Física 2 Biólogos y Geólogos - Curso de Verano 2010

Serie 4: Interferencia

1. En una experiencia de interferencia inciden en un dado punto del espacio dos ondas coherentes dadas por: $\mathrm{E}_1 = \mathrm{E}_{01}\cos(kz - \omega t)\hat{e}_x$ y $\mathrm{E}_2 = \mathrm{E}_{02}\cos(kz - \omega t + \varphi)\hat{e}_x$.

   (a) Considerando que el origen de coordenadas de z coincide con el punto donde inciden las dos ondas, grafique la componente x del campo total ($\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$) en función de ωt para los siguientes casos:

      i. $\varphi = 0$ y $3\mathrm{E}_{01} = \mathrm{E}_{02}$
      ii. $\varphi = \pi/2$ y $\mathrm{E}_{01} = \mathrm{E}_{02}$
      iii. $\varphi = \pi$ y $\mathrm{E}_{01} = \mathrm{E}_{02}$
      iv. $\varphi = \pi$ y $3\mathrm{E}_{01} = \mathrm{E}_{02}$

   (b) Sabiendo que la intensidad media en un punto dado del espacio está dada por:

$$< I > \propto \frac{1}{N\tau}\int_0^{\tau} |\vec{E}_T|^2 dt$$

   donde N es un número entero y τ es el período temporal de la onda, calcule la intensidad media en $z = 0$ para los casos dados en (a). Recordar que: $\int_0^{2\pi}\sin(x)dx = 0$; $\int_0^{2\pi}\cos(x)dx = 0$; $\int_0^{2\pi}\sin(x)\cos(x)dx = 0$; $\int_0^{2\pi}\sin(x)^2dx = \int_0^{2\pi}\cos(x)^2dx = \pi$.

2. Indique en los siguientes casos, si la interferencia resulta detectable por el ojo humano:

   (a) Luz proveniente de dos puntos de un único tubo fluorescente ($T_c = 10^{-14}$ s).

   (b) Luz proveniente de un único punto de un tubo fluorescente, cuya diferencia de caminos sea de 1 cm.

   (c) Idem (b) pero donde la diferencia es de 0.1 μm.

   (d) Luz proveniente de dos láseres de iguales características.

3. Sea una fuente monocromática ($\lambda = 550$ nm), y un dispositivo de Young de las siguientes características: distancia entre ranuras $s = 3.3$ mm y distancia ranuras-pantalla $L = 3$ m.

   (a) Calcule la interfranja (Δ_i).

   (b) Delante de una de las ranuras se coloca un semicilindro de vidrio de 0.01 mm de radio. Determinar el sentido del desplazamiento de las franjas y la ecuación que da la expresión para dicho desplazamiento.

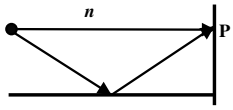
   (c) Sabiendo que las franjas se han desplazado 4.73 mm, dar el valor del índice de refracción del vidrio. Puede detectar dicho corrimiento con una fuente monocromática? Y con una policromática?

4. (a) Cómo cambia el experimento de Young si la fuente luminosa no está simétricamente situada respecto de la ranura, o si por algún motivo, las ondas que llegan a las mismas tienen un cierto desfazaje? Cómo puede detectar dicho corrimiento?

   (b) Cómo se modifica la figura de interferencia si el dispositivo de Young se encuentra inmerso en un medio de índice 1.5? Cómo y cuánto se debería mover la pantalla para mantener el valor de la interfranja?

5. (a) En un espejo de Loyd, la pantalla (perpendicular al espejo) se encuentra a 12 m de la fuente y el espejo a 1 mm de ella. La fuente puntual emite $\lambda = 520$ nm.

   Calcule los posibles valores del índice de refracción del medio circundante para que en el punto P exista un mínimo de intensidad.



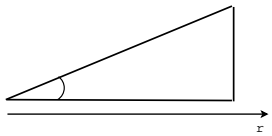
   (b) Se deja el dispositivo en aire y se intercala en el camino del rayo que une la fuente con P (sin reflejarse en el espejo) una lámina de caras paralelas de índice de refracción 1.5. Determine el espesor de la placa para que en P se encuentre el máximo de interferencia de orden 0.

