

TRABAJO PRÁCTICO N° 12 INTERFERENCIA

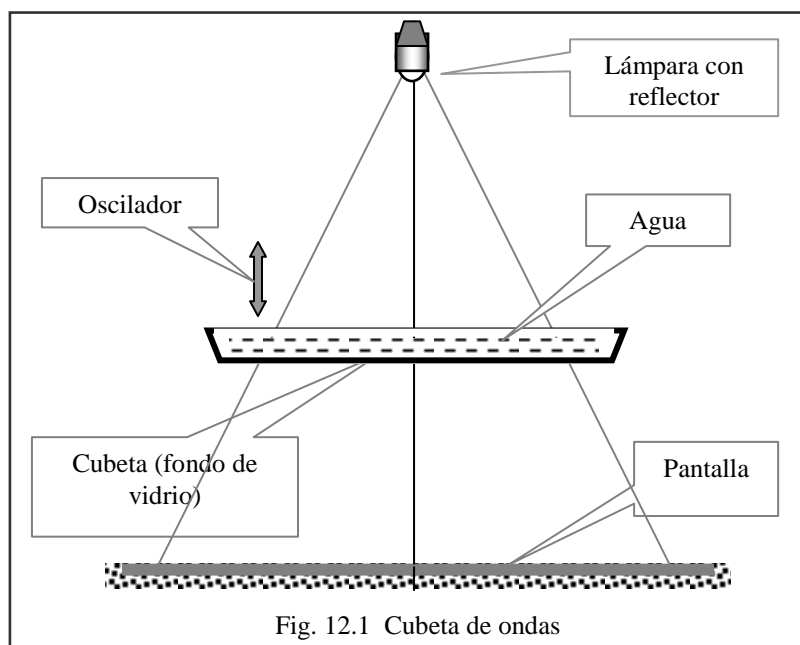
Introducción

Interferencia es un fenómeno que se presenta en todo tipo de ondas; tiene lugar cuando en una región del espacio actúan dos o más ondas simultáneamente superponiendo sus efectos.

En esta experiencia se ensayarán tres sistemas diferentes desde el punto de vista físico, lo que nos permitirá una visión más amplia y global de lo que es, en esencia, un solo fenómeno.

Experiencia 12.1 Cubeta de ondas

La figura muestra esquemáticamente el dispositivo conocido como cubeta de ondas. Es un recipiente de fondo transparente, con agua, en donde se introducen periódicamente osciladores que perturban la posición de equilibrio del agua, generando de ese modo ondas rectas, si el oscilador es rectilíneo o circulares si el oscilador es puntiagudo.



Sobre una pantalla ubicada en la parte inferior, se pueden observar imágenes de las ondas o perturbaciones ondulatorias que se propagan en la superficie del agua. Las ondas forman lentes imperfectas, convergentes y divergentes, que desvían la luz proveniente de la lámpara, haciendo que se visualicen franjas brillantes y oscuras, en correspondencia con las crestas y valles, que se desplazan alejándose del oscilador.

Objetivo

- En una cubeta de ondas, producir, observar y analizar fenómenos ondulatorios.

Procedimiento

Operar la cubeta de ondas con distintos tipos de osciladores a fin de visualizar el origen, formas y propagación de ondas e interpretar conceptos como: “longitud de onda”, “frecuencia”, “frente de onda”, “rayo” y “principio de Huygens”.

Incorporar osciladores apropiados y obstáculos. Observar las imágenes obtenidas e interpretarlas, en cuanto corresponden a fenómenos análogos a los de ondas luminosas (a electromagnéticas en general).

¿Con qué tipo de oscilador logró visualizar ondas de frente de ondas circulares?

¿De qué manera generó dos ondas mutuamente coherentes y logró visualizar el fenómeno de interferencia?

¿Con qué tipo de oscilador logró visualizar ondas de frente de onda recto?

