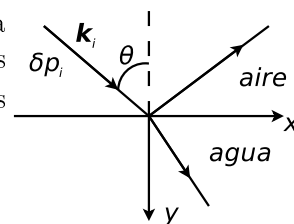


RAYOS Y FRENTES DE ONDA

Los ejercicios con (*) entrañan una dificultad adicional. Son para investigar después de resolver los demás.

Interfaz entre medios

- (*) Demuestre que la función: $\Psi(\vec{r}, t) = A e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} \pm \omega t)}$, con $\vec{k} = k_x \hat{x} + k_y \hat{y} + k_z \hat{z}$ un vector constante y $\vec{r} = x \hat{x} + y \hat{y} + z \hat{z}$, es solución de la ecuación de ondas tridimensional. Sugerencia: exprese el Laplaciano en coordenadas cartesianas.
 - Analice el significado físico de $\Psi(\vec{r}, t)$. ¿Cómo son los frentes de onda? ¿Cuál es la relación entre el vector \vec{k} y los frentes de onda? ¿Hacia dónde se desplazan los frentes de onda al transcurrir t ? ¿A qué velocidad?
- (*) Una onda de presión $\delta p_i(\vec{r}, t)$ incide desde el aire describiendo un ángulo θ con la normal a una superficie de agua calma. Si usamos notación compleja la describimos como $\delta p_i(\vec{r}, t) = A_i e^{i(\vec{k}_i \cdot \vec{r} - \omega t)}$, siendo $\vec{k}_i = \frac{\omega}{v_s} (\sin(\theta) \hat{x} + \cos(\theta) \hat{y})$. Hallar las ondas reflejadas y transmitidas, $\delta p_r(\vec{r}, t) = A_r e^{i(\vec{k}_r \cdot \vec{r} - \omega t)}$ y $\delta p_t(\vec{r}, t) = A_t e^{i(\vec{k}_t \cdot \vec{r} - \omega t)}$.



Fermat | Ibn Sahl - Snell

- A partir del principio de Fermat deducir la ley de Ibn Sahl - Snell para la refracción de la luz entre dos medios de índices n_1 y n_2 , separados por una superficie plana.
- (*) Si un rayo parte del punto $A = (0, 1, 0)$, se refleja en el espejo plano $(x, 0, z)$ y pasa por el punto $B = (4, 3, 0)$, averigüe en qué punto sobre el plano del espejo se refleja y los ángulos de incidencia y reflexión. Aplicar Fermat e interpretar físicamente las soluciones.
 - (*) Un rayo directo entre A y B recorre un menor camino óptico que el hallado en (a), ¿es esto contradictorio?

5. Índice de refracción

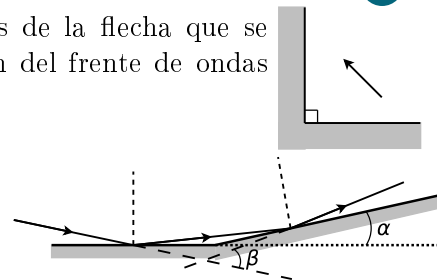
- Un rayo de luz llega a la interfaz aire-líquido con un ángulo de 55° . Se observa que el rayo refractado se transmite a 40° . ¿Cuál es el índice de refracción del líquido?
- Un haz de luz incide desde el aire ($n = 1$) sobre una lámina de vidrio de índice de refracción desconocido y espesor d . Al otro lado del vidrio hay agua de índice de refracción 1,33. El ángulo de incidencia en la interfase aire-vidrio es 30° . Calcule el ángulo que el rayo refractado forma con la normal a la superficie en el agua.
- Un rayo de luz, que se propaga en un medio cuyo índice de refracción es $n = 2$ incide formando un ángulo de 30° respecto a la normal a la superficie de separación, que la separa de otro medio de índice 1,5. Calcule el ángulo que forma el rayo transmitido con la normal a la superficie. Calcule el ángulo mínimo con el que debería incidir el rayo para que no se transmita nada.

Espejos planos

- (*) Demuestre que la imagen dada por un espejo plano de una fuente puntual es, sin ninguna aproximación, otra fuente puntual, ubicada simétricamente respecto del plano del espejo. Analice los casos que corresponden a objetos reales o virtuales.
- ¿Cuál es la mínima longitud de un espejo plano vertical para que un hombre de 1,8m se vea entero? ¿Es importante conocer la distancia hombre-espejo?



8. (*) Realice un diagrama de rayos que le permita localizar las imágenes de la flecha que se muestra en la figura. Para un punto de la flecha dibuje una porción del frente de ondas emergente y los correspondientes frentes reflejados.



9. Dos espejos planos forman un ángulo α como lo indica la figura.

- a) Un rayo de luz contenido en un plano perpendicular a la intersección de los espejos incide sobre uno de ellos, se refleja e incide en el otro (ver figura). Calcule el ángulo β que forman los rayos incidente y emergente.
- b) (*) Suponga la misma geometría que en a) pero ahora iluminada por una fuente puntual, demuestre que las imágenes se encuentran sobre una circunferencia con centro en el vértice de los espejos. En el caso en que la fuente está ubicada de tal modo que sólo se producen dos imágenes, y que el ángulo es muy pequeño, calcule la distancia entre ellas (espejos de Fresnel).