



ASTRONOMÍA Y CIENCIA DE DATOS: DE LAS ESTRELLAS A LOS NÚMEROS

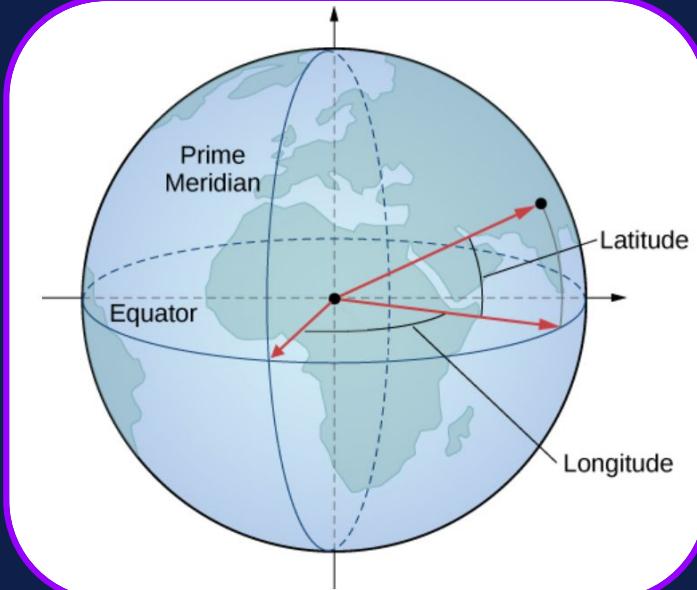
Clase 4: Introducción a Datos Astronómicos



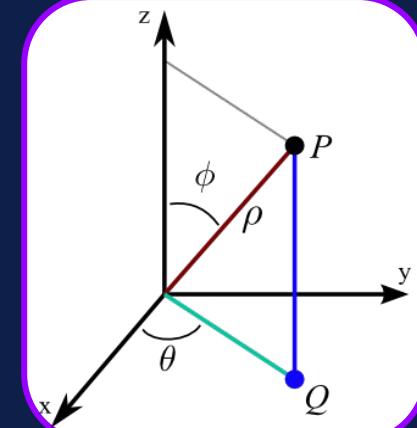
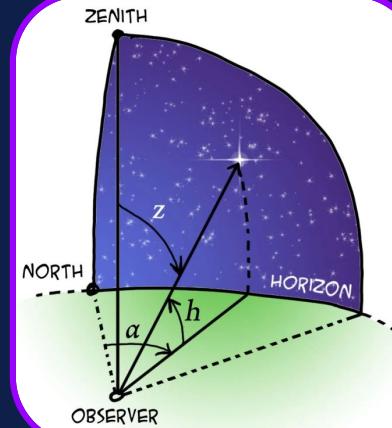


¿CÓMO UBICAR EN EL CIELO UN OBJETO? COORDENADAS!

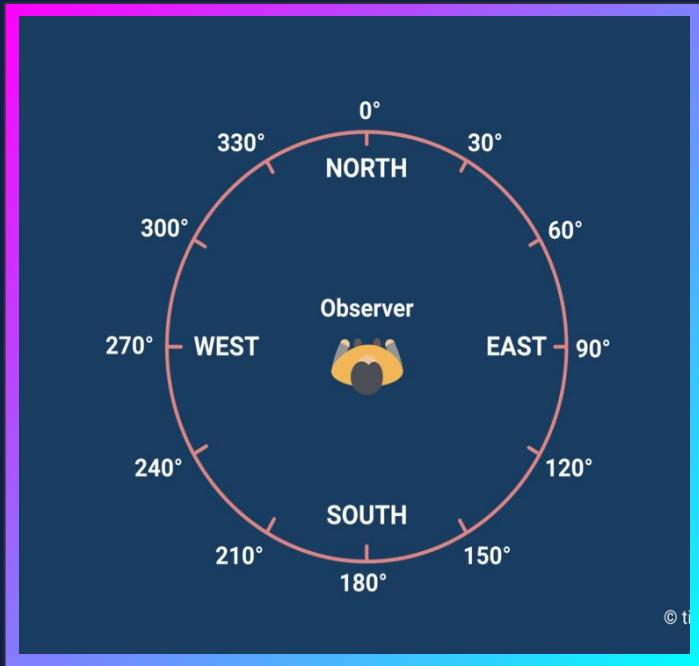
PARECIERA QUE NECESITAMOS
UN SISTEMA DE COORDENADAS
TIPO ESFÉRICAS...



PERO PARA UBICARNOS NOS
BASTA CON DOS ÁNGULOS!

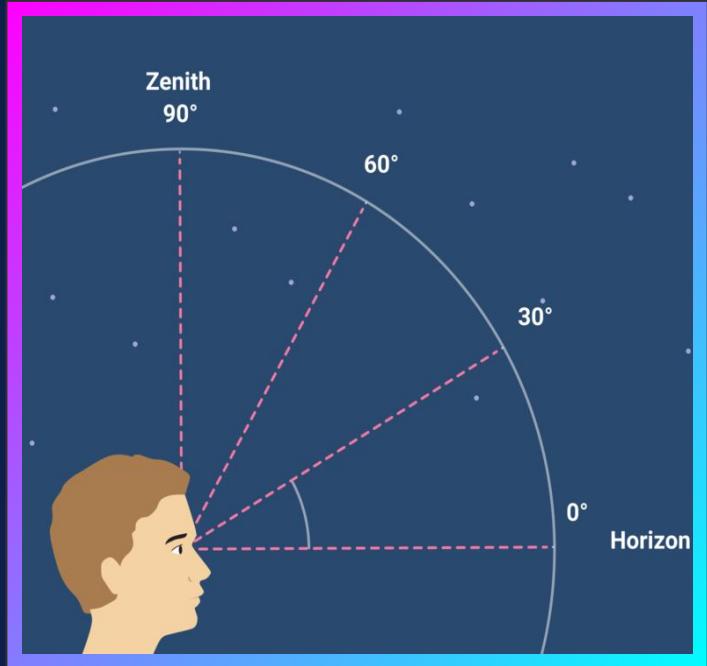


COORDENADAS HORIZONTALES



Azimut:

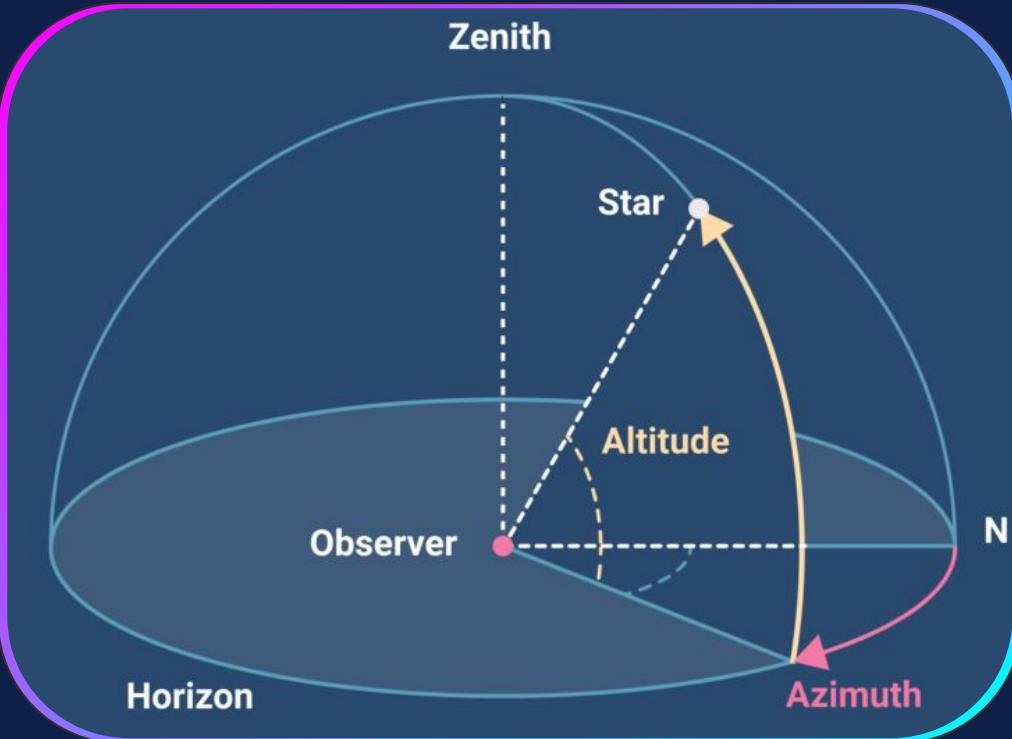
ángulo medido a lo largo del horizonte de N a E



Altitud:

ángulo entre el objeto en el cielo y el horizonte

COORDENADAS HORIZONTALES



DESVENTAJAS :(

- **No son fijas**
Van cambiando constantemente con el tiempo
- **Dependen del observador**
Un mismo objeto tendrá diferentes coordenadas

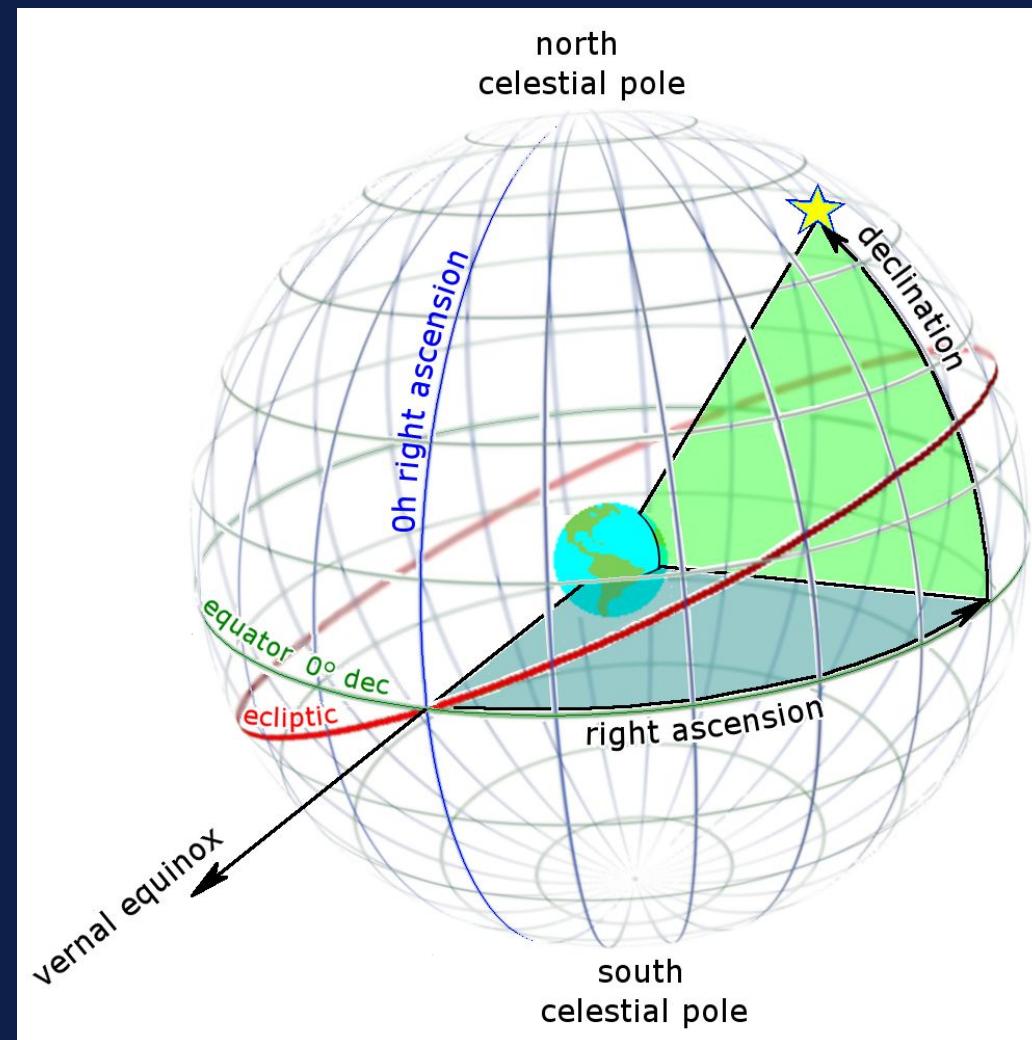
¿CÓMO GENERAR UN SISTEMA DE COORDENADAS QUE SEA FIJO E INDEPENDIENTE?

