

Problemas de Óptica Geométrica - Parte I

Importante: En todos los casos que lo permitan realizar la representación gráfica de la situación planteada.

- 1) Considere los siguientes casos:
 - a) Si la velocidad de la luz en el hielo es de $2,29 \cdot 10^8$ m/s, ¿Cuál es el valor del índice de refracción del mismo?
 - b) Si el índice de refracción de un vidrio óptico es $n_v = 1,525$, calcule la velocidad de la luz en el vidrio.
 - c) Calcule la diferencia entre la velocidad de la luz en el vacío y en el aire si el índice de refracción del aire es 1,000234. **IMPORTANTE: Use valores de velocidad con hasta 6 cifras significativas.** $C = 299776 \pm 4$ K m /seg
 - d) ¿Cuánto tiempo le tomará a la luz del sol llegar hasta nosotros, si éste se encuentra a una distancia de $1,5 \cdot 10^8$ Km. desde la tierra?
- 2) Un rayo de luz en el aire incide sobre la superficie plana bien pulida de un bloque de vidrio con un ángulo de 10° respecto a la normal. Si el índice de refracción del vidrio es $n_v = 1,5258$:
 - a) Encuentre el ángulo de refracción a cuatro cifras significativas.
 - b) Asumiendo que los senos de la ley de Snell se pueden reemplazar por los ángulos mismos (recuerde que este reemplazo se puede realizar siempre y cuando se trabaje en radianes), ¿Cuál sería el ángulo de refracción? Expresar el resultado en grados.
 - c) Encuentre el error porcentual en dicho reemplazo.
 - d) Repita los incisos anteriores pero ahora asumiendo que el ángulo de incidencia es de 45° .
- 3) Un tubo hueco de 1,25 m de largo y con una placa de vidrio de 8,50 mm de espesor cerrando cada extremo se encuentra al vacío en su interior. Si las placas de vidrio de los extremos tienen índice de refracción $n_v = 1,5250$ y la luz incide normal a las mismas:
 - a) Encuentre la longitud de camino óptico de la luz desde que incide en la primera placa hasta que sale de la segunda.
 - b) ¿En cuánto se incrementa el camino óptico si ahora el tubo se llena con agua de índice de refracción $n_{H_2O} = 1,33300$? Expresar la respuesta con cinco cifras significativas.
- 4) Explique analítica y gráficamente cómo se desvía un haz de luz que incide desde el aire sobre un medio, por ejemplo una lámina de vidrio, cuyo índice de refracción tiene las siguientes propiedades
 - a) El índice de refracción de la lámina de vidrio disminuye muy suavemente a lo largo de la dirección normal a la superficie de separación de los medios.
 - b) El índice de refracción aumenta muy suavemente a lo largo de la dirección normal a la superficie de separación de los medios
 - c) Explique los fenómenos que se pueden observar, en la naturaleza, como consecuencia de la desviación de la luz en el aire cuando el índice de refracción varía con la altura, por ejemplo, debido a los gradientes de temperatura.
- 5) Luz blanca (la luz blanca contiene una mezcla de todos los colores del espectro visible) incide con un ángulo de $55,0^\circ$ sobre la superficie pulida de un trozo de vidrio. Si el índice de refracción del vidrio varía de acuerdo a la longitud de onda (al color) de la luz incidente de modo tal que los índices de refracción para la luz roja (C) y azul (F) son $n_C = 1,53828$ $n_F = 1,54735$ respectivamente, calcule:
 - a) Los ángulos de refracción para estos dos colores, C y F, con cinco cifras significativas.
 - b) La dispersión angular a tres cifras significativas.
- 6) Un tanque de agua se cubre con una capa de un centímetro de espesor de aceite ($n_{ac}=1,48$) encima del cual hay aire. ¿Con qué ángulo mínimo debe incidir, desde el agua ($n=1,33$), un rayo de luz si no debe escapar nada de luz al aire?.
- 7) Imagine un sistema estratificado que consiste en capas planas de materiales transparentes de diferentes espesores.

