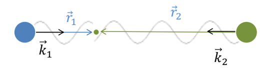
Interferencia

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

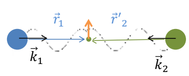


$$\vec{E}_1(\vec{r},t) = \vec{E}_{01}(\vec{r})\cos(\underbrace{k_1 r_1 - w\,t + \varepsilon_1}_{\varphi_1})$$

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

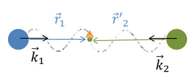
Interferencia de ondas (si entienden esto…listo)

- 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



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

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



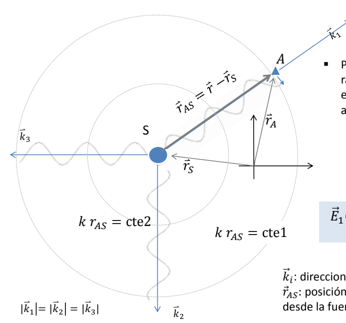
$$\vec{E}_1(\vec{r},t) = \vec{E}_{01}(\vec{r})\cos(\underbrace{k_1 r_1 - w\,t + \varepsilon_1}_{\varphi_1})$$

$$\vec{E}_2(\vec{r},t) = \vec{E}_{02}(\vec{r})\cos(\underbrace{k_2 r_2 - w\,t + \varepsilon'_2}_{\varphi'_2})$$

Una fuente puntual

y tres de sus rayos

$$\vec{E}_1(\vec{r}_A,t) = \vec{E}_{01}(\vec{r}_A)\cos(\underbrace{\vec{k}_1.\vec{r}_{AS} - w\,t + \varepsilon}_{\varphi_1})$$



- 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*:

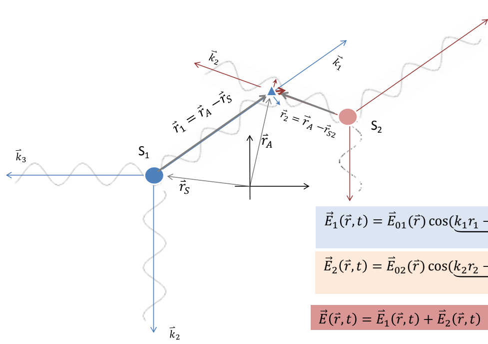
$$\vec{k}_1 = k\,\hat{r}_{AS}$$

$$\varphi_1 = \vec{k}_1.\vec{r}_{AS} - w\,t + \varepsilon$$
$$= k.r_{AS} - w\,t + \varepsilon$$

$$\vec{E}_1(\vec{r}_A,t) = \vec{E}_{01}(\vec{r}_A)\cos(\underbrace{k\,r_{AS} - w\,t + \varepsilon}_{\varphi_1})$$

$\vec{k}_i$: direccion del rayo i
$\vec{r}_{AS}$: posición del punto de interes $\vec{r}$, medida desde la fuente S

Sumando fuentes



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

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

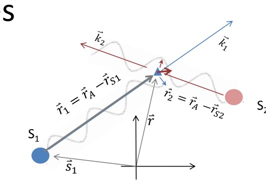
$$\vec{E}(\vec{r},t) = \vec{E}_1(\vec{r},t) + \vec{E}_2(\vec{r},t)$$

Sumando fuentes

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

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

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



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 $I = \varepsilon_o c\ \langle E(\vec{r},t)^2\rangle_T$ (dónde se localiza espacialmente la energía de la onda?)

*Periodos típicos para luz visible T=1.3-2.3 10^{-15} s

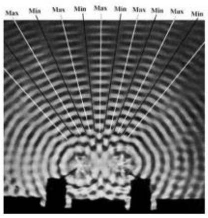
Chapa chapa

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

$\vec{E}_2(\vec{r},t) = \vec{E}_{02}(\vec{r})\cos(\vec{k}_2\vec{r}_2 - w\,t + \varepsilon_2)$

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

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:

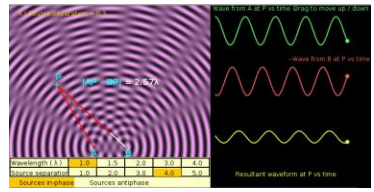
- Cómo son $\vec{E}_{01}(\vec{r})$ y $\vec{E}_{02}(\vec{r})$?
- Cómo son ε_1 y ε_2?