ESFERA CELESTE



- Es un concepto imaginario
- El cielo está dibujado sobre la superficie de la esfera
- No es la esfera la que rota si no que la Tierra!
- Se puede definir un sistema de coordenadas basado en ella

COORDENADAS ECUATORIALES



Ascensión Recta (RA) y **Declinación (DEC)** definen posición de un objeto en la esfera celeste.

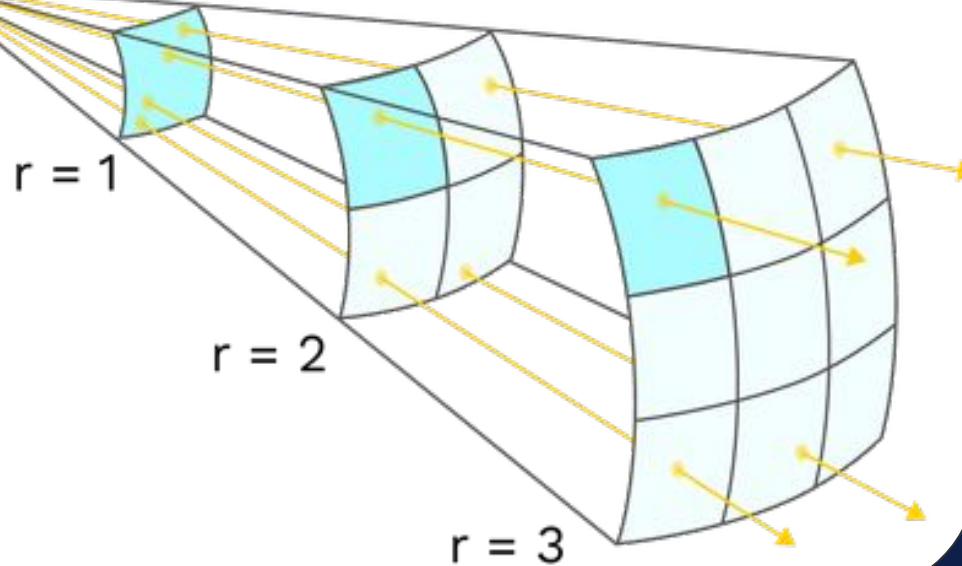
- RA: se mide en horas.
- DEC: se mide en grados.



¿CÓMO SABER QUÉ TAN LUMINOSO ES UN OBJETO EN EL CIELO?

¿Es intrínsecamente más o menos luminoso o es un efecto de la distancia?

Source



LEY DEL INVERSO AL CUADRADO

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}$$

La cantidad de luz que recibimos disminuye con el cuadrado de la distancia

FLUJO LUMINOSIDAD Y DISTANCIA

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}$$

FLUJO

Cuántos fotones nos llega del objeto.

Depende de la distancia al objeto: no es propiedad intrínseca.
((energía/tiempo)/área)

LUMINOSIDAD

Cuántos fotones emite el objeto

Independiente de la distancia:
propiedad intrínseca.
(energía/tiempo)

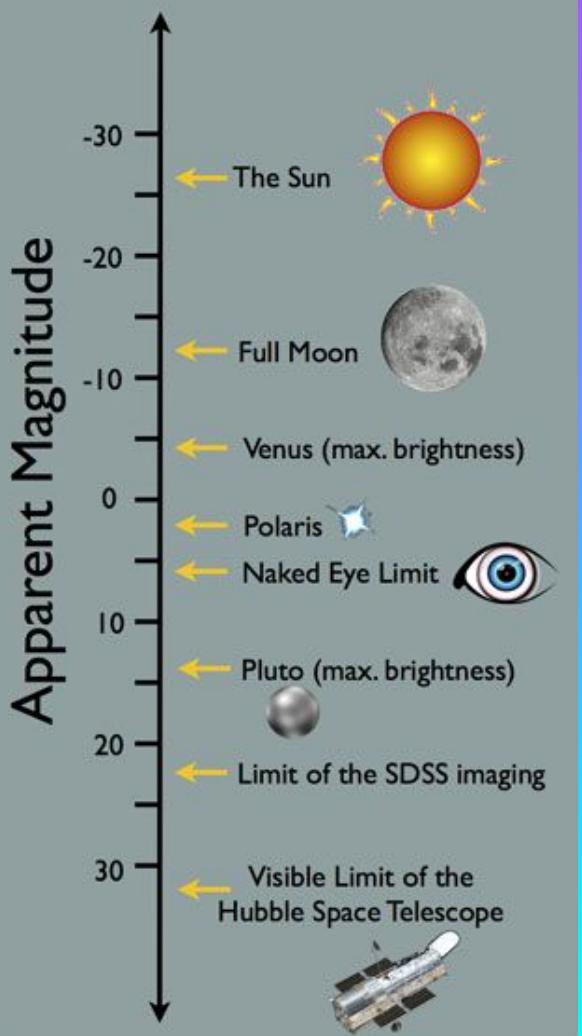
FLUJO LUMINOSIDAD Y DISTANCIA

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}$$

Lo ideal sería medir directamente la luminosidad. Pero los telescopios están diseñados para medir flujo!

Antes de los telescopios se ideó una forma de comparar el brillo aparente de objetos ...

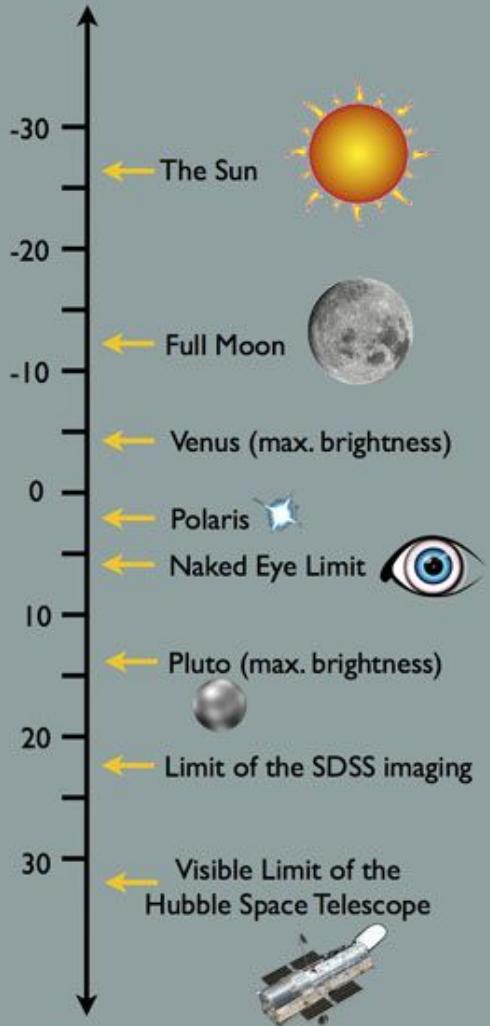
ESCALA DE MAGNITUDES



- Es una **forma de medir el brillo** (flujo) de cuerpos celestes:
Es tal que a menor magnitud, más brillante es el objeto
- **Es una escala logarítmica**
Una diferencia de 5 magnitudes significa una diferencia de 100 veces en brillo.
- Hay dos tipos de magnitudes

ESCALA DE MAGNITUDES

Apparent Magnitude



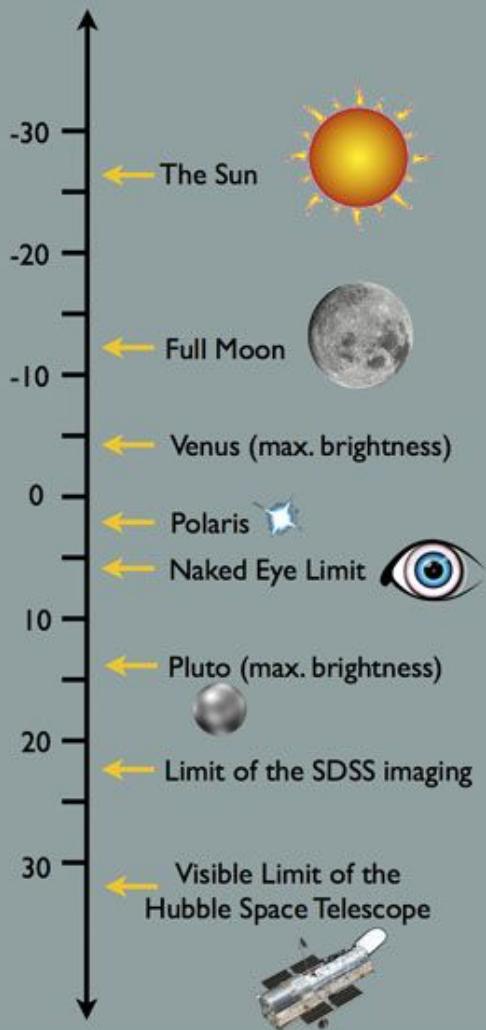
MAGNITUD APARENTE

- Mide el brillo que aparenta tener un objeto en el cielo
- Depende de la distancia al objeto

$$m_{\lambda} = -2.5 \log_{10}(F_{\lambda}) + C$$

ESCALA DE MAGNITUDES

Apparent Magnitude

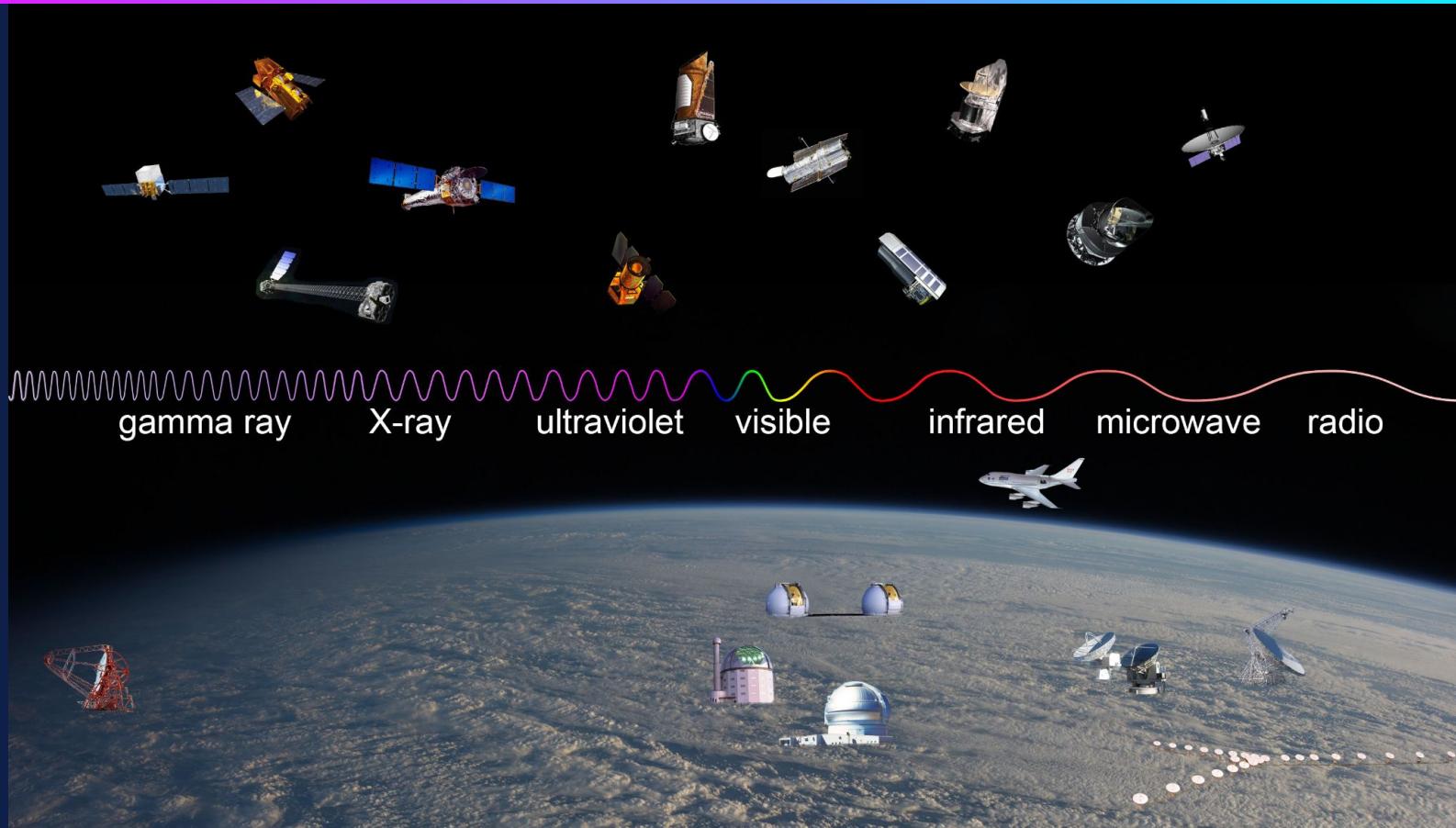


MAGNITUD ABSOLUTA

- Es el brillo que tendría un objeto si estuviera a una distancia estándar de 10 parsecs
- Quita el efecto de la distancia
- Permite comparar el brillo intrínseco de objetos que están a diferentes distancias.

$$M_{\lambda} = -2.5 \log_{10}(F_{\lambda,10pc}) + C$$

¿CÓMO ESTUDIAMOS LA LUZ EN ASTRONOMÍA?