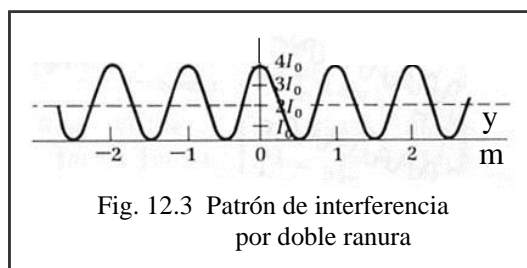
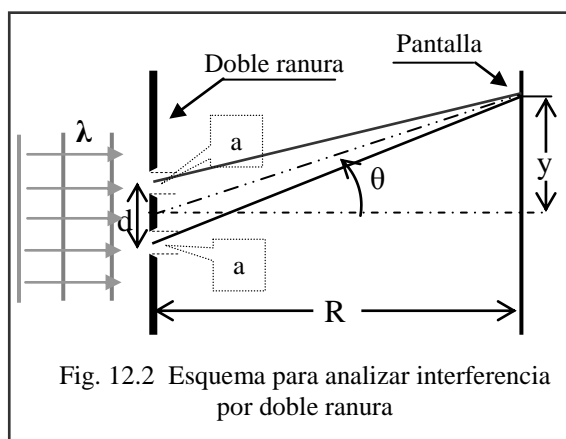
¿Cómo logró visualizar el fenómeno de interferencia de ondas difractadas por una ranura rectangular?

Interferencia de ondas electromagnéticas

Interferencia por doble ranura

Para una doble ranura a la que llega una onda electromagnética de frentes planos y de longitud de onda λ (Fig.12.2), se determina que las posiciones angulares θ para las cuales se ubican los máximos y mínimos de interferencia de las ondas que atraviesan el elemento, están dadas por las ecuaciones siguientes:

$$\sin \theta_{\text{máx}} = m \frac{\lambda}{d} \quad ; \quad \sin \theta_{\text{mín}} = \left(m + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda}{d} \quad ; \quad m = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots \quad (12.1)$$



Si bien estas relaciones son generales y se cumplen para cualquier λ y d , es evidente, para que los ángulos θ no se hagan indetectables por pequeños, que la separación d entre ranuras debe ser comparable en dimensiones a λ .

La Fig.12.3 muestra el patrón de interferencia por doble ranura.

Realizaremos dos ensayos de interferencia de ondas electromagnéticas, totalmente equivalentes desde el punto de vista físico, pero con una notoria diferencia de las dimensiones involucradas: uno con microondas ($\lambda \approx 10^{-2}$ m) y el otro con luz ($\lambda \approx 10^{-7}$ m).

Experiencia 12.2

Interferencia de microondas

Objetivo

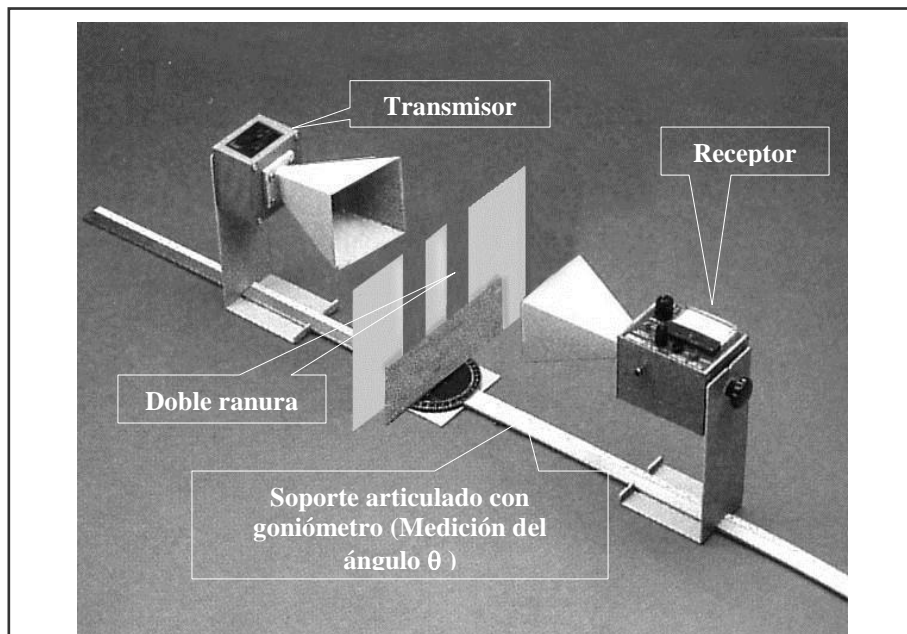
- Operando un equipo de microondas, determinar posiciones angulares de máximos y mínimos de interferencia por doble ranura.

