Guía 7: Ondas

Problema 1:

Determinar cuáles de las siguientes expresiones matemáticas pueden representar ondas viajeras unidimensionales, físicamente razonables.

a) $\varphi(x,t)=A\ e^{-\alpha(x-ct)}$ b) $\varphi(x,t)=A\ (x-ct)^n$

c) $\varphi(x,t)=A\ e^{-\alpha(x-ct)^2}$ d) $\varphi(x,t)=A$ sen $[k(x-ct)]$

e) $\varphi(x,t)=A$ log $[k(x-ct)]$ f) $\varphi(x,t)=A$ sen $[\alpha(x^2-c^2t^2)]$

g) $\varphi(x,t)=A\ (x-ct)$ h) $\varphi(x,t)=A\ (x+ct)^{1/2}$

Problema 2:

Sean las siguientes dos ondas:

$\varphi_1(x,t)=A_1$ sen $(\omega t-kx+\varepsilon_1)$ y $\varphi_2(x,t)=A_2$ sen $(\omega t-kx+\varepsilon_2)$

ε_1 y ε_2 son independientes del tiempo. Estas dos ondas se superponen interfiriendo entre sí.

a) Determine la perturbación resultante.
b) Hágalo en particular para los siguientes valores de los parámetros: ω=120 1/s, A_1=6, A_2=8, ε_1=0, ε_2= π/2, λ= 2cm.
c) Grafique cada función de onda y la resultante en función de la posición x (para t=0) y en función del tiempo t (para x=0).

Problema 3:

Se superponen dos ondas longitudinales armónicas de la misma frecuencia, igual dirección de propagación y ambas de amplitud A. Si la amplitud de la onda resultante es A, ¿cuánto vale la diferencia de fase entre ambas ondas?

Problema 4:

Sea una onda transversal descripta por:

$$\varphi\ (x,t) = 4\text{cm} \cdot \cos\ [2\pi(t/0.05\text{s} - x/0.25\text{cm})]$$

a) Diga cuánto vale la velocidad de propagación, la frecuencia, la longitud de onda, el número de onda y la fase inicial de esta onda.
b) Considere una partícula del medio en que se transmite la onda ubicada en x=0cm y otra en x=10 cm. En el instante t=0, ¿cuál es la diferencia entre las velocidades de oscilación transversal de ambas partículas? ¿Cuál es la diferencia entre las fases de los movimientos oscilatorios de dichas partículas?

Problema 5:

Una cuerda oscila transversalmente de modo que la perturbación está dada por:

$$\varphi\ (x,t) = 0.5\text{cm} \cdot \text{sen}\ (1.26\ x/\text{m} - 12.57\ t/\text{s} + \varphi_0)$$

Se sabe que en el punto x=1.5 m y en el instante t=0.4 s, la cuerda tiene velocidad negativa y desplazamiento nulo. Calcule:

a) la frecuencia de la oscilación.
b) la longitud de onda.

c) la fase inicial φ_0.

Problema 6:

El extremo de un tubo delgado de goma está fijo a un soporte. El otro extremo pasa por una polea situada a 5 m del extremo fijo y se cuelga de dicho extremo una carga de 2 kg. La masa del tubo entre el extremo fijo y la polea es 0.6 kg. Una onda armónica transversal de 1 mm de amplitud y longitud de onda 30 cm se propaga a lo largo del tubo.

a) Calcule la velocidad de propagación de dicha onda.
b) Escriba la ecuación que describe la onda.
c) Calcule la velocidad transversal máxima.

Problema 7:

La ecuación de una onda de presión en una columna de gas es:

$$P = A_p \text{ sen } \{2\pi\ (x/\lambda - t/\mathrm{T})]$$

donde P es la presión medida respecto a la presión del equilibrio.

a) Halle la expresión para las ondas de desplazamiento.
b) Muestre que las ondas de desplazamiento están desfasadas en $\pi/2$ respecto de las ondas de presión.

