

FISICA II

Coloquio N° 9:

Ondas – Óptica Física

Cte. de Planck: $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} = 4.1 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$

Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Permeabilidad magnética: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}$

Problemas a resolver en el coloquio:

Ondas

Problema 1

Una onda armónica viene dada por la expresión:

$$y(x, t) = (5,5\text{mm}) \cdot \text{sen} \left\{ \frac{2\pi}{1,6\text{m}} \left[x - \left(0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \cdot t \right] \right\}$$

A partir de la expresión determine:

- Si es una onda transversal o longitudinal, viajera o estacionaria.
- Su amplitud, longitud de onda, velocidad, periodo, número de onda, frecuencia, frecuencia angular, dirección y sentido de propagación de la onda.
- El valor de y para el elemento de cuerda situado en $x = 0.5 \text{ m}$ en el instante $t = 2,4 \text{ s}$.
- Realice un gráfico de la onda en función del tiempo. Identifique en el grafico los parámetros de la onda. Grafique una onda de frecuencia doble que la onda anterior. ¿Se modifica la amplitud al modificar la frecuencia?
- Realice otro grafico para la misma onda viajera sinusoidal, en función de la coordenada x . Identifique en el esquema los parámetros que la caracterizan. Grafique una onda de longitud de onda mitad que la originalmente dibujada.

Problema 2

Una onda electromagnética que se propaga en el vacío tiene campos eléctrico y magnético que varían de la siguiente forma:

$$\mathbf{E}(z, t) = 300 \text{ V/m} \cdot \text{sen}(kz - \omega t) \hat{\mathbf{i}}$$

$$\mathbf{B}(z, t) = B_0 \text{ sen}(kz - \omega t) \hat{\mathbf{j}}$$

donde $k = 51,287 \text{ m}^{-1}$.

- Haga un dibujo de la onda electromagnética para un instante de tiempo t , según lo establecido en las expresiones de E y de B . Identifique la amplitud de la vibración (para el campo eléctrico y el campo magnético) y la longitud de onda (también para el campo eléctrico y el magnético).
Determine:
- Dirección de propagación y dirección de polarización de la onda.
- Módulo de B_0 .
- El valor de la frecuencia angular ω , la frecuencia f y la longitud de onda λ . ¿A qué porción del espectro electromagnético corresponde esta onda?
- La intensidad de la onda.
- La energía de los fotones asociados.
- ¿Cuántos fotones por m^2 y segundo lleva esta onda?

Óptica Física

Problema 3

Si se observa en una pantalla alejada el patrón de difracción al hacer incidir luz monocromática en una ranura de ancho a , cuál es el efecto si:

- Se aumenta el ancho a .
- Se aumenta la longitud de onda de la luz que incide en la ranura.

En cada caso realice el diagrama de intensidad y justifique.

Problema 4

El ancho central de intensidad, medido sobre una pantalla, cuando la luz atraviesa una rendija rectangular es de 5.4 mm. La luz tiene una longitud de onda de 584 nm y la pantalla está a 1.31 m de la rendija.

- ¿Qué fenómeno está observándose? Realice un esquema de la variación angular de la intensidad que debería verse en la pantalla, donde aparezcan varios máximos y mínimos.
- ¿Cuál es el ancho de la rendija?
- ¿A qué distancia (d) de la rendija deberán ubicarse dos puntos separados 1 cm para observarse apenas resueltos según el Criterio de Rayleigh?
- ¿Se resolverán si se los coloca a menor distancia (d) que la calculada en c)?
- ¿Qué sucederá si, estando ubicados los puntos a la distancia calculada en c), se los ilumina con luz de 690 nm?

Problema 5

Un haz de luz de 2 mm de ancho ilumina una red de difracción de 1400 líneas/cm y $d/a = 2$.