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

Habra zonas de muchas olas y zonas calmas. La energia no se distribuye homogeneamente en el espacio

Applet 1

Las perturbaciones se suman: con que fase llegan??



Diferencia de fase con las que las perturbaciones llegan al punto que estoy analizando. Es la madre de todas las cantidades!

$$\boxed{\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta r}{\lambda} + \Delta\varepsilon}$$

$\vec{E}_1(\vec{r},t) = \vec{E}_0(\vec{r})\cos(\underbrace{\vec{k}_1\vec{r}_1 - w\,t + \varepsilon_1}_{\varphi_1})$

$\vec{E}_2(\vec{r},t) = \vec{E}_0(\vec{r})\cos(\underbrace{\vec{k}_2\vec{r}_2 - w\,t + \varepsilon_2}_{\varphi_2})$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = (\vec{k}_2\vec{r}_2 - \vec{k}_1\vec{r}_1) + (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \quad \vec{k}_1 = k.\hat{r}_1,\ \vec{k}_2 = k.\hat{r}_2$$

$$= k\,(r_2 - r_1) + (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)$$

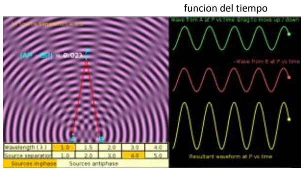
$$\Delta\varphi = k\,\Delta r + \Delta\varepsilon$$

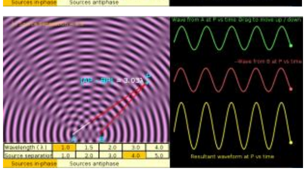
$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta r + \Delta\varepsilon$$

diferente camino recorrido — diferente fase inicial

Condicion de maximos

Perturbacion en P en funcion del tiempo





$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta r}{\lambda} + \Delta\varepsilon$$

Si las fuentes oscilan en fase ($\Delta\varepsilon = 0$) y la diferencia de caminos es un nro entero de veces λ: ($\Delta r = m\lambda$)

$$\Delta\varphi = 2m\pi$$

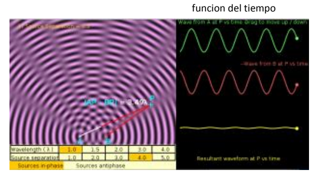
Y las perturbaciones llegan en fase produciendo un MAXIMO

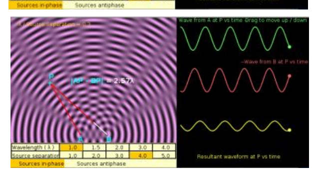
En general habra maximo para aquellos puntos en los que:

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta r}{\lambda} + \Delta\varepsilon = 2m\pi$$

Condicion de minimos

Perturbacion en P en funcion del tiempo





$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta r}{\lambda} + \Delta\varepsilon$$

Si las fuentes oscilan en fase ($\Delta\varepsilon = 0$) y la diferencia de caminos es un **nro semi-entero** de veces λ: ($\Delta r = (m + \frac{1}{2})\lambda$)

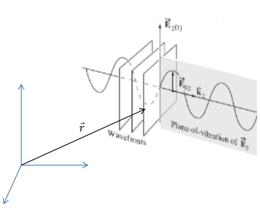
$$\Delta\varphi = (2m+1)\pi$$

Y las perturbaciones llegan en contra-fase produciendo un MINIMO

En general habra minimo para aquellos puntos en los que:

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta r}{\lambda} + \Delta\varepsilon = (2m+1)\pi$$

Como describo ondas planas?



