



Guía Conceptual de Física

Tema: Problemas resueltos de Óptica y Ondas .

Montoya

La frase más excitante que se puede oír en ciencia,
la que anuncia nuevos descubrimientos, no es "¡Eureka!"
sino "qué extraño".

Ejercicio 1

Un rayo de luz que se propaga en el aire entra en el agua con un ángulo de incidencia de 45° . Si el índice de refracción del agua es de 1,33, ¿cuál es el ángulo de refracción?

Aplicando la ley de Snell:

$$n_1 \operatorname{sen} \vartheta_1 = n_2 \operatorname{sen} \vartheta_2$$

$$\frac{1}{1,33} \operatorname{sen} 45^\circ = \operatorname{sen} \vartheta_2$$

y el ángulo de refracción será:

$$\vartheta_2 = 32,1^\circ$$

Ejercicio 2.-

Una radiación de frecuencia $f=5 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$ se propaga en el agua. Calcular la velocidad de propagación y la longitud de onda de dicha radiación.

El índice de refracción del agua es $n=1,33$ con lo que la velocidad de propagación de la luz en el agua es:

$$n=c/v$$

$$v=c/n=2,26 \times 10^8 \text{ m/s}$$

y su longitud de onda será:

$$\lambda f=v$$

$$\lambda=v/f=4,51 \times 10^{-7} \text{ m}$$

Ejercicio 3:

Una capa de aceite ($n=1.45$) flota sobre el agua ($n=1.33$). Un rayo de luz penetra dentro del aceite con un ángulo incidente de 40° . Encuéntrese el ángulo que el rayo hace en el agua.

Solución :

Según la ley de Snell da

$$\begin{aligned}n_{\text{aire}} \sin 40^\circ &= n_{\text{aceite}} \sin x \\n_{\text{aceite}} \sin x &= n_{\text{agua}} \sin y\end{aligned}$$

entonces, $n_{\text{aire}} \sin 40^\circ = n_{\text{agua}} \sin y$

$$\begin{aligned}\sin y &= n_{\text{aire}} \sin 40^\circ / n_{\text{agua}} = \\1 * 0.643 / 1.33 &= 28.9^\circ\end{aligned}$$

EJERCICIO 4

a) Un rayo luminoso que se propaga en el aire incide sobre el agua de un estanque con un ángulo de 30° . ¿Qué ángulo forman entre sí los rayos reflejado y refractado?.

b) Si el rayo luminoso se propagase desde el agua hacia el aire ¿a partir de qué valor del ángulo de incidencia se presentará el fenómeno de reflexión total?.

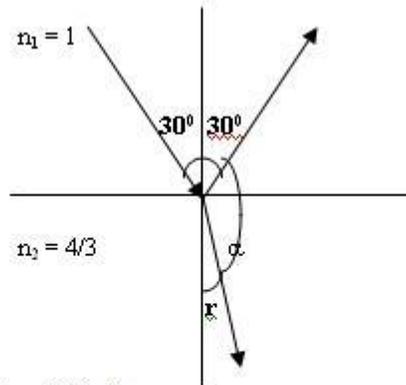
Dato: índice de refracción del agua = $4/3$.

DATOS

$$\theta_i = 30^\circ$$

$$n_{\text{agua}} = 4/3$$

a)



Por la Ley de Snell

$$1 \cdot \text{sen } 30^\circ = 4/3 \cdot \text{sen } \hat{r}$$

$$\text{sen } \hat{r} = \frac{\text{sen } 30^\circ}{4/3} = \frac{0,5 \cdot 3}{4} = 0,375 \Rightarrow \hat{r} = \arcsen 0,375 = 22,02^\circ$$

El ángulo que incidente es igual que el reflejado (30°) por tanto los rayos reflejado y refractado formarán un ángulo $\alpha = 180^\circ - 30^\circ - 22,02^\circ$
 $\alpha = 127,98^\circ$

b) La reflexión total se presenta a partir de un ángulo de incidencia llamado límite (\hat{l}) para el cual el ángulo refractado tiene un valor de 90° . Esto sólo puede suceder cuando el rayo pasa de un medio más refringente a otro menos, en éste caso el rayo pasa del agua al aire, el primer medio es el agua y el segundo el aire. Aplicando la ley de Snell.

$$4/3 \cdot \text{sen } \hat{l} = 1 \cdot \text{sen } 90^\circ$$

$$\text{sen } \hat{l} = \frac{\text{sen } 90^\circ}{4/3} = \frac{3}{4} = 0,75 \Rightarrow \hat{l} = \arcsen 0,75 = 48,59^\circ$$

$$\hat{l} = 48,59^\circ$$

EJERCICIO 5

LENTE

Una lente esférica tiene dos superficies convexas de radios $0,80 \text{ m}$ y $1,20 \text{ m}$. su índice de refracción es $n = 1,50$. Calcular su distancia focal y la posición de la imagen de un punto situado a $2,00 \text{ m}$. de la lente.

