Física 2 Biólogos y Geólogos - Curso de Verano 2006
Turno: Tarde

Serie 2: Objetos. Formación de imágenes. Imágenes. Dioptras esféricas y planas. Espejos esféricos y planos. Lentes delgadas, sistemas de lentes o instrumentos.

1. Dada una dioptra esférica, establecidas las siguientes convenciones de signos:

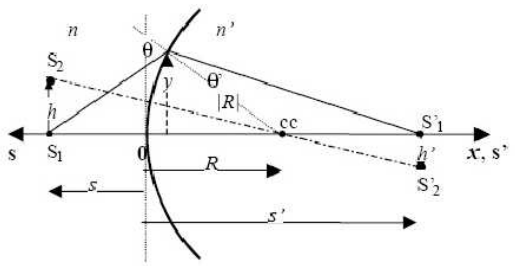
   C_1 : *Toda distancia asociada al objeto se mide según el eje s, que es positivo en el sentido contrario al del avance de la luz. Toda distancia imagen se mide en el eje s' que coincide con el sentido de avance de la luz (x).*

   C_2 : *El eje y forma terna derecha con el eje x.*

   C_3 : *El origen de las distancias tanto s, s', R como para y es el vértice de la dioptra.*

   C_4 : *Los radios son positivos cuando tienen el mismo sentido que el eje x.*

   C_5 : *Los ángulos, medidos desde el eje óptico o desde la normal a la superficie, según corresponda, son positivos cuando son anti-horarios y negativos en caso contrario.*



   Establecida la siguiente aproximación:

   AP : *Para todo ángulo considerado es válida la aproximación para-axial o gaussiana, es decir*:

$$\sin(\alpha) \approx \tan(\alpha) \approx \alpha \quad \text{medido en radianes y} \quad \cos(\alpha) \approx 1 \tag{1}$$

   y haciendo uso de la Ley de Snell, se puede demostrar que la formación de imágenes de la dioptra esférica se rige por la siguiente ecuación:

$$\frac{n'}{s'} + \frac{n}{s} = \frac{n'-n}{R} = \frac{n'}{f'} = \frac{n}{f} = \phi, \quad \text{y} \quad m = -\frac{ns'}{n's} \quad \text{(aumento lateral) donde} \tag{2}$$

	Descripción	En la figura		Descripción	En la figura
s	pos. del objeto	$s > 0$	f, f'	Distancias focales	
s'	pos. de la imagen	$s' > 0$	n, n'	ind. de refracción	
R	Radio de curvatura	$R > 0$	ϕ	Potencia	$\phi > 0$ conv.

   (a) Analice el significado físico de f y f', y establezca si estas magnitudes pueden ser iguales en módulo o si pueden unicarse en el mismo lado de la dioptra.

   (b) Para una dioptra esférica convergente y para una divergente haga los gráficos de s' vs. s. Analice las características de la imagen para las diferentes ubicaciones del objeto (reales o virtuales, directas o invertidas, aumentadas o disminuidas).

   (c) Haga en cada caso analizado en (b) el trazado de rayos correspondiente.

(d) A partir de la ecuación de la dioptra esférica demuestre que la ecuación de la dioptra plana en la aproximación paraxial es:

$$s' = -n' \frac{s}{n} \tag{3}$$

calcule las distancias focales y analice las características de la imagen.

2. (a) Una moneda se encuentra en el fondo de un vaso que contiene agua hasta una altura de 5 cm ($n_{agua} = 1.33$). Un observador la mira desde arriba, a que profundidad la ve?

   (b) Un objeto puntual que emite luz de colores (de frecuencias ν_1 y ν_2) se encuentra en el fondo de un cubo de 40 cm de lado. Los índices de refracción del cubo para ambas frecuencias son $n_1 = 125$ y $n_2 = 1.6$, respectivamente. El cubo está inmerso en aire. Halle a qué altura sobre el fondo se encuentran las imágenes que ve un observador externo al cubo. Analice las 2 posibilidad: observa normalmente desde arriba, observa normalmente desde abajo.

3. Considere una dioptra esférica convexa cuyo radio de curvatura, en módulo, es de 10 cm, y que separa aire (espacio objeto) de un medio de índice $n' = 2$ (espacio imagen).

   (a) Calcule sus distancias focales. Establezca si es convergente o divergente.

   (b) Encuentre gráfica y analíticamente la imagen de un objeto que se encuentra a 20 cm en el aire.