$\vec{E}_2(\vec{r},t) = \vec{E}_{02}\cos(\underbrace{\vec{k}_2.\vec{r} - w\,t + \varepsilon_2}_{\varphi_2})$

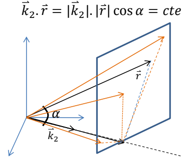
Onda de fase constante sobre planos perpendiculares a la dirección de propagación

La condición que satisfacen todos los puntos del plano perpendicular a $\vec{k}_2$ es:

Producto escalar

$$\vec{k}_2.\vec{r} = cte$$

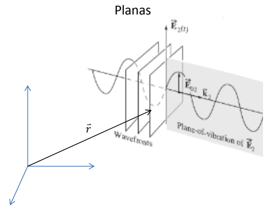
$$\vec{k}_2.\vec{r} = |\vec{k}_2|.|\vec{r}|\cos\alpha = cte$$



Dado $\vec{k}_2$, todos los puntos que tengan igual producto escalar con él, perteneceran a un mismo plano (perpendicular a $\vec{k}_2$)

Como describo ondas?

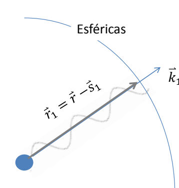
Planas



$\vec{E}_2(\vec{r},t) = \vec{E}_{02}\cos(\underbrace{\vec{k}_2.\vec{r} - w\,t + \varepsilon_2}_{\varphi_2})$

Onda de fase constante sobre planos perpendiculares a la dirección de propagación

Esféricas



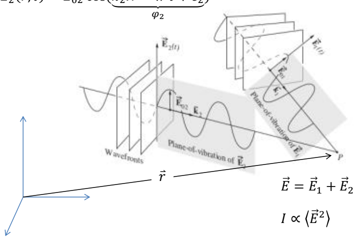
$\vec{E}_1(\vec{r},t) = \vec{E}_{01}(\vec{r})\cos(\underbrace{k_1 r_1 - w\,t + \varepsilon_1}_{\varphi_1})$

Onda de fase constante sobre esferas centradas en S_1 (y por tanto… perpendiculares a la dirección de propagación)

Ahora si…sabemos como describirlas, sabemos lo que esperamos …calculemos como interfieren dos ondas planas*

$\vec{E}_2(\vec{r},t) = \vec{E}_{02}\cos(\underbrace{\vec{k}_2.\vec{r} - w\,t + \varepsilon_2}_{\varphi_2})$

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

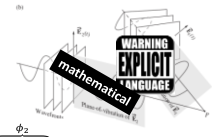


$$\vec{E}^2 = (\vec{E}_1 + \vec{E}_2).(\vec{E}_1 + \vec{E}_2)$$
$$= \vec{E}_1^{\,2} + \vec{E}_2^{\,2} + 2\vec{E}_1.\vec{E}_2$$
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$
$$I \propto \langle \vec{E}^2 \rangle \qquad = \left\langle \vec{E}_1^{\,2} \right\rangle + \left\langle \vec{E}_2^{\,2} \right\rangle + 2\left\langle \vec{E}_1.\vec{E}_2 \right\rangle$$
$$I = I_1 + I_2 + I_{12}$$

Término de interferencia

*Para dos ondas esfericas se muy similar, solo que hay que usar la fase correspondiente

El término de interferencia



$$I = \underbrace{\left\langle \vec{E}_1^{\,2} \right\rangle}_{I_1} + \underbrace{\left\langle \vec{E}_2^{\,2} \right\rangle}_{I_2} + \underbrace{2\left\langle \vec{E}_1.\vec{E}_2 \right\rangle}_{I_{12}}$$