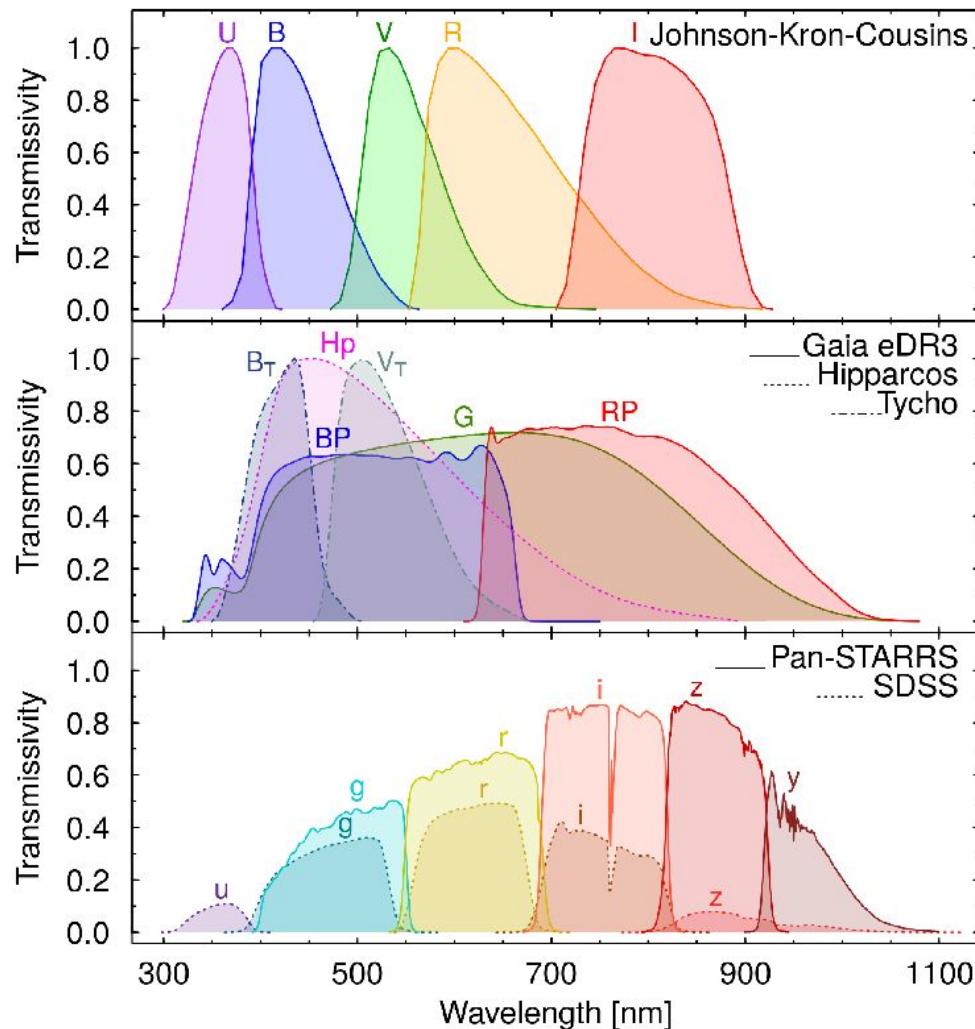


FOTOMETRÍA Y ESPECTROSCOPIA

FOTOMETRÍA

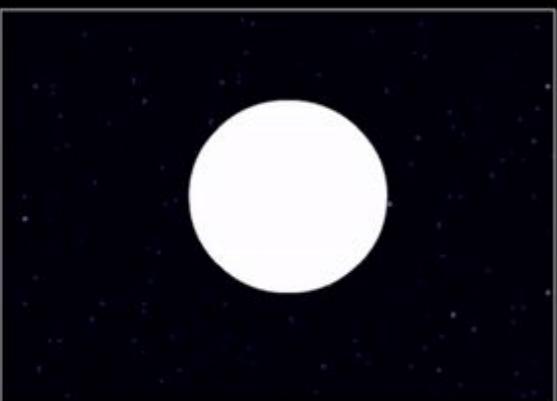
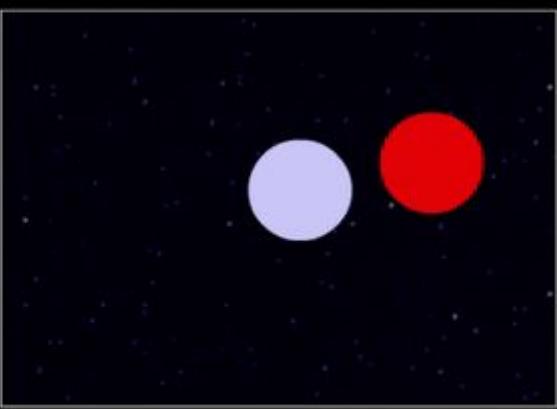
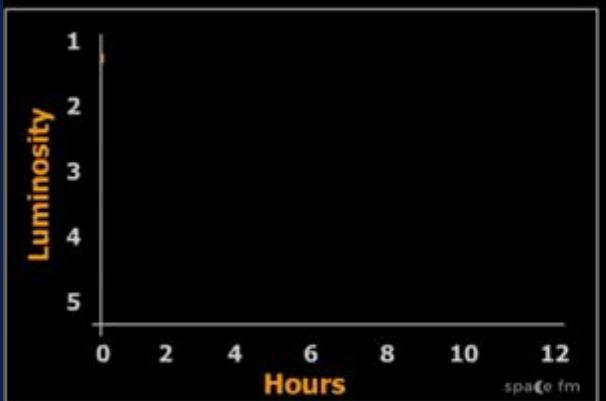
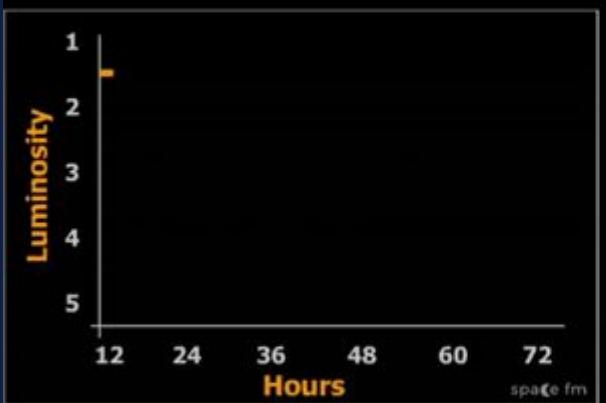
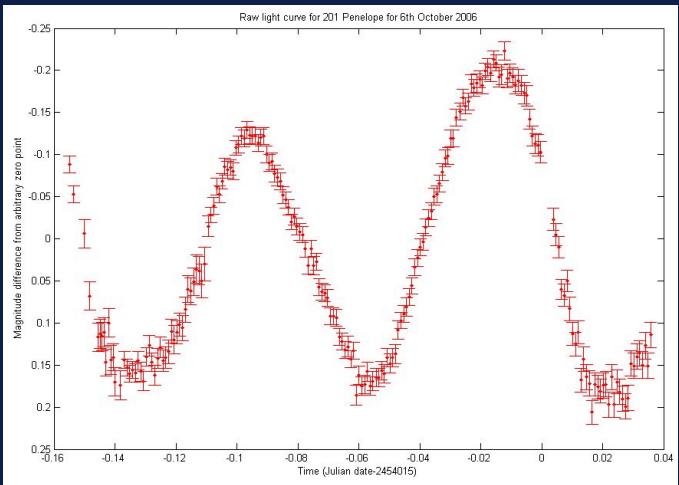
Mide del brillo de un objeto en un rango de λ específico.

- **Sistema fotométrico:** serie de filtros que dejan pasar solo cierto tipo de luz.
- **Curva de transmisión:** indica cuánta luz deja pasar cierto filtro.



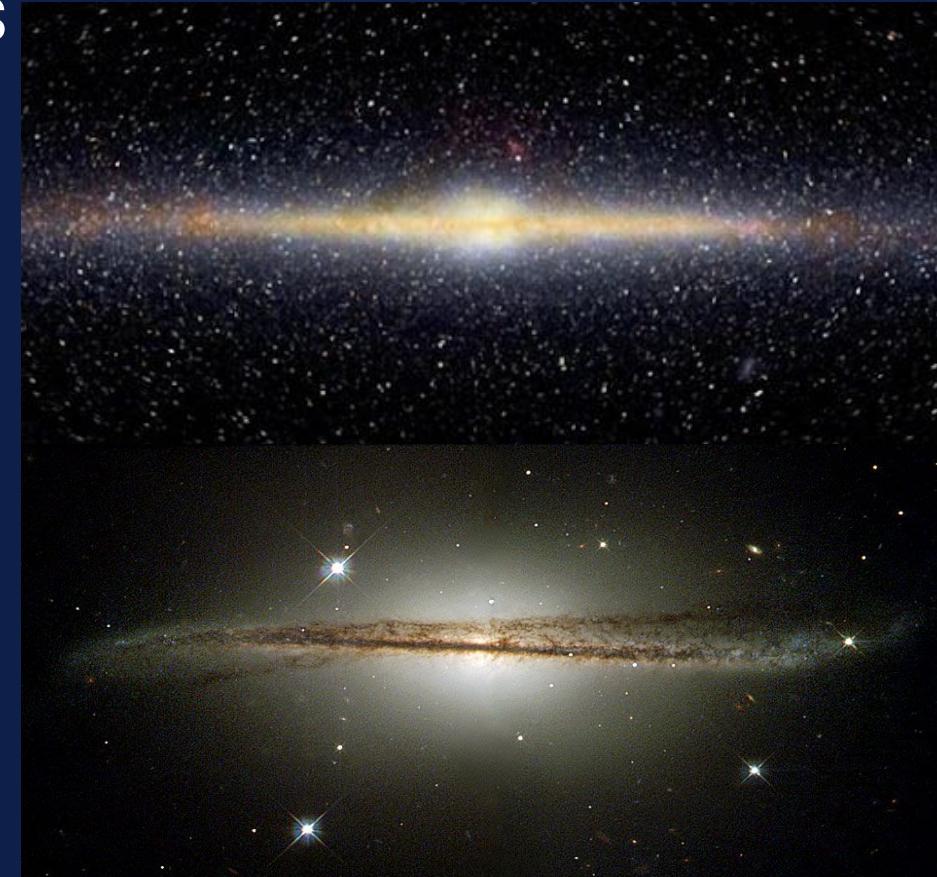
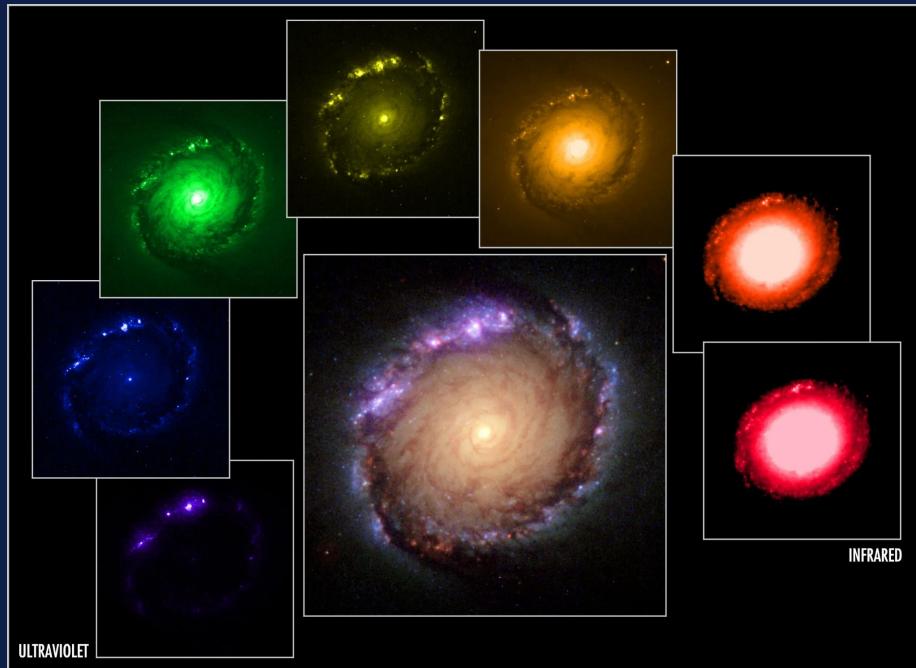
FOTOMETRÍA

