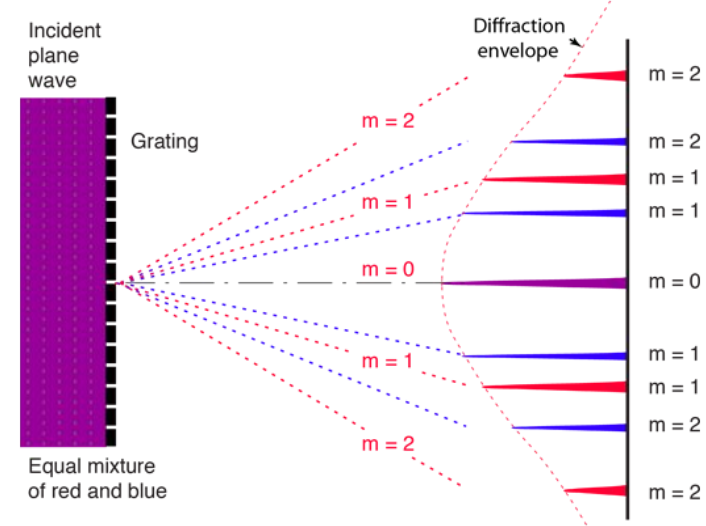


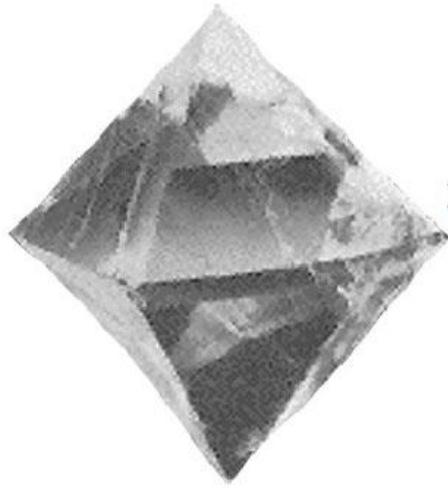
Redes de Difracción

- Las redes de difracción son herramientas que permiten para separar los colores de un haz de luz con una alta resolución gracias a la dispersión entre diferentes λ .
- Aplicaciones: medición de espectros atómicos (transiciones electrónicas).
- La alta resolución se logra mediante un gran número de rendijas que vuelve a los máximos principales muy finos e intensos.

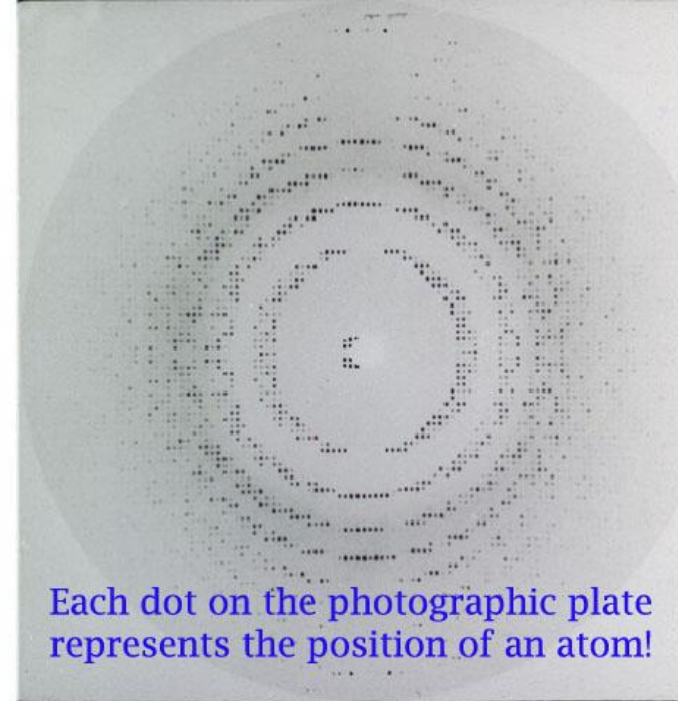


Ej: Difracción de Rayos X (0.01 to 10 nanometers)

