

10.4.1: FRESNEL

Parametrizamos el plano de la abertura y el de observación por coordenadas cartesianas; respectivamente (ξ, η) y (x, y) . Ambos son paralelos y están separados por una distancia z . El primero contiene a Σ y el segundo a P_0 . El origen de coordenadas z lo establecemos en el centro de la abertura.

La difracción en el visible es un fenómeno débil. La luz emergente no será muy diferente de la incidente sobre la abertura. Si iluminamos ésta de forma normal, la luz emergente será aproximadamente normal. Consideraremos aberturas pequeñas (ξ, η pequeñas) y

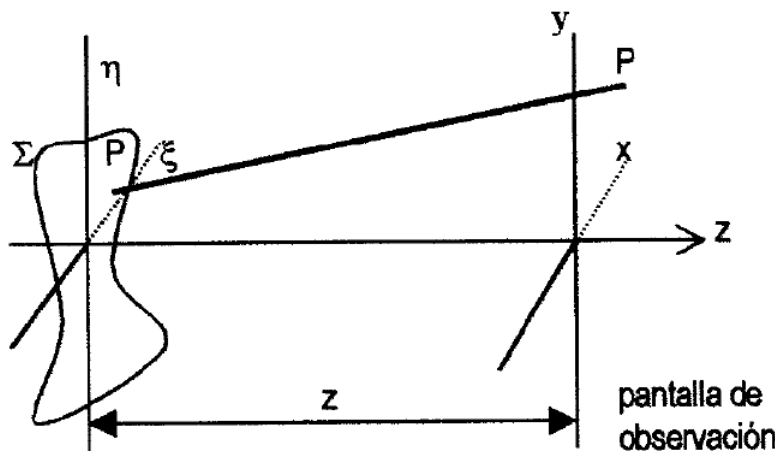


Figura 10.4.1.1: Aproximación de Fresnel.

puntos de observación próximos al eje z . Esta aproximación paraxial se puede concretar en

$$|x - \xi|, |y - \eta| \ll z$$

(que quiere decir también que observamos lejos de la abertura), y permite aproximar en serie la r que aparece en la fórmula:

$$r = \sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 + z^2}$$

Utilizaremos dos niveles de aproximación

- Para $\cos \theta = \frac{z}{r}$ y el denominador de $\frac{e^{ikr}}{r}$ utilizaremos $r \simeq z$.
- En la fase de e^{ikr} necesitamos algo más fino, pues r va multiplicado por un número enorme, k y el resultado es muy sensible a las variaciones de fase (la amplitud puede ser una o su opuesta sólo por una diferencia de π). Procediendo como en el interferómetro de YOUNG:

$$\begin{aligned} r &= z \sqrt{1 + \frac{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2}{z^2}} \\ &\simeq z + \frac{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2}{2z} \end{aligned}$$

Éste es el núcleo de la "aproximación paraxial" en difracción. La fórmula ahora toma el siguiente aspecto (aproximación de FRESNEL)

$$\hat{u}(P_0) \simeq \frac{e^{ikz}}{i\lambda z} \int t(\xi, \eta) u(\xi, \eta) e^{i\frac{k}{2z}((x-\xi)^2 + (y-\eta)^2)} d\xi d\eta$$

donde las variables aparecen en una exponencial cuadrática, lo que es mucho más manejable que los módulos de la fórmula no aproximada. Salvo en algún problema, tampoco utilizaremos esta fórmula, sino más bien la de FRAUNHOFER.

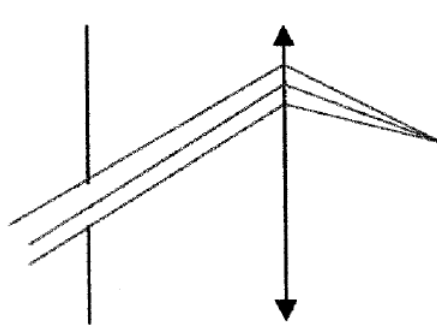


Figura 10.4.1.2: Uso de una lente convergente para entrar en la aproximación de FF.

10.4.1: FRESNEL is shared under a [CC BY-SA 1.0](#) license and was authored, remixed, and/or curated by LibreTexts.