   (c) Idem (b) pero el objeto está ahora en el medio de índice 2 (recuerde que el aire es el espacio objeto, es un objeto real?).

   (d) Idem (b) para objetos reales a 5 cm y 10 cm del vértice de la dioptra.

   (e) Analice qué sucede si cambia la relación de índices, manteniendo la forma de la dioptra.

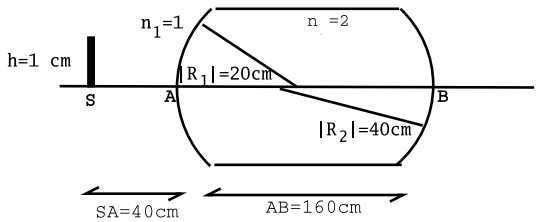
4. (a) Defina objeto real y objeto virtual.

   (b) Defina imagen real e imagen virtual.

   (c) Analice la veracidad de las siguientes afirmaciones y justifique sus respuestas:

      i. Un objeto es virtual cuando se encuentra a la derecha del sistema óptico.
      ii. Una imagen real de un sistema óptico siempre se comporta para otro sistema óptico que lo suceda como objeto real.
      iii. Una imagen virtual de un sistema óptico siempre se comporta para otro sistema óptico que lo suceda como objeto real.
      iv. Una imagen es real si la puedo registrar sobre una pantalla.
      v. Una imagen es real si la puedo ver o fotografiar.
      vi. Si un objeto es real debe ser autoluminoso.
      vii. Un objeto es real si tiene existencia física real.

5. Una barra de material plástico transparente de la forma y dimensiones de la figura, inmersa en aire, es iluminada por una rendija.



   (a) Calcular la posición y el tamaño de la imagen formada por cada una de las dioptras, y especificar si son reales o virtuales. $n' = 2$.

(b) Hacer un trazado de rayos a escala.

(c) Resuelva los items (a) y (b) para $n' = 1.56$.

Espejos

6. Considerando la ecuación de la dioptra se puede deducir que para un espejo esférico las ecuaciones que dan la posición y el aumento de la imagen son:

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = -\frac{2}{R} = \frac{1}{f'} = \frac{1}{f} \quad \text{y} \quad m = -\frac{s'}{s}; \tag{4}$$

donde ahora los ejes s y s' son coincidentes, mientras que el eje x es positivo en la dirección de avance de la luz incidente (los radios de curvatura de los espejos esféricos se miden según el eje (x)).

(a) Analice el significado físico de f y f', y establezca si estas magnitudes pueden ser iguales.

(b) Haga los gráficos de s' vs. s tanto para espejos cóncavos como convexos. Analice las características de la imagen para las diferentes ubicaciones del objeto (reales o virtuales, directas o invertidas, aumentadas o disminuidas).

(c) Haga en cada caso analizado en (b) el trazado de rayos correspondientes.

(d) A partir de la ecuación del espejo esférico deduzca la formación de imágenes del espejo plano. Analice claramente si el espejo invierte la relación arriba-abajo y derecha-izquierda.

(e) Qué sucede con la formación de imágenes si al espejo se lo sumerge en agua?

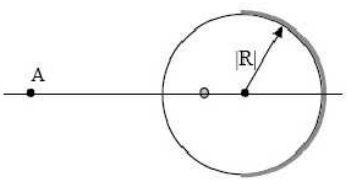
7. (a) Calcule el tamaño mínimo que debe tener un espejo plano para que una persona de 1.8 m de altura se vea entera.

(b) Si sus ojos están a 1.7 m del piso, determine a qué altura del piso debe estar el espejo.

(c) Puede determinar la distancia persona-espejo? Por qué?

8. Un espejo esférico cóncavo produce una imagen cuyo tamaño es el doble del tamaño del objeto, siendo la distancia objeto-imagen de 15 cm. Calcule la distancia focal del espejo.

9. Una esfera maciza de vidrio de índice de refracción 1.5 y radio 2 cm se encuentra en aire y tiene una burbuja interior de 2 mm de diámetro a 1 cm de su superficie.La mitad opuesta a la burbuja se encuentra espejada. Un observador mira a la esfera desde el punto A.



(a) Diga cuántas burbujas ve, de qué tamaño y en qué posiciones se encuentran.

(b) Si se quitase el espejado de la cara posterior, cuántas burbujas vería desde A y en qué posición y de qué tamaño las vería?