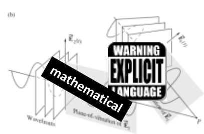
$$\left\langle \vec{E}_1.\vec{E}_2 \right\rangle = \vec{E}_{01}.\vec{E}_{02} < \cos(\overbrace{\vec{k}_1.\vec{r} + \varepsilon_1 - w\,t}^{\phi_1})\cos(\overbrace{\vec{k}_2.\vec{r} + \varepsilon_2 - w\,t}^{\phi_2}) >$$
$$= \vec{E}_{01}.\vec{E}_{02} < [\cos(\phi_1)\ \cos(w\,t) + \sin(\phi_1)\sin(w\,t)]\ *$$
$$[\cos(\phi_2)\ \cos(w\,t) + \sin(\phi_2)\sin(w\,t)]>$$

$\cos(a-b) = \cos(a)\ \cos(b) + \sin(a)\sin(b)$

Como si fuera poca maldad … ahora distribuyo:

$$< \vec{E}_{01}.\vec{E}_{02}\,[\cos(\phi_1)\cos(\phi_2)\ \cos^2(w\,t) + \sin(\phi_1)\sin(\phi_2)\sin^2(w\,t)\ +$$
$$\cos(\phi_1)\sin(\phi_2)\sin(w\,t)\cos(w\,t) + \sin(\phi_1)\cos(\phi_2)\ \cos(w\,t)\sin(w\,t)]>$$

El término de interferencia



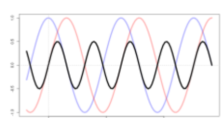
$$I = \underbrace{\left\langle \vec{E}_1^{\,2} \right\rangle}_{I_1} + \underbrace{\left\langle \vec{E}_2^{\,2} \right\rangle}_{I_2} + \underbrace{2\left\langle \vec{E}_1.\vec{E}_2 \right\rangle}_{I_{12}}$$

$\left\langle \vec{E}_1.\vec{E}_2 \right\rangle =$

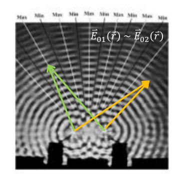
$^1/_2 \qquad\qquad ^1/_2$

$$\vec{E}_{01}.\vec{E}_{02}\,[\cos(\phi_1)\cos(\phi_2)\ \langle\cos^2(w\,t)\rangle + \sin(\phi_1)\sin(\phi_2)\,\langle\sin^2(w\,t)\rangle\ +$$
$$[\cos(\phi_1)\sin(\phi_2) + \sin(\phi_1)\cos(\phi_2)\ ]\langle\cos(w\,t)\sin(w\,t)\rangle\ ]$$

0



El término de interferencia



$$I = \underbrace{\left\langle \vec{E}_1^{\,2} \right\rangle}_{I_1} + \underbrace{\left\langle \vec{E}_2^{\,2} \right\rangle}_{I_2} + \underbrace{2\left\langle \vec{E}_1.\vec{E}_2 \right\rangle}_{I_{12}}$$

$$\left\langle \vec{E}_1.\vec{E}_2 \right\rangle = \frac{\vec{E}_{01}.\vec{E}_{02}}{2}[\cos(\phi_1)\cos(\phi_2)\ + \sin(\phi_1)\sin(\phi_2)]$$

$$\left\langle \vec{E}_1.\vec{E}_2 \right\rangle = \frac{\vec{E}_{01}.\vec{E}_{02}}{2}\cos(\phi_2 - \phi_1) = \frac{\vec{E}_{01}.\vec{E}_{02}}{2}\cos\Delta\varphi$$

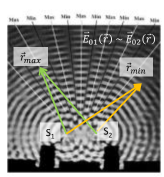
$$\Delta\varphi = (\overbrace{\vec{k}_2.\vec{r} + \varepsilon_2 - w\,t}^{\phi_2}) - (\overbrace{\vec{k}_1.\vec{r} + \varepsilon_1 - w\,t}^{\phi_1}) = \Delta\phi$$

$$I = \frac{\vec{E}_{01}^{\ 2}}{2} + \frac{\vec{E}_{02}^{\ 2}}{2} + \vec{E}_{01}\,.\vec{E}_{02}\cos\Delta\varphi(\vec{r})$$

