
CUESTIONARIO

Andrés Gómez Arias
andresgz@ciencias.unam.mx

Stefan Daniel Nellen Mondragón
stefan_nellen@ciencias.unam.mx

20 de noviembre de 2020

• **¿Si tuvieran la oportunidad de estar en el laboratorio, que materiales utilizarían?. Hacer una lista.**

- Riel óptico en una mesa óptica.
- Diafragmas.
- Rejillas de difracción de alta calidad.
- Láseres de operación continua de diferentes longitudes de onda.
- Polarizadores para ajustar la intensidad del láser.
- Sensores ópticos para analizar detalladamente el patrón de interferencia.

• **¿Que otro tipo de láseres podrían utilizar?**

Se podrían utilizar láseres en distintas regiones del espectro visible, como rojo y violeta (nosotros usamos un láser verde con $\lambda = 532 \text{ nm}$), pero también se podría haber en un caso más imaginativo un láser ultravioleta. Para un rendija de mayor grosor se puede usar también un láser infrarrojo (como el control remoto de una televisión) o un láser de microondas (véase la pregunta 4).

• **¿Tiene alguna implicación el tamaño de los surcos en el CD y DVD?**

Si. La siguiente ecuación describe la distribución de intensidad de una doble rendija de ancho D

$$I(\theta) = 4I_0 \cos^2 \left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin(\theta) \right) \left[\frac{\sin \left(\frac{\pi a}{\lambda} \sin(\theta) \right)}{\frac{\pi a}{\lambda} \sin(\theta)} \right]^2, \quad (1)$$

donde los máximos ocurren en

$$d \sin(\theta) = \pm n\lambda. \quad (2)$$

En la región de Fraunhofer se aproxima

$$\sin(\theta) = \frac{L}{\sqrt{L^2 + D^2}}, \quad (3)$$

con L la distancia horizontal sobre la pantalla y D la distancia de la rendija a la pantalla.

Podemos observar que en la región de Fraunhofer los máximos se distribuyen como

$$L_n = M_n D, \quad (4)$$

con $M_n = 1/\sqrt{(d/n\lambda)^2 - 1}$ y L_n la distancia al n -ésimo máximo. La distancia al máximo únicamente depende de λ y d , así que en este límite el tamaño de los surcos no afecta la distribución de máximos. La presencia del ancho de rendija, a , en la ecuación 2 indica que el ancho afecta a la intensidad. El efecto del ancho es modular la intensidad

(disminuyéndola en este caso), ya que el factor $\left[\frac{\sin \left(\frac{\pi a}{\lambda} \sin(\theta) \right)}{\frac{\pi a}{\lambda} \sin(\theta)} \right]^2$ es siempre menor o igual a 1. En particular crea otros puntos mínimos más pequeños, pero en general no cambia la localización de los máximos originados por el factor de $\cos^2(\pi d \sin(\theta)/\lambda)$. El largo de los surcos no aparece en la ecuación, pues no se contemplan efectos en una tercera dimensión, sin embargo, mientras la sección transversal del láser sea suficientemente grande (i.e. mucho más grande que la distancia entre surcos sobre la espiral) los efectos que puedan ser causados por esta estructura son despreciables.

- ¿Qué pasaría con la difracción, si utilizaran una longitud de onda λ mayor y menor a la empleada en su experimento?

Al analizar la fórmula presentada en la pregunta anterior

$$L_n = M_n D, \quad (5)$$

con L_n el n -ésimo máximo, D la distancia del disco a la pantalla y M_n la pendiente adimensional

$$M_n = \frac{1}{\sqrt{(d/n\lambda)^2 - 1}} = \frac{\lambda}{\sqrt{(d/n)^2 - \lambda^2}}. \quad (6)$$

Notamos que para $\lambda > d/n$ la pendiente se vuelve imaginaria, que físicamente se traduce a que no existe el n -ésimo máximo. En particular para $\lambda > d$ no hay ningún máximo (Excepto el central, $n=0$, que siempre está en $L_0 = 0$). Esto tiene sentido físico debido, ya que para que de entrada se tenga difracción se necesita que la longitud de onda λ sea comparable con el tamaño del objeto difractante, el cual es caracterizado por la separación entre rendijas d . En nuestro caso se tendrán valores esperados (nominales) de

$$d_{CD} = 1,6 \mu\text{m} = 1600 \text{ nm}, \quad d_{DVD} = 0,74 \mu\text{m} = 740 \text{ nm}, \quad \lambda = 532 \text{ nm}. \quad (7)$$

Por lo que $\lambda < d_{CD}/n$ se cumple para $n = 0, 1, 2$. Es decir, sólo se tiene el máximo central, el primero y el segundo máximo para el CD. Por otro lado $\lambda < d_{DVD}/n$ se cumple sólo para $n = 0, 1$. Sólo está el máximo central y el primer máximo.

Tomar una longitud de onda mucho menor podría haber permitido observar otros máximos, pero por otro lado habría disminuido el valor de M_n (tiende a cero cuando $\lambda \rightarrow 0$). La consecuencia de esto es que los máximos no se puedan distinguir, pues su distancia disminuye con λ . Tomar una longitud de onda mucho mayor (más de 740 nm) podría haber hecho los máximos ya no existan. En general se podría haber variado en el espectro del visible (entre 400 nm y 700 nm) sin problemas y aún encontrar el primer máximo $n = 1$.

- ¿Cuál es la diferencia de esta difracción en el visible, con respecto a la que se presenta en los rayos x, de electrones y de microondas?

En general varía la longitud de onda, la cual cambia la pendiente M_n (hace los máximos más separados o mas juntos, dependiendo de si λ es mas grande o más chico). En algunos casos, como en el infrarojo o microondas, con longitud de onda mayor a 700 nm habría que tomarse una rendija diferente, con una separación d mayor. O bien, si la longitud de onda es demasiado chica, como en rayos x o electrones, como para que M_n sea muy chica y haga que las separaciones L_n sean muy cercanas a cero, habría que tomarse una rendija más chica.

También, dependiendo de la naturaleza de la onda se tendrían que haber utilizado otros tipos detectores. Así también se tendrían que haber utilizado otro tipo de rendijas, pues podría ser que el material no es opaco para el tipo de onda.