Problema 8:

Encuentre la resultante de las siguientes dos ondas:

$$\varphi_1(x,t)=A \cos (kx + \omega t) \qquad \text{y} \qquad \varphi_2(x,t)=A \cos (kx - \omega t)$$

Describa y grafique la onda resultante. ¿Se obtiene una onda viajera?

Problema 9:

Sea una cuerda de densidad lineal de masa 0.2 kg/m y longitud de 80 cm sometida a una tensión de 80 N.

a) Calcule la velocidad con que se propagan ondas en esta cuerda.
b) Si un extremo de la cuerda se sujeta a un sopore ideal (o sea un soporte tal que la onda incidente en él se refleja totalmente) y el otro extremo se mueve de modo de generar una onda armónica φ_1 que se propaga por la cuerda, escriba entonces la expresión para las ondas estacionarias que resultan. Considere $\varphi_1\,(x,t) = A_1 \cos (\ kx + \omega t + \pi\ )$.
c) En lugar de hacer lo indicado en el punto a), ambos extremos se sujetan a soportes ideales y se deforma la cuerda de modo de generar ondas estacionarias. Encuentre la frecuencia y longitud de onda fundamental y las armónicas. Dibuje los primeros tres modos de oscilación de la cuerda.
d) Si en las condiciones de c) la cuerda está inicialmente deformada adoptando la forma de su tercer modo normal y con una amplitud de 4.5 mm, diga cuál será la frecuencia de la oscilación y calcule el valor máximo de la velocidad transversal de la cuerda.

Problema 10:

En un tubo cilíndrico cerrado que contiene aire (ρ_a = 1.2 kg/m^3; ν_a = 330 m/s), la distancia entre dos nodos consecutivos de una onda acústica estacionaria producida en ambos extremos es de 20 cm. Determine:

a) la frecuencia de la onda sonora.
b) la amplitud máxima de la onda de presión si la amplitud máxima de la onda de desplazamiento es de 10 μm.
c) la intensidad de energía de la onda sonora.

Problema 11:

Explique por qué se oye la vibración de un diapasón. ¿Cuánto valen las frecuencias límites que estimulan al oído humano? ¿Por qué es conveniente adosar el diapasón a una caja de resonancia?

Problema 12:

a) Una cuerda de violín de 30 cm de longitud emite la nota La_3 (440 1/s) en su modo fundamental. Calcule las modificaciones que deben realizarse en la longitud para que dé las notas Si_3 (495 1/s) , Do_3 (528 1/s) y Re_3 (594 1/s), todas en su modo fundamental.
b) Para una dada cuerda (o sea si su longitud, densidad lineal y tensión son fijas), ¿el sonido emitido es de una única frecuencia o es la superposición de armónicos? En caso que sea la superposición, ¿a cuál de las frecuencias armónicas corresponde el tono del sonido?

Problema 13:

a) ¿Cuánto vale la menor longitud que puede tener un tubo de órgano abierto en ambos extremos para que produzca en el aire un sonido de 440 Hz?
b) ¿Qué longitud deberá tener un tubo de órgano cerrado para que produzca el mismo tono que en a) en su primer armónico?
c) Si la cuerda de un violín tiene 50 cm de longitud y una masa de 2 g, ¿qué tensión debe aplicársele para que produzca la misma nota que en a) como su modo fundamental?
d) Calcule la longitud de onda de la oscilación en la cuerda del punto c).
e) Calcule la longitud de onda del sonido producido por la cuerda de violín del punto c).

Problema 14:

El nivel de agua en una probeta de 1 m de longitud puede ser ajustado a voluntad. Se coloca un diapasón sobre el extremo abierto del tubo. El mismo oscila en una frecuencia de 600 Hz. ¿Para qué niveles de agua habrá resonancia?

