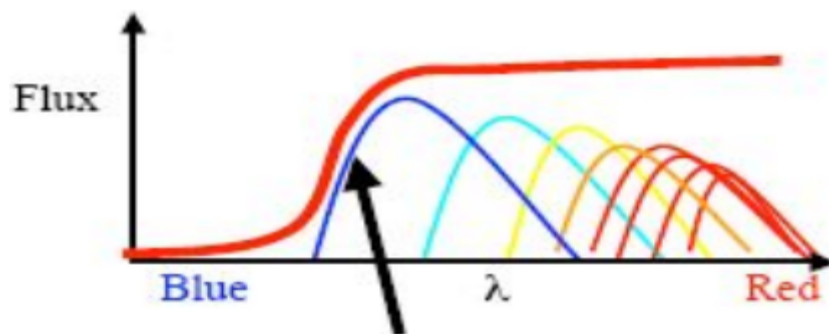


# Repaso - Espectros Galacticos

Para poder entender la formacion estelar en galaxias y los indicadores de las mismas, hay que primero entender los espectros asociados a las galaxias.

- El espectro de las galaxias esta formado por los miles de estrellas que conforman las galaxias mas las nubes moleculares y las regiones de formacion estelar.
- Los espectros nos indican 3 cosas:
  - La velocidad relativa de la galaxia
  - La tasa de formacion estelar
  - El promedio de edad de la poblacion estelar
- A su vez se examinan tres aspectos del espectro:
  - El continuo: Es la combinacion de varios espectros de cuerpo negro a lo largo de un rango de temperaturas. Basicamente seria la combinacion de espectros de radiacion de cuerpo negro de las estrellas. La combinacion de estas produce un espectro plano. Su mayor caracteristica es el break de los 4000 Amstrong.



Ahondamos sobre el breaking de los 4000: Este break es causado por

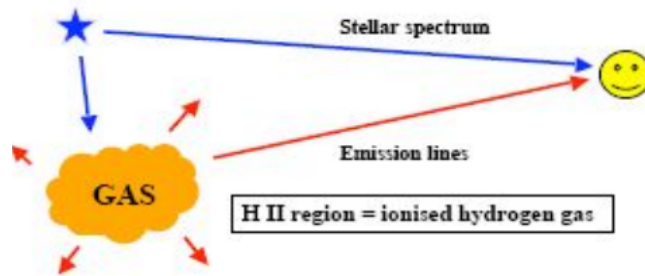
- Absorción, por parte de los metales en las atmosferas estelares, de la radiación de alta energía .
- Ausencia de estrellas azules calientes.

Algunas conclusiones que nos arroja el break de los 4000:

- Si el breaking es debido a la ausencia de estrellas azules, las cuales se encuentran mas que nada en los brazos de las espirales, tendríamos que un breaking pronunciado esta presente en las galaxias elípticas.
- Las espirales tendran un break 4000 debil.
- Las irregulares no lo tendran.
- Líneas de absorción: Los átomos y moléculas en una estrella absorben la luz con longitudes de onda específicas. Por otro lado, el gas frío interestelar absorbe longitudes de onda específicas (**Extinción**).

La **extinción** es un término utilizado en astronomía para describir la absorción y la dispersión de la radiación electromagnética emitida por objetos astronómicos. Estos fenómenos son debidos a la existencia de materia, principalmente gas y polvo, entre el objeto emisor y el observador.

- Líneas de emisión: Las estrellas jóvenes recién nacidas están sumergidas en gas. Las estrellas jóvenes masivas calientan este gas (lo ionizan) provocando que el gas emita en longitudes de onda específicas. Las famosas regiones HII son las correspondientes al hidrógeno ionizado por este proceso.



