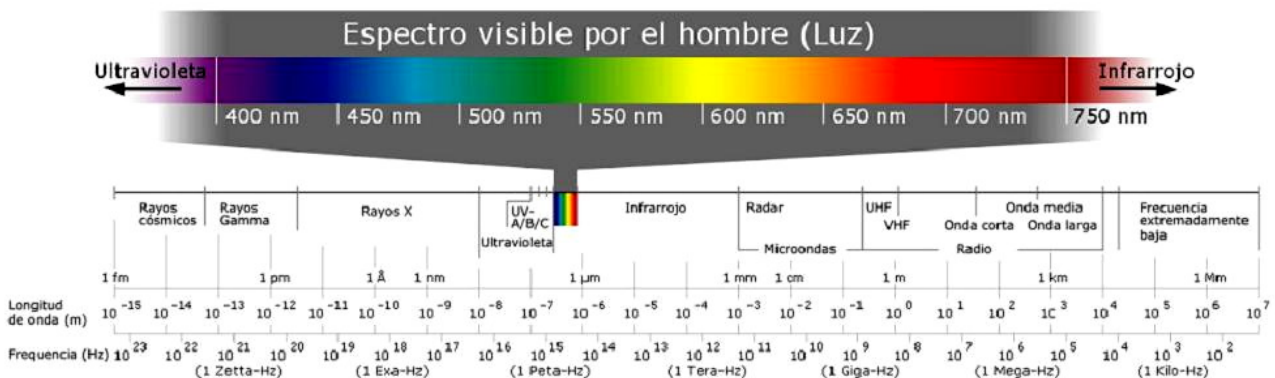


# Física II (Biólogos y Geólogos)

## SERIE 2

### Interferencia

1. La luz corresponde a la radiación electromagnética en la banda angosta de frecuencias de alrededor de  $3,84 \times 10^{14}$  Hz hasta aproximadamente  $7,69 \times 10^{14}$  Hz, mientras que, por ejemplo, la banda de frecuencias correspondiente a las emisiones de radio usadas en forma local comprenden para tipo AM desde 540 Hz hasta 1600 Hz, y para aquellas del tipo FM desde 88 MHz hasta 108 MHz; pero todas ellas viajan en el vacío a la misma velocidad:  
 $c \approx 3 \times 10^8$  m/s = 300000 km/s.



Espectro de las ondas electromagnéticas ( $\lambda$  correspondiente al vacío)

- a) Hallar las longitudes de onda en el vacío de las ondas luminosas, de AM y FM de uso local. Expresar el resultado en m, cm, mm, nm (nanómetros) y Å (Amstrong).
- b) Cuando un rayo de luz cuya longitud de onda en el vacío es  $\lambda_0 = 6000$  Å atraviesa una distancia  $e = 5$  mm en aire ( $n_{\text{aire}} = 1.000293 \approx 1$ ), ¿cuánto tarda y cuántas ondas están contenidas en esa distancia, es decir cuántas  $\lambda_0$  están contenidas en  $e$ ? ¿Cuántas ondas de rayos X cuya longitud de onda sea de 1 Å y cuántas de radio AM y FM (tomar los casos de menor longitud de onda mencionados) están contenidas en esa distancia? Comparar los resultados.
- c) Una lámina de vidrio de índice de refracción  $n_v = 1.5$  tiene un espesor  $e = 5$  mm. ¿Cuánto tarda la luz del punto b) ( $\lambda_0 = 6000$  Å) en atravesarla y cuántas ondas contiene la lámina?. Comparar los resultados obtenidos con los correspondientes a la misma onda en aire.
2. En el punto cuya coordenada se toma como  $z = 0$ , inciden dos ondas coherentes provenientes de algún tipo de experimento de interferencia:

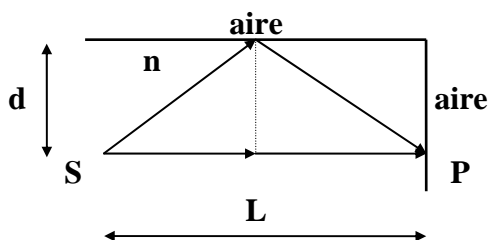
$$\vec{E}_1 = A_0 \cos(kz - \omega t) \vec{i}$$

$$\vec{E}_2 = A_1 \cos(kz - \omega t + \varphi) \vec{i}$$

Grafique la componente según  $\vec{i}$  de  $\vec{E}_{\text{tot}} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$  en función de  $\omega t$ , para:

- $\varphi = 0$  ,  $A_1 = 3A_0$
- $\varphi = \pi/2$  ,  $A_1 = A_0$
- $\varphi = \pi$  ,  $A_1 = A_0$  y  $A_1 = 3A_0$ .