Curvas de luz



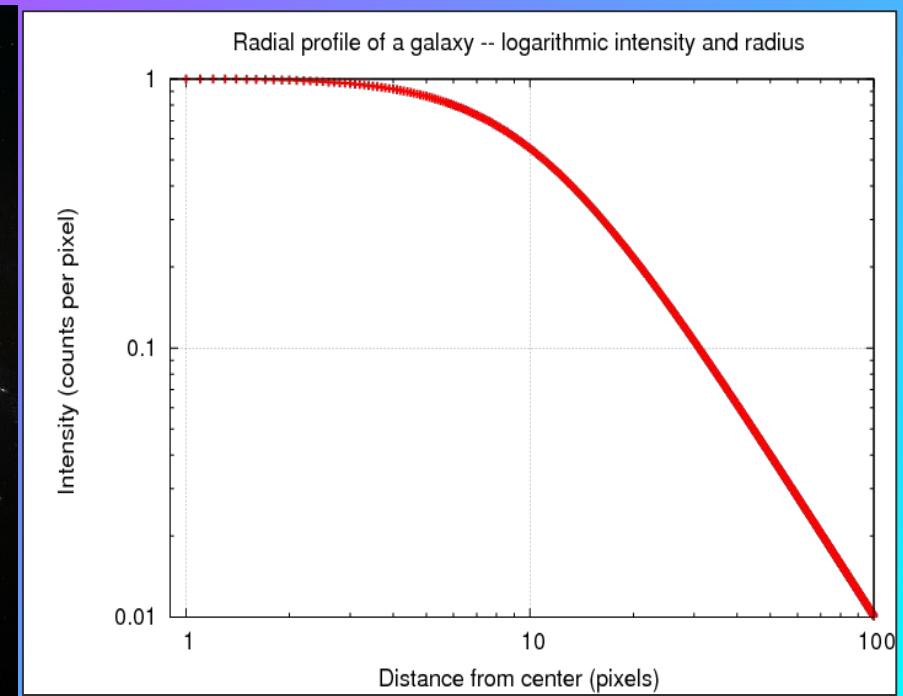
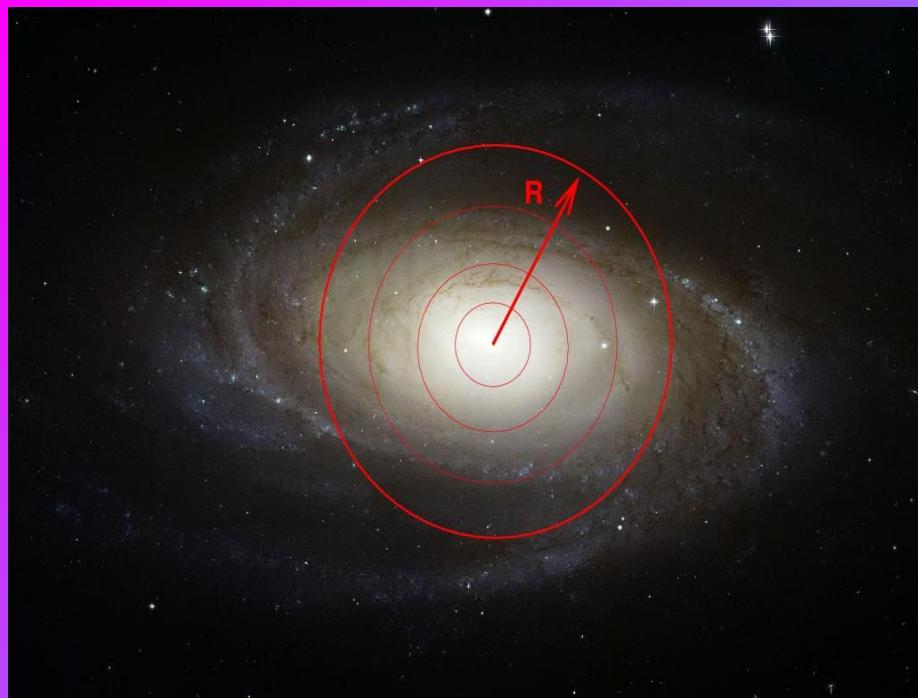
FOTOMETRÍA

Morfología de galaxias



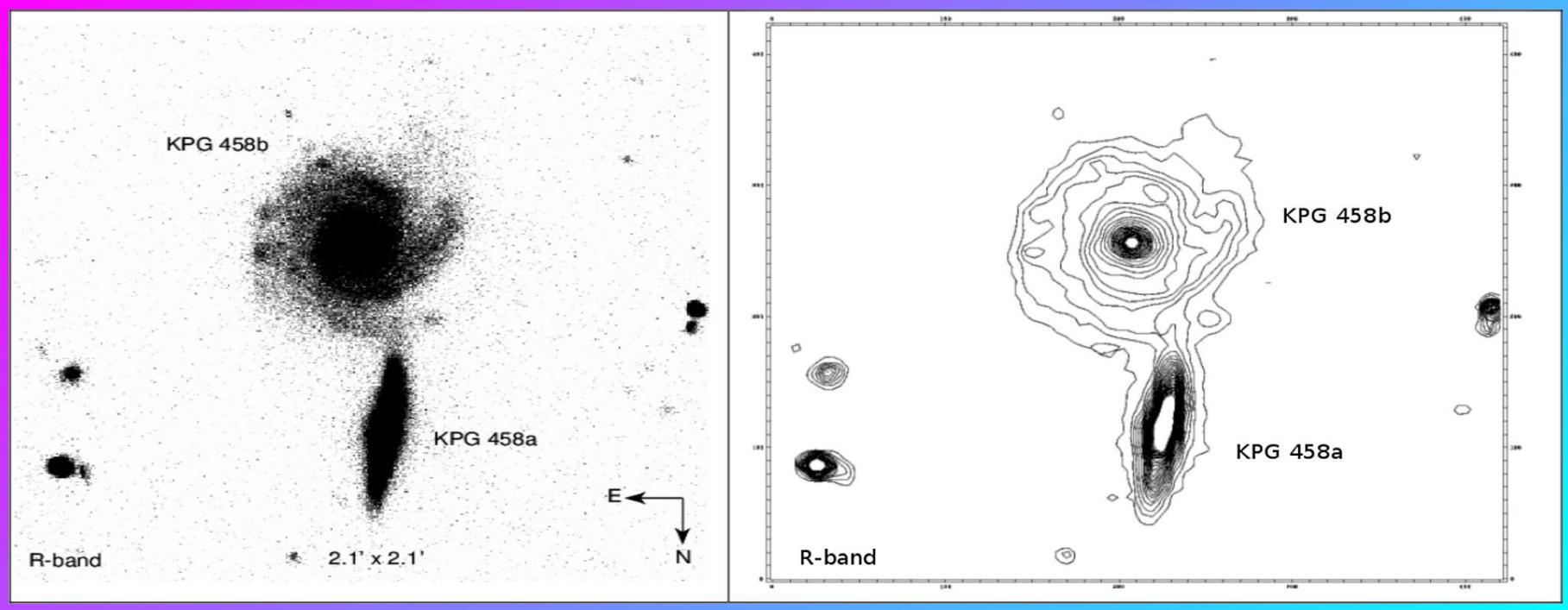
FOTOMETRÍA

Morfología de galaxias



FOTOMETRÍA

Morfología de galaxias



¿Por qué ocurren los arcoíris?

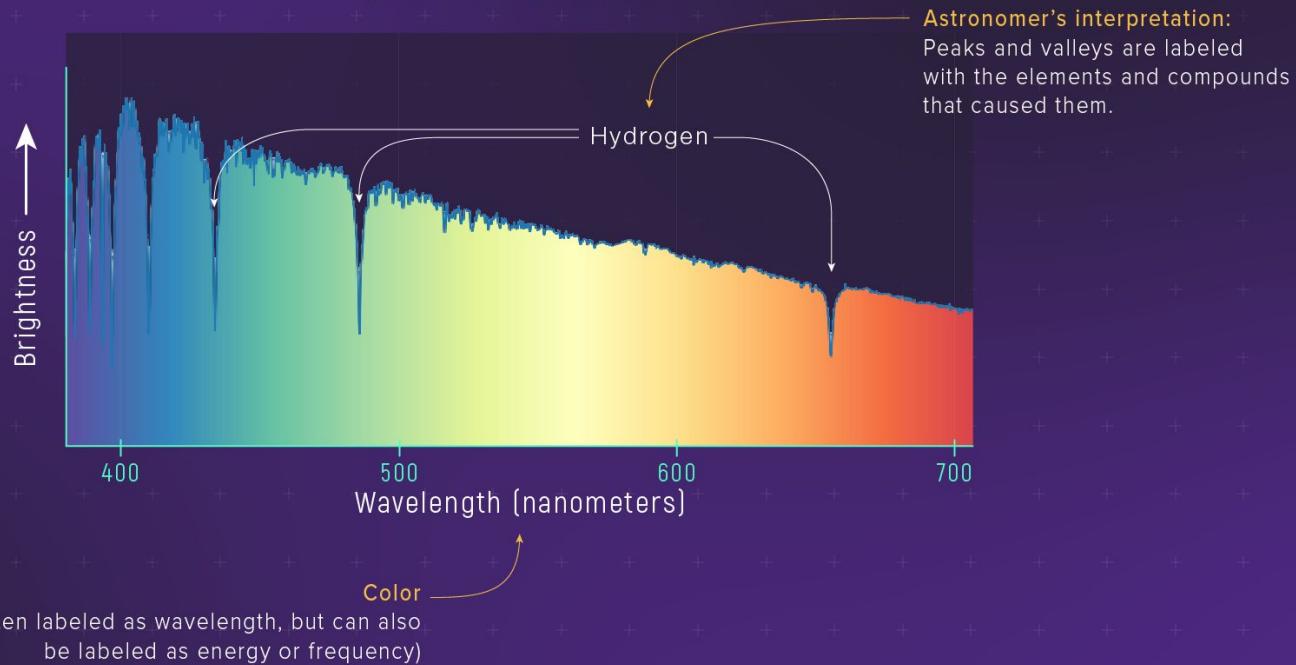


¿QUÉ ES UN ESPECTRO?

