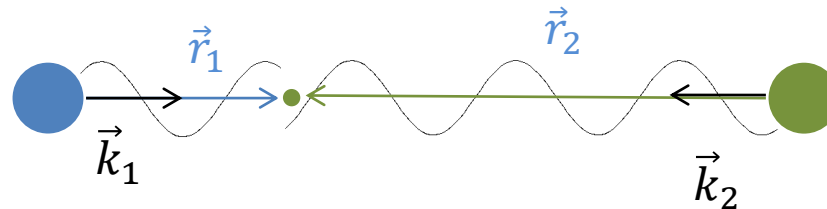


Interferencia

Interferencia de ondas

- La idea del tema es analizar situaciones donde actúen más de una fuente
- Toda la gracia va a estar en analizar con qué **fase** llega cada perturbación a un punto dado

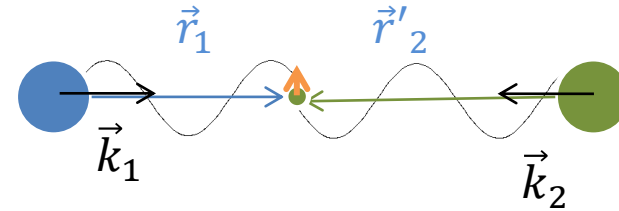
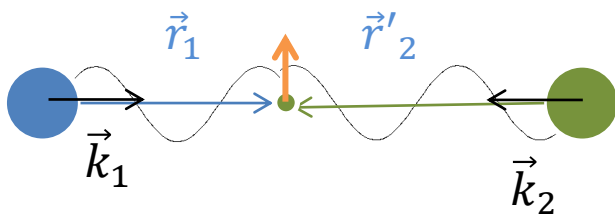
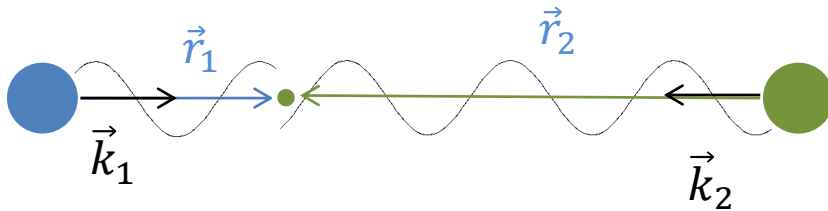


$$\vec{E}_1(\vec{r}, t) = \vec{E}_{01}(\vec{r}) \cos(\underbrace{k_1 r_1 - \omega t + \varepsilon_1}_{\varphi_1})$$

$$\vec{E}_2(\vec{r}, t) = \vec{E}_{02}(\vec{r}) \cos(\underbrace{k_2 r_2 - \omega t + \varepsilon_2}_{\varphi_2})$$

Interferencia de ondas (si entienden esto...listo)

