



P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

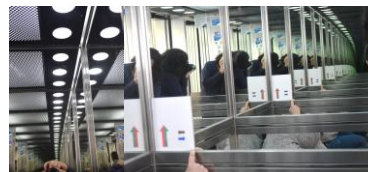
TRABAJO PRÁCTICO Nº 15

ÓPTICA GEOMÉTRICA

Al resolver los ejercicios preste atención a la convención de signos utilizada e indique en TODOS los diagramas de rayos el sentido de la luz. Recuerde realizar los diagramas de rayos a escala.

- P1.** Una vela de 5 cm de alto está ubicada a 40 cm a la izquierda de un espejo plano. ¿Dónde se forma la imagen y cuál es su altura? Realice un esquema de la situación incluyendo los rayos considerados para obtener la imagen. Indique con flechas el sentido de la luz.

- C1.** Explique el fenómeno de reflejos infinitos observado en la figura de la derecha y producido cuando se encuentra en una habitación con espejos planos en dos muros opuestos.



- P2.** Un objeto de altura $R/6$ es localizado frente a un espejo esférico cóncavo de radio R a una distancia $1,5 R$ del vértice del espejo.
- Realice el diagrama de rayos correspondiente indicando claramente dónde se forma la imagen.
 - Calcule la ubicación de la imagen y su aumento transversal y longitudinal.
 - ¿Qué ocurre si el espejo es convexo?

- C2.** Un objeto se ubica frente a un espejo esférico cóncavo.
- Determine el rango de posiciones del objeto para que el espejo forme una imagen real y el rango para que se forme una imagen virtual. Indique si las imágenes son derechas o invertidas.
 - Si el espejo considerado es convexo, ¿cómo cambia su respuesta anterior? Justifique. Indique si las imágenes son derechas o invertidas.
 - En base a sus respuestas anteriores, ¿es posible formar una imagen real con un espejo plano?

- C3.** Una persona mira su reflejo en el lado cóncavo de una cuchara reluciente.
- Usando los resultados del ejercicio C2 discuta si la distancia entre el rostro y la cuchara modifica la orientación de la imagen (derecha o invertida).
 - Si ahora la persona gira la cuchara y se mira del lado convexo, ¿su imagen será derecha o invertida?

- A1.** En calles muy estrechas se ubican en las esquinas espejos convexos para ver el tránsito de la calle perpendicular y evitar accidentes. En los supermercados y grandes negocios se utilizan este tipo de espejos para seguridad del local.



- A2.** Un odontólogo utiliza un espejo esférico para inspeccionar la dentadura de sus pacientes. Suponga que quiere que se forme una imagen derecha con un aumento transversal de 2, cuando el espejo está a 1,25 cm de una pieza dental del maxilar superior.
- ¿Qué tipo de espejo necesita? Justifique su respuesta usando un diagrama de rayos.
 - ¿Cuáles deben ser la distancia focal y el radio de curvatura de este espejo?

- P3.** Un objeto cúbico de 1 cm de lado se coloca a 20 cm del vértice de un espejo cóncavo de distancia focal 40 cm.
- Calcule la posición, tamaño y orientación de la imagen que se forma. Realice el diagrama de rayos

Constantes:

Índice de refracción: aire = 1; agua = 1,33; vidrio = 1,5; hielo = 1,309; aceite = 1,45.

P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

correspondiente.

- b) Repita los cálculos si el objeto se encuentra a 60 cm del vértice.

P4. Una partícula de tierra está incrustada a 3,5 cm bajo la superficie de una plancha de hielo plana.

- Si considera la plancha de hielo como un dióptico, ¿qué valor tiene su radio de curvatura?
- Determine la profundidad aparente de la partícula vista con una incidencia normal empleando la ecuación de los diópticos.
- Resuelva el problema utilizando la Ley de Snell y compare sus resultados con los obtenidos anteriormente.

P5. Una sustancia transparente de índice de refracción 1,5, está limitada por una superficie esférica de 60 cm de radio. Un objeto, en el aire, frente a la superficie cóncava de la sustancia transparente a 1,4 m.