Guía 8: Polarización

Problema 1:
Incide un haz de luz natural de intensidad I_0 sobre una lámina polaroid (ideal). ¿Qué intensidad se transmite? ¿Por qué?

Problema 2:
Se hace incidir luz linealmente polarizada normalmente sobre una lámina polaroid. Al ir rotando la lámina, ¿cómo varían el estado de polarización y la intensidad del haz transmitido? Indique a partir de qué dirección mide el ángulo de giro.

Problema 3:
Escriba, indicando claramente el sistema de coordenadas empleado, la expresión matemática de una onda transversal que se propaga según el eje *x*:

a) polarizada linealmente tal que su eje de polarización forma un ángulo de 30º con el eje *y*.
b) polarizada circularmente en sentido horario.
c) polarizada circularmente en sentido antihorario.
d) elípticamente polarizada, tal que el eje mayor, que es igual a dos veces el eje menor, está sobre el eje *y*.

Problema 4:
Escriba la expresión de una onda plana, elípticamente polarizada en sentido antihorario. La onda se propaga según el eje *x* positivo (use terna directa).

Problema 5:
Sobre una lámina polaroid incide una onda circularmente polarizada en sentido horario. ¿Cuál es el estado de polarización de la onda transmitida? ¿Qué fracción de la intensidad incidente se transmitió a través de la lámina? Justifique.

Problema 6:
Sobre una lámina polaroid ideal incide una onda cuyo estado de polarización no se conoce, con una intensidad I_0. Se hace girar esa lámina y se observa que la intensidad transmitida es $I_0/2$ y no depende del ángulo de giro. ¿Qué puede decir sobre el estado de polarización de la onda incidente? Justifique.

Problema 7:
Incide un haz de luz linealmente polarizada sobre la superficie de separación de dos medios transparentes. ¿Qué condiciones deben cumplirse para que ese haz se transmita totalmente hacia el segundo medio?

Problema 8:
Un haz de luz circularmente polarizada en sentido horario incide con el ángulo de polarización sobre la superficie de separación de dos medios transparentes. ¿Cuál es el estado de polarización del haz reflejado? ¿Y del transmitido? Justifique.

Problema 9:

Sobre una superficie de separación aire – agua incide un rayo desde el aire. ¿Puede hacerlo en la forma que produzca reflexión total? ¿Puede hacerlo con el ángulo de polarización?

Problema 10:

Se tiene una lámina de caras paralelas construida con un vidrio de índice 1.5. Arriba de la misma hay aire y debajo hay agua de índice 1.33. Sobre la cara superior incide con el ángulo de Brewster una onda circularmente polarizada en sentido horario. ¿Cuál es el estado de polarización de la onda reflejada en la superficie inferior?

Problema 11:

Sobre una lámina de vidrio de caras paralelas y de índice n_v, colocada en el aire, se hace incidir con el ángulo de polarización luz elípticamente polarizada.

a) ¿Cuál es el estado de polarización del haz reflejado?
b) Si ahora se sumerge a la lámina en el agua sin modificar la dirección del haz incidente, ¿cuál es el estado de polarización del haz reflejado?

Problema 12:

Un polarizador y un analizador están orientados de manera que se transmite la máxima cantidad de luz. Determine a qué fracción de este valor se reduce la intensidad de luz transmitida cuando se gira el analizador en:

a) 20º
b) 45º
c) 60º

Problema 13:

En un polarímetro, al incidir un haz de luz natural sobre el mismo, se transmite una intensidad igual a la cuarta parte de la que tenía la luz incidente. ¿Cuál es el ángulo formado por los ejes de transmisión del polarizador y del analizador?

Problema 14:

Indique cuándo dos ondas transversales y vectoriales, perpendiculares entre sí dan una onda:

a) linealmente polarizada.
b) circularmente polarizada en sentido antihorario.
c) circularmente polarizada en sentido horario.
d) elípticamente polarizada en sentido antihorario.