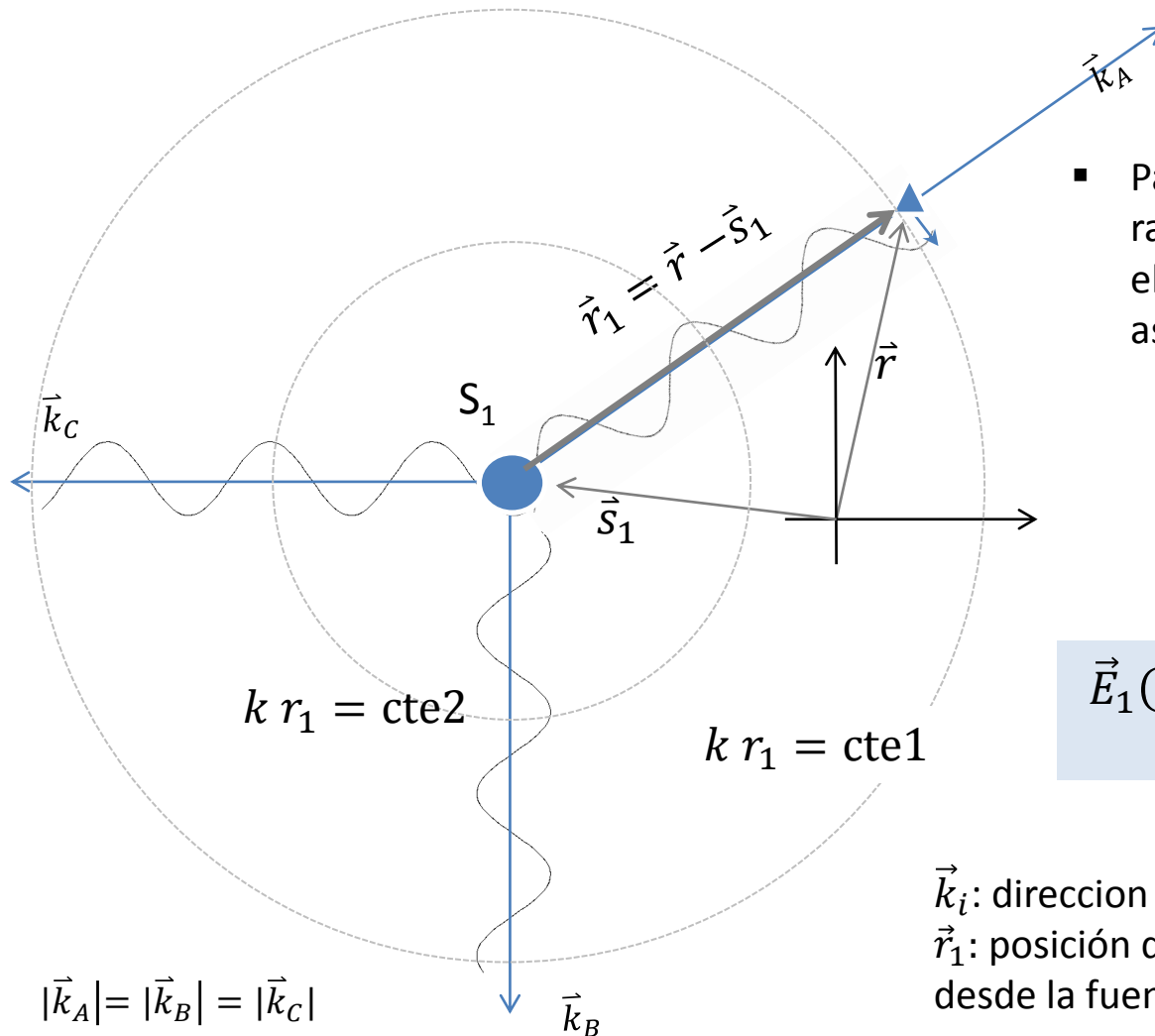
- La idea del tema es analizar situaciones donde actúen más de una fuente
- Toda la gracia va a estar en analizar con qué **fase** llega cada perturbación a un punto dado



$$\vec{E}_1(\vec{r}, t) = \vec{E}_{01}(\vec{r}) \cos(\underbrace{k_1 r_1 - \omega t + \varepsilon_1}_{\varphi_1})$$

$$\vec{E}_2(\vec{r}, t) = \vec{E}_{02}(\vec{r}) \cos(\underbrace{k_2 r_2 - \omega t + \varepsilon_2}_{\varphi_2})$$

Una fuente puntual y tres de sus rayos



- Para ondas esféricas la dirección de los rayos es **radial** desde la fuente, por lo que el rayo que pasa por el punto \vec{r} tiene asociado un *vector de onda*:

$$\vec{k} = k \hat{r}_1$$

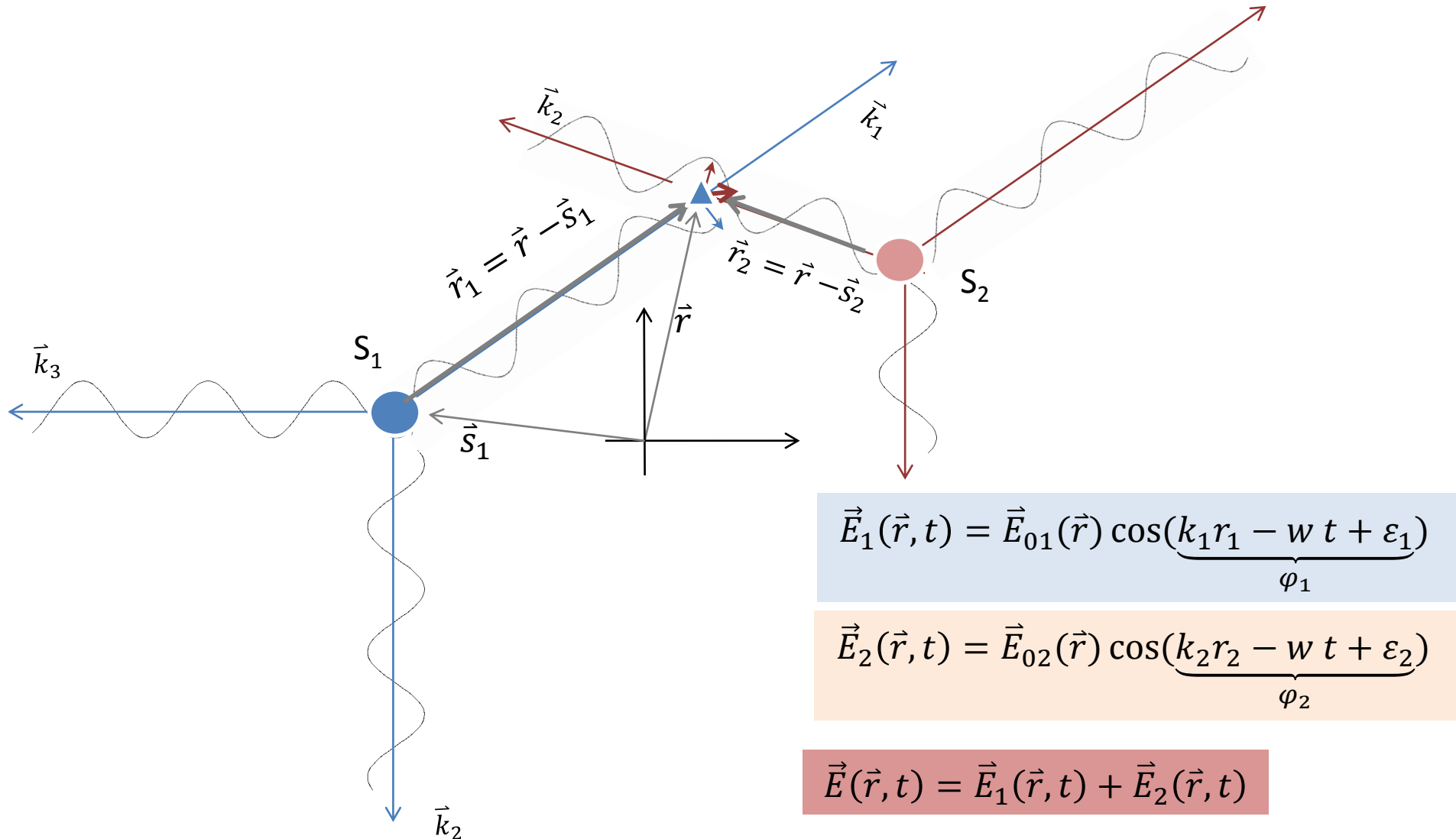
$$\varphi_1 = k r_1 - \omega t + \varepsilon_1$$

$$\vec{E}_1(\vec{r}, t) = \vec{E}_{01}(\vec{r}) \cos(\underbrace{k r_1 - \omega t + \varepsilon_1}_{\varphi_1})$$

\vec{k}_i : dirección del rayo i

\vec{r}_1 : posición del punto de interés \vec{r} , medida desde la fuente S_1

Sumando fuentes

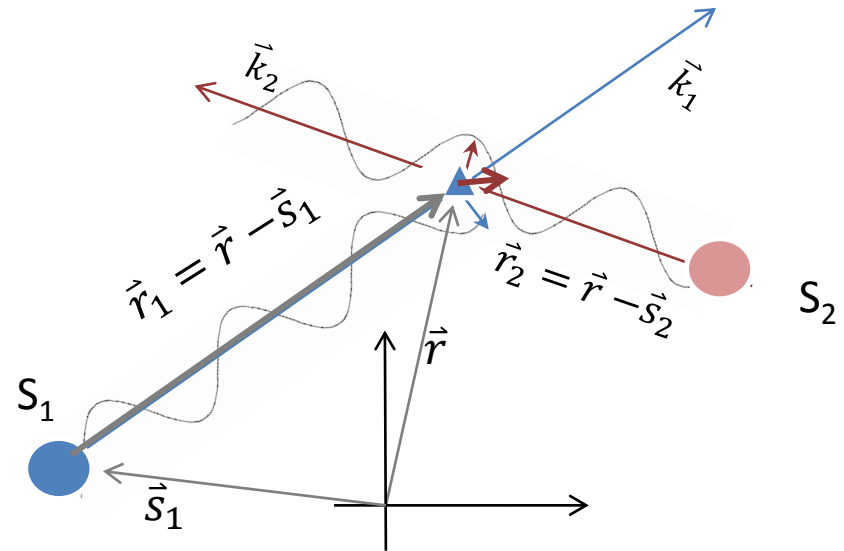


Sumando fuentes

$$\vec{E}_1(\vec{r}, t) = \vec{E}_{01}(\vec{r}) \cos(\underbrace{k_1 r_1 - \omega t + \varepsilon_1}_{\varphi_1})$$