PICTURE OF A SPECTRUM



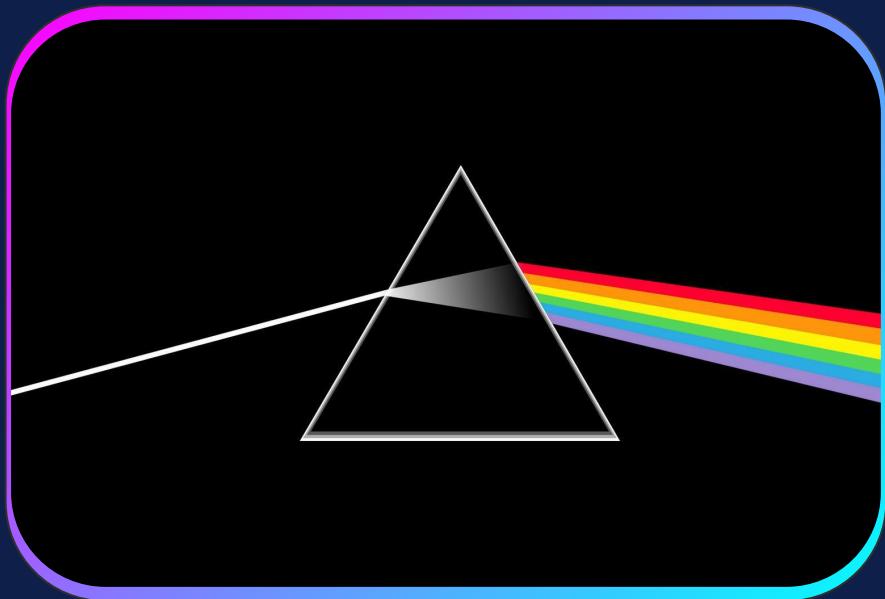
GRAPH OF A SPECTRUM



Huella
digital
de la luz
que
proviene
de algún
objeto

¿CÓMO SE DISPERSA LA LUZ?

Exploramos dos opciones.



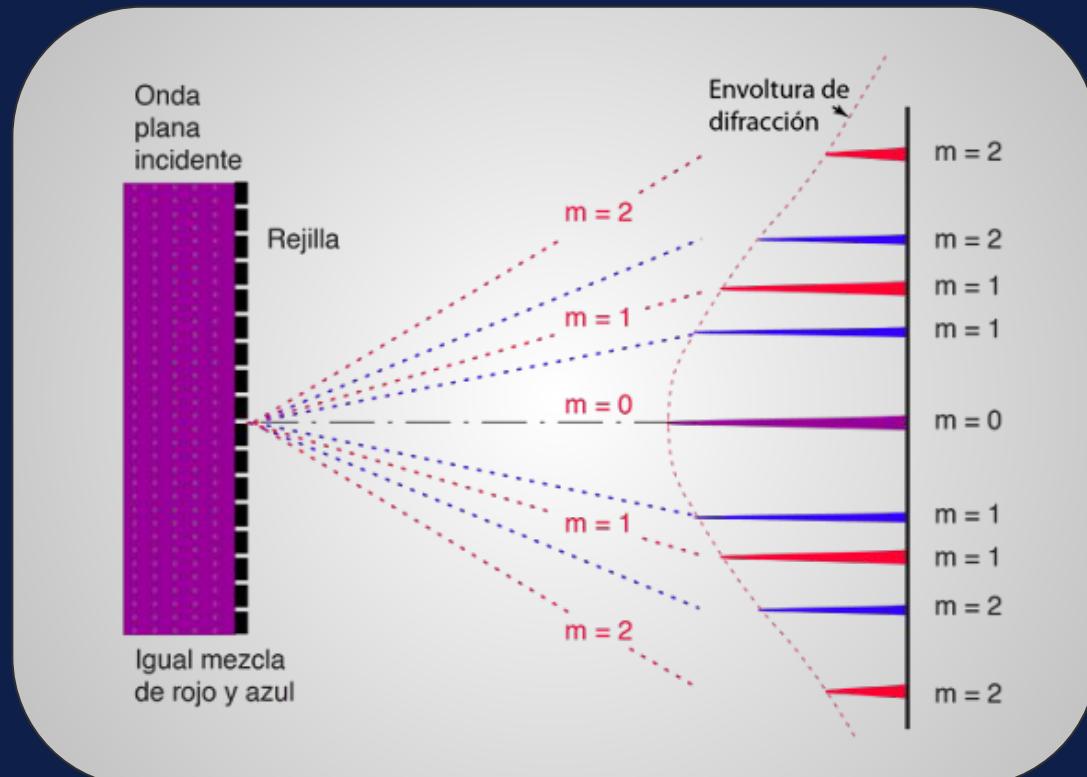
Un prisma!

¿CÓMO SE DISPERSA LA LUZ?

Rejilla de difracción!

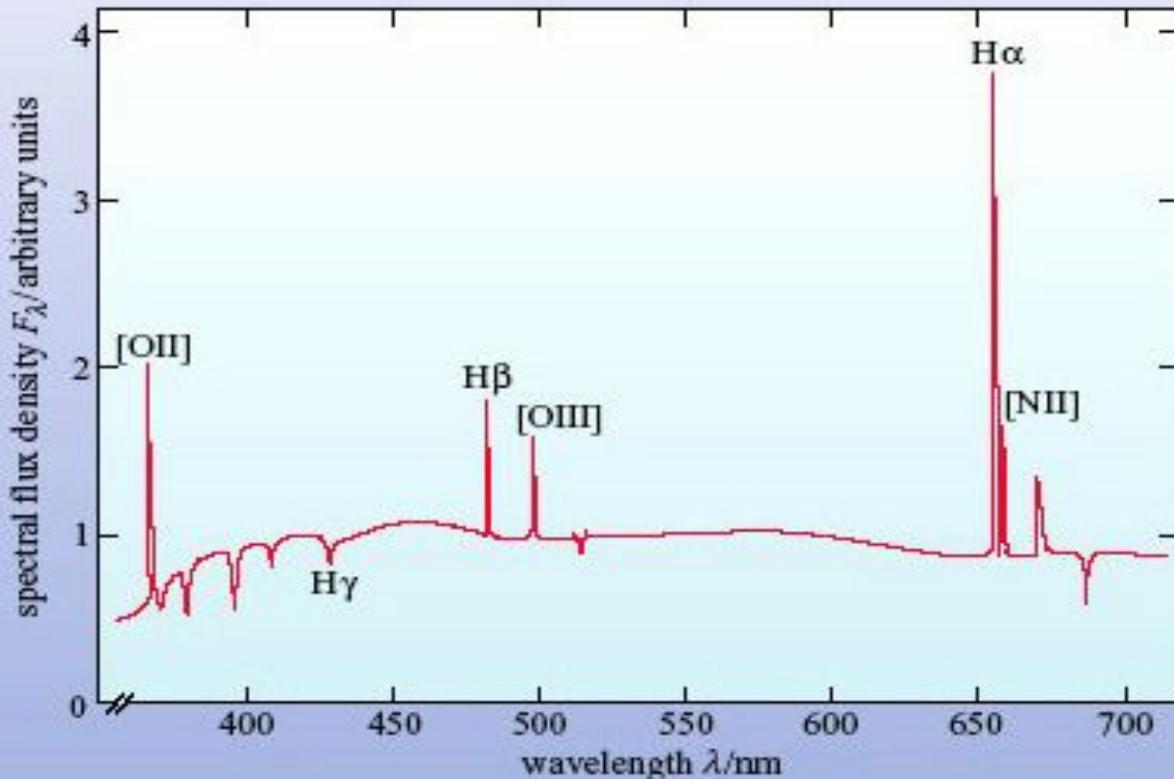
$$d \sin(\theta) = m\lambda$$

El dónde caiga en la pantalla depende de la longitud de onda!



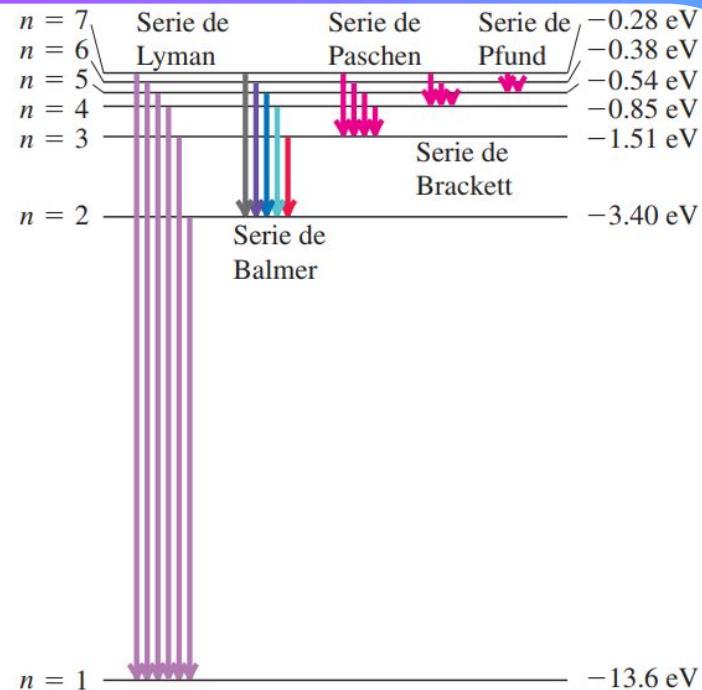
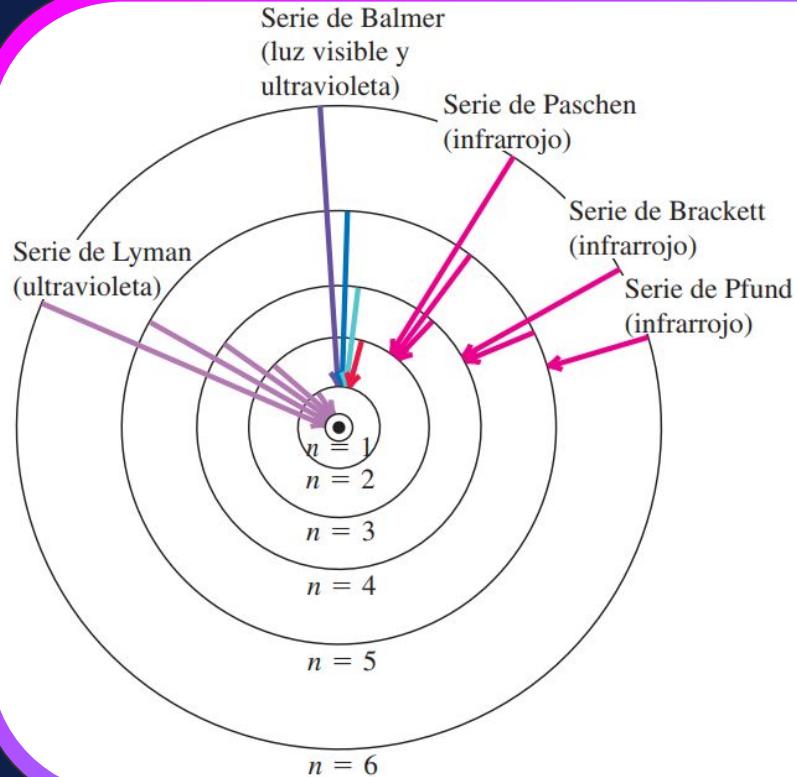
ELEMENTOS TÍPICOS DE UN ESPECTRO

¿Qué les llama la atención de la imagen?



