

Práctica 3: Fenómeno de reflexión total

1. OBJETIVOS

Estudio de la reflexión total y determinación del índice de refracción empleando el fenómeno de la reflexión total, mediante el método de Pfund para reflexión en láminas plano-paralelas.

2. MATERIAL

- láminas plano-paralelas de vidrio
- calibre, cinta métrica, papel milimetrado
- estanque de agua
- láser

3. FUNDAMENTO TEÓRICO

Sea una lámina plano-paralela cuya superficie inferior es difusora de la luz (Figura 1). Un haz de luz incide sobre un punto P donde reflejará de forma difusa, en todas las direcciones. Parte de ella alcanzará la superficie superior de la lámina y será transmitida al aire (rayo 1). Otra porción de la misma será reflejada, volviendo a incidir sobre la superficie difusora (rayo 2). Esta situación sólo ocurre para ángulos de incidencia θ inferiores al ángulo límite de reflexión total, θ_L . Para valores superiores a éste, no habrá componente transmitida en la interfase superior, siendo reflejada toda la luz incidente (rayo 3), volviendo a incidir nuevamente sobre la superficie difusora, convirtiéndose en focos difusores secundarios, de intensidad muy inferior a la del foco principal.

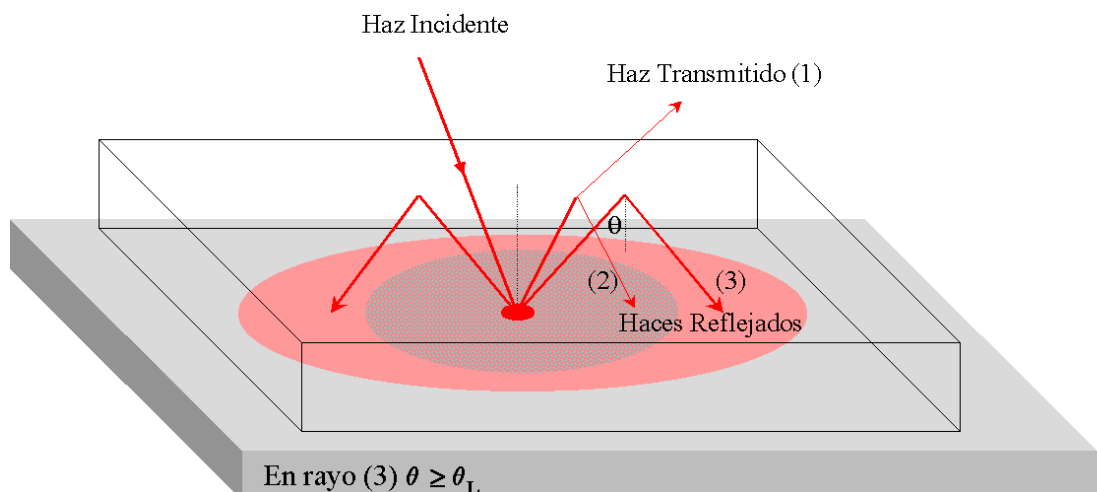
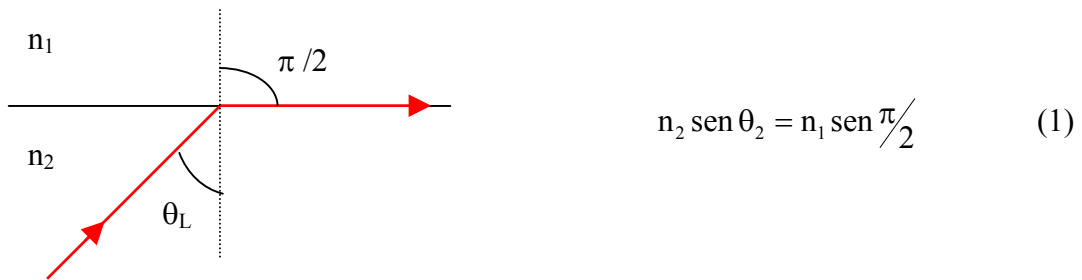


