

Auxiliar 4 - Espejos y lentes

Profesor: Andrés Meza
Auxiliares: Dante Navarrete
Antonia Cisternas

Ayudante: Kevin Vásquez

1 Resumen

1.1 La luz y sus propiedades

La luz es una onda electromagnética. Cuando es emitida o absorbida también presenta propiedades de partícula. Es emitida por cargas eléctricas en aceleración. La rapidez de la luz en el vacío es una constante física fundamental. Un frente de onda es una superficie de fase constante; los frentes de onda se desplazan con rapidez igual a la de propagación de la onda. Un rayo es una línea recta a lo largo de la dirección de propagación, perpendicular a los frentes de onda. La representación de la luz por medio de rayos es la base de la óptica geométrica. Cuando se transmite luz de un material a otro, la frecuencia de la luz no cambia, pero la longitud de onda y la rapidez de onda pueden cambiar. El índice de refracción n de un material es la razón entre la rapidez de la luz en el vacío c y su rapidez v en el material. Si λ_0 es la longitud de onda en el vacío, la misma onda tiene una longitud más corta λ en un medio con un índice de refracción n . La variación del índice de refracción n con la longitud de onda λ se llama dispersión. Por lo general, n disminuye cuando λ aumenta.

$$n = \frac{c}{v} \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n} \quad (2)$$

1.2 Reflexión y refracción

En una interfaz lisa entre dos materiales ópticos, los rayos incidente (i), reflejado (r) y refractado (t), así como la normal a la interfaz, yacen todos en un solo plano llamado plano de incidencia. La ley de reflexión establece que los ángulos de incidencia y refracción son iguales. La ley de refracción relaciona los ángulos de incidencia y refracción con los índices de refracción de los materiales. Los ángulos de incidencia, reflexión y refracción siempre se miden con respecto a la normal a la superficie.

$$\theta_i = \theta_r \quad (3)$$

$$n_i \sin(\theta_i) = n_t \sin(\theta_t) \quad (4)$$

1.3 Imágenes

Cuando divergen rayos a partir de un punto de objeto P y son reflejados o refractados, la dirección de los rayos salientes es la misma que si hubiesen divergido desde un punto P' conocido como punto de imagen. Existen dos casos, imágenes reales y virtuales. Si convergen en P' y divergen nuevamente más allá de ese punto, P' es una imagen real de P ; por otra parte, si los rayos nunca convergen en ningún punto y sólo parecen divergir a partir de una imagen P' que nunca se formó a través de los rayos, se trata de una imagen virtual. Las imágenes pueden ser derechas o invertidas.

1.4 Convención

Los signos de las fórmulas para el aumento y ecuaciones de espejo dependen de la convención utilizada. Para estas ecuaciones se utiliza x_{im} y x_{obj} con el signo dictado por su sentido en correlación con el eje óptico en el que se miden. Si están a la izquierda es negativo y si están a la derecha es positivo. Para un espejo como ambos están en el mismo sentido, se consideran como positivo, definiendo el signo de la ecuación el foco, que será positivo para los espejos cóncavos y negativo para los espejos convexos. Hay muchas convenciones dando vuelta y esta es la que se me hace fácil a mí, si ustedes se saben otra un buen ejercicio puede ser comprobar que las ecuaciones de la convención que ustedes se saben y las que están en este resumen son las mismas.

1.5 Aumento lateral

En cualquier situación de reflexión o refracción, el aumento lateral m se define como la razón de la altura de la imagen h' con respecto a la altura del objeto h . Cuando m es positivo, la imagen es derecha; y cuando m es negativo, la imagen es invertida.

$$m = \frac{h'}{h} \quad (5)$$

Para espejos planos, cóncavos y convexos:

$$m = \frac{h'}{h} = -\frac{x_{im}}{x_{obj}} \quad (6)$$

Para lentes cóncavos y convexos:

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{x_{im}}{x_{obj}} \quad (7)$$

Para una superficie refractiva esférica:

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{n_1 x_{im}}{n_2 x_{obj}} \quad (8)$$

1.6 Ecuaciones de espejos y lentes

Para el espejo plano:

$$\frac{1}{x_{im}} + \frac{1}{x_{obj}} = 0 \quad (9)$$

Para espejos cóncavos y convexos:

$$\frac{1}{x_{im}} + \frac{1}{x_{obj}} = \frac{1}{f} = \frac{2}{R} \quad (10)$$

Para lentes cóncavos y convexos:

$$\frac{1}{x_{im}} - \frac{1}{x_{obj}} = \frac{1}{f} = \frac{2}{R} \quad (11)$$

Para una superficie refractiva esférica:

$$\frac{n_1}{x_{im}} - \frac{n_2}{x_{obj}} = \frac{n_2 - n_1}{R} \quad (12)$$

2 Problemas

P1. Una cavidad óptica: elemento básico para construir un láser, puede ser hecha utilizando un espejo plano y uno esférico como se muestra en la siguiente figura:

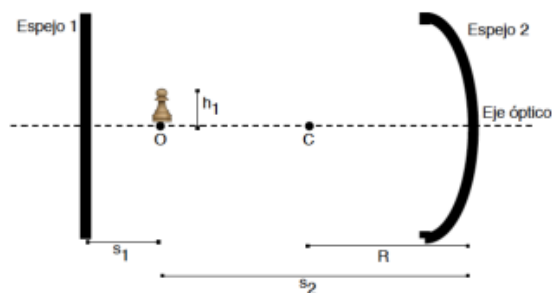


Figure 1: Un espejo plano frente a uno cóncavo

- Si ponemos un peón de ajedrez entre los dos espejos tal que $s_1 = 5 [m]$, $s_2 = 20 [m]$, $R = 10 [m]$, y $h_1 = 5 [cm]$, encuentre las imágenes del peón debido a ambos espejos. ¿Son ellas reales? ¿Están invertidas? ¿Cuál es su tamaño?
- Utilice estas dos imágenes como dos nuevos objetos para así generar dos nuevas imágenes. Si sigue haciendo esto muchas veces entenderá el porqué se ven infinitas imágenes cuando se ponen dos espejos uno frente al otro.