- a) Demostrar que la dirección de propagación del haz emergente se determina solo por los índices de refracción de las capas inicial y final del sistema y la dirección del haz incidente.
- b) Compruebe que si el medio inicial y final tienen el mismo índice de refracción el rayo refractado tiene la misma dirección que el rayo incidente, aunque esté desplazado lateralmente respecto del punto de incidencia.
- c) Haciendo referencia a la Figura 1, deduzca una expresión para el desplazamiento lateral, distancia BC, que sufre la trayectoria que sigue el haz "A", al incidir sobre un material con índice de refracción, n_r , respecto de la que seguiría si ese tramo fuera todo de aire. Expresé el resultado en función del índice de refracción del medio, asumiendo que el espesor, d , del medio es conocido.
- 8) Explique analíticamente y gráficamente el fenómeno de elevación aparente en un objeto que está sumergido en un líquido cuando se lo observa desde afuera (suponemos que afuera hay aire). ¿Cómo cambia la situación si el observador está debajo del agua y el objeto sobre la superficie?.
- 9) Una lámina de vidrio de caras planas y paralelas, de 2,5 cm de espesor e índice 1,5 es sostenida con sus caras paralelas a una página impresa. Si la cara inferior está 10 cm por encima de la página. Asumiendo que Ud. mira en dirección normal, calcule la posición de la imagen de la página determinada por los rayos que forman un pequeño ángulo con la normal a la lámina.
- 10) Trace un diagrama de rayos localizando las imágenes de una fuente puntual formadas por un par de espejos a 90° . (Figura 2)
- 11) Trace los rayos principales, la posición del foco y del centro de curvatura de un espejo esférico, con las siguientes características:
- Es un espejo cóncavo, de radio $R=2\text{m}$ y diámetro 20 cm
 - Es un espejo convexo, de radio $R=-2\text{m}$ y diámetro 20 cm
- 12) Suponga que tiene un espejo esférico cóncavo de 10 cm de distancia focal.
- ¿A qué distancia se debe colocar un objeto si su imagen debe ser derecha y 1,5 veces más grande.
 - Es ésta una imagen real o virtual
 - ¿Dónde se forma y cómo es la imagen del mismo objeto ahora ubicado a 20 cm del vértice del espejo?
- 13) Suponga que tiene un espejo esférico convexo de $f = -10\text{ cm}$ de distancia focal.
- ¿A qué distancia se debe colocar un objeto si su imagen debe ser derecha y 0,5 veces el tamaño del objeto.
 - Cuál es el radio de curvatura del mismo?
 - Es ésta una imagen real o virtual
 - ¿Dónde se forma y cómo es la imagen del mismo objeto colocado a 20 cm del vértice del espejo?
- 14) Si Ud. se coloca frente a un espejo cóncavo, no puede ver su imagen invertida a menos que se coloque más allá del centro de curvatura, C, del espejo. Sin embargo si puede ver la imagen invertida de un objeto que se encuentra entre C y el foco F. Explique esto. Sugerencia: solo podrá ver una imagen real si sus ojos estén detrás de la misma de modo que éstos puedan formarla.).

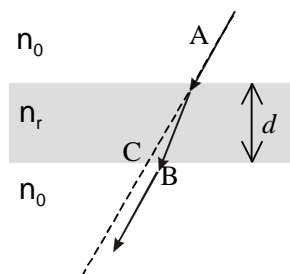


Figura 1

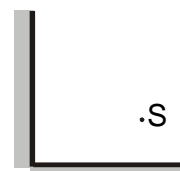


Figura 2

- 15) Considere un espejo esférico de radio de curvatura, $R=+24\text{ cm}$. Un objeto de 3 cm de altura se coloca a una distancia d del vértice del espejo,

a Halle analíticamente la posición de la imagen respecto del vértice del espejo para las siguientes distancias objeto:

- (i) $d=120$ cm (ii) $d=36$ cm (iii) $d=24$ cm (iv) $d=18$ cm (v) $d=12$ cm (vi) $d=6$ cm

b Resuelva el problema en forma gráfica para cada posición del objeto.

c En cada caso calcule el tamaño, orientación y tipo de imagen (real o virtual).