Equipamiento

Transmisor y receptor de microondas ($\lambda = 2,85$ cm; demás especificaciones en Exp. 10.1).

Elementos para construir ranuras: base; dos chapas rectangulares metálicas que actuarán como reflectores y dos espaciadores de 6 y 4 cm.

Banco soporte para montaje de elementos; incluye brazo articulado con goniómetro.



Procedimiento

Preparación del equipo y ensayo preliminar.

Disponer el equipamiento como muestra la Fig. 12.4. Construir la doble ranura, instalando el espaciador de 6 cm de ancho y controlando que las ranuras queden iguales ($a=1,5$ cm). Ajustar transmisor y receptor disponiendo ejes de polarización coincidentes (0°). Alinear los elementos. Activar y **posicionar** (desplazándolo longitudinalmente) correctamente el transmisor de manera que, ajustando el medidor del receptor, M señale fondo de escala.

Rotar el soporte del receptor de manera que este ocupe diferentes posiciones angulares θ (indicadas en la Fig. 12.2; observar que la pantalla es sustituida por el receptor).

¿Qué sucede con la señalización M del medidor?

Ensayo 1.

Retornar el receptor a su posición original. Observar que $d=7,5$ cm.

Rotar paulatinamente el receptor; medir y registrar los valores θ_{\min} y θ_{\max} (señalizaciones M mínimas y máximas detectadas).

Ensayo 2.

Sustituir el espaciador de 6 cm por el de 4 cm, controlar que las ranuras queden iguales ($a=1,5$ cm). Observar que con esta construcción $d=5,5$ cm. Repetir los ajustes y controles mencionados en el ensayo preliminar.

Rotar paulatinamente el receptor; medir y registrar los valores θ_{\min} y θ_{\max} (señalizaciones M mínimas y máximas detectadas).

Conclusiones

Contrastar los valores θ_{\min} y θ_{\max} comparándolos con los que se obtienen del cálculo teórico.
¿Hay correspondencia?

¿Cómo se modifica en general el patrón de interferencia por doble ranura, al variar la separación d entre ranuras?

Precaución: Observar que en el dispositivo no se cumple la condición $R \gg d$ por lo que es de esperar que no se satisfagan exactamente las relaciones (12.1). En el informe comentar.

Experiencia 12.3

Interferencia de luz monocromática.

Objetivo

Operando un sistema óptico con luz monocromática:

- Determinar cualitativamente el efecto sobre el patrón de interferencia por doble ranura, ensayando elementos de distinto ancho (**a**) y separación (**d**).
- Determinar cualitativamente el efecto de incrementar el número de ranuras. Ranuras de igual ancho (**a**) e igual separación (**d**).

Introducción

En esta experiencia, como receptor de las ondas que pasan por las ranuras, utilizará una pantalla y en esta observará las figuras (de iluminación).

Todo conforme lo indica esquemáticamente la Fig. 12.2. Es de esperar que las figuras (en su intensidad lumínica) respondan al patrón de interferencia mostrado en la Fig. 12.3.