Solución:

Tabla_1: Convención de signos para una superficie esférica refringente

+ -- Radio r Cóncava Convexa Foco fo Convergente Divergente Objeto p Real Virtual
Imagen q Virtual Real

De acuerdo con las convenciones de signos de la tabla, debemos escribir $r_1 = 0,80$ m y $r_2 = +1,20$ m, ya que la primera superficies es convexa y la segunda es cóncava. Por lo tanto,

$$1/f = (1,50 - 1) (1/1,2 - 1/-0,80) \text{ ó } f = +0,96 \text{ m.}$$

El hecho de que f sea positivo indica que se trata de una lente convergente. Para obtener la posición de la imagen usamos la ecuación $1/p - 1/q = 1/f$, $p = 2,00$ m y el valor de f obtenido, lo cual da

$$1/2,00 - 1/q = 1/0,96 \text{ ó } q = -1,81 \text{ m.}$$

El signo negativo de q indica que la imagen es real y esta por lo tanto a la izquierda de la lente. Finalmente, el aumento es

$$M = p/q = 0,905$$

En vista del signo negativo, la imagen debe estar invertida y, como M es menor que la unidad, también será ligeramente menor que el objeto.

(extraído de alonso rojo)

Ejercicio del certamen 3 del primer Semestre 1) con el zoom de una maquina fotográfica (lente de distancia focal variable) se forma una imagen de un rostro de 30 cm de altura que tiene 12mm de altura sobre el negativo cuando se usa distancia focal mínima del zoom que es 85 mm. Determine el tamaño de la imagen del mismo rostro si se usa en cambio la distancia focal máxima que es de 205mm y calcule cuanto tendrá que moverse la lente dentro de la maquina. Suponga que la distancia entre el rostro y el negativo no cambia.

.f variable

$$f: 8,5 \text{ cm}$$

$$1/f = 1/S + 1/S'$$

$$B: -S'/S : \mu'/\mu$$

S+S': d

ejercicio 6

°Un rayo de luz blanca incide desde el aire sobre una lámina de vidrio con un ángulo de incidencia de 30°. a) ¿Qué ángulo formarán entre sí en el interior del vidrio los rayos rojo y azul componentes de la luz blanca, si los valores de los índices de refracción del vidrio para estos colores son, respectivamente, $n_{\text{rojo}} = 1,612$ y $n_{\text{azul}} = 1,671$.

DATOS

$n_{\text{vidrio rojo}} = 1,612$ $\lambda_{\text{rojo}} = 656,3 \text{ nm}$ $n_{\text{vidrio azul}} = 1,671$ $\lambda_{\text{azul}} = 486,1 \text{ nm}$ $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

a) Aplicando la ley de Snell:

$$1 \sin a = n_{\text{vidrio rojo}} \sin b$$

$$1 \sin a = n_{\text{vidrio azul}} \sin b$$

$$18,070 - 17,410 = 0,660$$

Ejercicio 7

Para determinar la velocidad de la luz en cierto vidrio cierto haz de luz que se propagaba en el aire, incidio sobre el material con un angulo 30°. Al medir el angulo de refraccion se obtuvo a 19° ¿Cual es el valor de indice de refraccion del vidrio?

$$n_{\text{vidrio}} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 19^\circ} = 1.5$$

Ejercicio 8

Supongase el tamaño de un objeto de 15 cm situado a una distancia de 30 cm de una lente. Puesto que esta forma una imagen virtual del objeto cuyo tamaño es 3 cm. ¿Cuál es la distancia de la imagen de la lente?

$$d = 6 \text{ cm}$$

¿Cuál es la distancia focal de la lente?

$$1/f = -4/30 = -7.5 \text{ cm}$$

Ejercicio 9

-Considere 2 espejos cóncavos, uno más curvado que otro.

a) ¿Para cuál de ellos es mayor el radio? b) Entonces, ¿Cuál de ellos posee una menor distancia focal?

Solución :

a) El mayor radio es para el espejo cóncavo menos curvado.

b) El espejo que posee una menor distancia focal es el espejo más curvado.

