

AS4201 Clase 3

Dr. Sebastián López

Departamento de Astronomía

FCFM, U. De Chile

Escala de magnitudes:

- Luminosidad “L”: Radiación total, medida en Watts (W), ó W Hz^{-1} , ó W m^{-1}
- Intensidad “I”: Radiación por unidad de área y unidad de ángulo sólido, medida en $\text{W strad}^{-1} \text{m}^{-2}$
- Flujo: Radiación recibida por unidad de área y de frecuencia ó longitud de onda, medido en $\text{W m}^{-2} \text{Hz}^{-1}$

Escala de magnitudes:

- La energia recibida de una estrella, i.e., su luminosidad aparente “I” o “brillo”, es proporcional a su Luminosidad absoluta “L”
- Tambien es inversamente proporcional al cuadrado de su distancia, d, i.e.:
- $I = L / 4\pi d^2$

Escala de magnitudes:

- Ejemplo: Constante solar: $1,4 \text{ kW m}^{-2}$



Escala de magnitudes:

- La “magnitud aparente”, m , de una estrella es la cuantificación en escala logarítmica de su brillo aparente.

Escala de magnitudes:

$$m = -2.5 \log(L/4\pi d^2) + \text{Constante}$$

¡Escala inversa! Hiparcos (Siglo II a.C.) Pogson (S.XIX)

Ojo humano: 100:1 5 magnitudes

Escala de magnitudes:

Magnitude	Needed to see an object of this brightness*	Examples
-26		the sun
-13		full moon
-6		crescent moon
-4	naked eye: easy even from large cities	planet Venus
-2	naked eye	planet Jupiter
-1	naked eye	brightest star, Sirius; totally-eclipsed moon; C/1995 O1 (Hale-Bopp) near peak
0	naked eye: difficult if near bright artificial lights but generally visible even from large cities	summer evening star Vega; C/1996 B2 (Hyakutake) at peak
+1	naked eye: brilliant as seen from dark, rural areas	planet Saturn
+2	naked eye: difficult but visible from small cities and suburbs; diffuse objects such as comets may require small binoculars from urban areas	stars of Big Dipper Halley's comet in 1986 near peak
3	naked eye: rural, suburban, small city binoculars: bright, urban areas	faintest naked-eye stars visible from many smaller cities/inner suburbs;

Escala de magnitudes:

4	naked eye: (outer) suburbs binoculars: cities (stars), suburban areas (diffuse objects such as comets)	faintest naked-eye stars visible from many smaller cities/(outer) suburbs
5	generally binocular objects from urban and suburban areas; faintest naked-eye stars visible from "dark" rural areas located some 40 miles (60 km) from major cities	moons of Jupiter
6	binocular objects from suburban areas; faintest naked-eye stars visible from "dark" rural areas located some 100 miles (150 km) from major cities	planet Uranus
7	binoculars; faintest naked-eye stars visible from "dark" rural areas located some 140 miles (200 km) from major cities and some 30 miles (50 km) from nearest town of population 5000 or so	brightest minor planet (asteroid) and about 1-2 comets each year
8	binocular objects; from urban areas, such objects may only be visible with small telescopes	planet Neptune
10	from dark sky, objects visible with 20x80 binoculars; from brighter sites, a larger telescope is needed	at any given time, there are usually a couple of comets this bright

Escala de magnitudes:

11	general limiting visual brightness# of comets with a 15-cm-aperture reflector	bright
12	general limiting visual brightness# of comets with a 20-cm-aperture reflector	at any given time, there are usually a half dozen comets this bright
13	general limiting visual brightness# of comets with a 25-cm-aperture reflector	
14	general limiting visual brightness# of stars with a 20-cm-aperture reflector	Pluto at its brightest
15	general limiting visual brightness# of comets with a 50-cm-aperture reflector	
19	general limiting photographic brightness# of comets with a 50-cm-aperture reflector	
21	general limiting brightness of stars with a 60-cm-aperture reflector + CCD	
22	general limiting brightness# of comets with a CCD and 150-cm-aperture reflector	

* naked-eye viewing assumes 20-20 vision (corrected or uncorrected)
 # from a dark, rural site; "visual" as compared to "photographic" or "CCD-detected"; "reflector" means "reflecting telescope"