X-ray beam



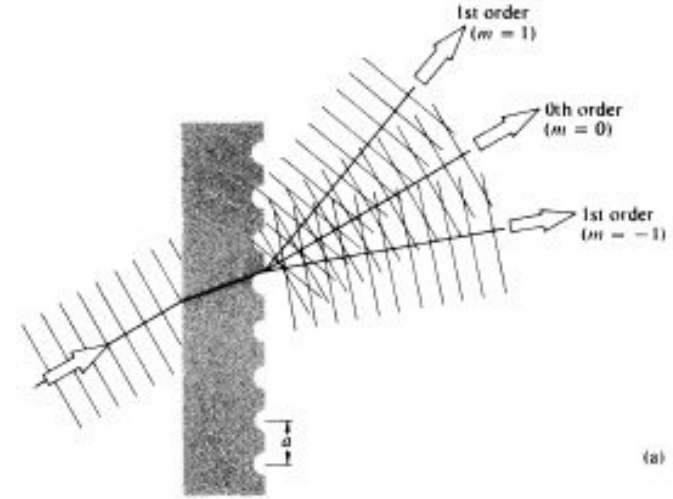
Diffracted X-ray beam



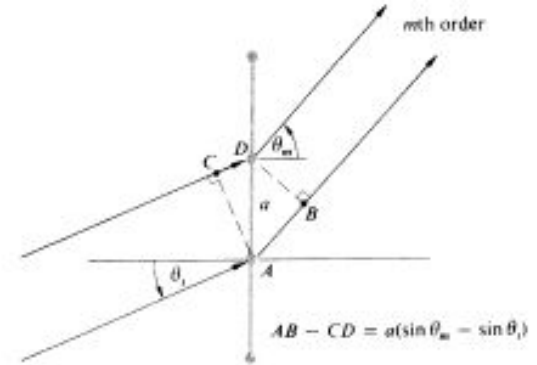
Each dot on the photographic plate represents the position of an atom!

Redes de transmisión

- Redes de transmisión: arreglos de rendijas múltiples.
- Piezas de material transparente (vidrio) con canaletas



(a)



(b)

Figure 10.28 A transmission grating.

$$I(\theta) = I_0 \left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2 \left[\frac{\sin N\alpha}{\sin \alpha} \right]^2$$

difracción

N interferencias

$$\alpha = \frac{\pi a}{\lambda} (\sin \theta - \sin \theta_0)$$

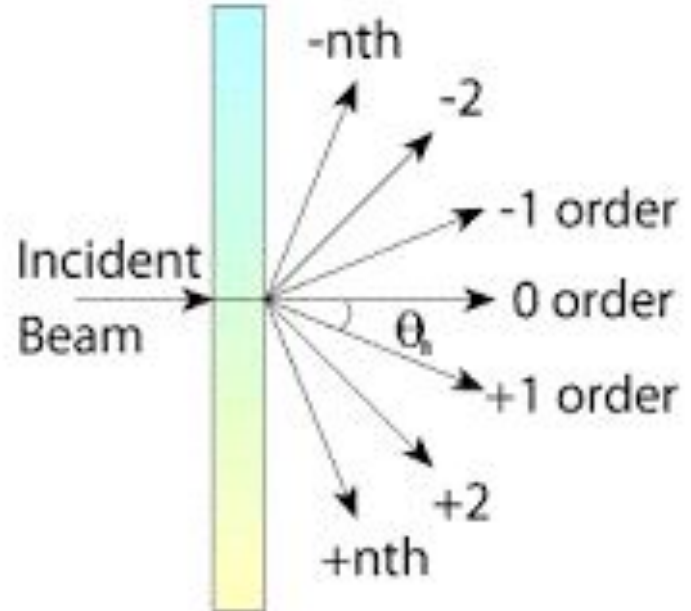
$$\beta = \frac{\pi b}{\lambda} (\sin \theta - \sin \theta_0)$$

si hay incidencia normal son 0

- La ecuación de una red de difracción de transmisión para un haz proveniente de una fuente lejana que incide sobre ella de manera perpendicular nos da la posición de los máximos principales θ_m .

$$a \sin \theta_m = m\lambda$$

Donde el parámetro a es la distancia inter-rendija y m es el orden.



