

## 6.2.2: Noción de trayectoria

Veamos cómo se comportan en el volumen  $V$  los parámetros  $A$  y  $\nabla g$  si se cumplen las condiciones de validez de la OG :

- Empecemos con la amplitud  $A(\mathbf{r} + \mathbf{r}')$  por su homogeneidad,  $A \simeq A(\mathbf{r})$  (no depende de  $\mathbf{r}'$ ).
- Para  $g(\mathbf{r} + \mathbf{r}')$  podemos hacer un desarrollo en serie de potencias de  $\mathbf{r}'$ , pues conocemos un dato de su gradiente: es homogéneo en  $V$

$$g(\mathbf{r} + \mathbf{r}') = g(\mathbf{r}) + \nabla g(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{r}' + \dots$$

La aproximación consiste en no considerar los términos que van en las derivadas del gradiente, pues éste es aproximadamente constante.

Por tanto en  $V$  se cumple

$$\mathbf{E}(\mathbf{r} + \mathbf{r}', t) \simeq A(\mathbf{r}) e^{ig(\mathbf{r})} e^{i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r}' - \omega t)}$$

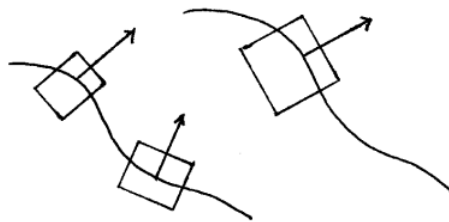


Figura 6.2.2.1: La aproximación depende del punto, pero en cada punto la onda es aproximable por una oap.

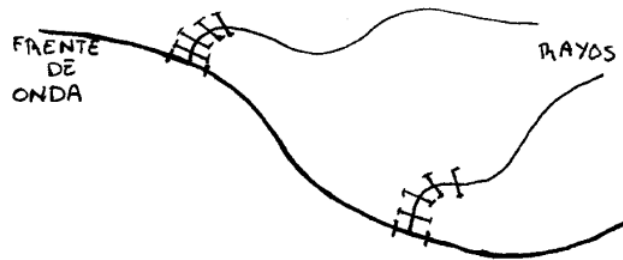


Figura 6.2.2.2: Rayos y frente de onda.

donde definimos el vector  $\mathbf{k} = \nabla g(\mathbf{r})$ . La expresión obtenida dice que dentro de  $V$  la onda es armónica y plana. La amplitud  $A(\mathbf{r}) e^{ig(\mathbf{r})}$  de esta oap es constante en  $V$ , porque no depende de  $\mathbf{r}'$ . También se puede decir que  $\mathbf{k}$  es una función vectorial homogénea en  $V$ .

Las condiciones que estamos imponiendo equivalen a decir que la onda es aproximable por una onda plana, pero también que dentro del volumen el índice de refracción es aproximadamente homogéneo:  $n(\mathbf{r} + \mathbf{r}') \simeq n(\mathbf{r})$ . El medio es localmente homogéneo y globalmente inhomogéneo.

Sabemos de las oap en medios homogéneos que tanto la fase como la energía se propagan según el vector de ondas. No habrá ambigüedad cuando digamos que la onda se propaga en la dirección del vector de ondas, puesto que todas sus propiedades así lo hacen. Con esto ya podemos decir qué es un rayo. Tomamos una sección transversal infinitesimal de frente de ondas y aproximamos la onda allí por una onda plana. Pero el vector de ondas va cambiando suavemente con el punto, manteniéndose siempre el carácter de onda plana.

## Rayo

lugar geométrico de la progresión de una sección transversal infinitesimal del frente de ondas.

La onda se convierte según esta definición en un haz de rayos. Al alcanzar la noción de rayo hemos cubierto el primer objetivo que nos habíamos fijado.

## Observaciones

1. Por construcción, los rayos son perpendiculares a los frentes de onda.
2. Por construcción las trayectorias tienen la propiedad de que en cada punto el vector de ondas  $\mathbf{k}(\mathbf{r})$  es tangente a ellas.

---

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