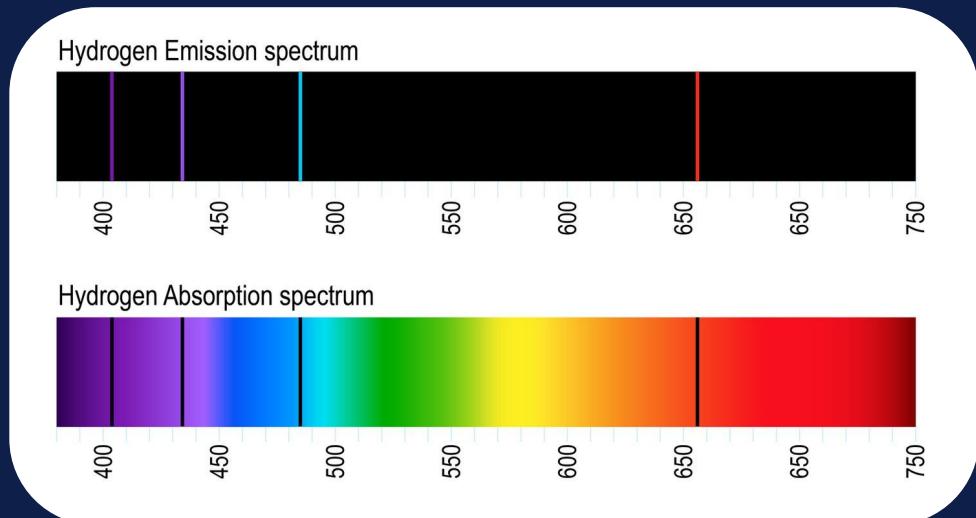
ELEMENTOS TÍPICOS DE UN ESPECTRO

Los peaks o anti-peaks



ELEMENTOS TÍPICOS DE UN ESPECTRO

Los peaks o anti-peaks



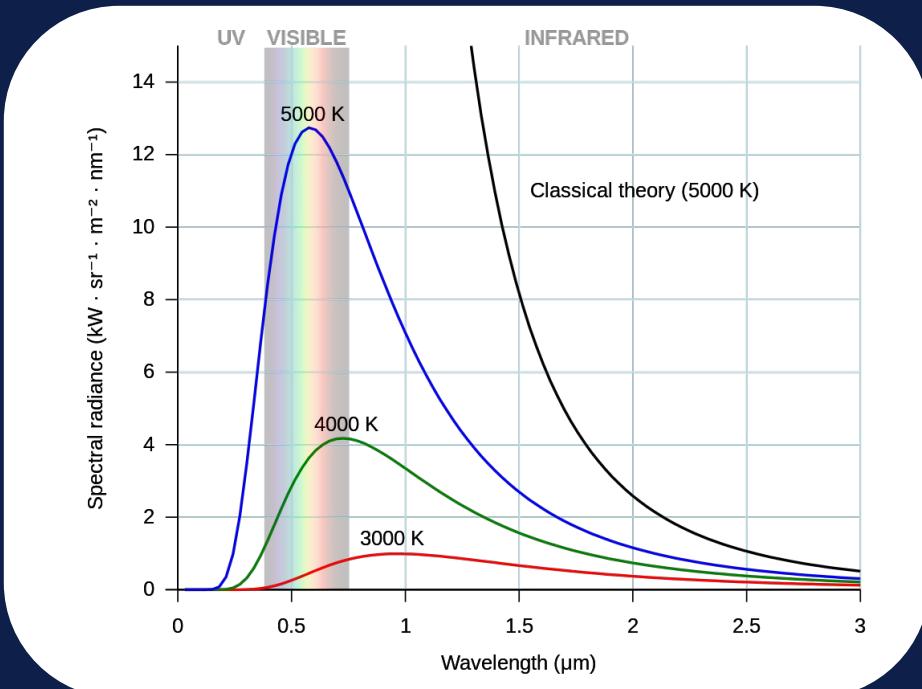
→ Según si los electrones pasan a niveles mayores o menores de energía, el espectro será de absorción o emisión respectivamente.

ELEMENTOS TÍPICOS DE UN ESPECTRO

El continuo

$$I(\lambda) = \frac{2\pi hc}{\lambda^5(e^{hc/\lambda kT} - 1)}$$

- Emisión de cuerpo negro: absorbe y emite todo lo que recibe cuando está en equilibrio!

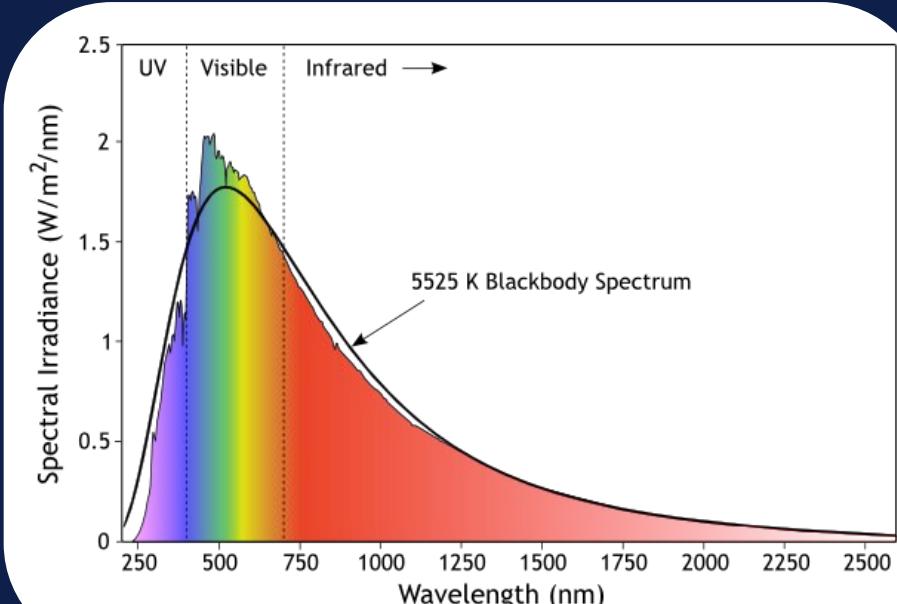


ELEMENTOS TÍPICOS DE UN ESPECTRO

El continuo

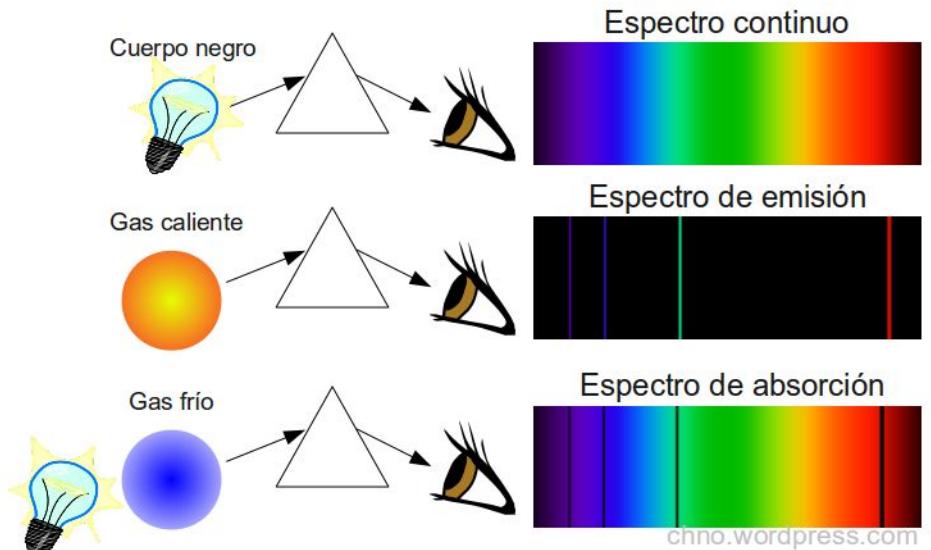
$$I(\lambda) = \frac{2\pi hc}{\lambda^5(e^{hc/\lambda kT} - 1)}$$

- La atmósfera de las estrellas emite de forma aproximada como un cuerpo negro :)



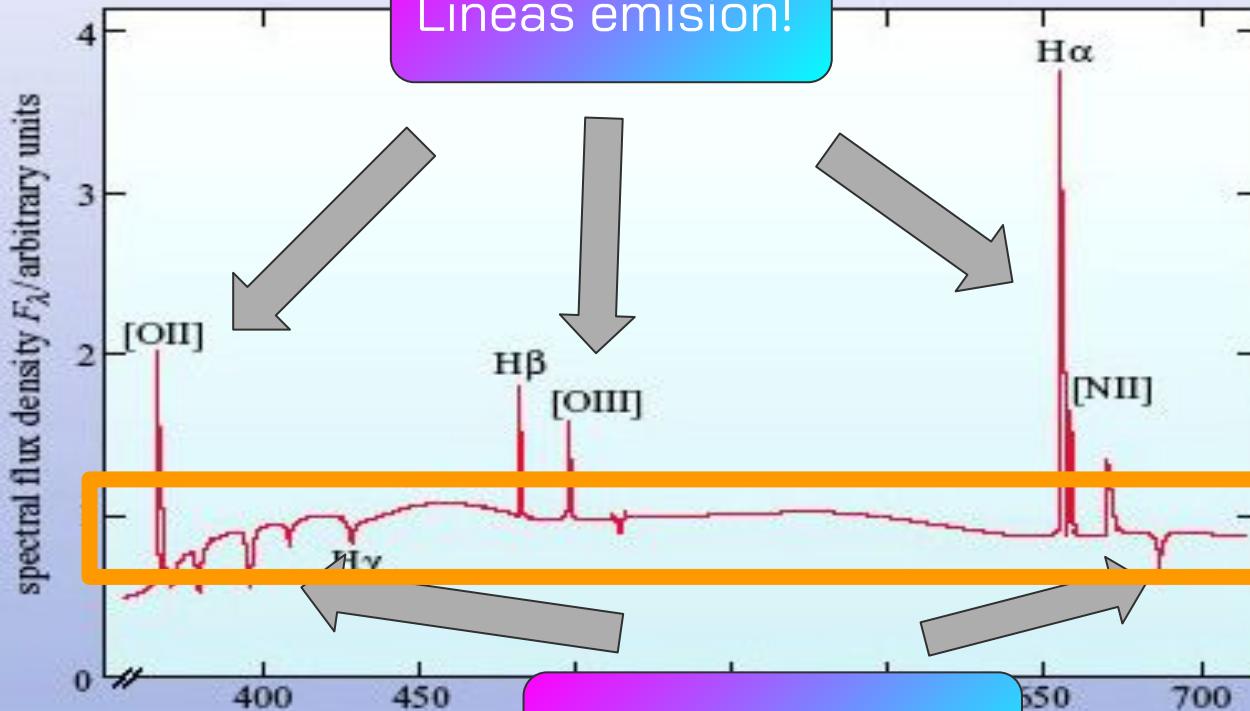
ELEMENTOS TÍPICOS DE UN ESPECTRO

Leyes de Kirchoff



- Gas caliente difuso emite en forma discreta.
- Gas frío difuso puede producir absorción de alguna fuente.
- Existen fuentes “continuas” de emisión, como el cuerpo negro.

ELEMENTOS TÍPICOS DE UN ESPECTRO



Líneas absorción!

Continuo!

FOTOMETRÍA

v/s

ESPECTROSCOPIA

¿Qué información nos proporciona?

Brillo general de un objeto en ciertas bandas de longitud de onda

Composición química y propiedades físicas de un objeto

“Resolución” de Longitud de Onda

Bandas longitud de onda

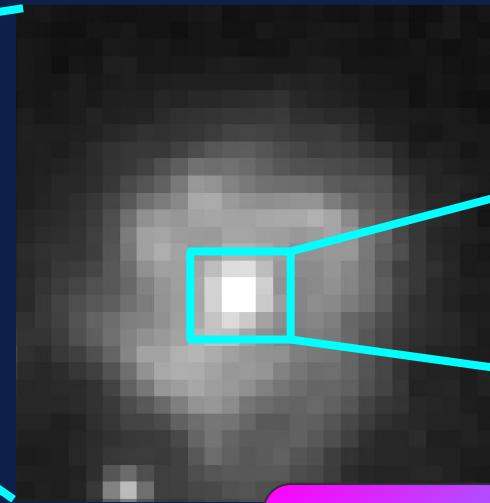
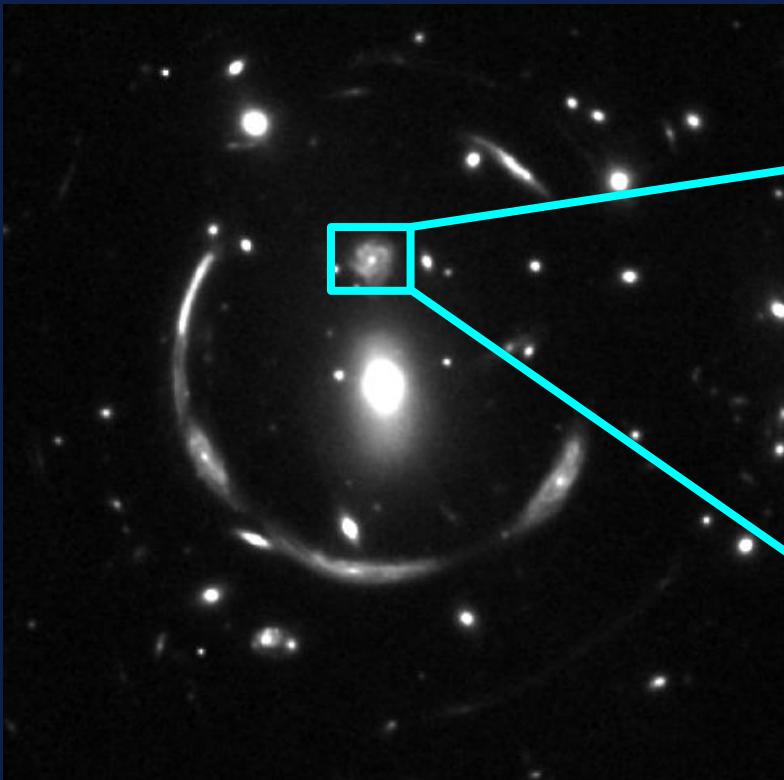
Longitudes de onda precisas

Aplicaciones

Estudiar variabilidad del brillo de objetos

Estudiar composición química, movimientos, temperatura, etc

¿QUÉ ES UNA IMAGEN PARA UN COMPUTADOR?



