

Práctico N° 6- ÓPTICA FÍSICA Y FÍSICA MODERNA

Propiedades ondulatorias de la luz, interferencia, polarización, difracción y física moderna

6.1.1- Una pantalla de observación está puesta a una distancia de 1,2 m de una fuente de doble rendija. Si la distancia entre las dos rendijas es de 0,030 mm y la franja brillante de segundo orden está a 4,5 cm de la línea central,

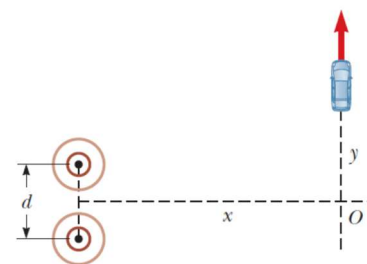
- determinar la longitud de onda de la luz
- calcular la distancia entre franjas brillantes adyacentes.

6.1.2- En un patrón de interferencia de doble rendija, la distancia entre el primer mínimo y el décimo es de 18 mm. Si la distancia entre las dos rendijas es de 0,15 mm y la pantalla está a 50 cm de las mismas, ¿cuál es la longitud de onda de la luz incidente?

6.1.3- Dos antenas de radio separadas $d = 300$ m transmiten simultáneamente señales idénticas a la misma longitud de onda. Un automóvil viaja hacia el norte, a lo largo de una línea recta en la posición $x = 1000$ m desde el punto central entre las antenas y su radio recibe las señales.

- Si el auto está en la posición del segundo máximo, después de haber recorrido una distancia $y = 400$ m hacia el norte. ¿Cuál es la longitud de onda de las señales?
- ¿Qué tan lejos debe viajar el auto, desde esta posición para encontrar el mínimo siguiente de recepción?

Sugerencia: No utilice la aproximación de ángulo pequeño en este ejercicio para encontrar el siguiente mínimo.



6.1.4- Un par de rendijas, separadas 0,150 mm, se ilumina con luz que tiene una longitud de onda $\lambda = 643$ nm. Sobre una pantalla a 140 cm de las rendijas se observa un patrón de interferencia. Considere un punto sobre la pantalla ubicado en $y = 1,80$ cm del máximo central de este patrón.

- ¿Cuál es la diferencia de trayectoria δ para las dos rendijas en la posición y ?
- Expresa esta diferencia de trayectoria en términos de la longitud de onda.
- ¿La interferencia corresponderá a un máximo, un mínimo o una condición intermedia?

6.1.5- Un estudiante monta un experimento de doble rendija con luz monocromática que tiene longitud de onda λ . La distancia entre las rendijas es igual a 25λ .

- Encuentre los ángulos a los cuales ocurren los máximos $m = 1, 2$ y 3 sobre la pantalla de visualización.
- ¿A qué ángulos ocurren las primeras tres franjas oscuras?
- ¿Por qué las respuestas están tan equitativamente espaciadas? ¿El espaciamiento es equitativo para todos los órdenes?

6.1.6- Una película de índice de refracción 1,33 y espesor 320 nm está suspendida en el aire. Si luz blanca incide normalmente sobre ella, ¿qué color tendrá la luz reflejada?

Rangos aproximados de longitud de onda para el espectro visible: $\lambda_{\text{violeta}} = 380\text{-}430\text{nm}$, $\lambda_{\text{añil}} = 430\text{-}450\text{nm}$, $\lambda_{\text{azul}} = 450\text{-}500\text{nm}$, $\lambda_{\text{celeste}} = 500\text{-}520\text{nm}$, $\lambda_{\text{verde}} = 520\text{-}565\text{nm}$, $\lambda_{\text{amarillo}} = 565\text{-}590\text{nm}$, $\lambda_{\text{naranja}} = 590\text{-}625\text{nm}$, $\lambda_{\text{rojo}} = 625\text{-}780\text{nm}$.

6.1.7- La luz blanca que incide en una pompa de jabón tiene en el espectro visible un solo máximo de interferencia para $\lambda = 600\text{nm}$ y un solo mínimo en el extremo violeta del espectro. Si el índice de refracción de la pompa es 1,33; ¿cuánto vale el espesor de la pompa?

6.1.8- Polarización- a) Luz no polarizada pasa a través de dos hojas Polaroid. El eje de transmisión del analizador forma un ángulo de 35.0° con el eje del polarizador. ¿Qué fracción de la luz no polarizada original se transmite a través del analizador y qué fracción de la luz original se absorbe en el analizador?

b) El ángulo crítico para reflexión interna total para zafiro rodeado por aire es $34,4^\circ$. Calcule el ángulo de Brewster para el zafiro si la luz incide desde el aire.

c) Luz con longitud de onda en vacío de 546,1 nm cae en forma perpendicular sobre un espécimen biológico que tiene 1,000 mm de grueso. La luz se divide en dos haces polarizados en ángulos rectos, para los cuales los índices de refracción son 1,320 y 1,333, respectivamente. Calcule la longitud de onda de cada componente de la luz mientras recorre el espécimen y la diferencia de fase entre los dos haces cuando salen del espécimen.

6.1.9- Examen febrero 2024- Considere un experimento de doble rendija como el que realizó Young. Suponga que la luz incidente contiene dos longitudes de onda de las cuales solo se conoce una de ellas que corresponde al color violeta ($\lambda_V = 400$ nm). Dada una pantalla colocada a una distancia **mucho mayor** que la distancia entre las ranuras. Se observa un patrón de interferencia en el cual el cuarto mínimo de la luz violeta (contando desde el máximo central) coincide con el máximo de segundo orden de la luz cuya longitud de onda desconocemos. Determine el color de la longitud de onda desconocida.