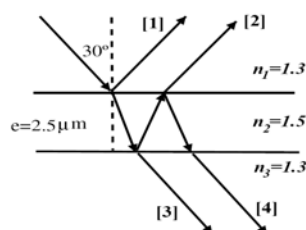
3. Considere dos fuentes puntuales monocromáticas que emiten en la misma frecuencia, con una diferencia de fase  $\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$ , y que se hallan separadas entre sí una distancia  $s$ .
- Calcule la perturbación total en una zona muy alejada de las fuentes, próxima a la dirección de la recta que las une. Suponga que ambas fuentes emiten con igual amplitud. ¿Qué figura se observa en una pantalla perpendicular a dicha dirección? ¿Cómo debe ser  $s$  respecto de  $\lambda$  para que sea cierto el planteo?
  - Idem (a) pero en la dirección perpendicular a la recta que las une.
  - En el entorno de las fuentes, ¿qué figura geométrica forman los puntos con igual diferencia de fase? Verifique si este resultado es consistente con lo establecido en los casos límite.
4. Sea una fuente monocromática ( $\lambda = 5500 \text{ \AA}$ ) y un dispositivo de Young de las siguientes características:  
 Distancia entre ranuras:  $d = 3,3 \text{ mm}$   
 Distancia de las ranuras a la pantalla:  $D = 3 \text{ m}$   
 Por detrás de una de las rendijas, es decir entre ésta y la fuente luminosa, se coloca una lámina de vidrio de caras paralelas y planas ( $e = 0,01 \text{ mm}$ )
- ¿Cómo se modifica la figura de interferencia respecto de la que resulta de la experiencia clásica de Young?
  - De acuerdo a su respuesta en a), determine el sentido del desplazamiento de las franjas y la fórmula que da la expresión de dicho desplazamiento.
  - Sabiendo que las franjas se han desplazado  $4,73 \text{ mm}$ , halle el valor del índice de refracción del vidrio.
5. ¿Cómo cambia el diagrama de interferencia en la experiencia de Young si la fuente luminosa no está simétricamente ubicada respecto de las rendijas?
6. Se obtienen franjas de interferencia mediante un dispositivo como el de la figura:



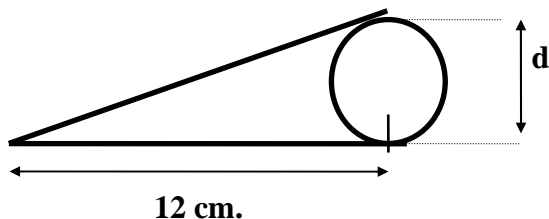
donde S es una fuente de luz monocromática de  $\lambda = 5200 \text{ \AA}$ , situada a una distancia  $L = 12 \text{ m}$  de la pantalla y a  $d = 1 \text{ mm}$  de la superficie de separación con el aire.

- ¿Cuánto debe valer el índice de refracción  $n$  para tener un mínimo en el punto P?
  - Suponiendo que en lugar de aire se tiene otro medio cuyo índice de refracción es mayor que el del medio en el que se produce la interferencia, ¿qué observa en el punto P?
- sugerencia:** Use que  $(1+\epsilon)^n \approx (1 + n \cdot \epsilon)$

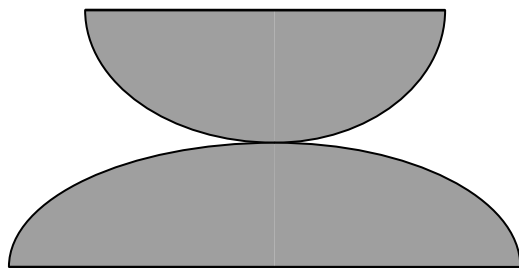
7. Sea la lámina de caras paralelas de la figura. Calcule para qué longitudes de onda, en el rango visible, los rayos [1] y [2] interfieren constructivamente. Cuando esto sucede, ¿qué pasa con los rayos [3] y [4]? ¿para qué valor del índice externo la interferencia de los rayos [1] y [2] será destructiva?



