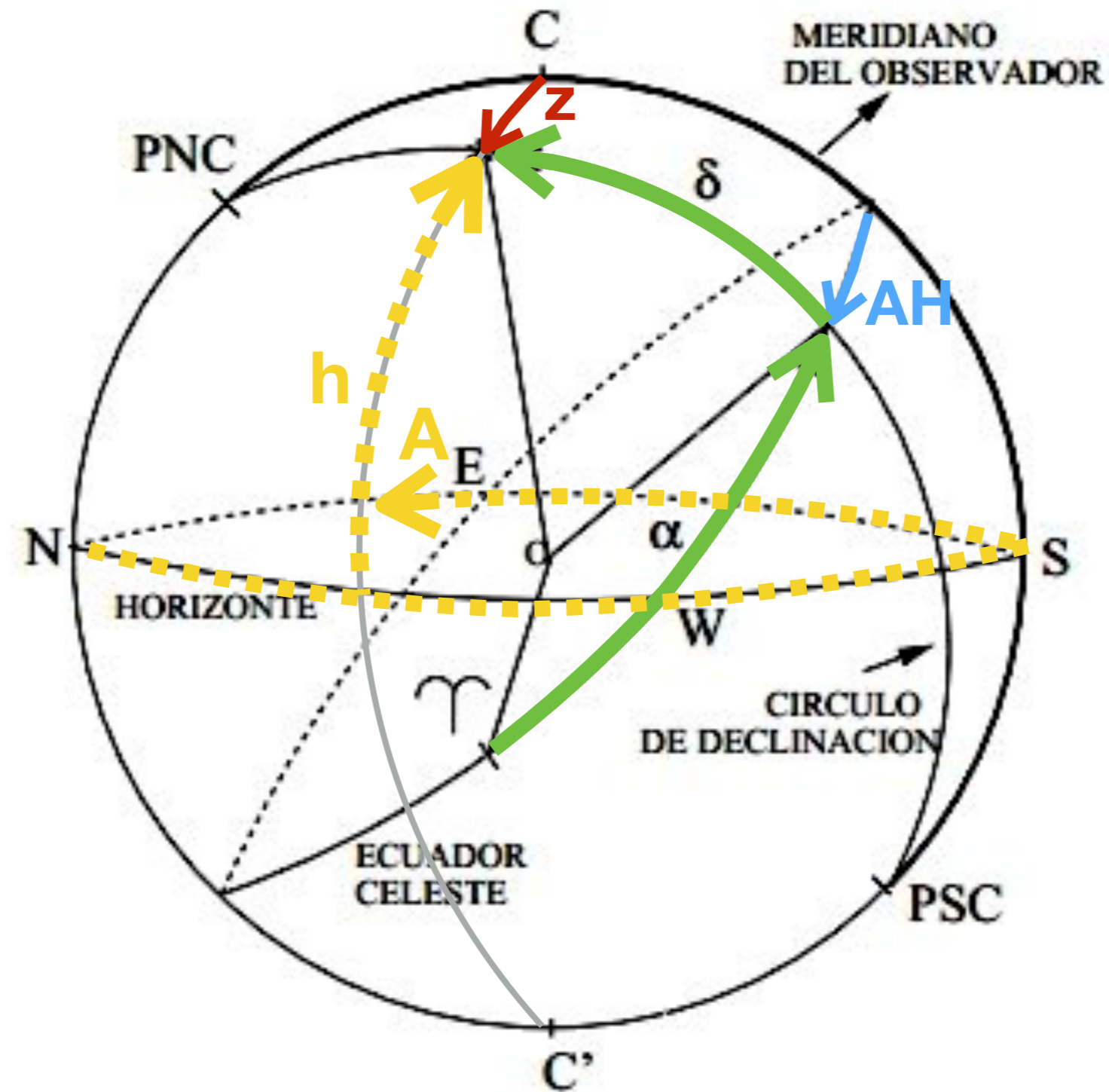
$$AR = TS - AH$$

Es un sistema **mixto** - una coordenada es absoluta (DEC) y la otra (AH) depende del observador (y del tiempo)



