

I3: Ondas y Calor (FIS1522 y FIZ1250)

17 de Noviembre de 2004

No olvide poner su nombre en cada una de las hojas que entregue.

NOMBRE.....

SECCION.....

TIEMPO: 2 horas.

No usar apuntes. NO CONSULTE A LOS AYUDANTES.

Si Ud. tiene nota P, por lo que no figura en la lista, indíquelo junto a su nombre.

NO USE LAPIZ A MINA. SI LO HACE NO TENDRA DERECHO A RECLAMO

Justifique bien sus afirmaciones

Problema 1

Un espejo curvo hace que rayos paralelos al eje principal converjan en un punto situado a 20 cm. del centro del espejo, en el aire. Entonces se llena el espejo con agua ($n=4/3$) y se ilumina a través de un pequeño agujero hecho en una cartulina blanca

(a) Encuentre la distancia focal del espejo en el aire y con agua

(b) A qué distancia X del centro del espejo debe situarse la cartulina para formar una imagen nítida?

Sol: En el aire se tiene $f_a = 20[cm]$. Sea f_b la distancia focal del espejo con agua. Para determinarla consideremos rayos paralelos al eje del espejo. Al pasar por el agua no se refractan (ángulo de incidencia=ángulo de refracción nulos). Al reflejarse en el espejo forman una imagen en f_a . Esta imagen sirve de objeto al refractarse en la superficie del agua en su viaje de vuelta (lente plana). Se forma la imagen final en f_b . Para lente plana se tiene que:

$$q = -\frac{n_2 p}{n_1}$$

Sólo nos interesan distancias. Note que $n_2 = 1$ (aire), $n_1 = n$ (agua).

Por lo tanto:

$$f_b = \frac{f_a}{n}$$

lo que da $f_b = 15[cm]$. (8pts.) Para determinar X notamos que X es la distancia del objeto y de la imagen al espejo. Usando:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f_b}$$

se tiene que $X = 2f_b = \frac{2f_a}{n}$ lo que da $X = 30[cm]$ (7pts.)

Problema 2

Un pequeño pez se encuentra en un acuario esférico de radio 20 cm y nada en dirección a la superficie con una velocidad constante de 3,6 cm/s, por una línea que pasa por el centro de la esfera. Sabiendo que el índice de refracción del agua vale 1,33, determine

- (a) la posición (5 pt)
- (b) la velocidad (5 pt)
- (c) la aceleración (5 pt)

vista por una persona que mira el acuario cuando el pez se encuentra a 15 cm, 10 cm y 5 cm de la superficie.

Solución:

(a) Como la luz se propaga del acuario hacia el exterior, la superficie esférica es cóncava y el radio es igual a -20 cm. Luego

$$\begin{aligned}\frac{1,33}{o} + \frac{1}{i} &= \frac{1 - 1,33}{-20} \\ \frac{1}{i} &= 0,0165 - \frac{1,33}{o} \\ i &= \frac{1}{0,0165 - \frac{1,33}{o}}\end{aligned}$$

(b) La velocidad del objeto es $v_o = do/dt = -3,6$ cm/s (donde se tomó el signo negativo porque el pez se aproxima de la superficie) y la velocidad de

la imagen es $v_i = di/dt$. Derivando la penúltima ecuación se obtiene

$$-\frac{1}{i^2} \frac{di}{dt} = \frac{1,33}{o^2} \frac{do}{dt}$$
$$v_i = -1,33 \left(\frac{i}{o}\right)^2 v_o$$

(c) La aceleración se calcula derivando v_i en la última ecuación y recordando que $v_o = \text{const}$

$$a_i = \frac{dv_i}{dt} = -1,33 \times 2 \frac{i}{o} \frac{o \frac{di}{dt} - i \frac{do}{dt}}{o^2} v_o$$
$$a_i = -2,66 \frac{i}{o^3} (ov_i - iv_o) v_o$$