8. Sobre una película de índice de refracción 1,33 y un espesor de  $5 \times 10^{-5}$  cm se hace incidir perpendicularmente luz blanca.
- Indique cuáles son los rayos que interfieren si observa la luz por reflexión.
  - ¿Qué longitudes de onda serán reflejadas más intensamente y cuáles no serán reflejadas?
  - Responda b), pero ahora suponiendo que se trata de una película de aire sumergida en un líquido de índice  $n = 1,33$ .
  - ¿Cómo cambian los resultados anteriores si se observa el fenómeno por transmisión?
  - Si el espesor de la película fuera de 5 cm, ¿qué observa?
9. Una fuente extensa de luz ( $\lambda = 6800 \text{ \AA}$ ) ilumina normalmente dos placas de vidrio de 12 cm de largo que se tocan en un extremo y están separadas por un alambre de 0,048 mm de diámetro, en el otro extremo. ¿Cuántas franjas brillantes se observan por reflexión en este dispositivo?

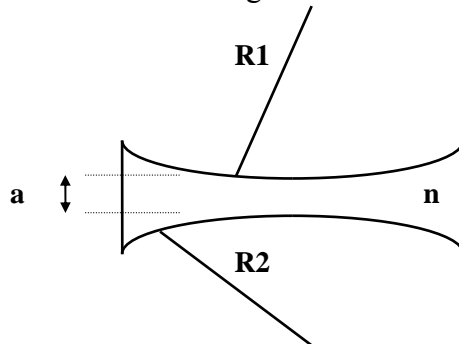


10. Un haz de rayos paralelos de luz amarilla  $\lambda = 6000 \text{ \AA}$  incide normalmente sobre la superficie plana de una lente plano-convexa, cuya superficie convexa está en contacto con una superficie plana (dispositivo de Newton). El radio de curvatura de la lente es de 50 cm.
- Marque los rayos que interfieren.
  - Determine el radio del quincuagésimo (50) anillo oscuro observado por reflexión, sin contar el punto central oscuro.
  - Idem, pero para refracción. ¿Cómo será en ese caso el anillo central?
  - ¿Cuánto hay que separar en forma vertical la lente de la superficie plana para que el punto central sea brillante?
  - Conteste a) y b) para el caso en el que el arreglo inicial se sumerja en agua.
  - Si en el arreglo inicial la placa de vidrio sobre la que se aplica la lente es una lámina de caras paralelas de espesor 5 cm, ¿debe considerar nuevos rayos en la interferencia?
11. 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?
12. Se observan por reflexión los anillos de Newton que se forman por la interferencia de los rayos de un haz de luz de  $\lambda = 5000 \text{ \AA}$  que incide normalmente sobre dos superficies esféricas.



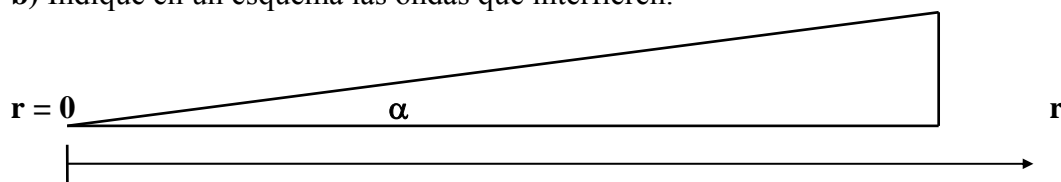
Si el radio del décimo anillo oscuro es de  $1/3$  mm y el radio de curvatura de una de las superficies es de 50 cm, ¿cuál es el radio de curvatura de la otra superficie?