- **Plano Fundamental:** Ecuador Celeste

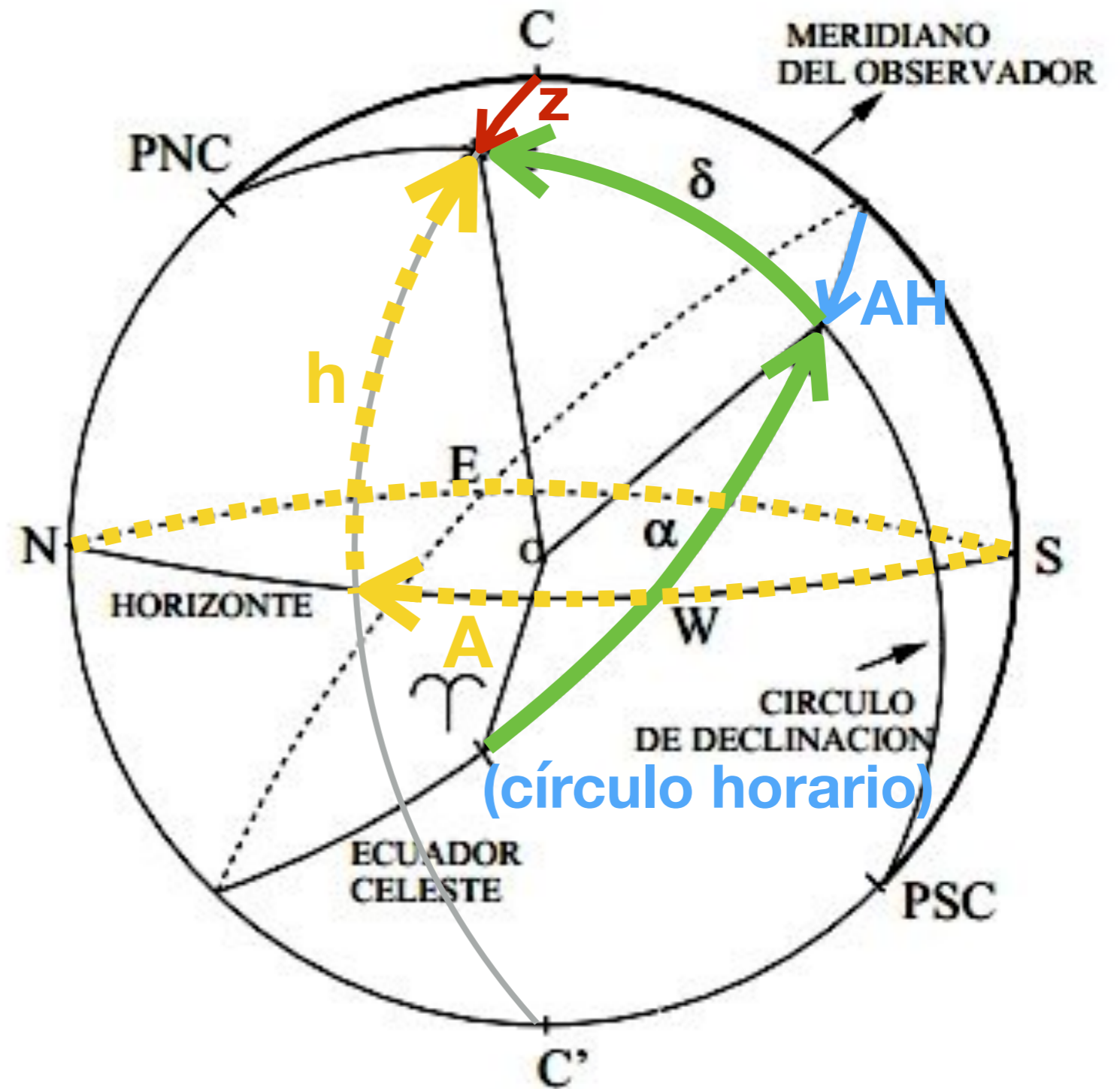
Coordenadas - Resumen



Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó (AR, DEC)

Preguntas:

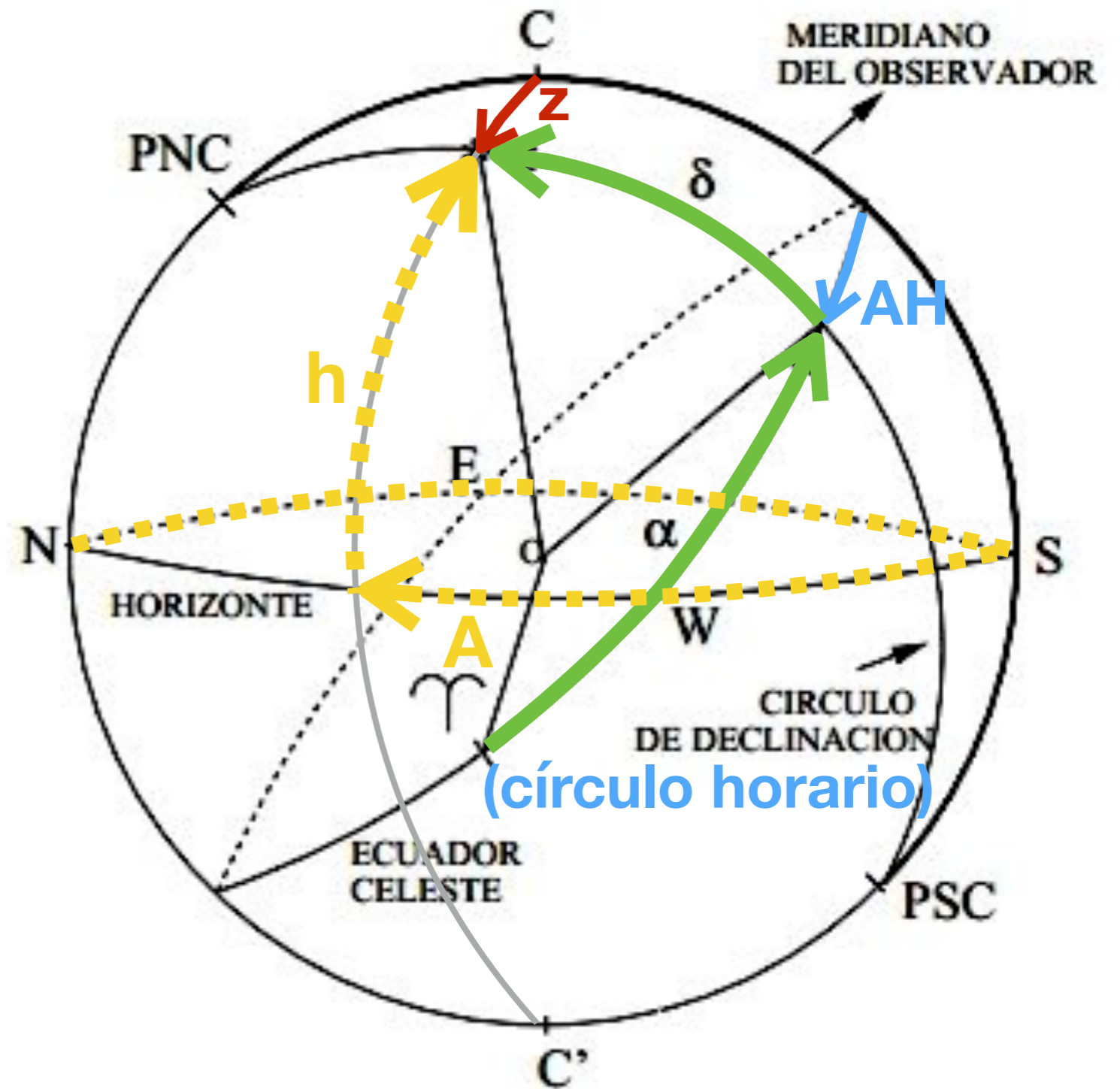
1. **AH** del Meridiano:
2. **AH** del Punto Cardinal W:
3. AH de un objeto que se está poniendo:
4. AH de un objeto que está naciendo:



Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó (AR, DEC)

Preguntas:

1. **AH** del Meridiano:
2. **AH** del Punto Cardinal W:
3. AH de un objeto que se está poniendo:
4. AH de un objeto que está naciendo:



Coordenadas Ecuatoriales: (α, δ) ó (AR, DEC)