Figura 1

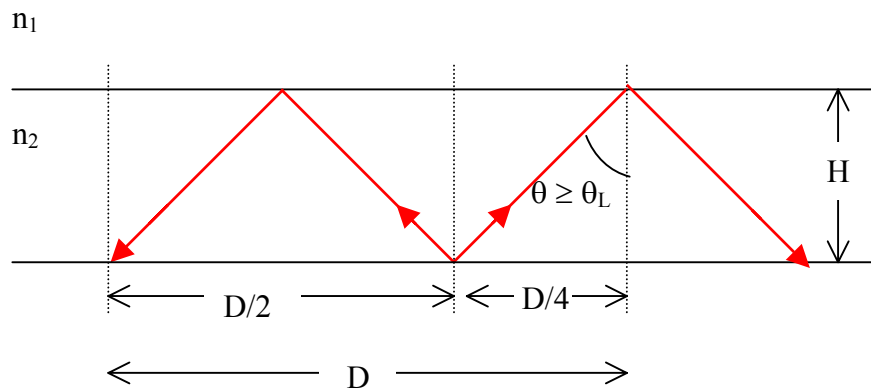
Una característica del sistema es su simetría de revolución respecto a la normal a la superficie (eje de revolución que pasa por el punto P, en la figura). Esta situación implica que visto desde arriba, se observa un punto P muy luminoso, originado por la incidencia directa del haz incidente, rodeado por un círculo de intensidad moderada (círculo oscuro), procedente de la reflexión parcial de los rayos que inciden en la superficie superior con ángulo inferior al de reflexión total. Finalmente, se observa en la periferia una región iluminada más débilmente.

El diámetro del círculo oscuro está relacionado con el espesor de la lámina plano-paralela y los índices de refracción de los medios que forman la interfase.

La ley de Snell permite calcular el ángulo límite en función de los índices de refracción de los medios que separa la interfase:



Para el caso que nos ocupa, podemos obtener el ángulo límite en función de H: espesor de la lámina y D: diámetro de la zona de iluminación débil:



$$\text{sen } \theta_L = \frac{D/4}{\sqrt{H^2 + \left(\frac{D}{4}\right)^2}} \quad (2)$$

De (1) y (2) se obtiene la siguiente relación para D y H :

$$D = \frac{4}{\sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - 1}} H \quad (3)$$

4. REALIZACION PRACTICA

ADVERTENCIA DE SEGURIDAD: Es muy importante **EVITAR** que tanto el haz directo como los procedentes de las reflexiones en la interfase vidrio-aire, puedan incidir directamente sobre el ojo.

Interfase vidrio-aire

1.- Coloque una lámina de vidrio (lámina plano-paralela) sobre un folio de papel milimetrado humedecido con agua (superficie difusora), asegurando así un buen contacto entre ambas superficies. Haga incidir un haz láser sobre el folio a través de la lámina de vidrio.

2.- Observe las regiones circulares claras y oscuras. Determine en diámetro D del círculo de la región de débil iluminación. Determine el espesor H de la lámina, empleando para ello un calibre.

3.- Repita esta operación para espesores de vidrio mayores, apilando láminas de vidrio. Humedecer con agua las superficies de contacto. Determinar en cada caso el diámetro del círculo y el espesor del conjunto de láminas apiladas.

Interfase agua-aire

Repita el protocolo anterior completo para una lámina de agua. Modifique el espesor de la lámina añadiendo agua al estanque, midiendo la altura mediante la escala acoplada.

Tratamiento de datos

- Compruebe la linealidad entre D y H que predice la teoría mediante ajuste por mínimos cuadrados.

RT 4

- Verificada la ecuación 3, determinar el índice de refracción del vidrio de las láminas a partir de la pendiente de la recta de ajuste.
- Determine el error indirecto cometido en la medida del índice de refracción por este método. Expresé adecuadamente la medida con su error.
- Determine el ángulo límite θ_L empleando la ecuación 2.

CUESTIONES

- ¿Por qué hay que humedecer el papel difusor?
- ¿Cuál es la variación mínima de índice de refracción que se puede detectar mediante este método?