

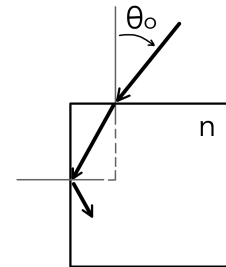
## Reflexión y refracción

**Ejercicio 1:** Dos espejos planos  $M_1$  y  $M_2$  forman un ángulo de  $120^\circ$  entre sí. Un rayo de luz incide sobre  $M_1$  con un ángulo de  $65^\circ$  con la normal. Encuentre la dirección del rayo después de que se refleja en el espejo  $M_2$ .

**Ejercicio 2:** Un rayo incide en la interface entre agua ( $n_{\text{agua}} = 1.3$ ) y vidrio ( $n_{\text{vidrio}} = 1.5$ ) formando un ángulo  $\theta_0 = 80^\circ$  con la normal

- Calcule los ángulos que forman con la normal los rayos reflejado y transmitido, cuando el rayo incide desde el agua.
- Analice el caso equivalente cuando el rayo incide desde el vidrio.

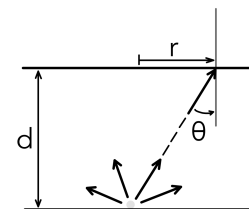
**Ejercicio 3:** Un rayo de luz incide sobre una placa de vidrio inmersa en aire con un ángulo de incidencia  $\theta_0 = 45^\circ$ . ¿Cuál debe ser el índice de refracción  $n_{\text{vidrio}}$  del vidrio para que haya reflexión total en la cara vertical?



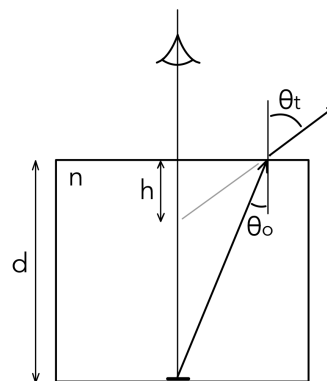
**Ejercicio 4:** Considere tres medios con diferentes de índices de refracción  $n_1$ ,  $n_2 = 1.5$  y  $n_3 = 1.2$ . Las interfaces entre ellos son planas y paralelas entre si. Un rayo que incide sobre la interfase que separa los medios con  $n_1$  y  $n_2$ , formando un ángulo de  $\theta_0 = 45^\circ$  con la normal, sale rasante luego de refractarse en la interfase  $n_2 - n_3$

- Calcule  $n_1$ .
- ¿Qué sucedería si  $n_1 = n_3$ ? ¿Son los resultados dados independientes de  $n_2$ ?

**Ejercicio 5:** Un objeto luminoso pequeño situado en el fondo de un depósito de agua ( $n_{\text{agua}} = 4/3$ ) de  $d = 100\text{cm}$  de profundidad emite rayos en todas direcciones. Si en la superficie de agua existen partículas finas, se observa en ésta un círculo luminoso. Calcule el radio del círculo y explique por qué se observa este fenómeno.



**Ejercicio 6: Dioptra plana** Una moneda se encuentra en el fondo de un vaso que contiene agua hasta una altura de  $d = 5\text{cm}$  (el índice de refracción del agua es  $n_{\text{agua}} = 1.33$ ). Un observador mira la moneda desde arriba. ¿A qué profundidad la observa?



## Lentes delgadas

### Convenciones para lentes delgadas en aire (Hecht)

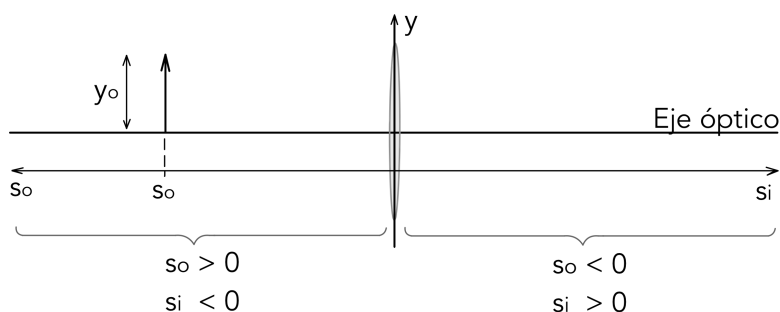
Cantidad	Signo	
	+	-
$s_o$	Objeto real	Objeto virtual
$s_i$	Imagen real	Imagen virtual
$f$	Lente convergente	Lente divergente
$y_o$	Objeto directo	Objeto invertido
$y_i$	Imagen directa	Imagen invertida

Ecuación de la lente

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f}$$

Aumento lateral

$$M_T = \frac{y_i}{y_o} = \frac{-s_i}{s_o}$$



**Ejercicio 7:** Cuando un haz de luz de rayos paralelos incide desde la izquierda perpendicularmente sobre una lente convergente, aparece su imagen a una distancia  $d = 4\text{cm}$  a la derecha de la misma. Si se coloca un objeto luminoso a una distancia  $D = 3\text{cm}$  de la lente,

- ¿cuántas veces mayor (o menor) es la imagen?
- ¿Es real o virtual?
- Haga el trazado de rayos.