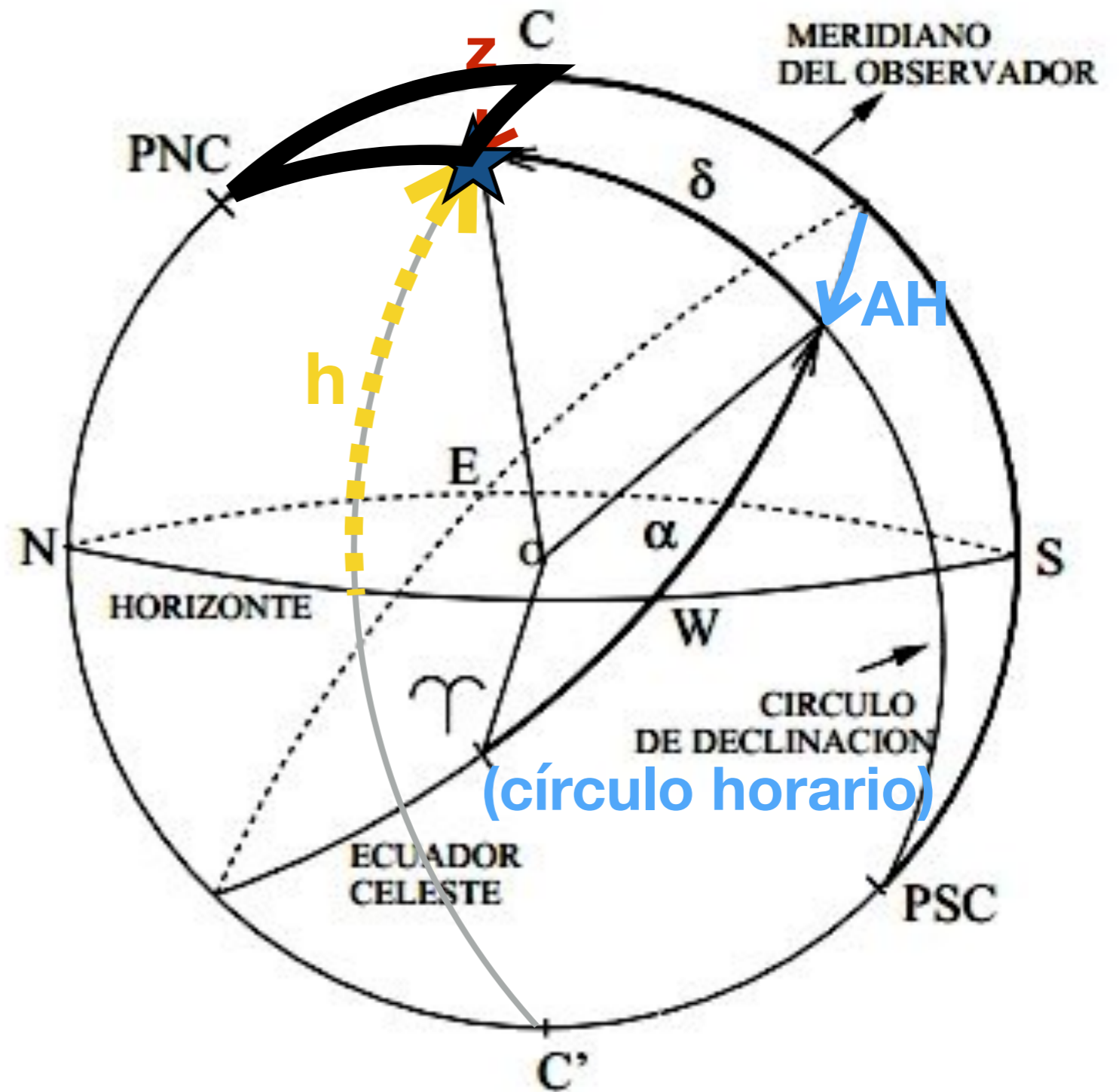
Preguntas:

1. Comparar el ángulo zenital z para objetos con el mismo **AH** y diferente **DEC**

A, B, C, D

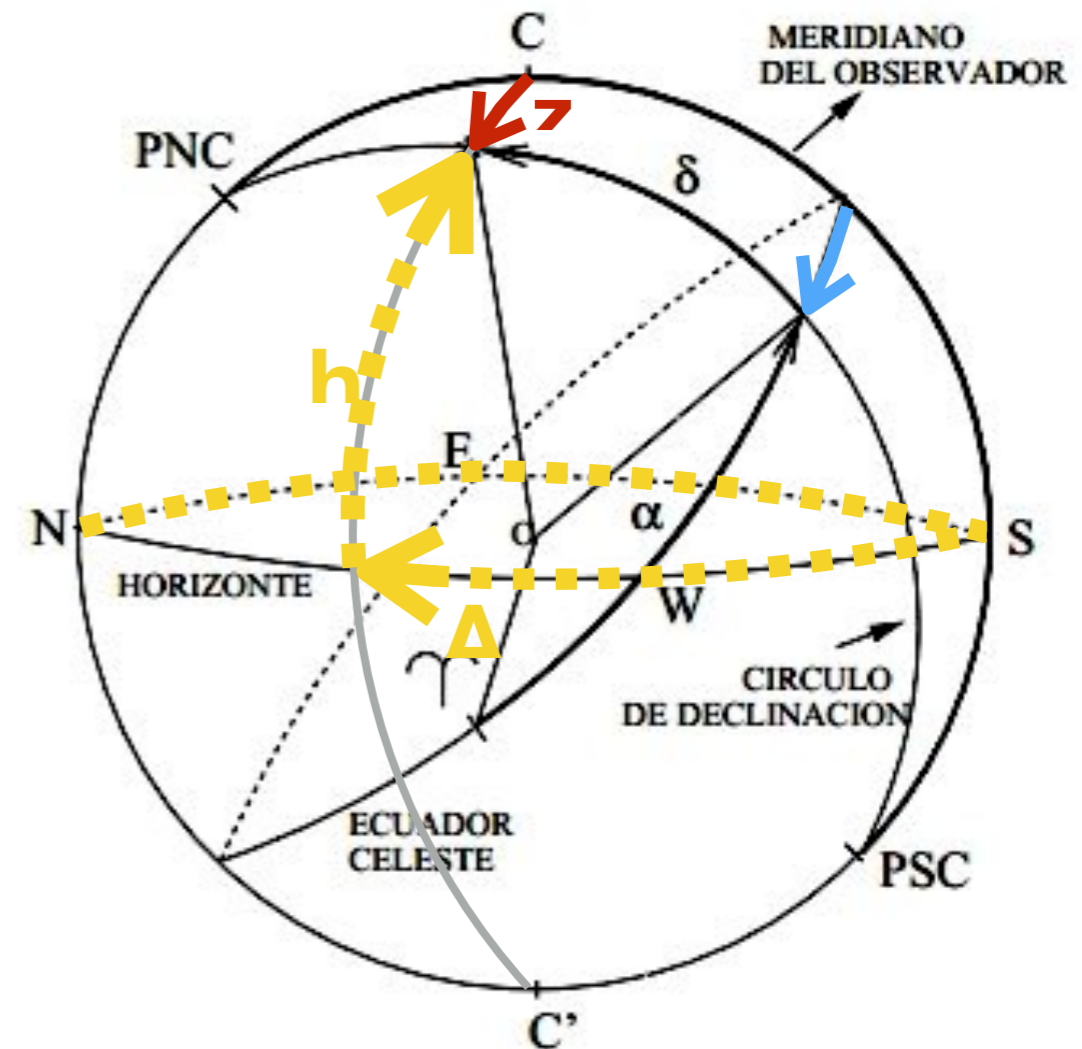
2. Para una **DEC** dada, cuál es el mínimo ángulo zenital z ?
(TAREA)

Triángulo de posición: el formado por estos 3 círculos máximos = el meridiano del observador (polos-cenit), el del astro (polos-astro) y el vertical (cenit-astro-nadir)



Criterios de visibilidad (lo verán en Técnicas Astro)