16) El radio de un espejo esférico es de $R=-18$ cm. Un objeto de 4 cm de altura se localiza enfrente del espejo a una distancia d ,

a Halle analíticamente la posición de la imagen respecto del vértice del espejo para las siguientes distancias objeto:

- (i) $d=36$ cm (ii) $d=24$ cm (iii) $d=12$ cm (iv) $d=12$ cm (v) $d=1$ cm (vi) $d=-9$ cm

b Resuelva el problema en forma gráfica para cada posición del objeto.

c En cada caso calcule el tamaño, orientación y tipo de imagen (real o virtual).

17) Un espejo esférico cóncavo se utiliza para formar la imagen de un árbol, sobre una película fotográfica que está a 8.50 m del árbol. Si se desea un aumento lateral de $m=-1/20$, ¿cuál debería ser el radio de curvatura del espejo?

18) ¿A qué llamamos foco objeto y a que foco imagen de una lente delgada?, ¿Cuál es la relación entre la longitud focal de una lente delgada y los radios de curvatura de las superficies de la misma?.

19) Ambos extremos de una varilla de vidrio de 10 cm de diámetro y de índice de refracción 1,5 están pulidas en forma de superficies esféricas convexas de 5 cm de radio en el extremo izquierdo y de 10 cm en el derecho (Ver imagen 1). La longitud de la varilla entre los vértices es 50 cm. Un objeto de 1 mm de altura perpendicular al eje y a 4 cm del primer vértice, constituye el objeto para la primera superficie.

a ¿Qué constituye el objeto para la segunda?

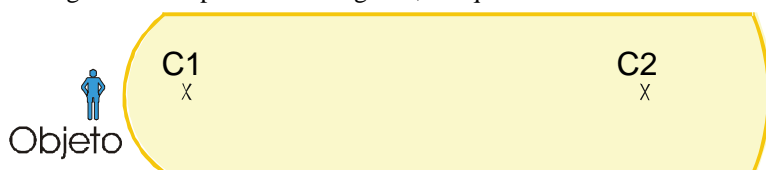
b ¿Cuál es la distancia objeto para la segunda superficie?. Para cada superficie, indique si el objeto es real o virtual

c ¿Cuáles son las posiciones de las imágenes formadas por cada superficie?. Indique para cada superficie si la imagen es real o virtual.

d Determine la magnificación final de este elemento óptico.

e Calcule las posiciones de los focos para cada superficie y con este dato resuelva el problema gráficamente.

OBS: Este sistema representa a una lente gruesa, y como tal tiene cuatro distancias focales (foco objeto y foco imagen de la primera superficie, y foco objeto y foco imagen de la segunda superficie). La definición de foco en este caso es análoga a la dada para lentes delgadas, aunque no es válida la ecuación del constructor de lentes delgadas.



20) Una varilla de 28 cm de largo y de índice de refracción $n_v=1.7$, tiene ambos extremos pulidos en forma de superficies esféricas de radios, $R_1=-2.80$ cm y $R_2=2.80$ cm. Un objeto de 2 cm de altura está localizado a $s_o=4$ cm de la lente,

a Realice un gráfico representativo del sistema planteado. ¿Qué constituye el objeto para la segunda?

b ¿Cuál es la distancia objeto para la segunda superficie?. Para cada superficie, indique si el objeto es real o virtual

c ¿Cuáles son las posiciones de las imágenes formadas por cada superficie?. Indique para cada superficie si la imagen es real o virtual.

d Determine la magnificación final de este elemento óptico.

e Calcule las posiciones de los focos para cada superficie y con este dato resuelva el problema gráficamente.