Escala de magnitudes:

$$m = -2.5 \log(L) + 5 \log(d) + \text{Constante}$$

$$M = -2.5 \log(L) + 5 + \text{Constante}$$

$$\text{Módulo de distancia: } \mu = m - M = 5 \log(d) - 5$$

Escala de magnitudes:

- La “magnitud aparente”, m , de una estrella es la cuantificación en escala logarítmica de su brillo aparente.
- La “magnitud absoluta”, M , de una estrella es magnitud aparente que tendría a una distancia de 10 pc.

Módulo de distancia:

$$- d (pc) = 10^{(\mu+5)/5}$$

$$- \mu \equiv m - M$$

– Magnitud absoluta: M

– Magnitud aparente: m

Módulo de distancia:

Star	m_v	M_v	d (pc)
Sun	-26.8	4.83	0
Alpha Centauri	-0.3	4.1	1.3
Canopus	-0.72	-3.1	30.1
Rigel	0.14	-7.1	276.1
Deneb	1.26	-7.1	490.8



Concepto básico:

- La luz es radiación electromagnética.
- La luz transporta energía
- La luz puede propagarse en el vacío
 - A veces como una onda
 - A veces como partículas (“fotones”)

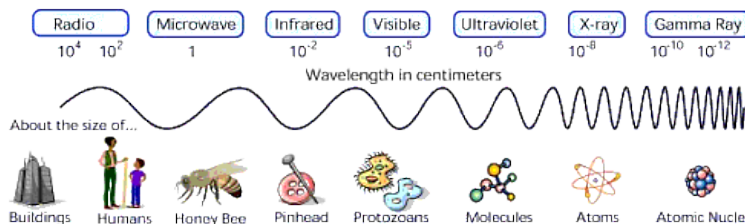
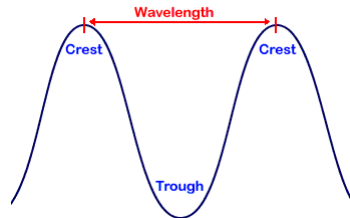
Una resultado de la
Mecánica Cuántica

Concepto básico:

- La luz como onda:

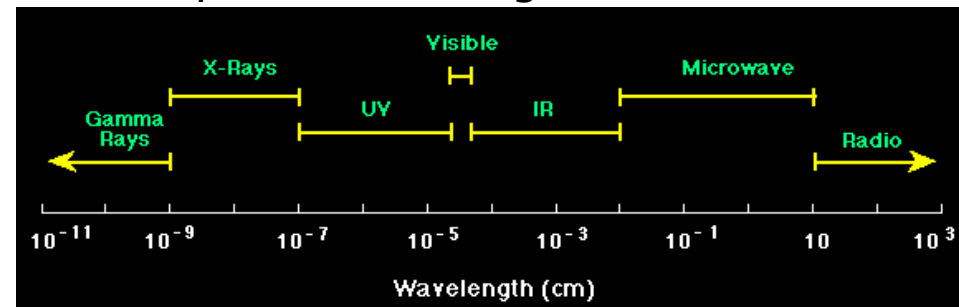
$$\lambda = c / \nu$$

$$E = h \times \nu$$



Concepto básico:

- El espectro electromagnético



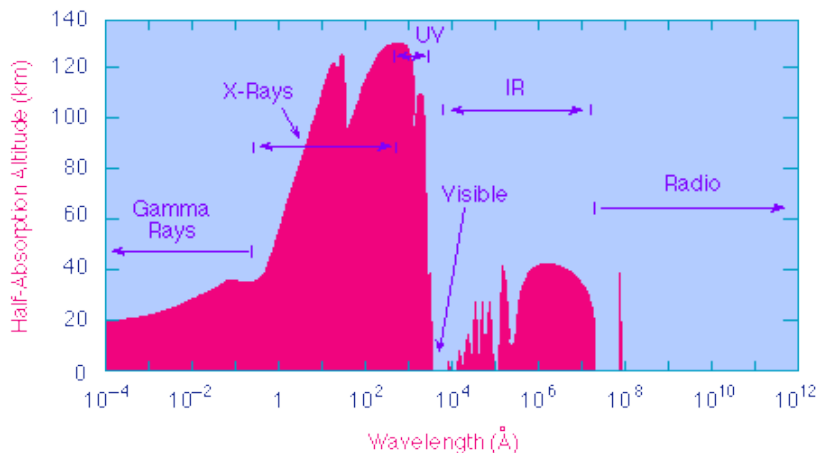
Animation

Concepto básico:

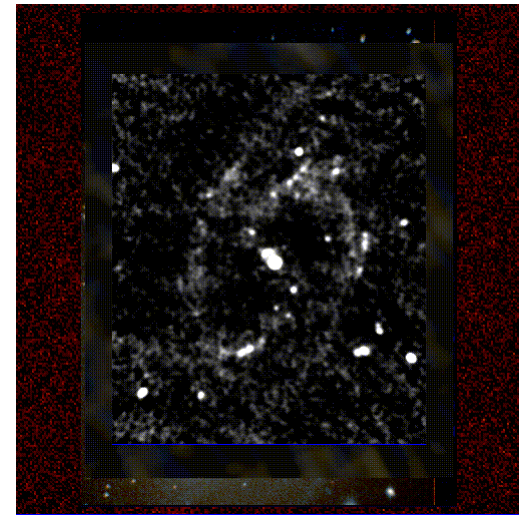
- Visible
- Infrarrojo
- Microondas
- Radio
- Ultravioleta
- Rayos-X
- Rayos-Gamma



Gran problema: la atmósfera!

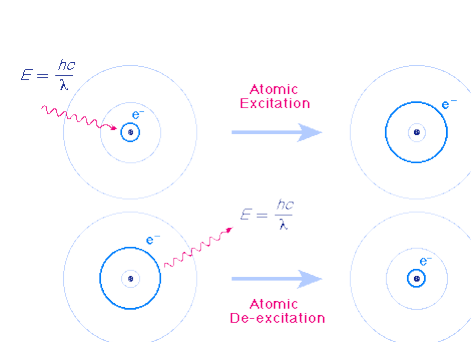


Distintas longitudes de onda:



Concepto básico:

- Los átomos pueden absorber o emitir radiación electromagnética (luz) a frecuencias determinadas por transiciones atómicas entre diferentes niveles de energía.



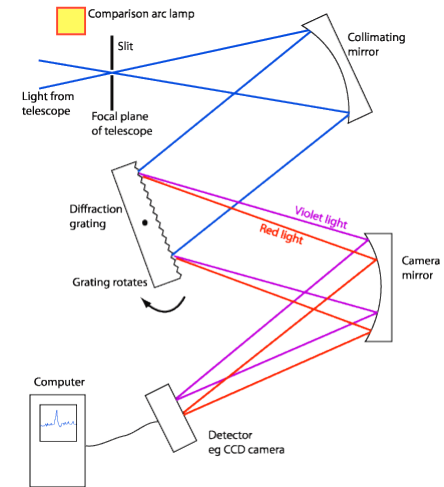
Una consecuencia de
Mecánica Cuántica!

Concepto básico:

- Espectro de emisión y absorción

/home/slopez/escuela/AS30A/spectra.swf

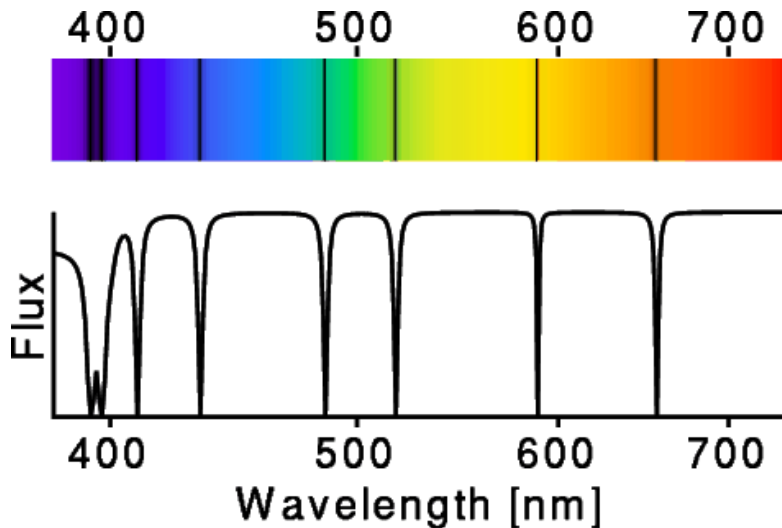
- Espectrógrafos



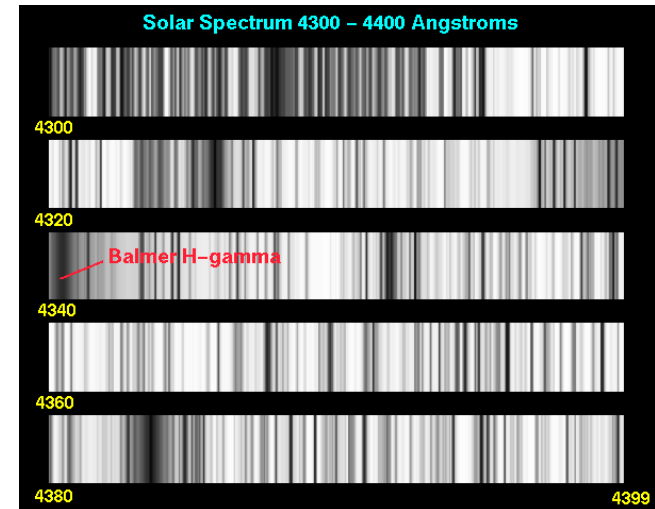
A Schematic Diagram of a Slit Spectrograph

Concepto básico:

- Espectro del Hidrógeno

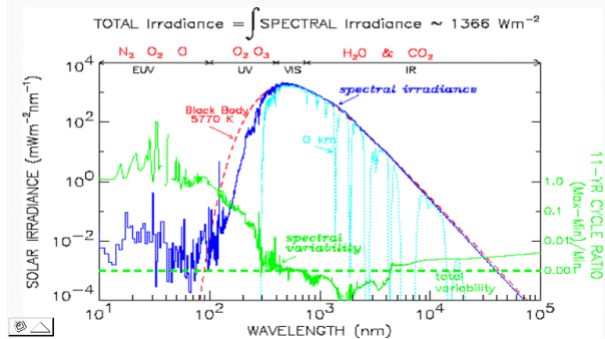


- Espectro solar

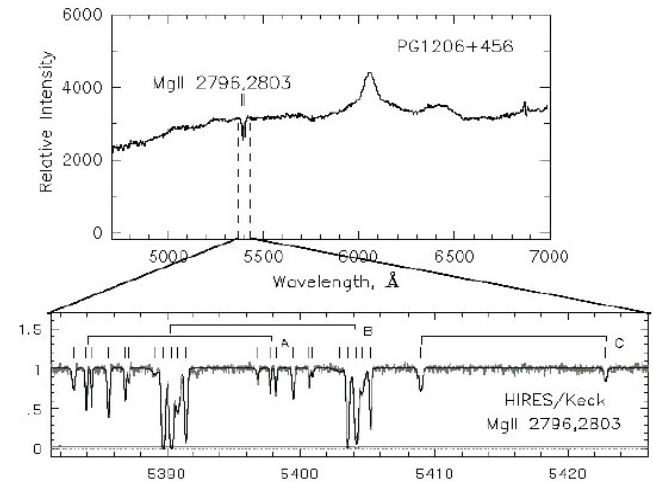


- Espectro solar

SOLAR SPECTRUM, VARIABILITY and ATMOSPHERIC ABSORPTION

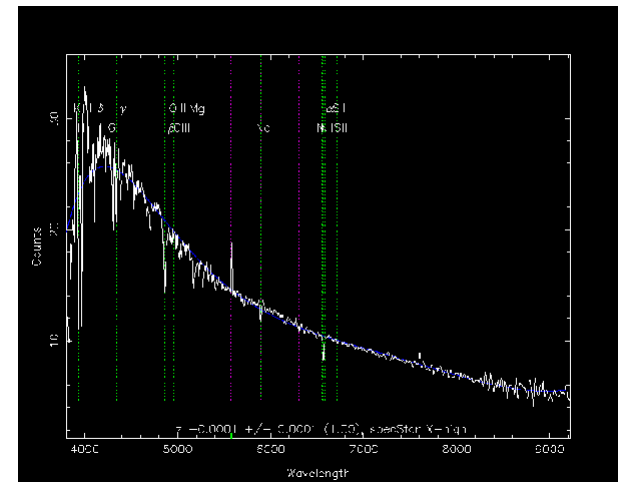
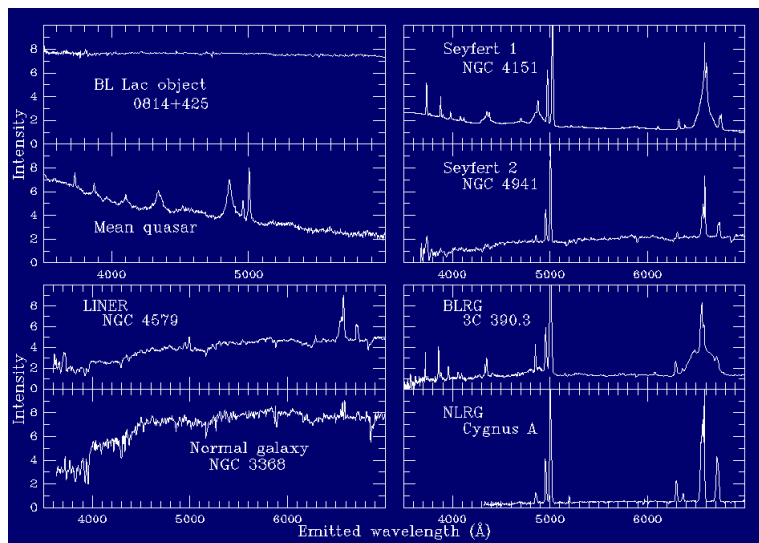


- ¡Espectros permiten obtener abundancias químicas!

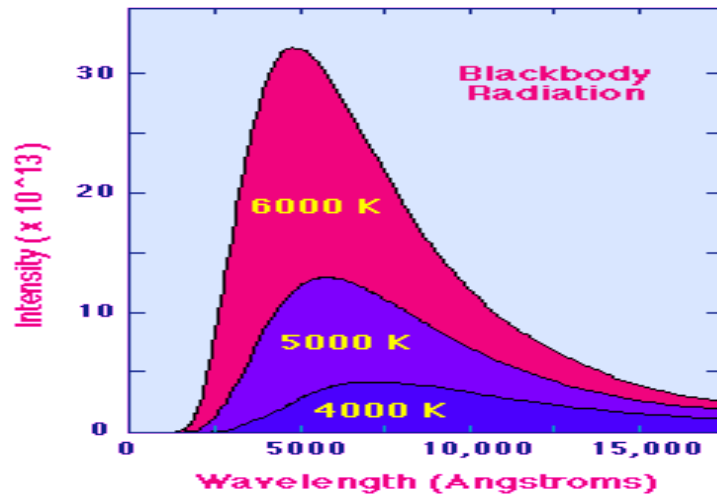


Espectro de “cuerpo negro”:

- Espectros de galaxias “activas”

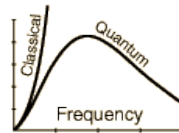


Espectro de “cuerpo negro”:



Espectro de “cuerpo negro”:

$$E(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1}$$

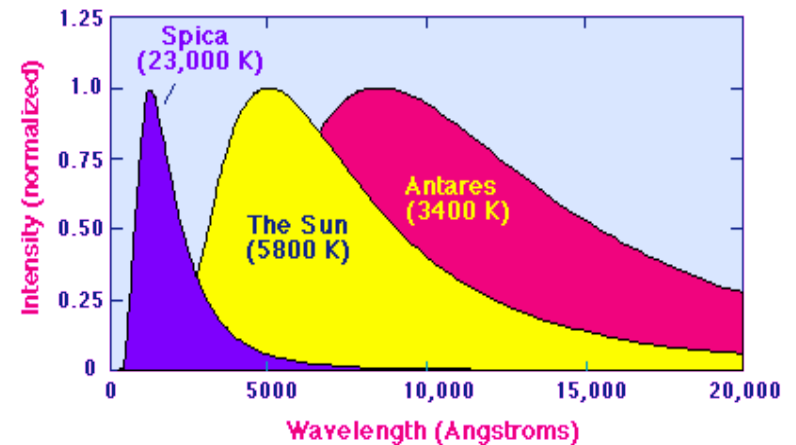


$$h = 6.625 \times 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{sec} \quad (\text{Planck Constant})$$

$$k = 1.38 \times 10^{-16} \text{ erg/K} \quad (\text{Boltzmann Constant})$$

$$c = 3 \times 10^{10} \text{ cm/sec} \quad (\text{Speed of Light})$$

Espectro de “cuerpo negro”:



Ley de Wien:

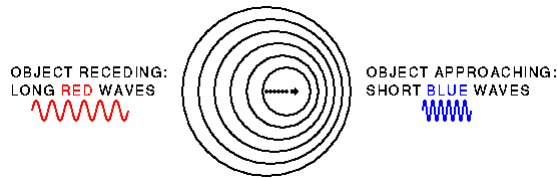
- La longitud de onda peak en la radiación de cuerpo negro es inversamente proporcional a su temperatura :

$$\bullet \quad \lambda_{\text{max}} \times T = 0.3 \quad [\text{cm K}]$$



Efecto Doppler:

- Características espectroscópicas de un objeto que se aleja (acerca) aparecen desplazadas hacia longitudes de onda mayores (menores)



Efecto Doppler:

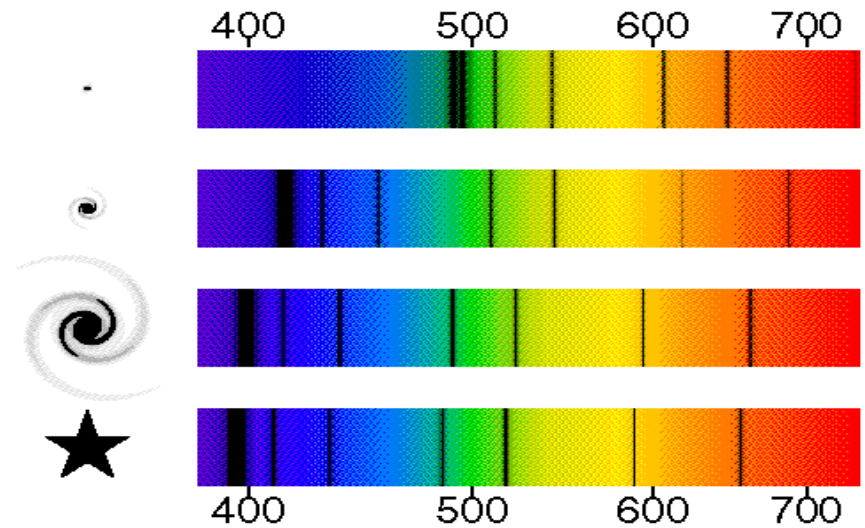
- Se define el corrimiento al rojo (“redshift”) como

$$1+z \equiv \frac{\lambda_{obs}}{\lambda_0}$$

- Para velocidades “pequeñas”:

$$z \approx \frac{v_r}{c}$$

Efecto Doppler:



Efecto Doppler:

- Se define el corrimiento al rojo (“redshift”) como

$$1+z \equiv \frac{\lambda_{obs}}{\lambda_0} \quad \frac{\lambda_{obs}}{\lambda_0} = \sqrt{\frac{1+v_r/c}{1-v_r/c}}$$

- Para velocidades “pequeñas”:

$$z \approx \frac{v_r}{c}$$

Efecto Doppler:

- Se define el corrimiento al rojo (“redshift”) como

$$1+z \equiv \frac{\lambda_{obs}}{\lambda_0}$$

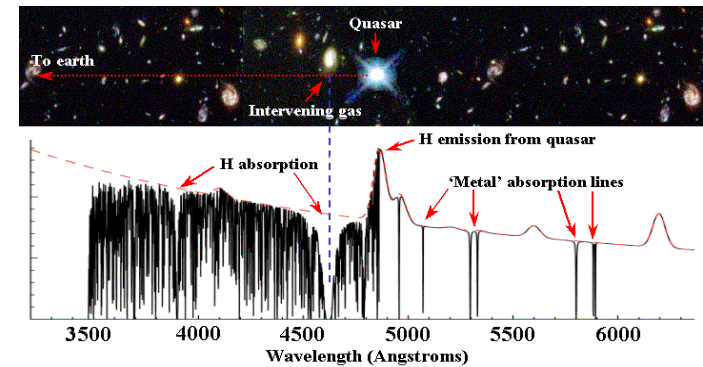
- Para velocidades “pequeñas”:

$$z \approx \frac{v_r}{c}$$

- Para velocidades “grandes”:

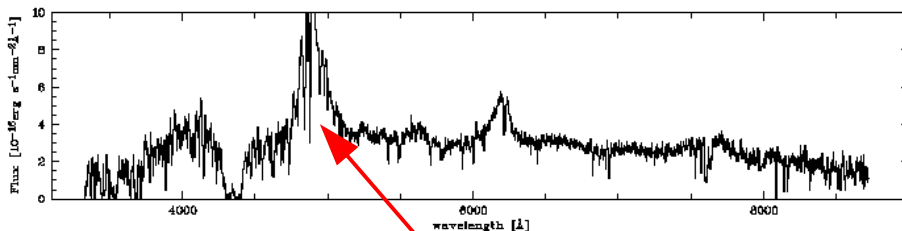
$$\frac{v_r}{c} = \frac{(1+z)^2 - 1}{(1+z)^2 + 1}$$

- Espectro de un cuasar

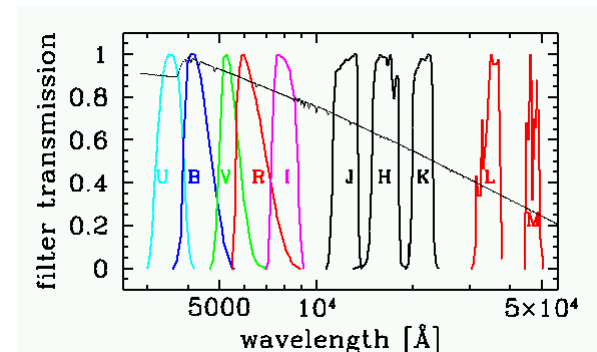


Filtros

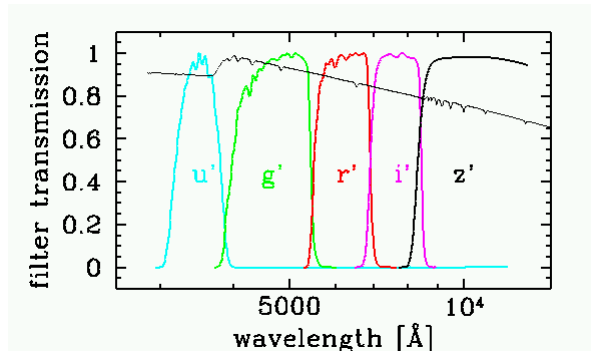
- Espectro de un cuasar



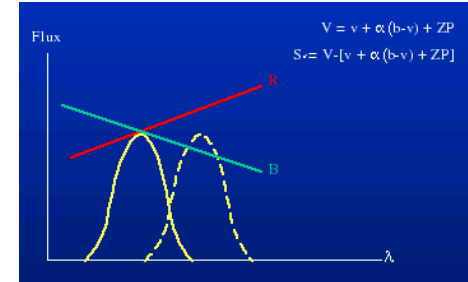
Es hidrógeno. Debería estar a 121 nm pero aparece a 500 nm !!



Filtros



Color



La 'herramientas' del astrónomo permiten obtener:

- Distancias (paralaje, y otros)
- Flujos (escala de magnitudes, color)
- Velocidades radiales (efecto Doppler)
- Temperatura (Ley de Wien, tipo espectral)
- Abundancias químicas (espectros)