

Clase 10

Polarización y redes de difracción

Laboratorio de física 2 para químicos

1) Explicación teórica

I-Polarización: Ley de Malus [1,2]

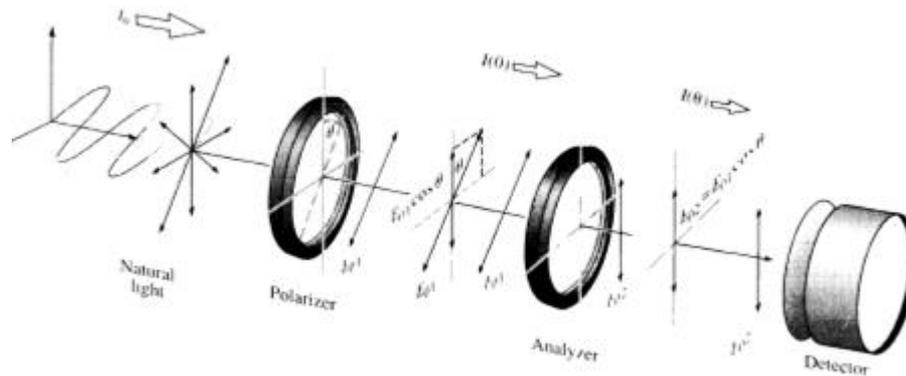
- La luz en una onda **transversal**, puesto que se propaga en dirección perpendicular al plano que determinan el campo eléctrico **E** y el magnético **B**, ambos de carácter vectorial.
- Las oscilaciones predecibles de los campos definen distintos estados de polarización de la luz, es decir, siempre paralelamente a una dirección fija es una **polarización lineal** o con el vector que describe la vibración rotando a una frecuencia dada alrededor de la dirección de propagación es una **polarización circular**.
- Tanto la luz lineal como circular se pueden considerar casos particulares de **luz elípticamente polarizada**.
- Un aparato óptico cuya energía de entrada es la luz natural y cuya salida es alguna forma de luz polarizada es un **polarizador**.
- Si se disponen dos polarizadores en forma consecutiva, se comprueba que la intensidad de la luz transmitida por el segundo polarizador (analizador) depende del ángulo θ que forman los ejes de polarización de ambos dispositivos.
- Esta relación viene expresada en la **Ley de Malus**:

$$I(\theta) = I_0/2 \cos^2(\theta)$$

Donde I_0 es la intensidad de la luz incidente inicial no polarizada.

1) Explicación teórica

II-Polarización: Ley de Malus



- La luz es emitida por la fuente de forma no polarizada, incide en el primer polarizador y se transmite linealmente polarizada, luego incide en el segundo polarizador, llamado analizador.
- El analizador cuenta con un sistema que permite medir el ángulo θ que forma su eje con respecto al eje del polarizador.
- Como detector se usa un fotómetro calibrado que recibe la luz y produce una señal que se asocia a un valor de intensidad.

Videos explicativos:

https://www.youtube.com/watch?v=LpZre_KIDM0

<https://www.youtube.com/watch?v=mJ6UVJbMzSw>

1) Explicación teórica



II-Redes de difracción

- Una red de difracción es una estructura repetitiva que se utiliza para introducir una perturbación periódica en un frente de onda.
- Entre las configuraciones más sencillas se encuentra la red plana de **transmisión** formada por una serie de rendijas idénticas y equiespaciadas.
- Si un frente de ondas plano incide sobre una red y observamos la difracción de Fraunhofer en una pantalla alejada, la distribución de intensidad la podemos expresar por:

$$I = I_o \left(\frac{\text{sen } \beta}{\beta} \right)^2 \left(\frac{\text{sen } N\alpha}{\text{sen } \alpha} \right)^2$$