- Comparación entre las líneas de absorción y emisión.
  - Líneas de **Absorción**: Necesita **metales** en las atmósferas estelares o gas **frío** en el medio interestelar. Esto implica una población estelar **vieja**. Esto corresponde a las galaxias **elípticas** y a los **bulges** de las galaxias espirales.
  - Líneas de **Emisión**: Necesita gas calentado por estrellas de tipo O, B. Está asociado a estrellas jóvenes y a galaxias jóvenes **formadoras de estrellas**. Está asociado a galaxias **espirales e irregulares**.

Brevemente repasemos las estrellas O, B, estas son las estrellas más grandes y calientes.

- Estrellas O: presentan líneas, de absorción, relativamente débiles de **HeII** y **HeI** en sus espectros. En general se advierten pocas líneas espectrales, siendo las más nítidas las líneas de la serie de Balmer del **hidrógeno H**. Estas estrellas tienen temperaturas superficiales de unos 30.000 °K en promedio.
- Estrellas B: no se advierten líneas del HeII en sus espectros; sí en cambio del **HeI**. Las líneas del **H** han aumentado notoriamente en intensidad. También en esta clase el número de líneas es en general pequeño. Las temperaturas superficiales oscilan entre 13.000 y 20.000 °K.

- Características típicas de los espectros:

### Typical Spectral features

- Absorption

- Ca(H) = 3933.7Å
- Ca(K) = 3968.5Å
- G-band = 4304.4Å
- Mg = 5175.3Å
- Na = 5894.0 Å

- Emission

- O[II] = 3727.3Å
- Hδ = 4102.8Å
- Hγ = 4340.0Å
- Hβ = 4861.3Å
- O[III] = 4959.0Å
- O[III] = 5006.8Å
- Hα = 6562.8Å
- S II = 6716.0Å

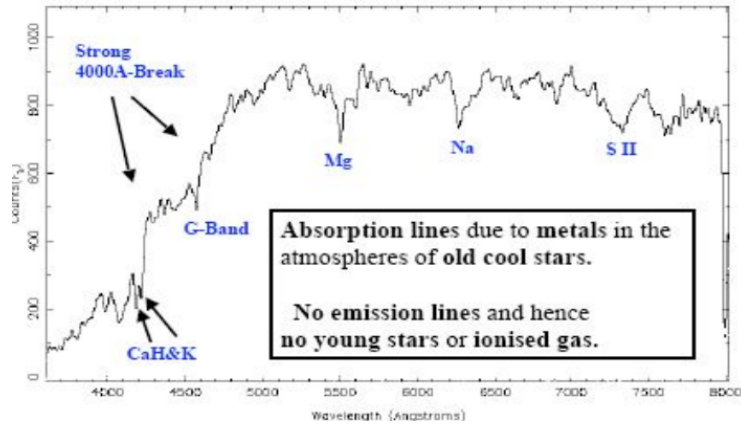
1 Angstrom = 0.1 nm =  $10^{-10}$  m

Brackets (e.g. O[III]) mean “forbidden lines”, emitted only at very low gas densities.

- Estos espectros que se ven acá están fuertemente relacionados con la clasificación de las estrellas que vimos antes.
- En el apartado de absorción podemos encontrar las líneas de calcio que corresponden a las estrellas F, G, además de la G-band (Banda del cianógeno 4300 Å).

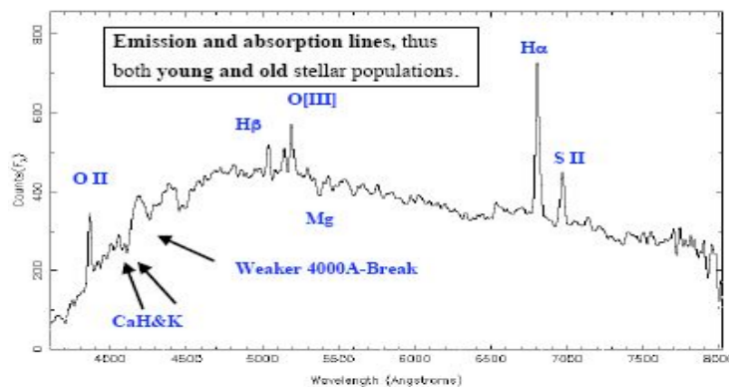
- $\text{Ca(H)}$  : Calcio Levemente ionizado
- $\text{Ca(K)}$  : Dos lineas espectrales del calcio ionizado.
- Ejemplos: Espectro de una galaxia eliptica vs espectro de una glaxia espiral.