Rangos aproximados de longitud de onda para el espectro visible: $\lambda_{\text{violeta}} = 380\text{-}430$ nm, $\lambda_{\text{añil}} = 430\text{-}450$ nm, $\lambda_{\text{azul}} = 450\text{-}520$ nm, $\lambda_{\text{verde}} = 520\text{-}565$ nm, $\lambda_{\text{amarillo}} = 565\text{-}590$ nm, $\lambda_{\text{naranja}} = 590\text{-}625\text{nm}$, $\lambda_{\text{rojo}} = 625\text{-}780$ nm.

6.1.10- Examen agosto 2024- Una película delgada de índice de refracción $n = 1,50$ está rodeada de aire. Se ilumina normalmente con luz blanca y se observa por reflexión. El análisis de luz reflejada resultante muestra que las únicas longitudes de onda que se han perdido son las de 450 y 600 nm. Es decir que en el caso de estas longitudes de onda existe interferencia destructiva. ¿Qué colores correspondientes al rango visible serán las más brillantes en el diagrama de interferencia reflejado? *Rangos aproximados de longitud de onda para el espectro visible: $\lambda_{violeta}=380-430\text{ nm}$, $\lambda_{añil}=430-450\text{ nm}$, $\lambda_{azul}=450-520\text{ nm}$, $\lambda_{verde}=520-565\text{ nm}$, $\lambda_{amarillo}=565-590\text{ nm}$, $\lambda_{naranja}=590-625\text{ nm}$, $\lambda_{rojo}=625-780\text{ nm}$.*

6.2.1- Se ilumina una superficie de potasio con luz ultravioleta de longitud de onda 2500 Å. La función de trabajo del potasio vale 2,21 eV.

- a) ¿Cuál es la máxima energía cinética de los electrones emitidos?
b) Suponiendo que la luz ultravioleta tiene una intensidad 2,00 W/m², calcule el número de electrones emitidos por unidad de área y por unidad de tiempo.

6.2.2- La energía de un átomo de hidrógeno es $E_n = -13,6/n^2\text{ eV}$, donde n es un número entero que identifica el nivel de energía.

- a) ¿Qué energía del fotón se necesita para excitar el electrón del hidrógeno desde el estado base ($n=1$) hasta el nivel $n=2$?
b) ¿Cuál es la mayor frecuencia de fotón que puede emitir el átomo de hidrógeno?
c) ¿Qué podemos decir de la menor frecuencia de fotón que puede emitir el átomo de hidrógeno?

6.2.3- Un electrón de un átomo cuyos niveles de energía están dados por la ecuación $E_n = -7,8/n^2\text{ keV}$ (para n entero), pasa del estado $n=2$ al estado $n=1$ sin emitir ningún fotón. En lugar de eso, el exceso de energía se transfiere a un electrón del estado $n=4$, el cual es expulsado del átomo (este proceso se llama Auger). Calcule la energía cinética de dicho electrón.

6.2.4- De acuerdo al modelo de Bohr, la energía de un átomo de hidrógeno, expresada en electrón-volt vale: $E_n = -\frac{13,6\text{ eV}}{n^2}$, donde n es un número entero que identifica el nivel de energía.

¿Cuánto debe valer la longitud de onda del fotón que se necesita para excitar el electrón del hidrógeno desde el estado base ($n=1$) hasta el nivel $n=3$?

6.2.5- Calcule la longitud de onda de De Broglie para un núcleo de átomo de hidrógeno de 1,0 Å de diámetro y para un automóvil de 1,0 tonelada de masa y 2,0 m de longitud, si ambos se mueven a 80 km/h. En base a estos resultados, explique porque la naturaleza ondulatoria de la materia no es evidente a escala macroscópica.

6.2.6- Calcular el potencial bajo el cual debe acelerarse un electrón de forma que éste adquiera una longitud de onda de De Broglie de 1,0 Å.

6.2.7- En una región donde existe un campo magnético uniforme de valor $B = 12,0\text{ mT}$, se observa que un electrón describe una órbita circular de radio $R = 1,42\text{ mm}$. ¿Cuánto vale la longitud de onda de De Broglie asociada a dicho electrón?

6.2.8- Un haz de luz violeta de una longitud de onda de 400 nm incide sobre una placa de cesio, emitiendo fotoelectrones. La función de trabajo para el cesio es de 2,14 eV. ¿Cuánto vale la longitud de onda de De Broglie de los fotoelectrones más rápidos que se emiten?

Identifique entre las siguientes afirmaciones relacionadas con el experimento anterior las que son correctas:

- i) La frecuencia umbral para el cesio vale $2,17 \times 10^{14}\text{ Hz}$.
ii) La energía cinética máxima de los electrones emitidos es directamente proporcional a la diferencia entre la frecuencia de los fotones y la frecuencia umbral.
iii) La energía cinética de los fotoelectrones emitidos desde un determinado material es mayor cuanto mayor sea la longitud de onda de la luz incidente sobre el mismo.
iv) La energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos vale $1,54 \times 10^{-19}\text{ J}$.

6.2.9- Examen agosto 2023- Si los fotoelectrones más rápidos eyectados de una placa de litio, cuya función de trabajo vale 2,93 eV, tienen una longitud de onda de De Broglie de $1,567 \times 10^{-9}\text{ m}$; ¿cuánto vale la longitud de onda de la radiación que incide sobre la placa y origina el efecto fotoeléctrico?

6.2.10- Examen agosto 2024- Un átomo de hidrógeno, descrito por el modelo de Bohr, se encuentra en un estado excitado. Decae al nivel base o fundamental emitiendo dos fotones, de longitudes de onda $\frac{\lambda_1}{4} = \lambda_2 = 121,5\text{ nm}$. ¿Cuál era el nivel inicial del átomo? *Energía de ionización del hidrógeno: 13,606 eV.*