- Determine las distancias focales objeto e imagen identificándolas en un gráfico.
- Calcule la posición de la imagen y el aumento.
- Repita los cálculos si ahora la superficie es convexa.

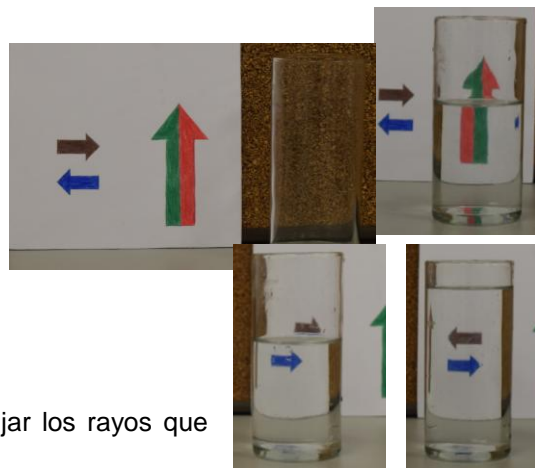
E1. **Lente gruesa**

Materiales:

Vaso cilíndrico, agua, flecha apuntando hacia la izquierda o derecha sobre hoja blanca.

Armado del dispositivo:

- Ubique el vaso delante de la hoja con la flecha, de forma tal que la flecha sea vista a través del vaso.
- Llene el vaso con agua mientras observa la flecha.
- Repita el procedimiento con otros objetos.
 - ¿Qué ocurre?
 - Explique el fenómeno de forma teórica (trate de dibujar los rayos que atraviesan los diferentes medios)
 - ¿Cómo vería los dedos de mi mano derecha si la ubico detrás del vaso?



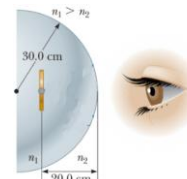
P6. Una varilla cilíndrica de vidrio de longitud 30 cm tiene como borde dos superficies esféricas de radios de curvatura 10 y 20 cm (izquierda y derecha). Un objeto se sitúa a 25 cm del vértice de la primera superficie como se muestra en la figura.



- Calcule la posición de la imagen final y su aumento cuando la varilla está sumergida en aire.
- Defina el carácter de la imagen (real o virtual, derecha o invertida).
- ¿Cambia la posición de la imagen y su tamaño si el sistema está sumergido en un líquido de índice 1,6? Justifique su respuesta.

P7. Una moneda de 2 cm de diámetro está incrustada en una bola de vidrio sólida de 30 cm de radio e índice de refracción 1,5. La moneda está a 20 cm de la superficie.

- Encuentre la posición de la imagen de la moneda y su aumento transversal y longitudinal. ¿La imagen sigue siendo un círculo? Justifique.
- Si ahora la moneda se encuentra incrustada en un bloque de vidrio cúbico, cómo cambia, si cambia, su respuesta anterior. Justifique.



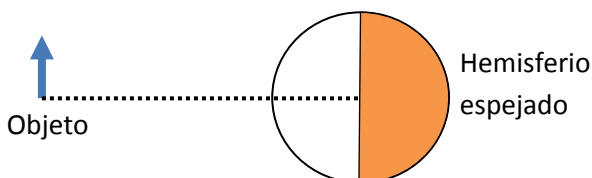
Constantes:

Índice de refracción: aire = 1; agua = 1,33; vidrio = 1,5; hielo = 1,309; aceite = 1,45.

P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

- P8.** Un pez pequeño flota inmóvil a 7 cm bajo la superficie del agua en un tanque de profundidad 20 cm, cuyo fondo es un espejo.
- ¿Cuál es la profundidad aparente del pez visto a incidencia normal?
 - ¿Cuál es la profundidad aparente de la imagen producida por el espejo vista a incidencia normal?
 - Realice un esquema de la situación.