Problema 15:

Demuestre que siempre se puede describir una onda, cualquiera sea su polarización, como suma de dos circularmente polarizadas en sentido horario y antihorario.

Problema 16:

Indique, justificando su respuesta, el estado de polarización de la luz emergente de cada uno de los siguientes sistemas:

a) luz circularmente polarizada en sentido horario que incide sobre una lámina retardadora de cuarto de onda.
b) un haz de luz natural de intensidad I_0 que incide sobre una lámina retardadora de cuarto de onda.
c) luz linealmente polarizada que incide sobre una lámina retardadora de cuarto de onda siendo el

plano de polarización de la onda paralelo al eje óptico de la lámina.

d) luz linealmente polarizada que incide sobre una lámina retardadora de media onda, con el plano de polarización de la onda formando un ángulo de 30º con el eje óptico de la lámina.

e) luz elípticamente polarizada en sentido antihorario que incide sobre una lámina retardadora de cuarto de onda, la cual va rotando lentamente alrededor de la dirección de incidencia.

Problema 17:

¿Cómo se puede hacer para distinguir luz elípticamente polarizada de luz parcialmente polarizada?

Problema 18:

Se tiene un haz de luz y se quiere conocer su estado de polarización (el tipo y la orientación respecto de los ejes de laboratorio) realizando experimentos. Se cuenta con el siguiente material: un detector que mide intensidad de luz, un polarizador lineal con eje de transmisión paralelo a la mesa óptica (mesa sobre la cual se trabaja), una lámina de media onda y una lámina de cuarto de onda. Las dos últimas están montadas sobre soportes que permiten girarlas y se conoce la ubicación de los ejes ordinarios. Describa un procedimiento experimental que permita discernir entre todos los posibles casos.

Guía 9: Interferencia

Problema 1:

a) ¿Qué es una onda monocromática? ¿Y una cuasi-monocromática? ¿Cómo son los trenes de onda correspondiente?

b) ¿Qué se entiende por longitud de coherencia y tiempo de coherencia?

Problema 2:

Si se superponen dos ondas luminosas, diga qué condiciones deben cumplirse para que:

a) interfieran entre sí.

b) la interferencia de ellas sea constructiva o destructiva.

c) no interfieran o al menos no lo hagan en el tiempo de detección.

Problema 3:

Se realiza el experimento de Young con luz monocromática cuya longitud de onda λ_0 es 5460.8Å. Midiendo las franjas con un ocular micrométrico a 80 cm de la doble rendija, se encuentra que hay 21 en una distancia de 10.92 mm. Halle la separación entre las dos rendijas.

Problema 4:

Sea una fuente monocromática (λ_0 = 550 nm) y un dispositivo de Young en el cual la distancia d entre ranuras es de 3.3 mm y la distancia D de las ranuras a la pantalla es de 3m.

a) Calcule la interfranja.

b) Por detrás de una de las ranuras, es decir, entre ésta y la pantalla, se coloca una lámina de vidrio de caras paralelas y planas de espesor e = 0.01 mm. Determinar el sentido de desplazamiento de las franjas y la fórmula que da la expresión de dicho desplazamiento. Sabiendo que las franjas se han desplazado 4.73 mm, halle el valor del índice de refracción del vidrio.

Problema 5:

En una experiencia de Young la distancia entre ranuras es de 0.1mm y la distancia a la pantalla es de 50 cm. Calcule la distancia en la pantalla entre el máximo central y el primer máximo a cada lado para la luz violeta (λ_0 = 4000 Å) y para la luz roja (λ_0 = 7000 Å).

Problema 6:

¿Cómo cambia el diagrama de interferencia en la experiencia de Young si la fuente luminosa no está simétricamente ubicada respecto de las rendijas?