Ejercicio 10

Suponga el espejo cóncavo de un telescopio con un radio de 5 m. y que se emplea para fotografiar una estrella determinada.

a) ¿Cómo es el haz de rayos luminosos que proviene de la estrella y llega al telescopio?

b) ¿A qué distancia del vértice del espejo se forma la imagen de la estrella?

c) ¿Esta imagen es real o virtual?

Solución:

a) haz de rayos paralelos

b)2.5 m.

c)real.

Ejercicio 11

Un lente convergente de 10 cm. De longitud focal forma una imagen de un objeto situado a a)30 cm., b)10 cm. ,c) 5 cm. de lente .Encuentre la distancia a la imagen y describa la imagen en cada caso.

Solución:

La ecuación del lente delgado puede utilizarse para determinar la distancia a la imagen.

$$1/p + 1/q = 1/f$$

$$1/30 + 1/q = 1/10$$

$$q = 15 \text{ cm.}$$

El signo positivo nos indica que la imagen es real .El aumento es:

$$M = -q/p = -15/30 = -0.5$$

De este modo , la imagen ha reducido su tamaño a la mitad , y el signo negativo de M nos dice que la imagen esta invertida.

b)ningun cálculo es necesario para este caso pues sabemos que, cuando el objeto se pone en el punto focal ,la imagen se forma en el infinito . Esto verifica fácilmente sustituyendo $p=10 \text{ cm}$ en la ecuación de la lente .

c)A continuación nos movemos dentro del punto focal , hasta una distancia del objeto de 5 cm.En este caso , la ecuación del lente delgado produce

$$1/5 + 1/q = 1/10$$

$$q = -10 \text{ cm.}$$

$$M = -q/p = -(-10/5) = 2$$

La distancia a la imagen negativa nos indica que es virtual.La imagen se ha alargado y el signo positivo para M nos señala que la imagen está de pie.

Reflexión de una superficie esférica

Un espejo cóncavo tiene un radio de 0,600 m. Se coloca un objeto a 1,000 m del espejo. Encontrar las imágenes mas próximas y mas lejanas producidas por el espejo, suponiendo que su abertura es de 20°.

Solución:

En este caso tenemos $r = +0,600$ m y $p = +1,000$ m. Por lo tanto, usando la ecuación $1/p + 1/q = 2/r$, tenemos para rayos paraxiales que,

$$1/1,000 + 1/q = 2/0,600 \text{ ó } q = +0,429 \text{ m.}$$

Los rayos de máxima inclinación producen una imagen que se obtiene empleando la ecuación : $1/p + 1/q = 2/r + h^2/r(1/r - 1/p)^2$, con $h = r \sin \beta$ y $\beta = \frac{1}{2}(20^\circ) = 10^\circ$ $=0,174$ rad y $h^2 = 0,0302$. Entonces ;

$$1/1,000 + 1/q = 2/0,600 + 0,0302/0,600(1/0,600 - 1/1,000)^2$$

O sea que $q = +0,427$ m. En consecuencia las imágenes ocupan un pequeño segmento de aproximadamente $0,002$ m = 2 mm de longitud a lo largo del eje principal.

Ejercicios Luz

1) El año luz es una unidad que sirve como medida de longitud en astronomía. Se lo define como la longitud recorrida por un rayo luminoso en un año. Expresa un año-luz en km.

Respuesta: 9460800000000 km

2) Calcular el tiempo que tarda en llegar a la Tierra la luz de una estrella situada a 36.1012 km.

Respuesta: 4 años.

3) ¿Cuál será la distancia a que se encuentra una estrella cuya luz tarda 3,5 años en llegar a la tierra?.

Respuesta: 2799360000.

4) ¿Cuánto tiempo tardará la luz del sol en llegar a la Tierra si se admite como distancia aproximada entre ellos 15.107 km?.

Respuesta: 500 s

5) ¿A qué distancia se encuentra una estrella cuya luz tarda un año en llegar a la Tierra?

Respuesta: 9460800000000 km

6) Un rayo luminoso pasa del aire a otro medio formando un ángulo de incidencia de 40° y uno de refracción de 45° . ¿Cuál es el índice de refracción relativo de ese medio?

Respuesta: 1,52

7) Calcular el ángulo de incidencia de un rayo luminoso que al pasar del aire a la parafina, cuyo índice de refracción es 1,43, forma un ángulo de refracción de 20° .

Respuesta: $29^\circ 16'$

8) Un rayo luminoso pasa del aire al alcohol, cuyo índice relativo de refracción es 1,36. ¿Cuál es el ángulo límite?