- Determine si se pueden separar dos longitudes de onda, $\lambda_1 = 666.0$ nm y $\lambda_2 = 666.5$ nm, en el espectro de primer orden. En caso que no se resuelva; ¿En que orden se resolvería?
- ¿Cuál será la separación angular de los máximos principales para las dos λ en el espectro de 3er. orden?
- ¿A qué orden corresponde el último máximo observado para una longitud de onda de 700 nm?
- ¿Cuántos espectros completos de luz blanca pueden observarse?
- ¿Habrá superposición entre los espectros de 2do. y 3er. orden? (compare posición angular de máximo rojo (700 nm) de 2do. orden con la del máximo violeta (400 nm) de 3er. orden)

Problemas adicionales

Ondas

Problema 1

La luz blanca es una superposición de ondas electromagnéticas del rango visible del espectro. Si este rango va del color rojo ($\lambda = 700$ nm) al violeta ($\lambda = 420$ nm)

- ¿Cuál es el rango en frecuencias de la región visible del espectro?
- ¿Entre que valores está la energía de sus fotones, en J y en eV?
- Un láser de He-Ne emite ondas electromagnéticas de $\lambda = 633.0$ nm y tiene una potencia de 0.8 mW.
- Calcule la frecuencia de esas ondas y la energía de sus fotones, indicando el color que corresponde.
- ¿Cuántos fotones por segundo emite este láser?

Problema 2

La intensidad de la luz solar en la superficie terrestre al mediodía y cerca del ecuador es de

aproximadamente 1 kW/m^2 .

- Suponiendo una longitud de onda promedio de 550 nm , estime la cantidad de fotones por m^2 y segundo que inciden en la tierra provenientes del sol. (OJO: La luz del sol no es monocromática, pero usamos este valor de λ para hacer una estimación aproximada).
- Suponiendo que se dispone de paneles fotovoltaicos que conviertan la luz solar en electricidad con una eficiencia del 10%, estime que potencia eléctrica podrá generar una instalación de paneles fotovoltaicos que tenga una superficie de 1 cuadra (10000 m^2)

Problema 3

El campo eléctrico de una onda electromagnética en el vacío varía como

$$\mathbf{E}(y, t) = 31 \text{ N/C} \text{ sen}(k y + \omega t) \hat{\mathbf{i}}$$

donde $\omega = 5.4 \times 10^8 \text{ rad/s}$.

Indique:

- Dirección de propagación
- Frecuencia f .
- Longitud de onda.
- Amplitudes del campo eléctrico y del campo magnético.
- Dirección de polarización.
- ¿A qué región del espectro electromagnético pertenece esta onda?

Problema 4

La telefonía móvil GSM (2G) y UMTS (3G) utiliza ondas electromagnéticas de frecuencia 900 MHz y 2 GHz , respectivamente.

- Ubique dichas frecuencias en el espectro electromagnético.
- Calcule longitudes de onda correspondientes.
- Calcule la energía de sus fotones.

Problema 5

Los hornos de microondas en todo el mundo, se diseñan para trabajar a una frecuencia de 2.45 GHz , que es adecuada para producir la rotación de las moléculas de agua líquida.

- Encuentre la longitud de onda respectiva.
- Calcule la energía de los fotones correspondientes a esta frecuencia, en J y en eV.

Óptica Física

Problema 6

Dos rendijas de ancho $a = 0.015 \text{ mm}$ están separadas por una distancia $d = 0.06 \text{ mm}$ y se encuentran iluminadas por luz monocromática.

- ¿Cuántas franjas brillantes se ven en el máximo central de difracción?
- Realice un esquema de la variación angular de la intensidad que se observa en una pantalla.

Problema 7

Se cortan dos rendijas rectangulares, cada una de ellas de $1 \times 10^{-4} \text{ m}$ de ancho, en una lámina opaca. Las rendijas se iluminan con luz coherente monocromática de 540 nm de longitud de onda. La separación entre los centros de las dos rendijas es de $3 \times 10^{-4} \text{ m}$.

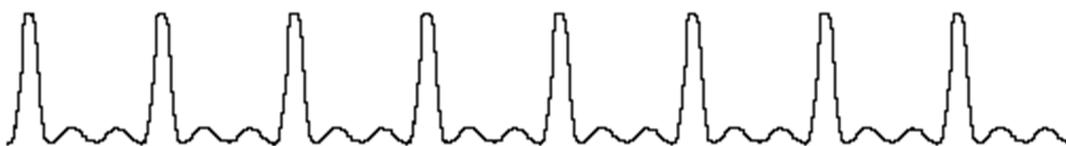
- Calcular la posición angular del máximo de interferencia de 3er. orden.
- Dibujar en forma aproximada el gráfico de intensidad que se observaría en una pantalla alejada. (El diagrama de intensidad debe llegar al menos hasta el orden 7 de interferencia, y deben identificarse claramente los mínimos y/o máximos según corresponda).
- Determinar si pueden resolverse dos longitudes de onda: 540 nm y 550 nm en el primer orden. Justificar.