3.5	2.5	2.1
4.1	6.6	5.2
1.1	3.5	4.7

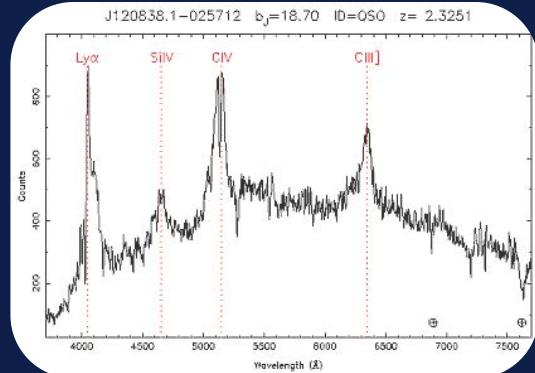
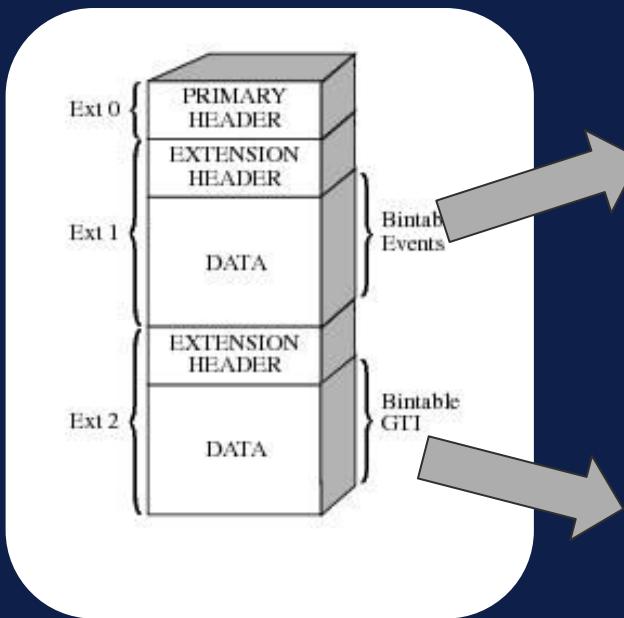
Los píxeles tienen un valor asociado a una medición!

FITS: Flexible Image Transport System

Imágenes (fotometría)

Espectros

Cubos de datos!



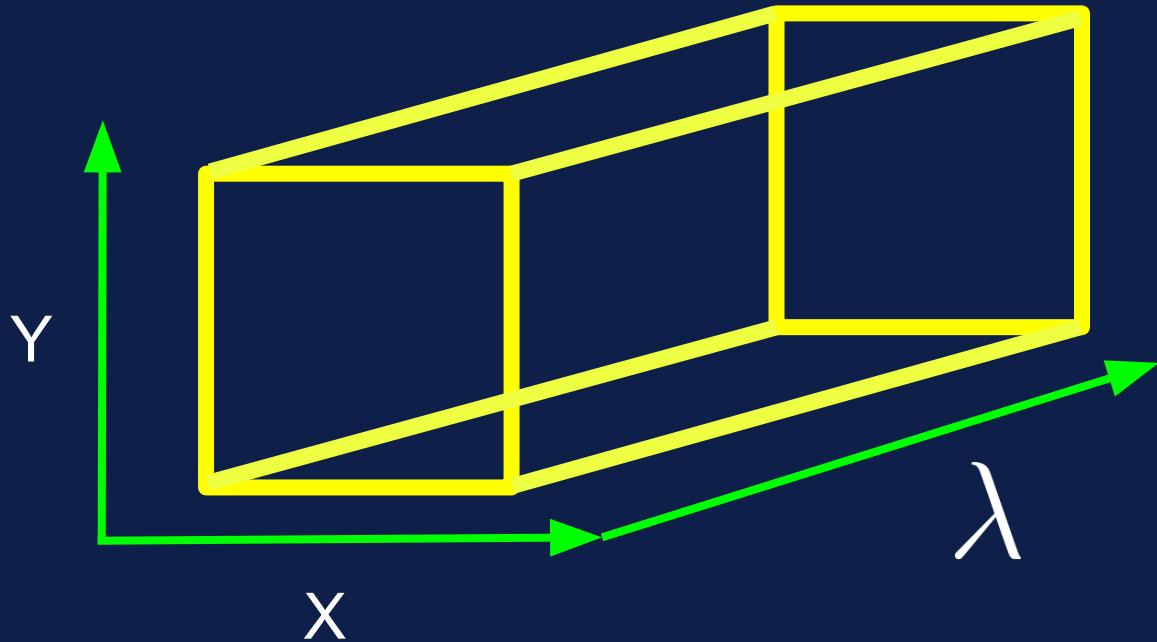
ESPECTROSCOPÍA DE CAMPO INTEGRAL: Cubos de Datos!

¿Y si tenemos un “espectro” en cada dirección del cielo?



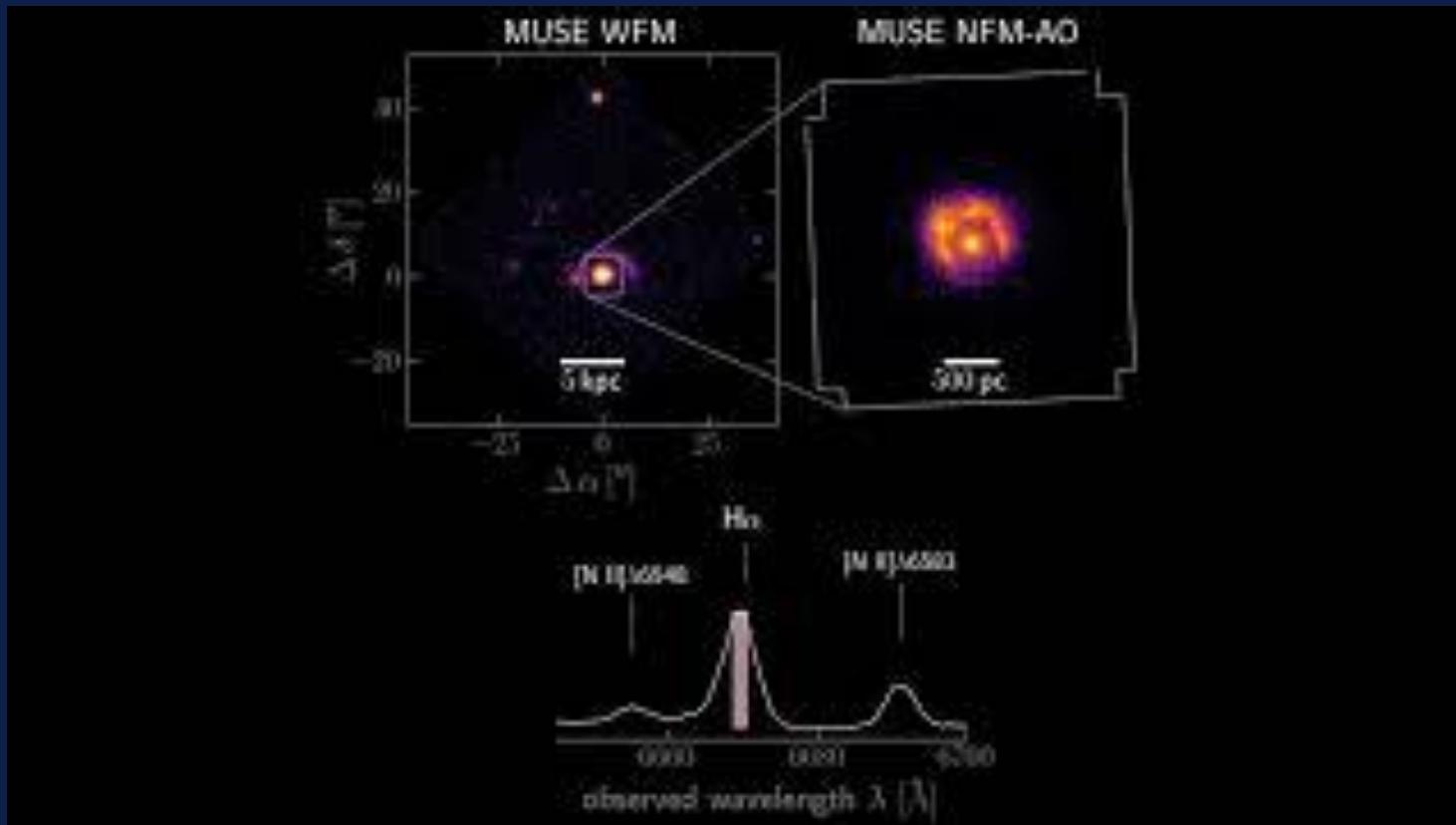
ESPECTROSCOPIA DE CAMPO INTEGRAL: Cubos de Datos!

¿Y si tenemos un “espectro” en cada dirección del cielo?



- Arreglo 3 dimensiones.
- Un único píxel se denomina “voxel”.
- Un espectro en una dirección, se denomina “spaxel”.

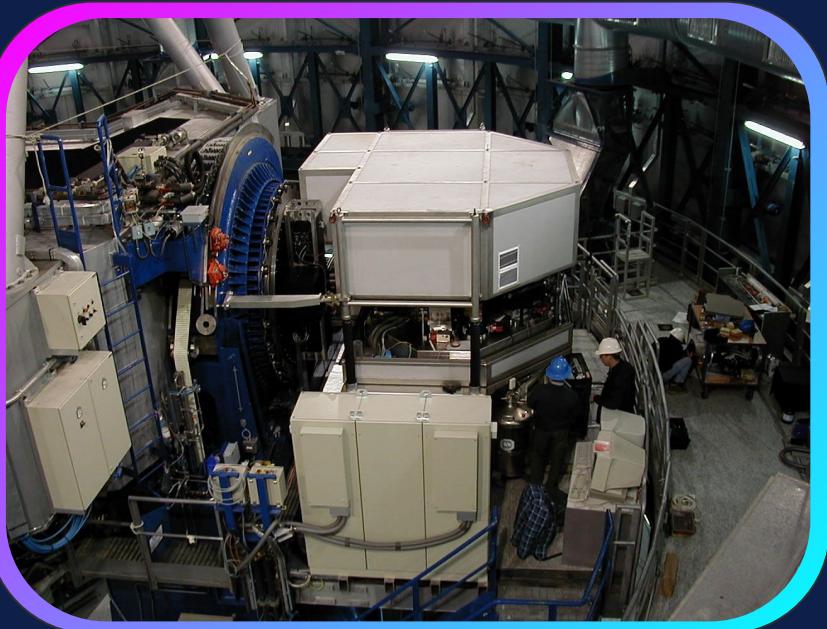
ESPECTROSCOPIA DE CAMPO INTEGRAL: Cubos de Datos!