Respuesta: $47^\circ 20'$

9) Si el ángulo límite de una sustancia es de 42° , ¿cuál es el índice de refracción?

Respuesta: 1,494

10) Teniendo en cuenta que la luz se propaga con una velocidad de 299774 km/s, calcular el tiempo que tardaría un rayo de luz que se emitiera desde la Tierra, para llegar a la Luna, sabiendo que la distancia es de 385000 km.

Respuesta: 1,284 s

11) ¿Cuál es el ángulo de desviación de un prisma, cuyo ángulo de refringencia es de 60° , si un rayo que incide en ángulo de 30° emerge con un ángulo de 45° ?

Respuesta: 15°

12) Calcular el desplazamiento sufrido por un rayo que incide según un ángulo 32° sobre una lámina de caras paralelas de 4,2 cm e índice refracción de 1,45.

Respuesta: 1,335 cm

13) Calcular el índice de refracción de una sustancia tal que un rayo luminoso que incide con un ángulo de 37° se refracta formando otro de 43° .

Respuesta: 0,332

14) ¿Cuál será el índice de refracción de una sustancia, si un rayo luminoso que incide según un ángulo de 28° se refracta según otro de 20° ?

Respuesta: 1,37

15) Un rayo de luz incide en un vidrio, cuyo índice de refracción es 1,59, según un ángulo de 30° . ¿Cuál es el ángulo de refracción?

Respuesta: $18^\circ 17' 38''$

16) ¿Cuál será el ángulo de incidencia que se forma si el rayo de luz se refracta bajo un ángulo de 35° , en una sustancia de índice de refracción 1,2?

Respuesta: $43^\circ 32' 18''$

17) Un rayo de luz incide sobre un prisma bajo un ángulo de 38° , si emerge según otro de 32° y las caras del prisma forman un ángulo de 20° , ¿cuál es la desviación sufrida por el rayo?

Respuesta: 50°

18) Frente a un espejo plano se coloca un objeto de 5 cm de altura. ¿A qué distancia se formará la imagen si el cuerpo está a 18 cm del espejo?

Respuesta: 18 cm

19) Dos espejos planos forman un ángulo de 40° , ¿cuántas imágenes se observan?

Respuesta: 8

20) Indicar cuál es el ángulo que forman dos espejos planos si se observaran 14 imágenes.

Respuesta: 24°

21) Si se coloca un objeto a 25 cm de un espejo plano, ¿a qué distancia se formará la imagen y de qué tamaño será?

Respuesta: 25 cm igual tamaño

22) Dos espejos planos forman un ángulo de 20° , ¿cuántas imágenes se observan?

Respuesta: 17

23) Dos espejos planos forman un ángulo de 60° , ¿cuántas imágenes se observan?

Respuesta: 5

24) Mediante dos espejos planos en ángulo se forman:

a) 8 imágenes.

b) 11 imágenes.

c) 19 imágenes.

¿Qué ángulo forman en cada caso?.

Respuesta: a)40°

b)30°

c)18°

25) Un objeto está a 1 cm de distancia de un espejo plano, éste se aleja 0,5 m, ¿cuánto se mueve la imagen?.

Respuesta: 1 m

26) Encontrar gráficamente la imagen que se obtiene en dos espejos que forman entre sí un ángulo de 90°.

Respuesta: 3

(P.C)

27)

Una luz monocromática emitida por una fuente puntual ilumina dos ranuras paralelas angostas .Los centros de las dos ranuras están separados $d = 0.8 \text{ mm}$. .En una pantalla que se encuentra a 50 cm. Del plano de las ranuras se forma un patrón de interferencia .En el patrón ,las franjas brillantes y las oscuras están separadas uniformemente .La distancia mide 0.304 mm .Calcule la longitud de onda.

Por lo mismo , podemos utilizar $s = n\lambda$ en las máximas alternativamente , es posible usar la ecuación de la rejilla de difracción, ya que una doble ranura es una rejilla con dos líneas. Los dos procedimientos dan $n\lambda = d \sin \theta$. La distancia del máximo central al primer máximo en ambos lados es 0.304 mm .

$$\text{Sen } \theta = 0.0304/50 = 0.000608$$

Entonces para $n=1$

$$n\lambda = d \sin \theta. \text{ Se convierte en } \lambda = 0.8 \cdot 10^{-3} \cdot 6.08 \cdot 10^{-4}$$

De donde $\lambda = 486 \text{ nm}$.