$$\vec{E}_2(\vec{r}, t) = \vec{E}_{02}(\vec{r}) \cos(\underbrace{k_2 r_2 - \omega t + \varepsilon_2}_{\varphi_2})$$

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_1(\vec{r}, t) + \vec{E}_2(\vec{r}, t)$$



Las perturbaciones se suman...como vectores

Cuando tengo más de una fuente puede interesar:

- Cuál es el campo \vec{E} total en todo el espacio y para todo tiempo?
- Interés práctico: cuál es la distribución espacial de la irradiancia $I = \varepsilon_0 c \langle E(\vec{r}, t)^2 \rangle_T$ (dónde se localiza espacialmente la energía de la onda?)

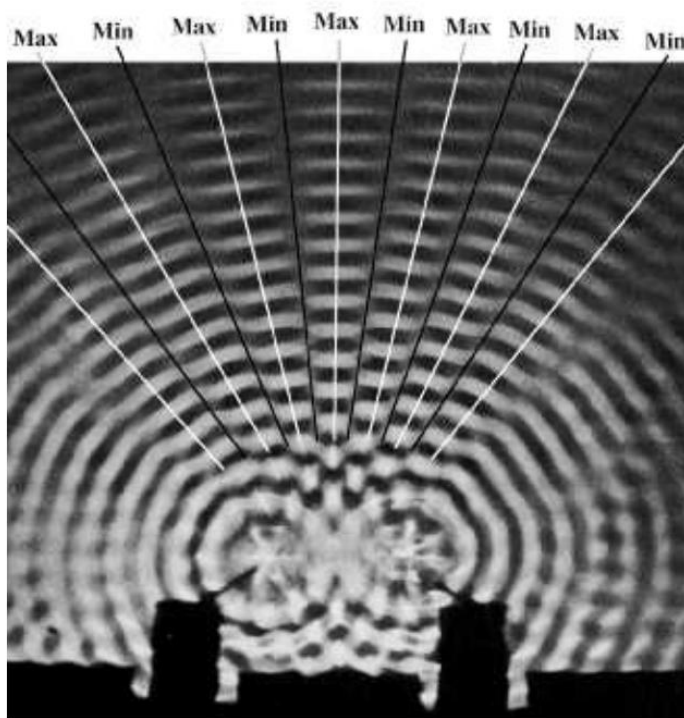
Chapa chapa

$$\vec{E}_1(\vec{r}, t) = \vec{E}_{01}(\vec{r}) \cos(k_1 r_1 - \omega t + \varepsilon_1)$$

$$\vec{E}_2(\vec{r}, t) = \vec{E}_{02}(\vec{r}) \cos(k_2 r_2 - \omega t + \varepsilon_2)$$

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_1(\vec{r}, t) + \vec{E}_2(\vec{r}, t)$$

En cada punto del espacio, la perturbación total dependerá de las **amplitudes** y **fases** con las que ambas ondas alcanzan al punto en cuestión



Onditas en el agua producidas por dos fuentes *puntuales* que emiten en fase. Notar que hay direcciones donde hay crestas y valles muy pronunciados (Max) y direcciones de *calma* (Min)

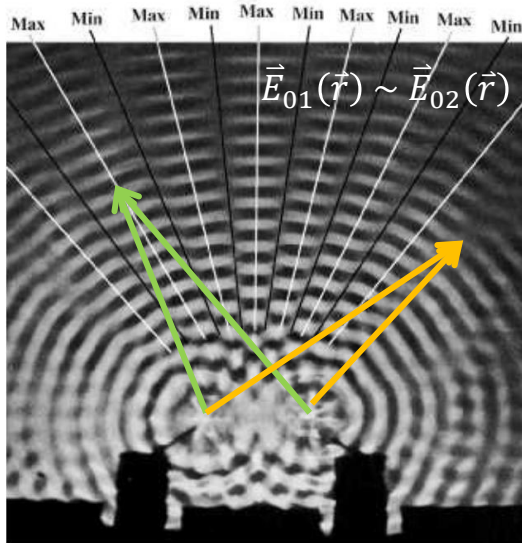
En este ejemplo:

- Cómo son $\vec{E}_{01}(\vec{r})$ y $\vec{E}_{02}(\vec{r})$?
- Cómo son ε_1 y ε_2 ?

$$I = \varepsilon_0 c \langle E(\vec{r}, t)^2 \rangle_T$$

Habrán zonas de muchas olas y zonas calmas.
La energía no se distribuye homogéneamente en el espacio

Las perturbaciones se suman



En este ejemplo:

- Cómo son $\vec{E}_{01}(\vec{r})$ y $\vec{E}_{02}(\vec{r})$? $\vec{E}_{01}(\vec{r}) \parallel \vec{E}_{02}(\vec{r})$
- Cómo son ε_1 y ε_2 ? $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon$

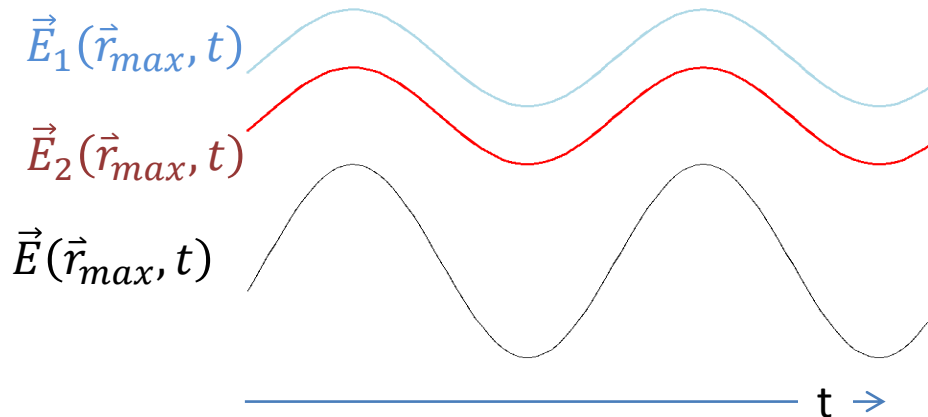
$$\vec{E}_1(\vec{r}, t) = \vec{E}_0(\vec{r}) \cos(\underbrace{k_1 r_1 - \omega t + \varepsilon}_{\varphi_1})$$

$$\vec{E}_2(\vec{r}, t) = \vec{E}_0(\vec{r}) \cos(\underbrace{k_2 r_2 - \omega t + \varepsilon}_{\varphi_2})$$

- Que pasa para los puntos \vec{r} que cumplen

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \vec{k}_2 \vec{r}_2 - \vec{k}_1 \vec{r}_1 = 2\pi m$$

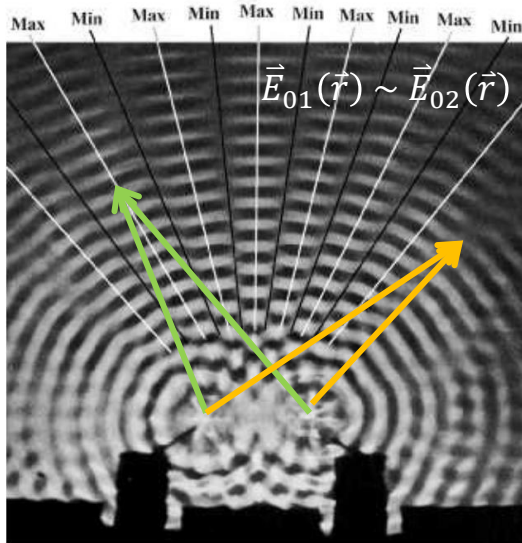
$$\vec{E}(\vec{r}_{max}, t) = \vec{E}_0(\vec{r}_{max}) \cos(k_1 r_{max1} - \omega t + \varepsilon) + \vec{E}_0(\vec{r}_{max}) \cos(k_1 r_{max1} - \omega t + \varepsilon + 2\pi)$$



$$\vec{E}(\vec{r}_{max}) = 2 \vec{E}_0(\vec{r}_{max}) \cos(k_1 r_{max} - \omega t + \varepsilon)$$

$$I = \varepsilon_0 c \langle E(\vec{r}, t)^2 \rangle_T = 4 I_1$$

Las perturbaciones se suman



En este ejemplo:

- Cómo son $\vec{E}_{01}(\vec{r})$ y $\vec{E}_{02}(\vec{r})$? $\vec{E}_{01}(\vec{r}) \parallel \vec{E}_{02}(\vec{r})$
- Cómo son ε_1 y ε_2 ? $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon$

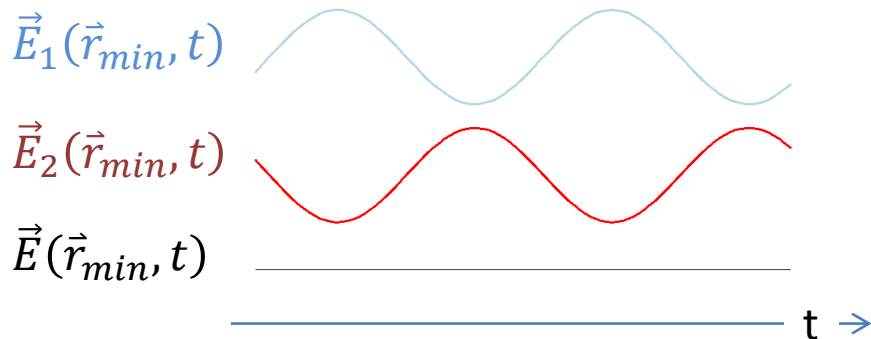
$$\vec{E}_1(\vec{r}, t) = \vec{E}_0(\vec{r}) \cos(\underbrace{k_1 r_1 - \omega t + \varepsilon}_{\varphi_1})$$

$$\vec{E}_2(\vec{r}, t) = \vec{E}_0(\vec{r}) \cos(\underbrace{k_2 r_2 - \omega t + \varepsilon}_{\varphi_2})$$

- Que pasa para los puntos \vec{r} que cumplen $\varphi_2 - \varphi_1 = \vec{k}_2 \vec{r}_2 - \vec{k}_1 \vec{r}_1 = \pi(2m + 1)$

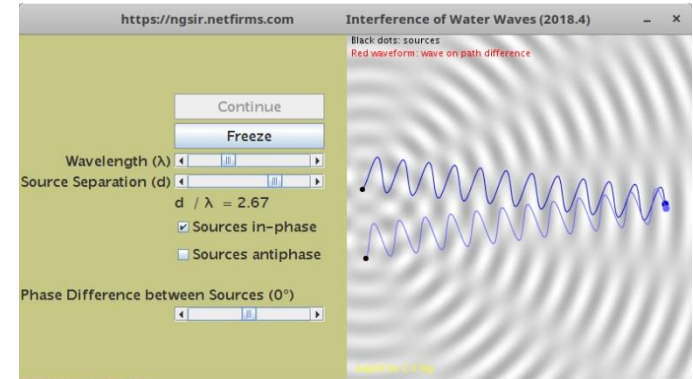
$$\vec{E}(\vec{r}_{min}, t) = \vec{E}_0(\vec{r}_{min}) \cos(k_1 r_{min1} - \omega t + \varepsilon) + \vec{E}_0(\vec{r}_{min}) \cos(k_1 r_{min1} - \omega t + \varepsilon + \pi)$$

$$\begin{aligned} \cos(a + \pi) &= \cos(a) \cos(\pi) - \sin(a) \sin(\pi) \\ &= -\cos(a) \end{aligned}$$

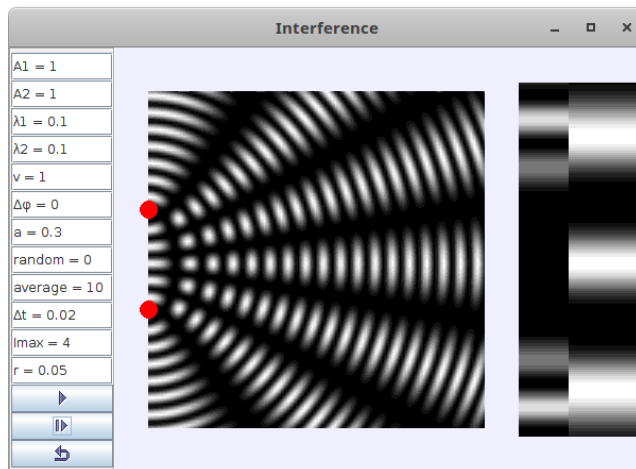


Applets

interference1_App.jar



waves_interference.jar



interference2_App.jar