- P9.** Una pecera esférica de radio 20 cm con paredes delgadas con un hemisferio espejado, está llena de un líquido cuyo índice de refracción es 1,25. Calcule la posición final de la imagen de un objeto ubicado a 2,4 m de la pecera. Realice un esquema de rayos



- P10.** Un objeto está 16 cm a la izquierda de una lente formándose la imagen a 36 cm a la derecha de la misma.
- ¿Cuál es la distancia focal de la lente?
 - A partir de sus resultados indique si la lente es convergente o divergente.
 - Si el objeto tiene 8 mm de altura, ¿cuál es la altura de la imagen? ¿Es derecha o invertida?
 - Compruebe sus resultados mediante un diagrama de rayos.
- P11.** Una lente convergente de distancia focal 20 cm forma una imagen virtual a 17 cm de la misma de 8 mm de altura. El índice de refracción de la lente es 1,4 y está sumergida en aire.
- Determine los radios de curvatura de la lente, suponiendo que ambos son iguales y su potencia.
 - ¿El objeto y la imagen están del mismo lado o en lados opuestos de la lente? Compruebe su respuesta utilizando un diagrama de rayos de la situación.
 - ¿La imagen es derecha o invertida?
 - Calcule la posición y el tamaño del objeto.
 - Repita los cálculos en el caso de una lente divergente con el mismo valor de distancia focal.
 - ¿Dónde se ubicaría el objeto si la lente divergente tuviese una distancia focal de 12 cm?

- P12.** Una lente divergente de menisco hecha de vidrio, con superficies esféricas de radios 7 cm y 4 cm es empleada para obtener la imagen de un objeto colocado a 24 cm a la izquierda de la misma. ¿Cuál es la posición y el aumento de la imagen?



- C4.** Cuando una lente de vidrio se sumerge en agua, ¿aumenta o disminuye su distancia focal en comparación con su valor en el aire? Explique su respuesta considerando una lente convergente y una divergente.
- P13.** En un cuarto hay una vela encendida a 1,5 m de una de las paredes. Una lente colocada entre la vela y la pared forma una imagen de la vela sobre la pared. Si la lente es desplazada 90 cm hacia la pared se enfoca nuevamente la imagen en la pared.
- Realice un diagrama de rayos para los dos casos y caracterice las dos imágenes.
 - Calcule la distancia focal de la lente utilizada y las dos distancias entre la vela y la lente para que la imagen esté enfocada en la pared.

Este procedimiento se utiliza para la obtención de distancias focales de lente convergentes y es conocido como el **método de Bessel**. Mediante este método se minimiza el error en la distancia focal

Constantes:

Índice de refracción: aire = 1; agua = 1,33; vidrio = 1,5; hielo = 1,309; aceite = 1,45.

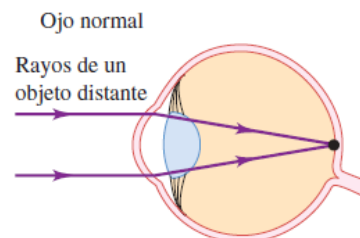
P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

debido al espesor de la lente, siempre y cuando la distancia entre objeto y pantalla sea cuatro veces mayor que la distancia focal.

- A3.** En un modelo simplificado del ojo humano se considera que los humores acuoso y vítreo y el cristalino tienen igual índice de refracción de valor 1,40. Es decir que la refracción tiene lugar en la córnea, pudiéndose pensar al sistema como una lente delgada única. El vértice del sistema está a 2,6 cm de la retina, zona sensible ubicada en la parte posterior del ojo. El enfoque de los objetos sobre la retina se realiza modificando la curvatura del cristalino pudiendo así enfocar objetos a distintas distancias. Los límites de enfoque de un ojo normal son:

- punto remoto: en el infinito;
- punto próximo: aproximadamente 25 cm.

¿Cuál debería ser el radio de curvatura de la córnea, para que la imagen de un objeto, situado a 40 cm del vértice de la córnea, esté enfocado en la retina?