### Example Spectrum: Elliptical



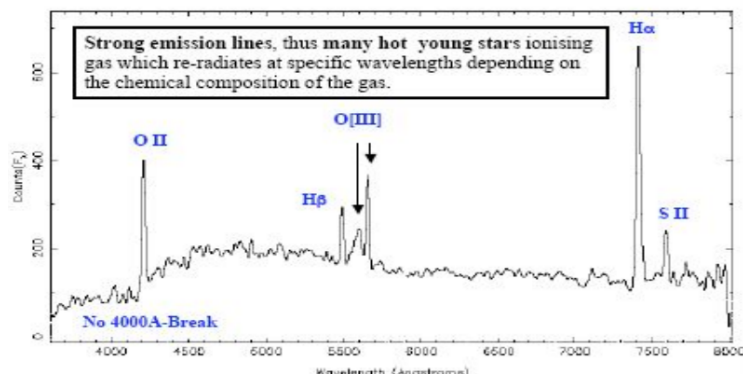
La figura muestra el espectro de una galaxia eliptica. Puede verse el break de los 4000 A, muy pronunciado. Tambien se ve la linea de absorcion de la G-Band y las lineas de absorcion del calcio ionizado. Podes pensar a las lineas de absorcion como la parte del espectro que va “hacia abajo”.

### Example Spectrum: Spiral



El quiebre de los 4000 es muy debil. Se observan lineas de emision del Oxigeno y el Hidrogeno.

### Example Spectrum: Irregular

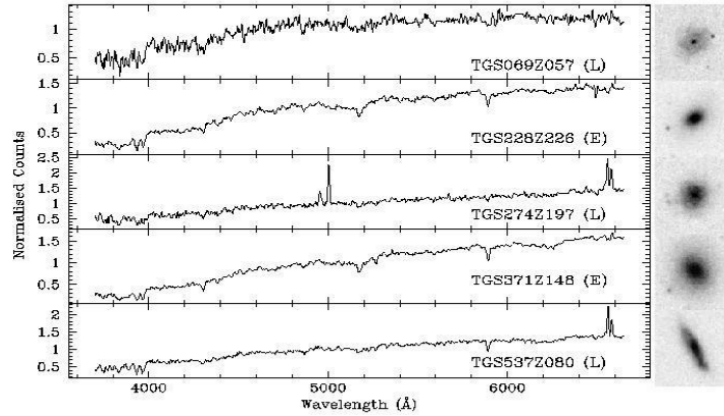


Finalmente vemos como bonus el espectro asociado a una galaxia Irregular. Este espectro esta caracterizado por Fuertes lineas de emision y un break 4000 inexistente.

Observese que en los espectros asociados de las galaxias Espirales e irregulares, la linea  $H_\alpha$  es la mas prominente. La siguiente mas relevante esta entre O[III] y O[II]. Recuerde que el corchete implica lineas prohibidas de la serie de Balmer.

Tenga en cuenta que a alto redshift estas lineas se van corriendo por lo cual las lineas optimas para la observacion son O[III] y O[II].

- Veamos ahora algunos espectros REALES:



El primer espectro es muy dificil de distinguir (De arriba hacia abajo). El segundo espectro tiene un break de los 4000 y parece tener lineas de Absorcion, por lo cual estaria asociado a una galaxia eliptica. El tercer espectro indica lineas de emision, aunque el break de los 4000 no estaria presente, seria una irregular talvez.

- Como podemos ver, estos espectros nos permiten hacer una clasificacion Morfologica. Un analisis en componentes principales seria ideal para hacer esta discriminacion.

## 1 Star Formation Rate