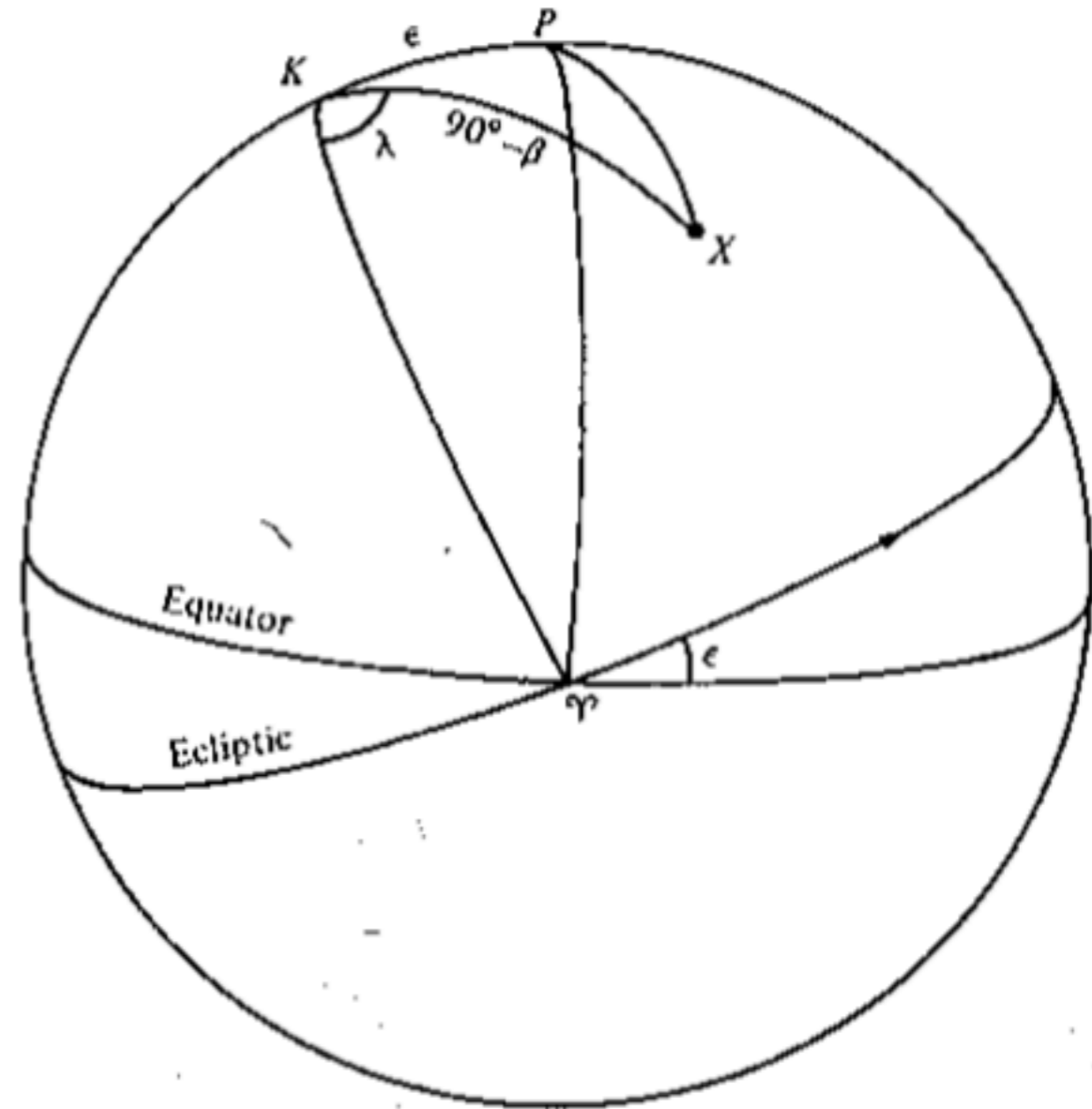
- **Objeto a una altura mínima sobre el horizonte:**
 - Altura $h > 30^\circ$ ($\Leftrightarrow z < 60^\circ$)
- **Condiciones óptimas:**
 - Observar lo más cerca posible del paso por el meridiano ($AH=0^\circ$) \rightarrow garantiza el mínimo ángulo cenital
 - mínima iluminación del horizonte
 - mínimo efecto de refracción (más adelante)
 - Máxima cantidad de horas efectivas de observación
 - Mínima iluminación de la Luna y/o máxima distancia a ésta