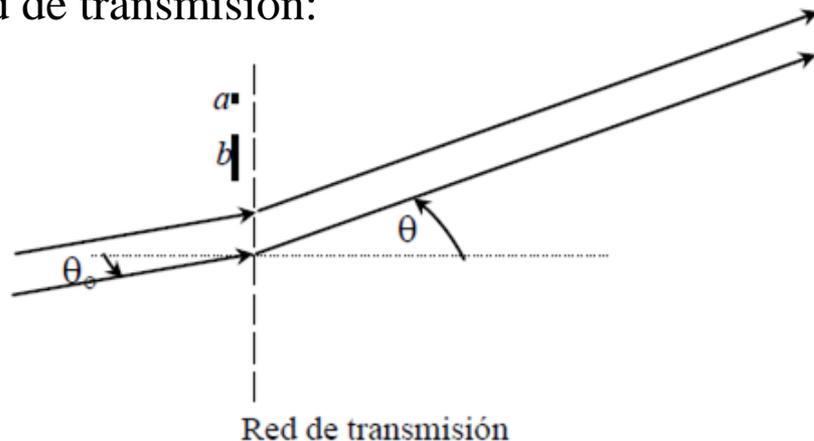
donde $\beta = (\pi a/\lambda)(\text{sen}\theta - \text{sen}\theta_0)$; $\alpha = (\pi b/\lambda)(\text{sen}\theta - \text{sen}\theta_0)$, λ es la longitud de onda., θ_0 es el ángulo que forma el haz incidente con la red y θ es el ángulo que forma el haz que estamos observando sobre la pantalla.

- El primer factor entre paréntesis está referido a la **difracción** producida por cada rendija de ancho a presente en la red.
- El segundo factor proviene de la **interferencia** entre las N rendijas de la red, las cuales se hallan separadas por una distancia b .

1) Explicación teórica

II-Redes de difracción

Geometría de red de transmisión:



- Al variar θ esta intensidad irá cambiando haciéndose máxima o mínima (cero) para valores específicos de α y β determinando una serie de máximos principales en la pantalla de observación (existen máximos secundarios mucho menos intensos entre los máximos principales).
- A su vez cada rendija produce sobre la pantalla el patrón de difracción característico de una rendija.
- El resultado de esta combinación es la **interferencia** de las múltiples rendijas modulada por la figura de **difracción**.
- Dado que en este caso la campana central de **difracción** es mucho más ancha que la separación entre los máximos de **interferencia**, los órdenes que usualmente se ven con una red son los provenientes de la **interferencia** producida por las N rendijas.

1) Explicación teórica

II-Redes de difracción

□ Si nos concentramos entonces en el factor de **interferencia** encontramos que se hace máximo cuando se cumple que:

$$\alpha = m \pi$$

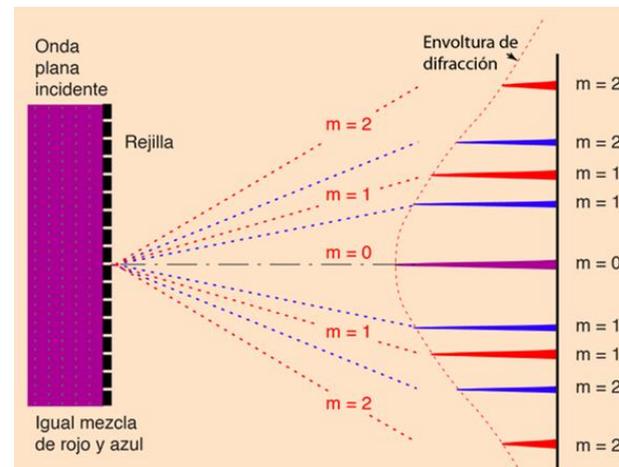
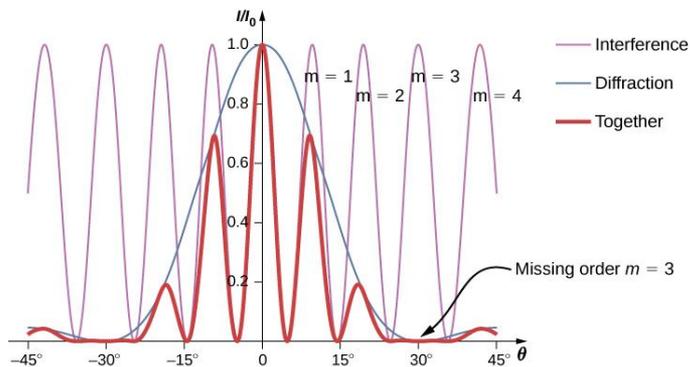
$$m = 0, \pm 1, \pm 2$$

□ **m** se denomina orden de **interferencia**. Reemplazando en la expresión de α resulta que:

$$\boxed{\text{sen } \theta_m - \text{sen } \theta_0 = m \lambda / b} \quad \text{Ecuación de la Red}$$

donde el ángulo θ_m correspondiente al máximo de interferencia **m**.

Observación: si el haz incidente no es monocromático, esta expresión vale para cada longitud de onda presente en el haz.