6. Sobre una lámina de caras paralelas de vidrio de 0.4 mm de espesor e índice 1.5 incide normalmente una onda plana policromática. Calcule para qué longitudes de onda el haz reflejado tiene máximo de intensidad y para cuáles tiene mínimos. Rango visible: 400 nm − 790 nm.

7. (a) Una cuña de aire es iluminada con un haz plano de longitud de onda $\lambda = 500$ nm, de tal forma que la luz incide normalmente a la cara inferior. Al observar por reflexión se observan franjas de interferencia paralelas, cuya distancia entre mínimos es de 1 mm. Describir una cuña.

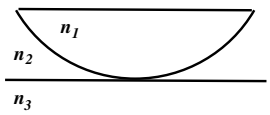
   (b) Se llena la cuña con un líquido de índice 1.25. Analice cómo se modifica el sistema de franjas de interferencia.

8. La cuña del dibujo es de vidrio con índice de refracción $n = 1.52$. Al iluminarla normalmente con luz de longitud de onda $\lambda = 5890$ $\AA$, la separación entre máximos de interferencia resulta ser de 0.69 mm.
   (a) Calcule el ángulo α de la cuña.



   (b) Indique en un esquema las ondas que interfieren y dónde lo hacen.

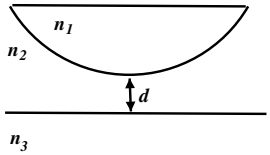
9. Se observan anillos de Newton con incidencia normal a la superficie inferior a la cavidad. El índice de refracción de la lente es n_1, el de la lámina de vidrio es n_3 y el del líquido que ocupa el espacio entre la lente y el plano, n_2, es intermedio entre los dos anteriores.



   (a) Son oscuros o brillantes los centros de los respectivos sistemas de anillos observados por transmisión y por reflexión?

   (b) El líquido tiene un índice de $n_2 = 1.59$. Se observa por reflexión. El radio del anillo 5 es 2 mm, ($\lambda = 590$ nm). Cuál es el radio de curvatura de la lente?

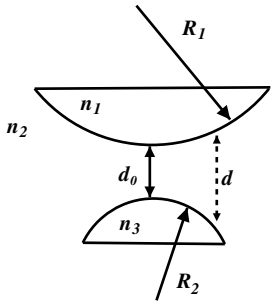
10. Con el dispositivo de la figura se observan anillos de Newton por reflexión. Es oscuro o claro el centro de la figura de interferencia? Cuál es el radio del tercer anillo brillante? Qué sucede con los anillos para un ligerísimo desplazamiento hacia arriba de la lente: convergen hacia el centro o se alejan de este? Por qué? Datos: R = 1 m, d = 0.013 mm, $\lambda = 500$ nm, $n_1 = 1.50$, $n_2 = 1.30$, y $n_3 = 1.40$.



11. El dispositivo de anillos de Newton se modifica según muestra la figura. Datos: $n_1 = 1.6$, $n_2 = 1.5$, $n_3 = 1.4$, $\lambda = 500$ nm.

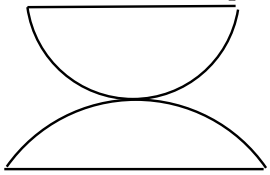
(a) Para qué valores de d_0 el centro del sistema de anillos corresponde a un máximo por reflexión?

(b) Encuentre el mínimo valor de d_0 para que el centro del sistema de anillos, observado por reflexión, corresponda a un mínimo.



12. El diámetro del décimo anillo brillante por reflexión en un dispositivo de anillos de Newton varía desde 1.40 cm a 1.27 cm al introducir un líquido entre la lente y la placa. Cuál es el índice de refracción del líquido?

13. Se observan por reflexión los anillos de Newton que se forman por la interferencia de los rayos de un haz de luz de 5000 $\mathring{A}$ que incide normalmente sobre dos superficies esféricas. Si el radio del décimo anillo oscuro es de 1/3 mm y el radio de curvatura de una de las superficies es de 50 cm,

(a) Cuál es el radio de curvatura de la otra superficie?

(b) Dónde se forman los anillos?