**Ejercicio 8:** Resuelva analíticamente usando la ecuación de la lente y geoméricamente realizando el trazado de rayos. Para un objeto que mide  $y_o = 1\text{cm}$ , determine la posición  $s_i$  en

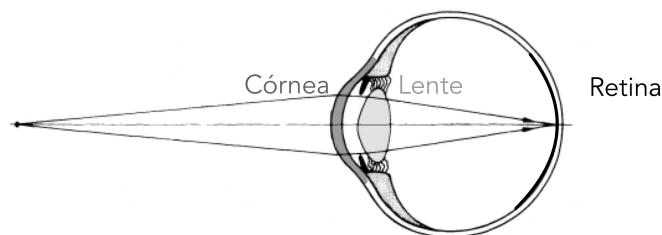
la cual se genera la imagen, y si la misma es real o virtual y si es directa o invertida para los siguientes casos

- Objeto puntual a  $20\text{cm}$  de una lente de distancia focal  $f = 10\text{cm}$ .
- Objeto puntual a  $20\text{cm}$  de una lente de distancia focal  $f = 5\text{cm}$ .
- Objeto puntual a  $3\text{cm}$  de una lente de distancia focal  $f = 5\text{cm}$ .
- Objeto puntual a  $20\text{cm}$  de una lente de distancia focal  $f = -40\text{cm}$  (lente divergente)

**Ejercicio 9:** Se coloca un objeto a  $18\text{cm}$  de una pantalla y entre el objeto y la pantalla se ubica una lente delgada convergente

- En qué lugar entre la pantalla y el objeto se puede colocar una lente delgada convergente de distancia focal  $f = 4\text{cm}$  para que la imagen del objeto se produzca sobre la pantalla?. Si hubiera más de una posición posible, analice qué diferencia hay entre colocar la lente en las distintas posiciones posibles. Haga el trazado de rayos.
- ¿Y si la distancia focal fuera  $f = 5\text{cm}$ ?

**Ejercicio 10: El ojo como sistema óptico** El punto más cercano que el ojo humano puede enfocar se conoce como *punto próximo*, y para un adulto con visión normal se encuentra a una distancia de  $25\text{cm}$ . La distancia máxima a la que el ojo puede enfocar se denomina *punto remoto*, y para adultos de visión normal, es prácticamente infinita. La miopía es una afección



que se caracteriza por la dificultad para ver objetos que se encuentran lejos, es decir, para el ojo que sufre miopía, el punto remoto está a una distancia finita. Por otro lado, la hipermetropía se caracteriza por la dificultad para ver con nitidez los objetos próximos, esto es, el punto próximo es mayor al considerado normal. Matemáticamente, la distancia focal está dada por la misma fórmula que para lentes pero, en este caso, la distancia focal no es constante sino que depende de la posición del objeto  $s_o$  (es una lente de distancia focal ajustable!).

- ¿Cuánto cambia la distancia focal del sistema lente-córnea si el objeto se mueve desde infinito hasta el punto próximo  $s_o^{\text{próximo}} = 25\text{cm}$ ? Asumir que todo el foco se produce en el sistema lente-córnea y que la distancia de la córnea a la retina (dónde debe formarse la imagen) es de  $2,5\text{cm}$ .
- El punto próximo del ojo de una persona está a  $75\text{cm}$ . Usando anteojos (a una distancia despreciable del ojo), el punto próximo del sistema antejo-ojo está a  $25\text{cm}$ .
  - Calcular la potencia y el aumento lateral de la imagen formada por la lente antejo.

- ii. ¿Qué produce una imagen más grande en la retina: el objeto visto sin anteojos a  $75\text{cm}$ , o el objeto visto con anteojos a  $25\text{cm}$  del ojo?
  - iii. Realizar un diagrama y trazado de rayos correspondiente.
- c. Un ojo miope tiene el punto remoto situado a  $5\text{m}$ , es decir, no ve con nitidez más allá de esa distancia. ¿Cuánto debe valer la distancia focal y la potencia de la lente que corrija este defecto? ¿De qué tipo de lente se trata?

**Ejercicio 11: El microscopio** El modelo más sencillo de microscopio óptico se compone de dos lentes simples. Una de ellas es la llamada *lente objetivo*, y se coloca justo después de la muestra a estudiar. La segunda de ellas es distinta si estamos mirando con nuestros ojos o si estamos utilizando una cámara científica para digitalizar la imagen y se denomina *lente ocular* o *lente de tubo* respectivamente.

Consideremos un microscopio que consta de una lente objetivo de distancia focal  $f_{ob} = 4\text{mm}$  y de una lente ocular de distancia focal  $f_{oc} = 30\text{mm}$ . La distancia entre el foco imagen del objetivo y el foco objeto del ocular es  $g = 18\text{cm}$ . Calcule:

- a. ¿A qué distancia de la lente ocular debe estar la imagen formada por el objetivo para que la imagen final resultante se forme en el punto cercano (a una distancia de  $25\text{cm}$  del ojo)?
- b. La distancia entre el objeto y la lente objetivo.
- c. La magnificación del microscopio.
- d. Repetir los incisos (a) - (c) considerando ahora que el dispositivo se utiliza a ojo relajado, es decir, como mirando un punto lejano.