- A4.** Una cámara fotográfica tiene montada una lente fija de 50 mm de distancia focal capaz de enfocar objetos localizados entre 45 cm y el infinito. El registro de la imagen se realiza al colocar una película fotográfica o un sensor en el plano donde se forma una imagen real. Suponiendo que la cámara está fabricada con una única lente,

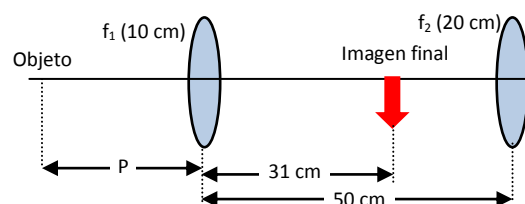
- ¿puede esta cámara registrar una imagen virtual? Si su respuesta es negativa, indique cómo debería proceder.
- Teniendo en cuenta su respuesta anterior, ¿la lente de la cámara es convergente o divergente?
- La cámara se enfoca desplazando la lente cambiando su distancia respecto al sensor o película fotográfica. Determine el rango de distancias entre la lente y el plano del sensor, que permita obtener imágenes nítidas para objetos ubicados entre 45 cm y el infinito.

- P14.** Un sistema óptico está compuesto por dos lentes delgadas biconvexas L_1 y L_2 de distancias focales 10 cm y 20 cm respectivamente, separadas por una distancia de 80 cm (L_1 está a la izquierda de L_2).

- Describa la imagen final correspondiente a un objeto de 5 mm de alto colocado a 15 cm a la izquierda de la primera lente.
- Realice un diagrama de rayos para comprobar el resultado anterior.

- P15.** Dos lentes convergentes se utilizan para formar una imagen final entre las lentes.

- ¿A qué distancia P a la izquierda de la lente de 10 cm de distancia focal debe estar el objeto?
- Calcule el aumento transversal y longitudinal.
- Considerando su respuesta anterior, ¿la imagen final está derecha o invertida?



- A5. Microscopios.** La distancia focal del objetivo y del ocular de un microscopio son 3 mm y 2 cm respectivamente. Si las lentes están separadas 20 cm y quiero formar una imagen a 25 cm del ocular,

- ¿a qué distancia se ubica el objeto sobre la platina de observación?
- Determine el aumento del sistema de lentes.
- ¿Cuál sería la potencia de una única lente que produjera el mismo aumento?

Constantes:

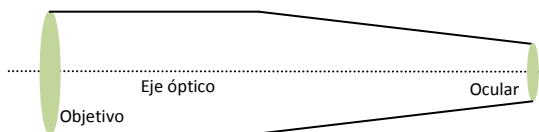
Índice de refracción: aire = 1; agua = 1,33; vidrio = 1,5; hielo = 1,309; aceite = 1,45.

P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

A6. Telescopio refractor.

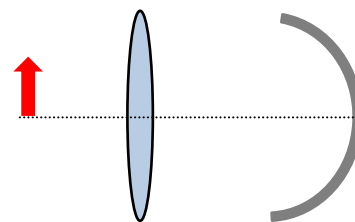
Dado que los objetos astronómicos se encuentran a grandes distancias, los rayos luminosos que provienen de un mismo punto de la fuente pueden considerarse paralelos entre sí.

El telescopio refractor tiene una lente objetivo (colecta la luz de los objetos) y una lente ocular (permite observar las imágenes) que puede ser intercambiada según la necesidad. La distancia focal del objetivo es siempre mucho mayor que la del ocular.



P16. Una lente convergente delgada con radios de curvatura $R_1 = 9$ cm y $R_2 = 6$ cm se ubica frente a un espejo cóncavo de radio $R = 8$ cm.

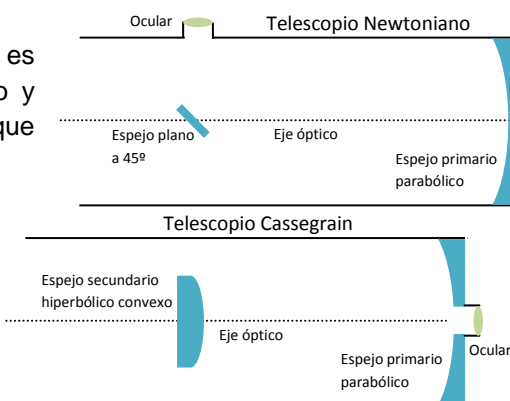
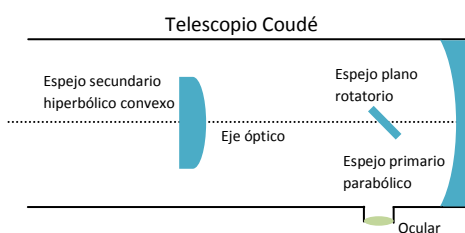
- Si la distancia focal de la lente es 5 cm, determine su índice de refracción.
- Si la lente y el espejo están separados 20 cm y un objeto se coloca a 8 cm a la izquierda de la lente, determine la posición de la imagen final y su aumento.
- ¿La imagen final es real o virtual? ¿Está invertida o derecha? Justifique.



