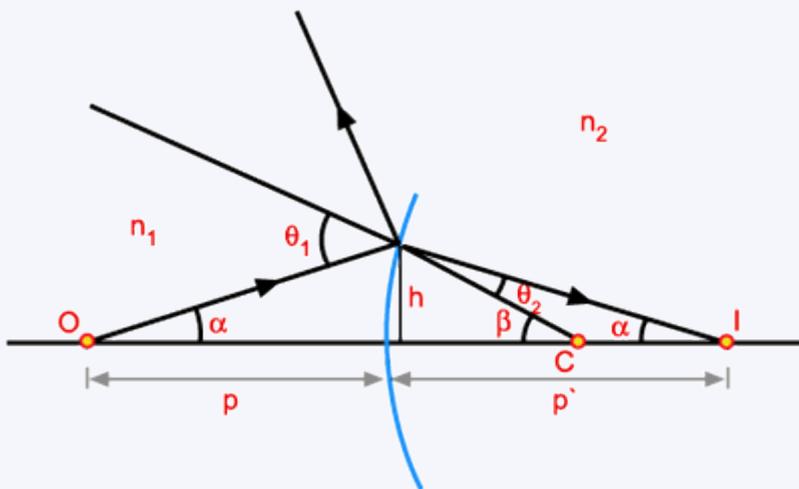


## Imagem num dioptró esférico

Para procedermos ao estudo analítico do processo de formação de imagem numa lente, vamos estudar a imagem de um objeto puntiforme diante de um dioptró esférico. Os dois meios transparentes serão assumidos possuindo índices de refração  $n_1$  e  $n_2$  e separados por uma superfície esférica de raio  $R$ . O objeto está no ponto  $O$  e a imagem se formará no ponto  $I$  o qual se encontra no eixo passando pelo centro de curvatura  $C$  e o objeto  $O$ . As coordenadas da imagem  $I$  e do objeto são  $p$  e  $p'$ .



Consideremos primeiramente um raio incidente proveniente de  $O$  formando um ângulo  $\alpha$  com a horizontal e  $\theta_1$  com a normal à superfície. Este raio é refratado formando um ângulo  $\theta_2$  com a normal e um ângulo  $\gamma$  com a horizontal. O conjunto de raios refratados formará a imagem em  $I$  do objeto.

Admitiremos que todos os ângulos são pequenos e que, portanto, as seguintes aproximações são válidas:

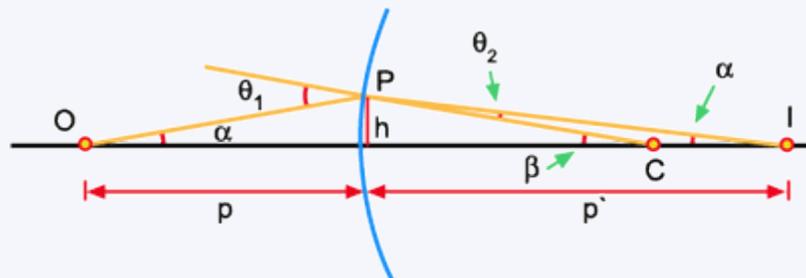
$$\text{sen } \theta_1 \cong \theta_1$$

$$\text{sen } \theta_2 \cong \theta_2$$

$$\alpha \cong \frac{h}{p}$$

$$\beta \cong \frac{h}{R}$$

$$\gamma \cong \frac{h}{p'}$$



De acordo com a Lei de Snell teremos

## Óptica – Lentes

*Autores: Prof. Gil da Costa Marques e Profa. Nobuko Ueta*

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 .$$

Admitindo que os ângulos são pequenos, teremos uma relação simples entre os ângulos  $\theta_1$  e  $\theta_2$  :

$$n_1 \theta_1 = n_2 \theta_2 .$$

Lembramos agora que num triângulo qualquer um ângulo exterior é igual à soma dos ângulos interiores opostas à ele. Se aplicarmos esse resultado para os triângulos OPC e IPC podemos afirmar que valem as relações

$$\theta_1 = \alpha + \beta$$

$$\theta_2 = \beta - \gamma .$$

Usando a Lei de Snell para ângulos pequenos e substituindo  $\theta_1$  e  $\theta_2$  por esses valores temos

$$n_1 \alpha + n_2 \gamma = (n_2 - n_1) \beta .$$

Utilizando a seguir as aproximações mostradas acima para  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  teremos

$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{p'} = \frac{n_2 - n_1}{R} .$$

Vemos, assim, que essa equação tem uma certa semelhança com a equação para os espelhos. A convenção dos sinais das coordenadas é a seguinte:

$p$  é positivo se o objeto estiver na frente da superfície (objeto real)

$p$  é negativo se o objeto estiver atrás da superfície (objeto virtual)

$p'$  é positivo se a imagem estiver atrás da superfície (imagem virtual)

$p'$  é negativo se a imagem estiver na frente da superfície (imagem real)

$R$  é positivo se o centro de curvatura estiver atrás da superfície

$R$  é negativo se o centro de curvatura estiver na frente da superfície.