Equipamiento

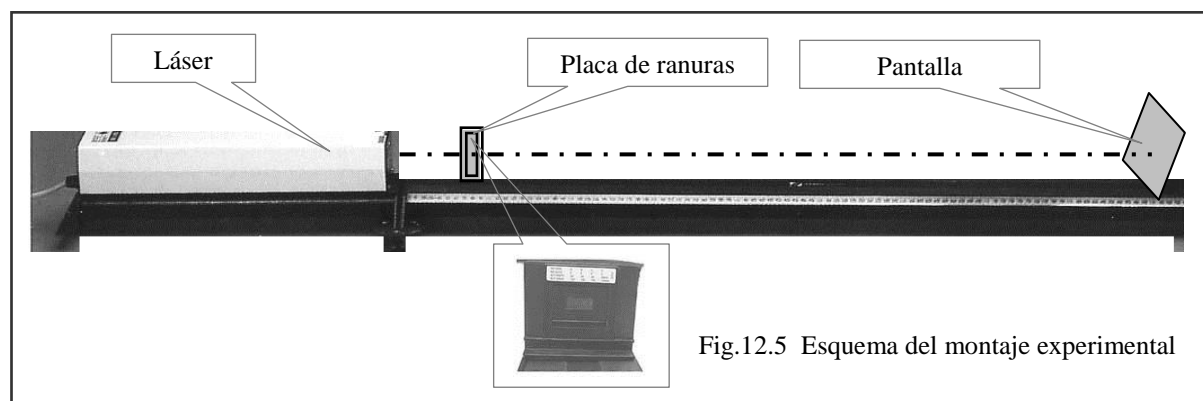
Banco óptico con fuente de luz láser.

Placa con cuatro dobles ranuras de distinto ancho y separación.

Placa con cuatro grupos de ranuras, que poseen 2, 3, 4 y 5 ranuras de igual ancho e igualmente espaciadas.

Pantalla.

Utilizaremos placas que contienen ranuras rectangulares y en otros experimentos, aberturas circulares y rectangulares, redes de difracción, etc. Se trata de elementos ópticos de precisión y muy delicados. Trátelas con sumo cuidado, tomándolas del marco, colocándolas adecuadamente en el portaobjeto respectivo.



Procedimiento

Preliminar

Montar el equipo como muestra la Fig. 12.5.

Activar la fuente láser y controlar su alineación.

I- Interferencia por doble ranura: Efectos de modificar el ancho y separación de las ranuras.

Procedimiento

Examinar la placa de dobles ranura y registrar las características que trae grabada.

Montar la placa en el portaobjeto. Desplazarla lateralmente, de modo de ir intercalando en el camino del haz los distintos pares de ranuras.

Observar para cada doble ranura el efecto, en la figura de la pantalla, que tiene el ancho de las ranuras y la separación entre ellas (específicamente sobre la separación entre franjas brillantes e intensidad).

Comentar resultados con referencia al patrón de doble ranura Fig. 12.3.

II- Interferencia por doble ranura: Efecto de incrementar el número de ranuras.

Procedimiento

Examinar la placa de cuatro grupos de ranuras y registrar las características que trae grabada.

Repetir las operaciones descriptas en el ensayo anterior.

Observar el efecto, en la figura de la pantalla, de incrementar N (específicamente sobre la presencia de máximos principales y secundarios, las intensidades y número de ellos).

Comentar resultados con referencia al patrón de doble ranura Fig. 12.3.

Deducir: en el supuesto de contar con un elemento de muchas ranuras ($N \gg 2$), manteniendo la separación entre ellas: *¿Cuál sería la figura que observaría en la pantalla?*

Experiencia 12.4

Interferencia en películas delgadas

Objetivo

- Observar y analizar el efecto de interferencia que se produce en películas delgadas.

Equipamiento

Fuente de luz: tubo fluorescente 20 W; 220 V. (luz blanca).

Pie, soportes del tubo y accesorios.

Filtros de color.

Cuña de aire preparada con dos placas de vidrio separadas en uno de sus extremos por una cinta de papel.

Procedimiento:

Examinar el dispositivo de trabajo que muestra la Fig. 12.6.

Preliminares: ubicándose en lo posible como indica la Fig. 12.7, observar las franjas de interferencia que se obtienen con luz blanca y colocando filtros de color.

Adoptar, para continuar los ensayos, luz filtrada de color cuya longitud de onda deberá estimar admitiendo que el filtro proporciona luz monocromática (esto es una aproximación razonable a los fines del ensayo; el filtro en realidad deja pasar una banda, que si bien es estrecha, no es una única longitud de onda).

Observar las figuras de interferencia

Presionar levemente las placas, por ejemplo con la punta de un lápiz, y explicar cualitativamente las modificaciones que se producen en las figuras de interferencias.

Entre dos franjas consecutivas: ¿En qué valor se modifica la distancia t de la cuña?