P17. A la derecha de una lente biconvexa convergente (distancia focal f) sobre su plano focal se encuentra ubicado un espejo plano. Si a la izquierda de la lente y a una distancia $1,5 f$ hay un objeto luminoso,

- calcule la posición de la imagen final y realice un esquema de rayos.
- ¿Es una imagen real o virtual? ¿Está invertida o derecha? Justifique.

A7. Telescopio reflector. En el telescopio reflector la luz es recogida por un espejo primario parabólico o esférico y redirigida hacia el ocular por un espejo secundario que puede ser plano o hiperbólico convexo.



A8. Defectos en la visión y su corrección.

Los defectos más comunes en la visión y su forma de corregirlos son:

Defecto	Problemática	Corrección
Miopía	Imagen se forma antes de la retina	Lente divergente
Hipermetropía	Imagen se forma después de la retina	Lente convergente
Astigmatismo	Distorsión de la imagen debido a que la curvatura córneas no esférica	Lentes cilíndricas
Cataratas	Deterioro del cristalino que impide el paso normal de la luz, supone visión con nubes o manchas.	Implica cirugía interna, incluyendo una lente intraocular.

Constantes:

Índice de refracción: aire = 1; agua = 1,33; vidrio = 1,5; hielo = 1,309; aceite = 1,45.

P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

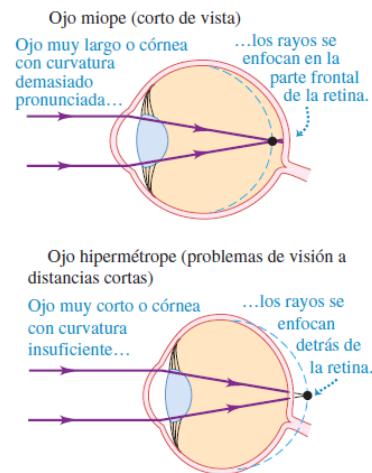
Para algunos defectos se utiliza la corrección mediante láser que consiste en “tallar” la córnea. En algunas ocasiones se puede incorporar en ella una lente.

A9. En una forma de cirugía para cataratas, se sustituye el cristalino que se ha enturbiado por una lente artificial. Es posible elegir las propiedades refractivas de la lente de repuesto, de modo que el ojo de la persona enfoque los objetos distantes. Pero se necesitan anteojos o lentes de contacto para ver de cerca. Considerando el modelo simplificado del ojo que se describe en el ejercicio **A3** ¿cuál es la potencia, en dioptrías, del sistema de lentes que permiten a una persona enfocar una página de un libro a una distancia de 24 cm? Suponga que la lente correctiva está en contacto con la córnea.

A10. Cierta persona miope es incapaz de enfocar objetos ubicados a más de 36 cm del ojo. Considere el modelo simplificado del ojo que se describe en el ejercicio **A3**, con el radio de curvatura de la córnea de 0,75 cm cuando el ojo está enfocado en un objeto a 36 cm del vértice de la córnea

- ¿cuál es la distancia del vértice de la córnea a la retina?
- ¿Qué corrección sería necesaria para enfocar un objeto situado a 1 m?

P18. Suponga 4 lentes de distancias focales $f_1=0,1$ cm, $f_2=1$ cm, $f_3=10$ cm y $f_4=100$ cm. Determine la potencia total del sistema con las 4 lentes acopladas en dioptrías.



Constantes:

Índice de refracción: aire = 1; agua = 1,33; vidrio = 1,5; hielo = 1,309; aceite = 1,45.