Problema 7:

Se usa como fuente luminosa para un par de espejos de Fresnel una ranura D iluminada con luz monocromática de 400 nm colocada a 20 cm de la intersección de los espejos sobre la bisectriz. Las franjas de interferencia observadas a 1 m de distancia del vértice de los espejos tienen una interfranja de 1 mm. Calcule el ángulo α entre los planos de los espejos.

Ayuda: note que S (fuente), S_1 y S_2 (imágenes de la fuente) equidistan de la intersección de los espejos.

Problema 8:

En el experimento del espejo de Lloyd:

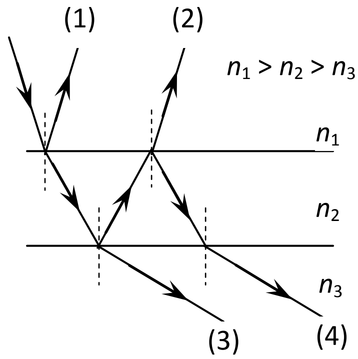
a) diga cuáles son las dos fuentes coherentes que interfieren.

b) ¿Por qué motivo se puede concluir que la luz reflejada ha sufrido un desfasaje de 180º?

Problema 9:

En la lámina de caras paralelas inmersa entre dos medios como se muestra en la figura:

a) indique qué condición debe cumplirse para que los rayos (1) y (2) (correspondientes a la salida por reflexión) interfieran constructivamene.
b) Cuando eso sucede, diga qué pasa con los rayos (3) y (4) (correspondientes a la salida por transmisión).
c) ¿Qué sucede si se usan otras relaciones entre los índices ?



Problema 10:

a) Determine el espesor de una lámina de jabón (n=1.33) para una intensa reflexión de primer orden de la luz amarilla (λ_0 = 6000 Å en el vacío). Suponga incidencia normal.
b) ¿Cuál es la longitud de onda de la luz en la lámina?

Problema 11:

Una lámina de vidrio de 0.4 μm de espesor se ilumina con un haz de luz blanca normal a la lámina. El índice de refracción del vidrio es 1.5. ¿Qué longitudes de onda del espectro visible (de 400 nm a 700 nm) aparecerán intensificadas en el haz reflejado?

Problema 12:

Sobre una delgada película en forma de cuña de plástico transparente, cuyo índice de refracción es 1.4, incide normalmente luz monocromática. El ángulo de la cuña es 10^{-4} radianes y se observan franjas de interferencia con una separación de 0.25 cm entre dos franjas brillantes continuas. Calcule la longitud de onda (en el aire) de la luz incidente.

Problema 13:

Una cuña de aire iluminada de tal forma que incide luz de longitud de onda λ_0 = 500 nm normalmente a la cara inferior, produce franjas paralelas cuya distancia entre mínimos es de 1mm. Describa la cuña.

Problema 14:

Se observan anillos de Newton cuando una lente plano-convexa está colocada de modo que la cara convexa se apoya sobre una superficie plana de vidrio. Se ilumina el sistema desde arriba con luz monocromática e incidencia casi normal. El radio de la superficie convexa es de 4 m.

a) El radio del primer anillo brillante es de 1 mm (se observa por reflexión). Calcule la longitud de onda de la luz empleada.
b) Se llena de agua el espacio comprendido entre la lente y la superficie plana de vidrio. Calcule el radio del primer anillo brillante observado por reflexión.

Problema 15:

En un dispositivo para observar anillos de Newton el espacio entre la lente y la lámina de vidrio está lleno de líquido. Hallar el índice de refracción del mismo sabiendo que el radio del tercer anillo brillante es de 3.65 mm. La observación se hace por reflexión. El radio de curvatura de la lente es de 10 m. La longitud de onda de la luz empleada es de 589 μm.