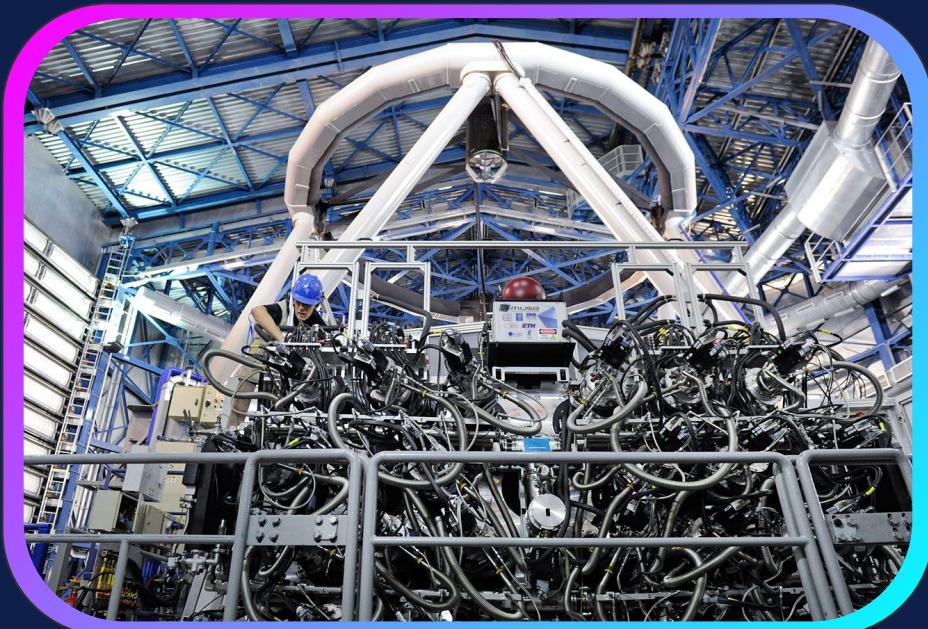




Un paseo por
algunos de los
instrumentos del
Very Large
Telescope!



VLT-UVES, espectrógrafo
de alta resolución



VLT-MUSE, toma 100000
espectros a la vez!

¿POR QUÉ QUEREMOS HACER TELESCOPIOS TAN GRANDES?

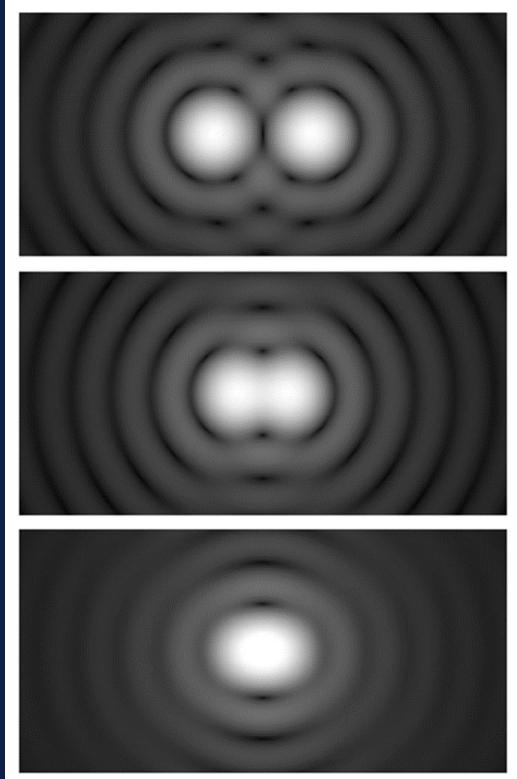


→ “Respuesta del telescopio en un caso ideal para una fuente puntual”

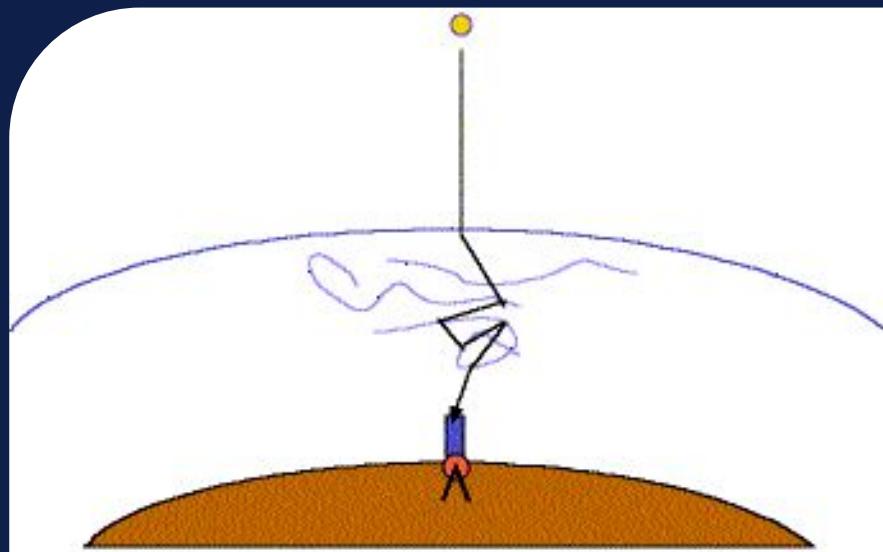
¿POR QUÉ QUEREMOS HACER TELESCOPIOS TAN GRANDES?

$$\theta_{min} = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

- Esto se conoce como “límite de difracción”, y establece el límite teórico de resolución que puede alcanzar un telescopio.

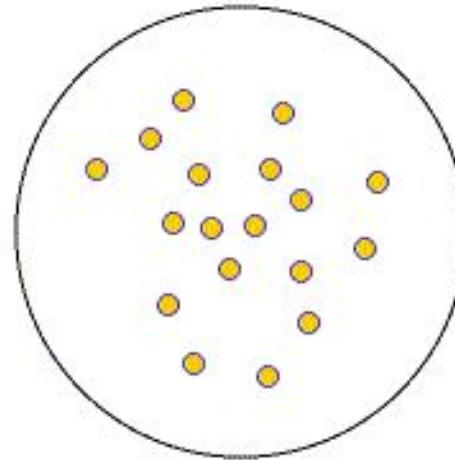


LA ATMÓSFERA...



atmosphere refracts starlight
in random directions very
quickly—stars “twinkle”.

telescope view
(high magnification)



multiple images
created

EL SEEING!



December 6, 2015
11:17.4 UT

Poco seeing



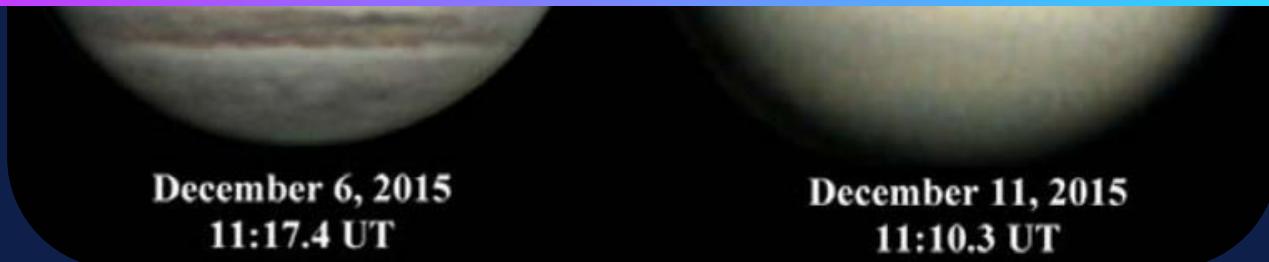
December 11, 2015
11:10.3 UT

Mucho seeing

EL SEEING!



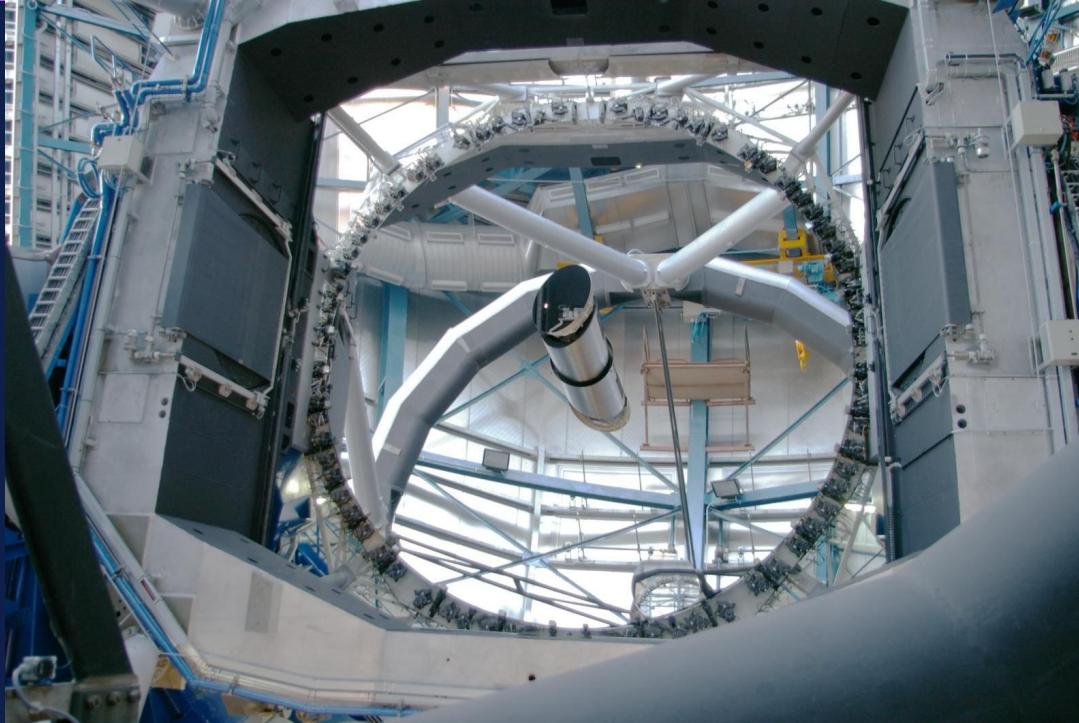
**Cualquier telescopio óptico con diámetro de 2 metros o más,
está limitado por el seeing!**



Poco seeing

Mucho seeing

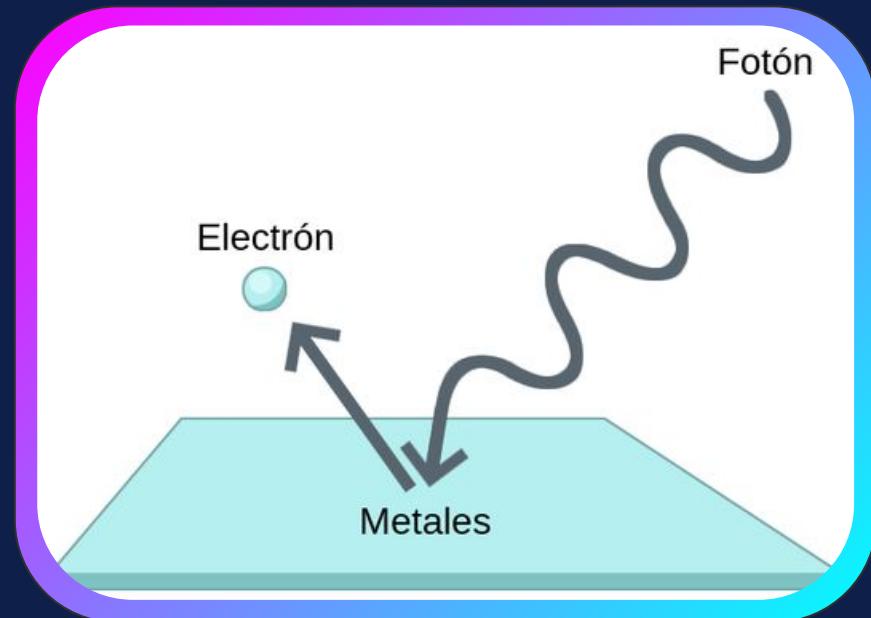
¿Entonces por qué construimos telescopios de 40 m?



La sensibilidad de un telescopio escala directamente con el área recolectora!

CHIPS PARA ALMACENAR DATOS

El efecto fotoeléctrico nos salva ayu^{da}!



CCDs: CHARGED COUPLE DEVICES

El efecto fotoeléctrico nos salva ayuda!

Los CCDs tienen estructuras en forma de matrices, en donde cada “región” es sensible a la luz.

Los CCDs miden el número de electrones que se excitaron!