Ecuación de una red (incidencia normal)

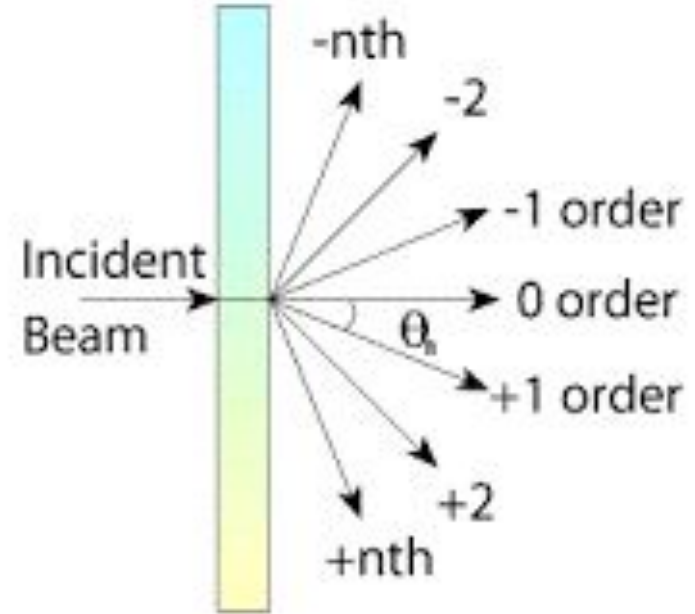
- Para cada red y una determinada longitud de onda, existe un máximo orden que se puede ver con incidencia normal.

- Este corresponde al mayor orden M tal que:

$$|\sin \theta_M| \leq 1$$

- En otras palabras

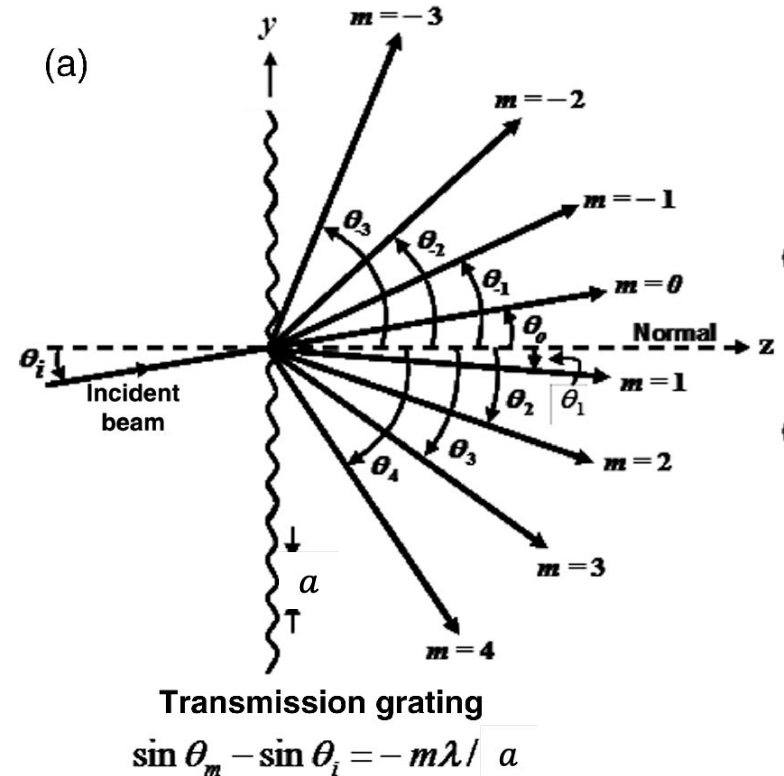
$$\frac{M\lambda}{a} \leq 1$$



Ecuación de una red (general)

- Para acceder a órdenes mayores al máximo en condiciones de incidencia normal, se hace incidir el haz de manera inclinada.
- La ecuación para incidencia no normal es:

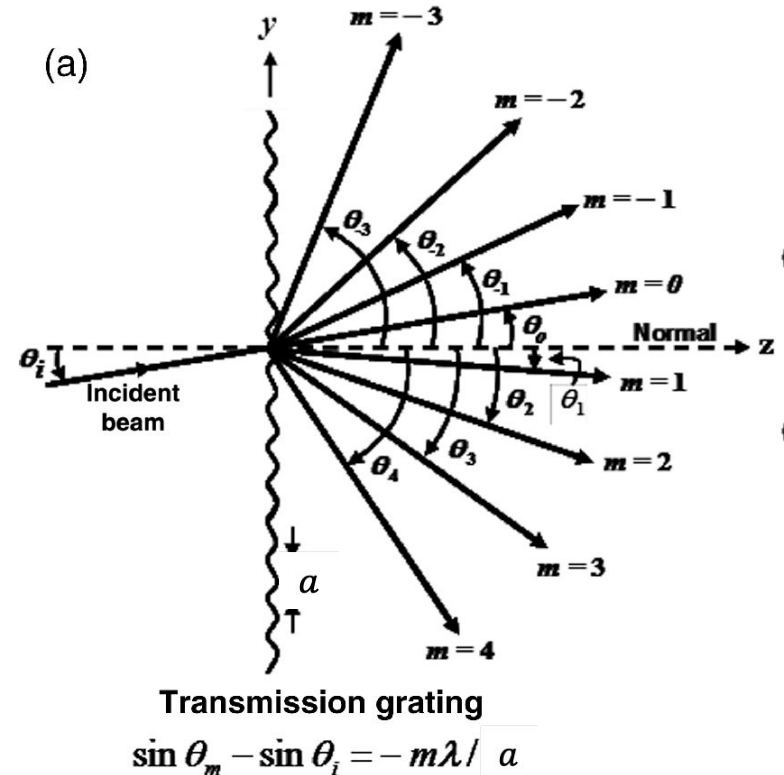
$$a(\sin \theta_m - \sin \theta_i) = m\lambda$$