13. Se observan anillos de Newton por transmisión que se forman por la interferencia de un haz de luz monocromática de  $\lambda_0 = 4500 \text{ \AA}$  que incide normalmente sobre el dispositivo que se indica en la figura. Datos:  $a = 1,5 \text{ mm}$  ;  $n = 1,5$ .
- Indique el recorrido de los rayos que interfieren.
  - Diga si el centro de la figura de interferencia es claro u oscuro. ¿Cuánto deberá cambiar el valor de “a” para que resulte la situación contraria?
  - Si el radio del décimo anillo brillante es  $1,41 \text{ mm}$  y  $R_1 = 1 \text{ m}$ , ¿cuánto vale  $R_2$ ?
  - ¿Cuánto vale el radio del vigésimo anillo oscuro?



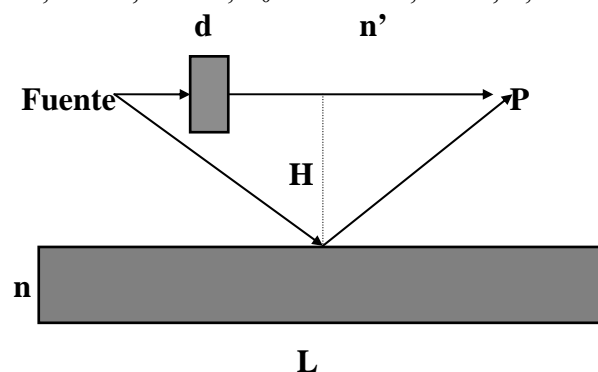
### Problemas adicionales

- La cuña del dibujo es de vidrio de  $n = 1,52$ . Al iluminarla normalmente con luz de  $5890 \text{ \AA}$  la separación entre máximos de interferencia resulta ser de  $0,69 \text{ mm}$ .
  - Calcule el ángulo  $\alpha$
  - Indique en un esquema las ondas que interfieren.

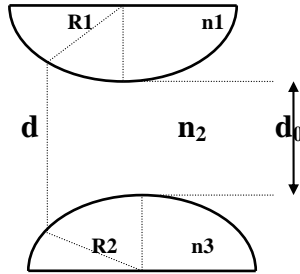


- Un dispositivo de anillos de Newton por reflexión se ilumina normalmente con luz monocromática de longitud de onda  $\lambda$ . Los radios de curvatura de los 2 anillos oscuros consecutivos son  $r_1 = (3,00 \pm 0,01) \text{ mm}$  y  $r_2 = (3,46 \pm 0,01) \text{ mm}$ . Sabiendo que el radio de curvatura es de  $6 \text{ m}$ , calcule:
  - los índices de los dos anillos.
  - la longitud de onda  $\lambda$  y su error.
- Encuentre cuánto debe medir el ancho de la placa para que en el punto P se obtenga un máximo de interferencia de orden cero.
 

Datos:  $L = 100 \text{ cm}$  ;  $H = 0,05 \text{ cm}$  ;  $\lambda_0 = 5000 \text{ \AA}$  ;  $n = 1,5$  ;  $n' = 1$ .



4. Si el dispositivo de anillos de Newton se modifica según muestra la figura:
- ¿Para qué valores de  $d_0$  el anillo central corresponde a un máximo por reflexión?
  - Halle el mínimo valor de  $d_0$  para el cual el anillo central corresponde a un mínimo por reflexión.
  - Con el valor de  $d_0$  hallado en b) calcule el radio  $R$  de la lente si el radio del anillo oscuro de orden 1 verifica que  $r_1^2 = 10^{15} \text{ \AA}^2$ .
- Datos:  $n_1 = 1,6$  ;  $n_2 = 1,5$  ;  $n_3 = 1,4$  ;  $\lambda_0 = 5000 \text{ \AA}$ .



5. Se tiene un dispositivo similar al de la experiencia de Young con modificaciones. Delante de las dos ranuras hay sendos semicilindros de radios  $R_1$  y  $R_2$  de índices  $n_1$  y  $n_2$  respectivamente.
- ¿Cuál es el orden del máximo situado en P si  $R_1 = R_2/2 = 10\lambda_0$  y  $n_1 = n_2 = 1,5$ ?
  - Si  $R_1 = R_2 = 10\lambda_0$ , ¿qué diferencia debe haber entre los índices  $n_1$  y  $n_2$  para que el máximo en el punto P corresponda al mismo orden que en el punto a)?
  - ¿Cambiarían sus respuestas anteriores si considera el efecto de la difracción?