La red difracción es una herramienta que sirve separar los colores de la luz incidente.

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/phyopt/grating.html>

<http://materias.df.uba.ar/f2qa2018c1/2018/06/page/2/>

2) Objetivos de la práctica



I-Polarización: Ley de Malus

Estudiar la ley de Malus variando el ángulo entre polarizadores y midiendo la intensidad resultante.

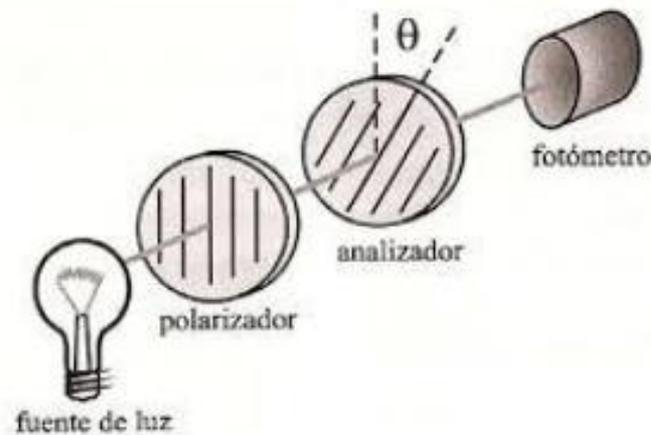
II-Redes de Difracción

Se propone medir el espectro emitido por una lámpara de sodio utilizando redes de difracción. Como extra, se propone también determinar los límites del espectro visible usando una fuente de luz blanca.

3) Arreglo experimental:

I-Polarización: Ley de Malus

- Armar el experimento según la figura en un banco óptico
- El analizador debe tener un goniómetro para poder medir el ángulo entre polarizadores.
- El detector denominado fotómetro se debe conectar a la placa del sensor DAQ para adquirir las mediciones en el programa Motion DAQ.
- Variar el ángulo del analizador y medir la intensidad de la luz.
- Graficar I vs $\cos^2(\theta)$ ¿Qué puede analizar de los resultados obtenidos? Realizar un ajuste.
- Graficar I vs $\cos(\theta)$ ¿Qué forma de curva espera obtener? Realizar un ajuste.
- Graficar I vs θ ¿Qué función representa esta curva?

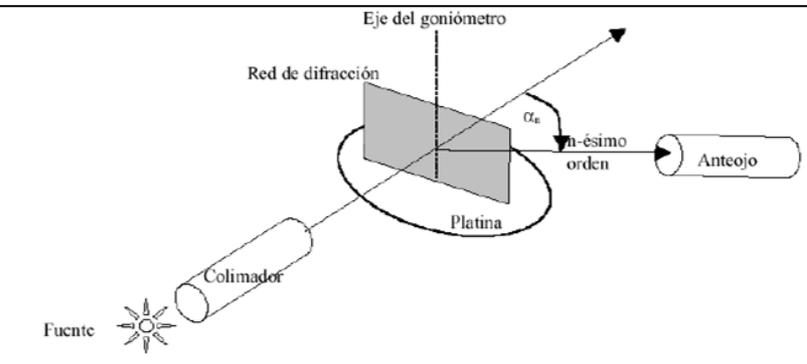


3) Arreglo experimental:

II-Redes de difracción

Experimento:

Esquema:



Red de difracción:

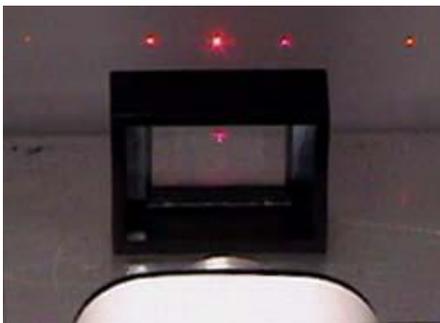
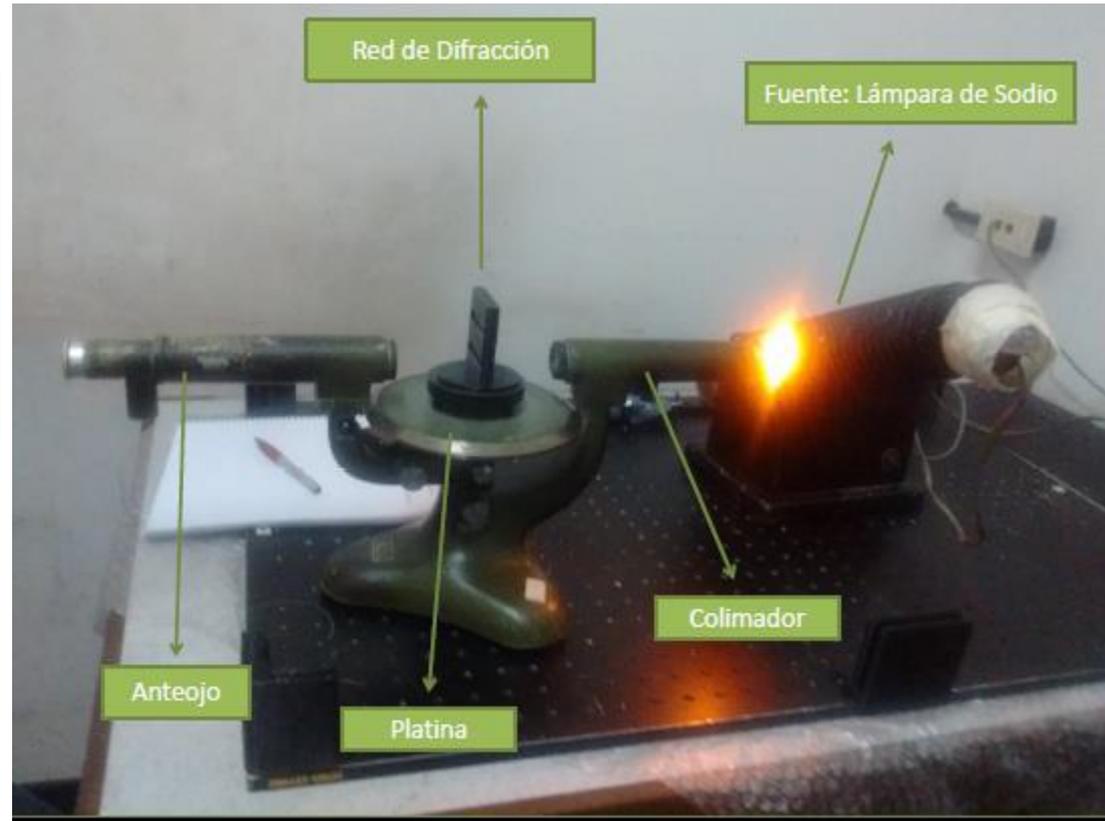


Foto del experimento:



Observación: Es necesario calibrar el goniómetro previamente a la medición.

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/phyopt/grating.html>

3) Arreglo experimental:

II-Redes de difracción



- Calibrar el goniómetro:
 - Enfocar el anteojo mirando un objeto distante (enfoco a infinito) y desplazando el ocular del tubo hacia el/la observador/a.
 - Enfrentar el colimador al anteojo para enfocar el colimador y desplazar la rendija.
 - Colocar la red sobre la platina de forma perpendicular al haz incidente y bien centrada ($\theta_0 = 0$) para evitar tener un ángulo de incidencia.
 - Chequear que la imagen de la rendija a través de la red se halle centrada y paralela al eje vertical del retículo.
 - Colocar la lámpara de sodio, prendida unos minutos antes para que entre en régimen.
 - Medir los ángulos de las intensidades de la lámpara de sodio, moviendo el anteojo e identificando cada orden de interferencia.
 - Graficar $\sin\theta$ vs m/b , donde m es el orden de interferencia ¿Qué se obtiene de la pendiente?
- Recordar:
- Distancia entre rendijas: $b = 1\text{mm}/\#\text{líneas}$ (ver qué cantidad de líneas tiene la red de difracción empleada)
 - Se debe realizar un gráfico por **cada longitud** de onda que se busca
 - La lámpara de sodio tiene dos longitudes de onda correspondientes al amarillo. Estas son muy cercanas e intensas y puede no ser posible resolverlas en el primer orden de interferencia. ¿Se observan otros colores además del amarillo? ¿Cuáles y por qué?

Pausa

Volvemos en 10 min

Armado de salas de trabajo con Zoom en grupos de 2 personas

Subir figuras a:

<https://docs.google.com/document/d/12S9BMXXVVhmDiCm-NP7Njs54st0vFtLfhCYGVtZCC6c/edit?usp=sharing>

Trabajo en salas por 1 hora