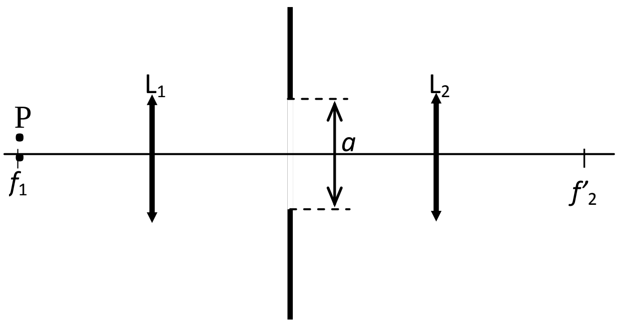
Guía 10: Difracción

Problema 1:

El sistema óptico de la figura está compuesto por dos lentes convergentes y una apertura rectangular muy larga de ancho *a*.

a) Dé una expresión para la distribución de luz en el plano focal de L_2 y, teniéndola en cuenta, diga dónde está ubicado el pico del máximo principal de difracción en los casos:
   i) fuente en f_1.
   ii) fuente en P.

b) Halle la ubicación de la imagen geométrica de una fuente en f_1 y de otra en P. ¿Qué relación tiene la ubicación de dichas imágenes con la de los máximos hallados en a)?



Problema 2:

Considere la figura de difracción de Fraunhofer producida por una rendija de ancho *a* y largo *b* (*b* >> *a*) ubicada entre dos lentes convergentes y centrada en el eje óptico del sistema. La fuente puntual monocromática de longitud de onda λ se coloca en el foco objeto de la primer lente.

a) ¿Dónde se coloca la pantalla de observación para observar difracción de Fraunhofer?

b) Calcule la posición de los máximos y de los mínimos de intensidad, el ancho angular de la campana principal de difracción y de los máximos secundarios.

c) Calcule la relación de intensidades entre el máximo principal y el primer máximo secundario.

d) Grafique la intensidad sobre la pantalla. ¿En función de qué variables lo hace? ¿Podría haber elegido otras? ¿Cuáles?

e) Discuta cómo se modifican los parámetros de la figura de difracción si se cambia:
   i) el ancho de la ranura.
   ii) la longitud de onda.
   iii) la fuente monocromática por una policromática.

f) Resuelva todo el problema nuevamente si la fuente se encuentra en el plano focal objeto de la primer lente a una altura *h* del eje óptico.

Problema 3:

Una rendija de ancho a = 0.25 mm y largo b >> a está colocada delante de una lente convergente. Dicha rendija está iluminada por ondas planas que inciden sobre ella, siendo λ = 500 nm. En el plano focal imagen de la lente se observa una figura de difracción. La distancia entre el primer mínimo a la izquierda del máximo principal y el tercer mínimo a su derecha es 3 mm. Además, el primer mínimo a la izquierda está ubicado 3 mm a la derecha del eje óptico.

a) ¿Cuánto vale la distancia focal de la lente usada?

b) ¿Dónde se encuentra la fuente? ¿Dónde el máximo principal?

Problema 4:

Se tienen dos rendijas iguales de ancho *a*, cuya separación entre centros es *d*, colocadas entre dos lentes delgadas convergentes, ubicadas en forma simétrica respecto del eje óptico del sistema. Una fuente puntual monocromática se encuentra en el foco de la primera lente. Considere la figura de interferencia-difracción de Fraunhofer de la fuente.

a) Calcule la posición de los máximos y mínimos tanto de interferencia como de difracción.
b) Grafique la intensidad sobre la pantalla. ¿En función de qué variable lo hace? ¿Qué otra variable podría haber usado?
c) ¿Cuántos órdenes de interferencia hay dentro de la campana principal de difracción?
d) ¿Por qué motivo cuando se estudia el experimento de Young de interferencia no se tiene en cuenta el efecto de difracción en cada ranura?

