

4.3: Medios transparentes

Como $\kappa = 0$ se verifican las relaciones

$$\mathbf{k}^2 - \mathbf{a}^2 = \frac{\omega^2}{c^2} n^2$$

$$\mathbf{k} \cdot \mathbf{a} = 0$$

\mathbf{k} no se puede anular, luego surgen dos casos: o bien $\mathbf{a} = 0$, o bien $\mathbf{a} \perp \mathbf{k}$.

- $\mathbf{a} = 0$. La onda es plana y los vectores \mathbf{k} , \mathbf{E} , \mathbf{H} son perpendiculares entre sí, como en el vacío. Pero hay diferencias importantes respecto al vacío. La longitud de onda cambia

$$|\mathbf{k}| = \frac{\omega}{c} n = \frac{2\pi}{\lambda_{\text{medio}}} = \frac{2\pi}{\lambda_{\text{vacío}}} n$$

con lo que $\lambda_{\text{medio}} = \frac{\lambda_{\text{vacío}}}{n}$. También cambia la velocidad de fase

$$|\mathbf{k}|z - \omega t = \text{cte}$$

$$v_f = \frac{\omega}{|\mathbf{k}|} = \frac{c}{n}$$

en algunos textos el índice de refracción que servirá para la óptica geométrica se define a partir de la última relación como:

$$n = \frac{c}{v_f}$$

En este tipo de onda todo se propaga con la velocidad de fase, $\frac{c}{n}$.

Advertencia: la velocidad de fase, etc. dependerán de la frecuencia (en general los medios son dispersivos, $n = n(\omega)^1$).



Figura 4.3.1: Planos de misma amplitud y de misma fase y su velocidad de propagación en xz .

- $\mathbf{a} \neq 0$. Podemos decir menos cosas. Poniendo $\mathbf{k} = k\mathbf{u}_x$ y $\mathbf{a} = a\mathbf{u}_z$ (figura 4.1), la onda se escribe

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 e^{-az} e^{i(kx - \omega t)}$$

la onda es armónica pero no plana. Los puntos con igual amplitud se sitúan sobre planos perpendiculares al eje z . Los frentes de onda (superficies equifase) son planos perpendiculares al eje x . Se puede obtener la siguiente expresión para la velocidad de fase

$$v_f = \frac{\omega}{|\mathbf{k}|} = \frac{\omega}{\sqrt{a^2 + \frac{\omega^2}{c^2} n^2}}$$

y no podemos precisar más. No podemos decir qué ángulo forma \mathbf{E} con \mathbf{k} o \mathbf{a} . Sólo podemos decir que $\mathbf{k}_c \cdot \mathbf{E}_0 = 0$. La importancia de esta solución se debe a

- que la veremos en el marco de reflexión-refracción como onda reflejada.
- que la propagación en el vacío es un caso particular de esa situación.

1. Como se ve, toda la clasificación que hicimos de los medios podríamos haberla escrito en términos del índice de refracción, en lugar de la constante dieléctrica generalizada ϵ_{gen} , pero sólo porque tratamos medios no magnéticos.

4.3: Medios transparentes is shared under a [CC BY-SA 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license and was authored, remixed, and/or curated by LibreTexts.