Repaso: Ecuación de una red (general)

La ecuación de una red de difracción para incidencia general es:

$$a(\sin \theta_m - \sin \theta_i) = m\lambda$$



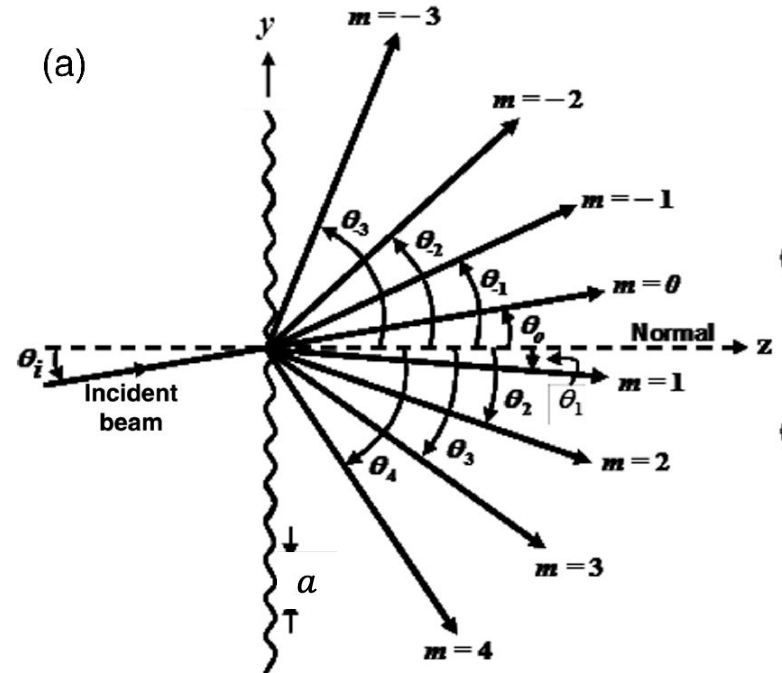
Ancho angular de una red

- El ancho efectivo de una línea espectral es la distancia angular entre los mínimos alrededor de un máximo principal:

$$\Delta\alpha = \frac{2\pi}{N}$$

- Para incidencia general α cambia un poco a:

$$\alpha = \frac{ka}{2} (\sin \theta - \sin \theta_i)$$



Transmission grating

$$\sin \theta_m - \sin \theta_i = -m\lambda / a$$

Dispersión angular

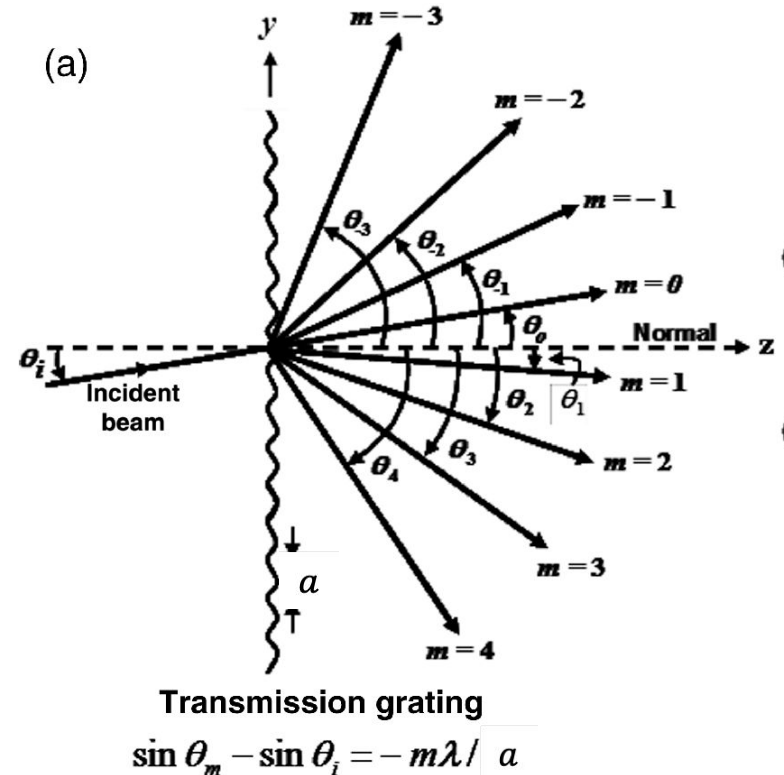
- La dispersión angular se define como:

$$\mathcal{D} \equiv d\theta/d\lambda$$

- Usando la ec. de la red, este valor queda:

$$\mathcal{D} = m/(a \cos \theta_m)$$

Más dispersión con mayor orden
Más dispersión con rendijas más
juntas



¿Cómo identificamos dos líneas espectrales vecinas?

Doblete del Sodio
589 y 589,6 nm



Poder resolvente y el criterio de Rayleigh

- Cuando la diferencia entre las λ s de dos líneas espectrales es tan pequeña que se superponen en parte, el pico resultante de cada una se vuelve ambiguo.
- El ***poder resolvente cromático*** de un espectrómetro se define como:

$$\mathcal{R} \equiv \lambda / (\Delta\lambda)_{\min}$$

donde $\Delta\lambda_{\min}$ es la menor diferencia de longitud de onda discernible y λ la longitud media

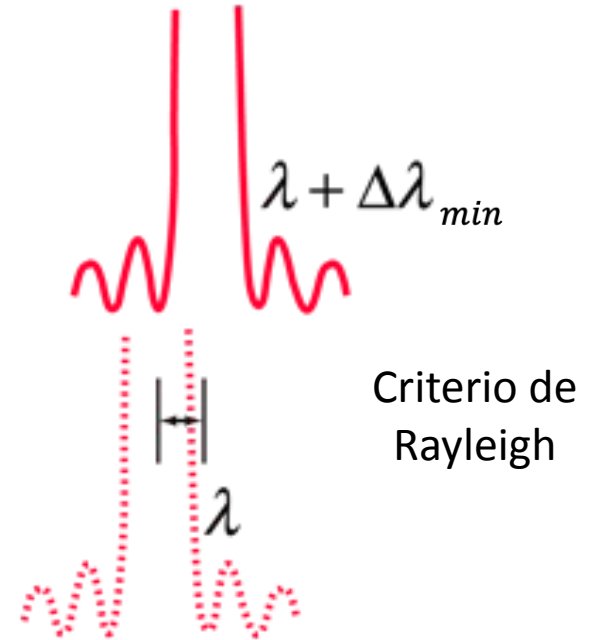
- El **criterio de Lord Rayleigh** para la resolución de dos líneas de igual densidad de flujo requiere que el máximo principal de una coincida en posición con el **mínimo adyacente al máximo** de la otra.

- Siendo el ancho de una línea:

$$\Delta\theta = 2\lambda / (Na \cos \theta_m)$$

- La distancia de una línea al primer mínimo adyacente es la mitad:

$$(\Delta\theta)_{\min} = \lambda / (Na \cos \theta_m)$$

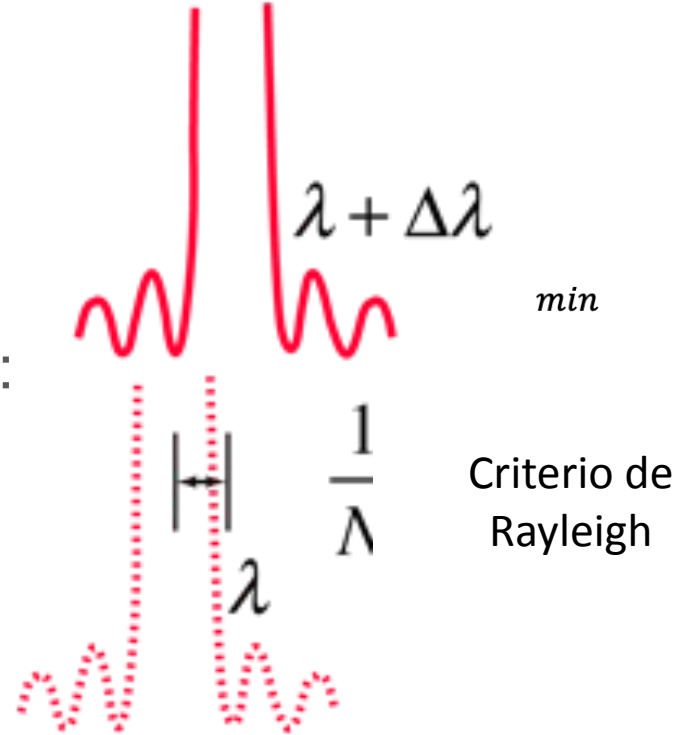


- Aplicando la definición anterior a la dispersión tenemos:

$$(\Delta\theta)_{\min} = (\Delta\lambda)_{\min} m / (a \cos \theta_m)$$

- Dividiendo las dos ecuaciones anteriores llegamos al poder resolvente:

$$\lambda / (\Delta\lambda)_{\min} = mN$$



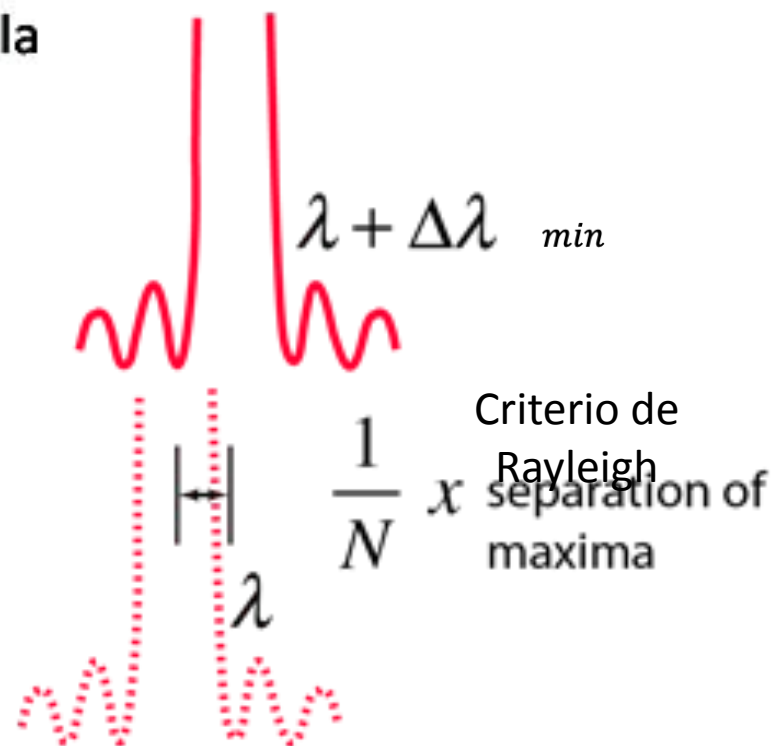
- Pero por la ecuación de red general:

$$a(\sin \theta_m - \sin \theta_i) = m\lambda$$

- Entonces, el poder resolvente en función de la posición queda:

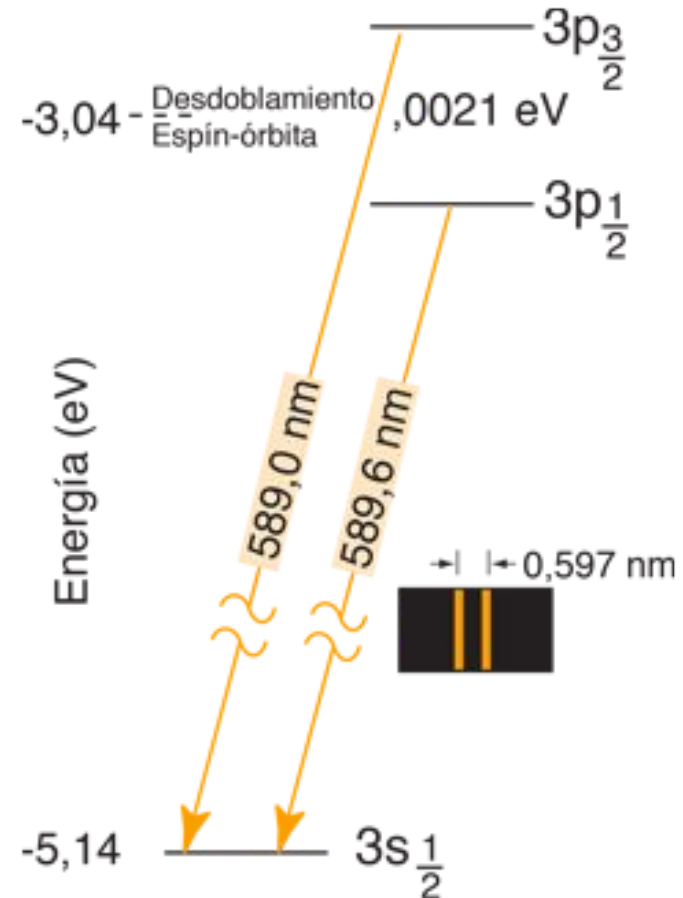
$$\mathcal{R} = \frac{Na(\sin \theta_m - \sin \theta_i)}{\lambda}$$