- d) Si se cubre una de las dos rendijas, hacer el diagrama de intensidad aproximado que se vería (para luz monocromática).

Problema 8

La figura muestra el diagrama de intensidad que se obtiene haciendo pasar luz coherente monocromática a través de un cierto número de rendijas paralelas de ancho a y separación d .

- determinar a partir del diagrama cuántas rendijas atraviesa la luz. Justificar la respuesta.
- si la longitud de onda de la luz utilizada es 540 nm, qué dimensión característica (a o d) se puede evaluar sabiendo que $\theta_1 = 3^\circ$? Evalúela y justifique su respuesta.
- de la observación del diagrama, ¿qué información cualitativa puede obtenerse sobre la relación entre d y a ?
- haga un diagrama aproximado mostrando los cambios que se producirían en el caso en que el ancho de las rendijas fuera $1/3$ de la separación entre ellas.



Problema 9

Una red de difracción se ilumina con una radiación de 589.3 nm, obteniéndose el 1er. máximo principal a 15 cm del centro de una pantalla situada a 1m de la red. Posteriormente se ilumina la red con una radiación desconocida y se observan a 12, 14 y 16.5 cm del centro de la pantalla tres bandas de distintos colores apenas resueltas según el criterio de Rayleigh.

- Calcular las longitudes de onda que componen la radiación incidente
- ¿cuántas rendijas de la red son atravesadas por el haz luminoso?
- Evaluar el cociente d/a sabiendo que en la pantalla se observan 4 espectros completos a cada lado del centro.

Problema 10

Una fuente emite luz que contiene dos longitudes de onda: $\lambda_1 = 656.3$ nm y $\lambda_2 = 656.48$ nm. Un haz proveniente de esa fuente incide en una red de difracción de 2000 líneas/cm y se proyecta en una pantalla que está a 2 m de distancia de la red. El ancho de cada rendija es de 10^{-4} cm

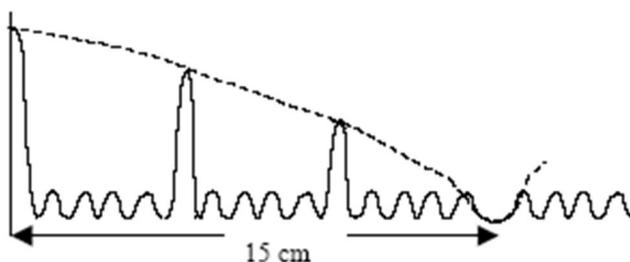
- Para el caso en que el haz sea tan angosto que sólo ilumine 10 rendijas de la red:
 - Determinar qué distancia habrá sobre la pantalla entre el máximo de orden cero y el de 3er orden, para λ_1
 - Hallar el número de espectros completos observados
 - Determinar a partir de qué orden se resolverán las dos longitudes de onda
 - Hacer un esquema de la variación angular de la intensidad
- Si el haz se ensancha de modo de iluminar 1000 rendijas de la red, determinar qué cambios habrá en c/u de los ítems anteriores.

Problema 11

En una pantalla situada a 1m de distancia de una red se observa el siguiente patrón cuando se ilumina con un haz de luz de 0.06 mm de ancho.

Determine:

- cantidad de ranuras iluminadas de la red
- cociente d/a
- ancho de ranuras
- λ incidente si el 1er. mínimo de difracción cae a 15 cm del centro de la pantalla.



Problema 12

En el examen de regularización de Física II, le entregan una red de difracción sin rotular y le piden que haga las mediciones necesarias para determinar d y a . Ud. monta la red en un banco óptico y la ilumina con un láser de He-Ne (longitud de onda: 633 nm). Lo que observa en la pared, distante 2 m de la red, es el siguiente conjunto de puntos:



- Rotule todos los máximos observados. ¿Tiene alguna forma de identificar cuál es el máximo de orden 0?
- Con una regla, Ud. mide la distancia indicada por la flecha, que vale 0.356 m. Utilice todos los datos de los que dispone para calcular d , la distancia entre rendijas de la red desconocida. ¿Puede determinar a , el ancho de las rendijas en este caso? ¿Puede decir algo sobre el valor de a ?

Problema 13

La misma situación que en el problema anterior, pero ahora lo que se observa en la pared es esto:



La distancia entre los puntos extremos mide ahora 1.348 m. Responda las preguntas a) y b) del problema anterior aplicadas a este caso (¡ahora sí puede determinar a !).