Coordenadas Eclípticas

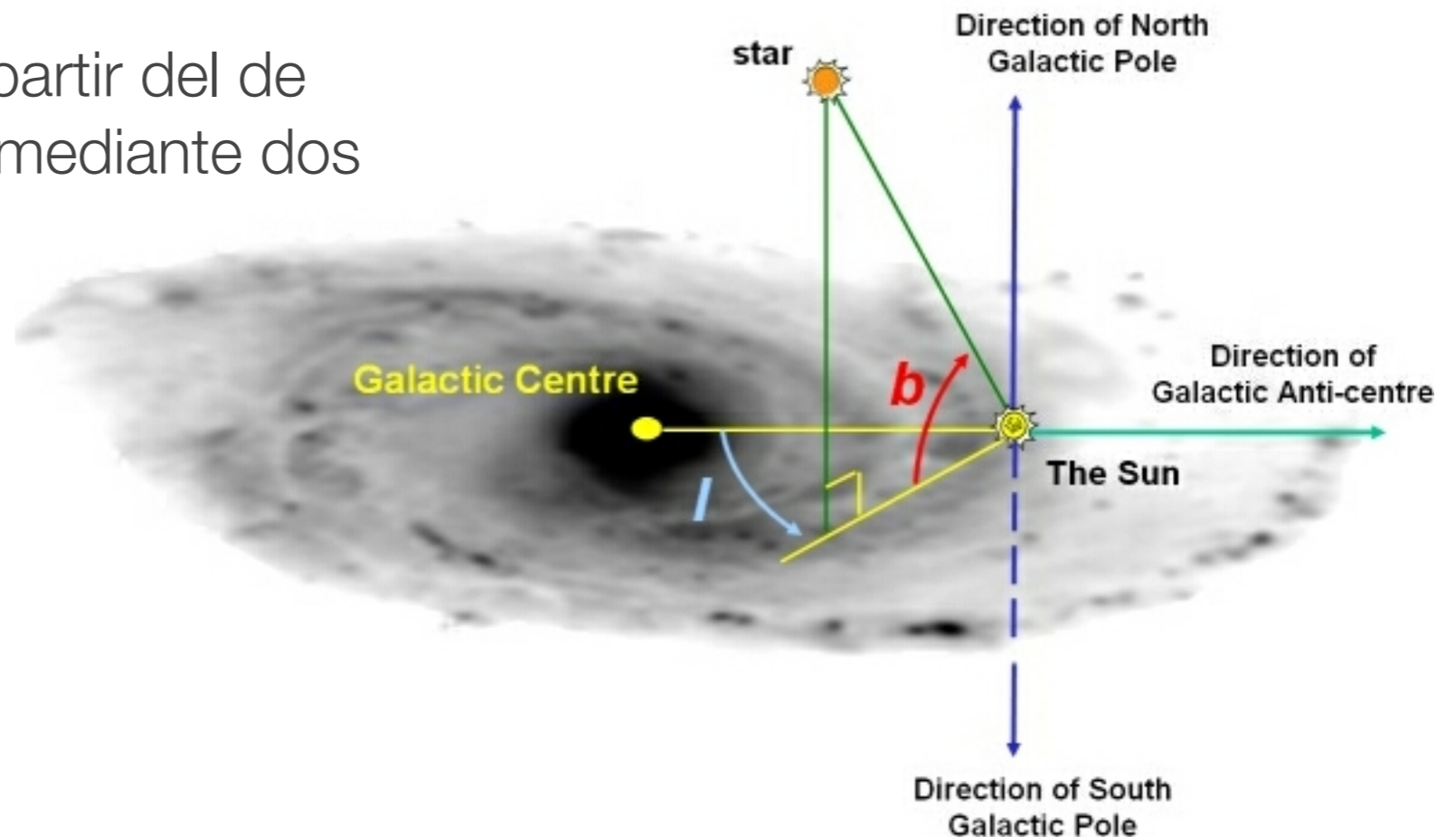
- Plano Fundamental: **Plano de la eclíptica** = plano de la órbita de la Tierra
- **Oblicuidad de la eclíptica:** inclinación del plano de la eclíptica respecto del ecuador celeste $\epsilon=23.5^\circ$
- Meridiano de referencia $\lambda=0^\circ$: el que pasa por el punto vernal
- éste sistema sólo difiere del de coordenadas ecuatoriales en una rotación (ϵ)

Figure 2.5



Coordenadas Galácticas

- **Coordenadas Galácticas (l,b):**
 - Plano Fundamental: **Disco Galáctico**
 - Meridiano de referencia $l=0^\circ$: Sol-Centro Galáctico
 - éste sistema se obtiene a partir del de coordenadas ecuatoriales mediante dos rotaciones



Próxima clase

- ¿Cómo pasamos de un sistema de coordenadas a otro?

Bibliografía

- Cap. 1 Green, “Spherical Astronomy”
- **Cap. 4 y 5 Portilla, “Elementos de Astronomía de Posición”**
- Cap. 2, Karttunen, “Fundamental Astronomy”
- Cap. 5, Gallaway, “An Introduction to Observational Astrophysics”