- Aumenta con Na , el ancho de la red.
- Aumenta con el orden
- Disminuye con λ



Pregunta

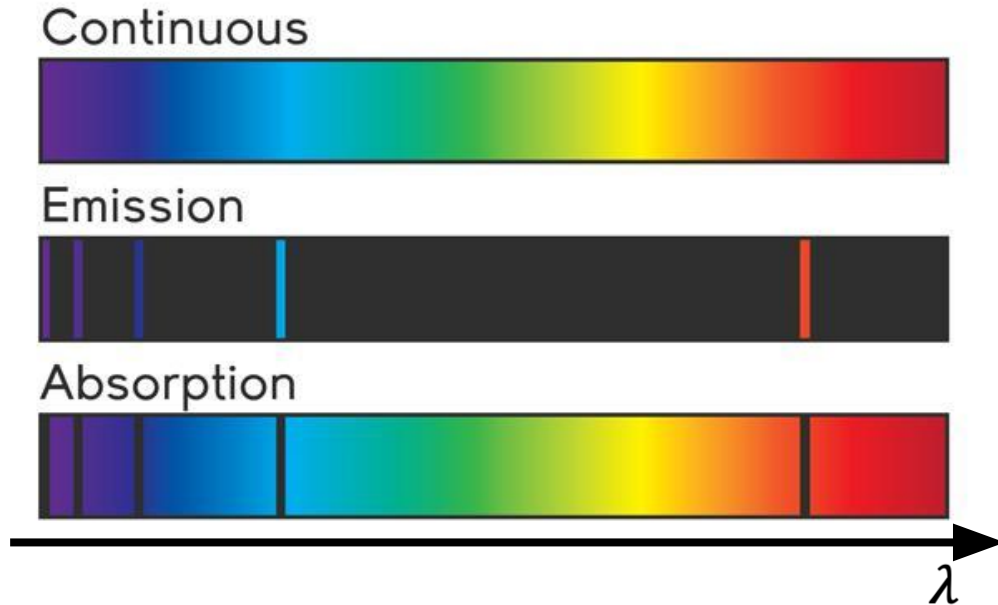
- ¿Qué poder resolvente aproximado necesitamos para discernir las dos líneas del doblete del Sodio ?



Espectroscopía

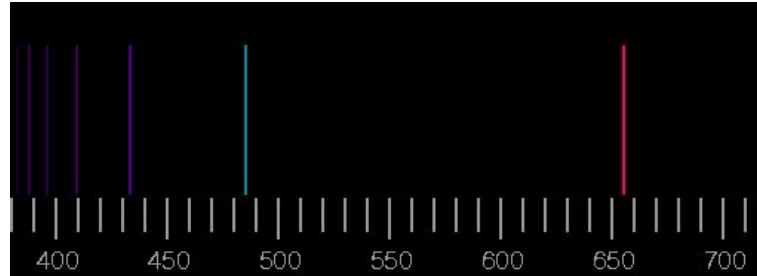
- Conjunto de métodos donde la interacción entre la radiación electromagnética y la materia es usada para obtener propiedades fundamentales.
- Tipos de espectro (Leyes de Kirchhoff):
 - Contínuo
 - Emisión
 - Absorción

Tipos de espectro en el rango visible

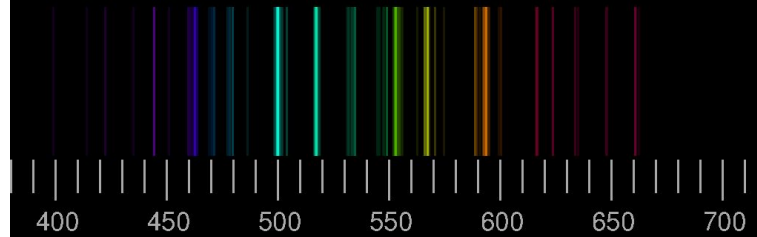


Espectros de emisión (rango visible)