Problema 5:

Se realiza una experiencia de difracción por doble rendija con una fuente que emite en 400 nm. La separación entre los puntos medios de las rendijas es de 0.4 mm y el ancho de cada una de ellas es de 0.04 mm. La pantalla está a 1 m de las rendijas. Si se cambia la fuente por otra que emite en 600 nm, determine:

a) en cuánto varió la interfranja.
b) en cuánto varió el número total de franjas de interferencia contenidas en el máximo principal de difracción.
c) en cuánto varió el ancho angular de la campana principal de difracción.

Problema 6:

Sobre dos ranuras de Young separadas una distancia de 1 mm incide la superposición de dos ondas planas monocromáticas de longitudes de onda λ_1 y λ_2.

a) ¿Qué relación debe satisfacer el cociente λ_1/λ_2 para que el tercer orden de interferencia constructiva de λ_1 coincida con el tercer mínimo de λ_2?
b) ¿Qué ancho deben tener las ranuras para que además esos órdenes coincidan con el primer mínimo de difracción de λ_1? ¿Qué intensidad se registrará en la pantalla en ese punto?

Problema 7:

Se tienen N fuentes puntuales monocromáticas de longitud de onda λ en línea separadas una distancia a. Se coloca una pantalla a una distancia L ($L >> a$).

a) Determine la intensidad luminosa sobre la pantalla en función de la coordenada x.
b) Determine la separación entre los máximos principales.
c) ¿Cuántos máximos secundarios aparecen entre los máximos principales? ¿Cuántos mínimos?
d) ¿Qué sucede al variar la cantidad de ranuras o la separación de las mismas?
e) Si las fuentes emiten en dos longitudes de onda (λ y λ'), ¿en qué condiciones quedan nítidamente separados sus respectivos máximos?

Problema 8:

Una onda plana monocromática de longitud de onda λ incide normalmente sobre una red de transmisión plana formada por N rendijas de ancho a y de período d ($a << d$). Suponga que la teoría escalar corresponde a una descripción exacta del fenómeno.

a) Se coloca una pantalla de observación de modo de observar difracción de Fraunhofer. Analice la distribución de intensidad sobre la pantalla y grafíquela.
b) Calcule la posición angular de las líneas espectrales y su intensidad. ¿Las líneas espectrales corresponden a los máximos de interferencia o de difracción? Calcule la separación angular entre dos líneas consecutivas.
c) ¿Cuántos mínimos de interferencia hay entre dos líneas espectrales consecutivas? ¿Cuántos máximos secundarios hay entre dichas líneas?
d) Calcule el ancho angular de las líneas espectrales.
e) Si la incidencia sobre la red no es normal, ¿cómo cambia la figura de interferencia-difracción?

Problema 9:

Se dispone de dos redes de difracción por transmisión cuadradas de 2 cm de lado, una tiene 600 líneas/mm y la otra 1200 líneas/mm. Calcule:

a) el poder resolvente de cada red en el primer orden.

b) el máximo orden observable si la fuente emite en 500 nm. ¿Es importante tener en cuenta el ángulo de incidencia? Considere primero que la luz incide normalmente a la red y luego repita el cálculo para el caso en que la incidencia es rasante.

c) el máximo poder resolvente de cada una.

d) si alguna de ellas resuelve las siguientes longitudes de onda: λ_1 = 500 nm y λ_2 = 500.007 nm.

Problema 10:

Luz de longitudes de onda λ_1 = 500 nm y λ_2 = 520 nm incide normalmente sobre una red de difracción de rendijas. La distancia entre rendijas es de 1 μm y se emplea una lente convergente de distancia focal de 2m para focalizar el espectro sobre una pantalla. Calcule aproximadamente la separación lineal sobre la pantalla entre las líneas espectrales de primer orden de λ_1 y λ_2.

Problema 11:

Se incide con un haz de luz monocromático de longitud de onda λ = 589 nm de forma tal que se observa el siguiente patrón de difracción sobre una pantalla ubicada a 150 cm de la red. Determine:

a) el número de rendijas que tiene la red.

b) la distancia entre rendijas.

c) el ancho de cada rendija.