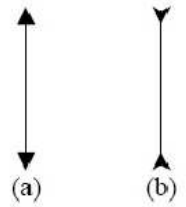
10. Una estrella de mar se encuentra en el interior de un acuario ($n_{agua} = 1.3$) y a 50cm de la pared que es de vidrio de índice de refracción $n_v = 1.56$ y de 5.52 cm de espesor. Un observador, en el aire, está a 1 m de la pared. Calcular a qué distancia ve a la estrella de mar. Si el diámetro de la estrella es de 15 cm, de qué diámetro la ve?

Lentes

11. A partir de la ecuación de la dioptra se demuestra que la ecuación paraxial de la lente delgada es:

$$\frac{n'}{s'} + \frac{n}{s} = \frac{n' - n_l}{R_2} + \frac{n_l - n}{R_1} = \frac{n'}{f'} = \frac{n}{f} = \phi, \quad \text{y} \quad m = -\frac{ns'}{n's} \quad \text{(aumento lateral)},$$

donde n_l es el índice de refracción de la lente. Una lente delgada convergente se esquematiza como la figura (a), y una divergente como la figura (b).



(a) Analice de qué depende la convergencia o divergencia de una lente delgada.

(b) Grafique s' vs. s para lentes convergentes y divergentes, analice las características de la imagen en función de la posición de los objetos y del tipo de objeto (real o virtual).

(c) Tome un objeto, colóquelo en diferentes posiciones y haga el trazado de rayos que le permita visualizar la imagen.

(d) Pueden ser iguales las distancias focales de una lente?

(e) Demuestre que si la lente está inmersa en un único medio y no es simétrica las distancias focales objeto e imagen no dependen de qué cara de la lente reciba la luz.

(f) Explique qué se entiende por lupa.

12. Una lente quiconvexa de radio de curvatura 50 cm está fabricada de un vidrio de índice 1.5.

(a) Calcule las distancias focales cuando la lente está inmersa en aire.

(b) Calcule las distancias focales cuando la lente está inmersa en agua.

(c) Calcule las distancias focales cuando a la izquierda de la lente hay aire y a la derecha agua.

(d) Idem (a),(b),(c) cuando la lente es equicóncava.

13. Considere tres lentes convergentes de distancias focales de 20 mm, 50 mm y 75 mm. Compare los gráficos de s' vs. s para ellas. Analice la profundidad de campo de cada una según la posición de un objeto que tiene profundidad dada Δx.

14. Se coloca un objeto a 80 cm a la izquierda de una lente equiconvexa de radios de curvatura $|R| = 10$ cm e índice de refracción $n_l = 1.5$.

(a) Analice cómo se comporta la lente si $n_1 = n_3 = 1.6$.

(b) Idem (a), para $n_1 = n_3 = 1$.

(c) Idem (a), para $n_1 = 1$ y $n_3 = 1.6$.

15. Se coloca un objeto a 18 cm de una pantalla, en qué puntos entre la pantalla y el objeto se puede colocar una lente delgada convergente de distancia focal 4 cm, para que la imagen del objeto esté sobre la pantalla? Qué diferencia hay entre ubicarla en una u otra posición? Y si la distancia focal de la lente fuese de 5 cm?

16. Un microscopio compuesto consta de un objetivo de 4 mm de distancia focal y de un ocular de 30 mm de distancia focal. La distancia entre lentes es de 16 cm y la imagen final se forma a 25 cm del ocular.

(a) Dónde se encuentra la imagen formada por el objetivo?

(b) Qué distancia hay entre la muestra y el objetivo?

(c) Cuál es el aumento del microscopio?

17. Un microscopio cuenta con tres objetivos diferentes cuyos aumentos laterales son: 4X, 10X y 40X, y un ocular cuyo aumento eficaz es 8X (imagen final a infinito). La distancia platina-plano imagen primaria se mantiene constante y vale 18 cm. Para los tres objetivos calcule:

(a) El aumento eficaz del microscopio.

(b) La distancia platina-objetivo.

(c) La distancia focal del objetivo.

(d) El largo del tubo óptico (g) y el largo del tubo.

(e) Si el mínimo tamanño angular que resuelve el ojo es de $3\ 10^{-4}$ radianes, calcule el mínimo tamaño del onjeto que puede ser resuelto en cada caso.

Si el microscopio se encuentra enfocado utilizando el objetivo de $4X$, calcule cuánto y en qué sentido debe modificarse la distancia platina-objetivo, si se coloca el de 10X. Qué ocurre con la distancia platina-ocular? Nota: Suponga en todos los casos $n = 1$.