- Para $o = 15$ cm se obtiene

$$i = -13,857 \text{ cm}$$

$$v_i = 4,086 \text{ cm/s}$$

$$a_i = -0,4484 \text{ cm/s}^2$$

- Para $o = 10$ cm se obtiene

$$i = -8,584 \text{ cm}$$

$$v_i = 3,528 \text{ cm/s}$$

$$a_i = -0,3597 \text{ cm/s}^2$$

- Para $o = 5$ cm se obtiene

$$i = -4,008 \text{ cm}$$

$$v_i = 3,077 \text{ cm/s}$$

$$a_i = -0,2930 \text{ cm/s}^2$$

Problema 3

Un espejo plano hecho de un material de índice de refracción n_1 está sumergido en agua ($n=4/3$). En el agua se enciende una lámpara situada a una distancia $h = 0,25[m]$ sobre el espejo. En el aire, esta lámpara emite luz con $\lambda = 550[nm]$. A una distancia $R = 2[m]$ de la lámpara hay una pantalla perpendicular al espejo. Si y es la distancia medida sobre la pantalla a partir de la intersección de ésta con el espejo (Punto O):

(a) Encuentre y para la primera franja oscura. Considere los dos casos ($n_1 > 4/3$ y $n_1 < 4/3$).

(b) A qué distancia de O se encuentra la primera franja brillante? Considere los dos casos ($n_1 > 4/3$ y $n_1 < 4/3$).

Sol: (a)

$$\text{sen}\theta = \frac{m + (1 - a)/2}{n} \frac{\lambda}{2h}$$

donde n es el índice de refracción del agua y $a=1$ ($n_1 > 4/3$), $a=0$ ($n_1 < 4/3$). Se tiene

$$y = R \text{tg}\theta \sim R\theta \sim R \frac{m + (1 - a)/2}{n} \frac{\lambda}{2h}$$

i) $n_1 > 4/3$; $y = 0$ (3pts.)

ii) $n_1 < 4/3$: $y = 0,825 \times 10^{-3}[m]$, (4pts.)

(b)

$$\text{sen}\theta = \frac{m - a/2}{n} \frac{\lambda}{2h}$$

,

$$y = R \frac{m - a/2}{n} \frac{\lambda}{2h}$$

i) $n_1 > 4/3$, $y = 0,825 \times 10^{-3}[m]$, (4pts.)

ii) $n_1 < 4/3$, $y = 0$, (4 pts.)

PREGUNTAS Cada respuesta correcta vale 3 pts; se resta 0,75 por cada respuesta incorrecta

Pregunta 1: Un arcoiris se produce por:

- (a) Refracción de la luz por las gotas de agua de la atmósfera.
- (b) Reflexión de la luz por las nubes.
- (c) Refracción de la luz por el ojo humano.
- (d) (a) y (b).

resp. (a)

Pregunta 2: Para que se produzca interferencia en el experimento de las dos rendijas se requiere:

- (a) Luz monocromática
- (b) Luz coherente
- (c) (a) y (b)
- (d) La pantalla debe ser un buen reflectante.

resp. (c)

Pregunta 3:

Un tubo semi-abierto tiene una longitud de 40 cm. ¿Cuánto vale la longitud de onda de la tercera frecuencia de resonancia?

- (a) 13,33 cm
- (b) 32 cm
- (c) 50 cm
- (d) 120 cm

resp. (b)

Pregunta 4:

La distancia focal de un lente en el aire es 60,0 mm. Si el índice de refracción de la lente vale 1,53, ¿cuál es la distancia focal si se sumerge el lente en el agua (índice de refracción = 1,33)?

- (a) 52,2 mm
- (b) 69,0 mm
- (c) 159,0 mm
- (d) 211,5 mm

resp. (d)

Pregunta 5:

Un lente divergente tiene una distancia focal igual a -15 cm. Si se coloca un objeto a 20 cm del lente, ¿qué tipo de imagen se forma?

- (a) real, invertida, y con un tamaño mayor.
- (b) real, directa, y con un tamaño menor.
- (c) virtual, invertida, y con un tamaño mayor.
- (d) virtual, directa, y con un tamaño menor.

resp. (d)