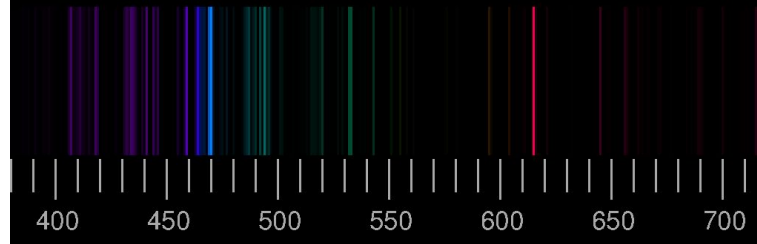
Hidrógeno



Nitrogeno

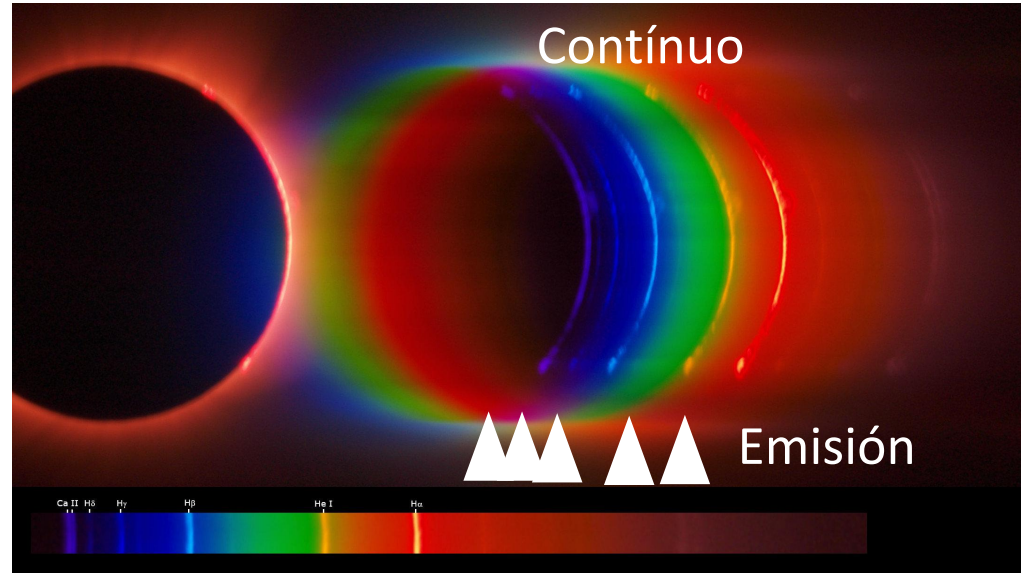


Oxígeno



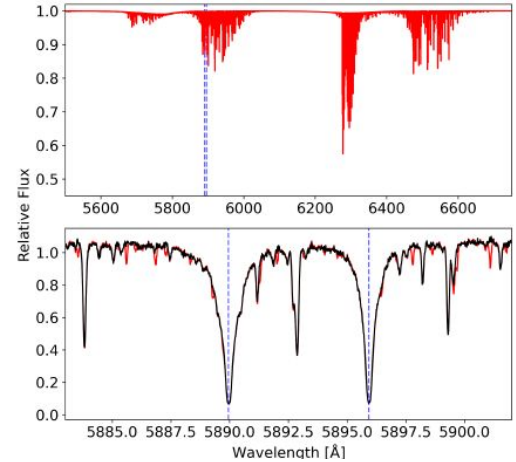
Espectro cromosférico solar en eclipse (2017)

- Espectro flash de la cromósfera solar (parte externa) durante eclipse total de sol en EEUU
- El espectro fue tomado durante 33 ms luego de la totalidad
- A la izquierda es el máximo central que concentra todas las longitudes de onda.
- A la derecha está el primer máximo principal de la red, el cual consta de un continuo más líneas de emisión
- Las líneas de emisión corresponden a:
 - a: Calcio (Violeta)
 - Hidrógeno (Violeta, Azul y Rojo)
 - Helio (Amarillo)



Hot Exoplanet Atmospheres Resolved with Transit Spectroscopy (HEARTS)

VII. Detection of sodium on the long-transiting inflated sub-Saturn KELT-11 b★



Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer

Supports open access