- 21) Dibuje las diversas lentes delgadas que pueden obtenerse combinando dos superficies cuyos radios de curvatura son, en valor absoluto 10 cm y 20 cm. ¿Cuáles son convergentes y cuales divergentes? ¿Calcule la distancia focal de cada una si están hechas con un vidrio de índice 1,7.
- 22) Donde se encuentra el objeto, si su imagen, obtenida con una lente de $f = -30$ mm es virtual y se ubica a 15 cm de la lente. ¿Cuál es el aumento lateral?.
- 23) Una lente delgada positiva se utiliza para proyectar una imagen aumentada de una transparencia sobre una pantalla ubicada a 10 m. Si la transparencia tiene 20×30 mm² y la imagen debe tener 2×3 m², ¿cuál debe ser la distancia focal de la lente y a que distancia de la misma se debe ubicar la transparencia?
- 24) Un objeto está colocado a 12,0 cm en frente de una lente delgada. Si la imagen se forma a una distancia si, donde si es igual a:
- (i) 42 cm, (ii) 12 cm, (iii) -6 cm
- Para cada posición imagen, determine:
- La longitud focal de la lente
 - La potencia ($P=1/f$, *obs.* la potencia se mide en Dioptrías, D, donde $1[D]=1[1/m]$)
 - El aumento de la lente
 - Aclare si la imagen es real o virtual
- 25) Una lente biconvexa, de índice de refracción $n=1.625$, tiene una superficie con un radio de curvatura $R=2.0$ m y otra con un radio $R=-1.6$ m. Determine:
- La longitud focal de la lente
- Para las siguientes distancias objeto:
- 26) 1) 70 cm, 2) 1.42 m 3) 2.84 m 4) 14 m
- Posición de la imagen y aclare si ésta es real o virtual.
 - Aumento de la imagen.
 - En cada caso resuelva el problema gráficamente.
- 27) Se construye un microscopio con dos lentes biconvexas de modo que la lente que actúa como ocular, de $f_{oc}=12.0$ mm de longitud focal, se ubica a una distancia de $L=19.20$ mm de la lente objetivo, cuya longitud focal es $f_{ob}=3.20$ mm. Si el objetivo forma la imagen primaria a $s_i=11.2$ mm de su centro, halle:
- La posición de la imagen final. Aclare si ésta es real o virtual
 - El aumento total del sistema
 - Resuelva el problema en forma gráfica
- 28) Una lente bicóncava, de distancia focal $f_2 = -60$ mm, se coloca, a una distancia $d=f_2$, detrás de una lente con una cara plana y otra convexa. La superficie curva de la lente plano convexa tiene un radio de 60 mm y la misma está construida con un cristal de índice de refracción de 1,5. Determine la posición de la imagen que forma este sistema compuesto de lentes, de un objeto de 1 m de altura distante 10 m de la primera lente. (*OBS: éste es el montaje típico de los telescopios galileanos*).
- 29) Un telescopio astronómico tiene una longitud focal de 85.0 cm. Determine el aumento angular cuando utiliza un ocular de 2.50 cm de longitud focal. Represente la situación en forma gráfica.
- 30) Suponga que dos lentes convergentes (biconvexas) de longitudes focales f_1 y $f_2=10*f_1$. ¿Cómo debería disponer las lentes para construir un telescopio y cuál sería la magnificación que obtendría?. Compruebe que el aumento total del sistema es igual producto de los aumentos laterales de cada lente.

Bibliografía

* Óptica, Sears, Francis, (535 Se17)

* Óptica. Hecht, E y Zajac, A, (Sector B-535 H355-2).

* Curso de Física General. Frish, S. y Timoreva, A. Vol 3 (530 F917).

* Optics, Rossi, B. (535 R735).

* Óptica. Smith, J. C. y Thompson, J. H. (Ed. Limusa).

* Física, Tipler, Paul, A Vol 2 (Ed. Reverté, 3ra Ed.

* Páginas Web de interés para este laboratorio:
http://physicsweb.org/resources/Education/Interactive_experiments/.