Notar:
- Los terminos I_1 e I_2 son constantes
- I_{12} varia en el espacio : $\Delta\varphi = \Delta\varphi(\vec{r})$
- I_{12} se anula si $\vec{E}_{01} \perp \vec{E}_{02}$

*Para dos ondas esfericas se muy similar, solo que hay que usar la fase correspondiente

El término de interferencia



$$I = \underbrace{\left\langle \vec{E}_1^{\,2} \right\rangle}_{I_1} + \underbrace{\left\langle \vec{E}_2^{\,2} \right\rangle}_{I_2} + \underbrace{2\left\langle \vec{E}_1.\vec{E}_2 \right\rangle}_{I_{12}}$$

$$I = \frac{\vec{E}_{01}^{\ 2}}{2} + \frac{\vec{E}_{02}^{\ 2}}{2} + \vec{E}_{01}\,\vec{E}_{02}\cos\Delta\varphi(\vec{r})$$

Notar:
- Los terminos I_1 e I_2 son constantes
- I_{12} varia en el espacio : $\Delta\varphi = \Delta\varphi(\vec{r})$
- I_{12} se anula si $\vec{E}_{01} \perp \vec{E}_{02}$

Nos vamos a concentrar en el caso particular de dos ondas que oscilan en la **misma dirección** con **igual amplitud**

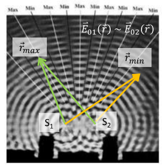
$$\vec{E}_{01} = \vec{E}_{02} \equiv \vec{E}_0$$

$$I = \frac{E_0^{\ 2}}{2} + \frac{E_0^{\ 2}}{2} + E_0E_0\cos\Delta\varphi(\vec{r})$$
$$I = E_0^{\ 2}\ (1 + \cos\Delta\varphi(\vec{r}))$$
$$I = 2\,I_0(1 + \cos\Delta\varphi(\vec{r}))$$
$$I = 4\,I_0\cos^2\left(\frac{\Delta\varphi(\vec{r})}{2}\right)$$

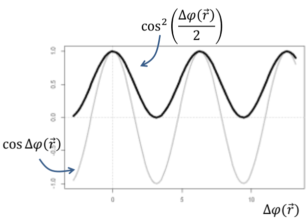
Veamos que esto tiene sentido con lo que aprendimos de desfasajes

$$1 + \cos\Delta = 1 + \cos(\frac{\Delta}{2} + \frac{\Delta}{2})$$
$$= 1 + \cos(\frac{\Delta}{2})\cos(\frac{\Delta}{2}) - \sin(\frac{\Delta}{2})\sin(\frac{\Delta}{2})$$
$$= 1 + \cos^2(\frac{\Delta}{2}) - \sin^2(\frac{\Delta}{2})$$
$$= \underbrace{1 - \sin^2(\frac{\Delta}{2})}_{\cos^2(\frac{\Delta}{2})} + \cos^2(\frac{\Delta}{2})$$
$$= 2\cos^2\,(\frac{\Delta}{2})$$

Perturbaciones paralelas



$$I = 4\, I_0 \cos^2\left(\frac{\Delta\varphi(\vec{r})}{2}\right)$$



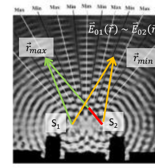
Habrá **máxima irradiancia** para aquellos sitios $\vec{r}_{max}$ tales que

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{max}) = 2\pi m$$

Habrá **mínima irradiancia** para aquellos sitios $\vec{r}_{min}$ tales que

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{min}) = \pi(2m+1)$$

Maximos



$$I = 4\, I_0 \cos^2\left(\frac{\Delta\varphi(\vec{r})}{2}\right)$$

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{max}) = 2\pi m \longrightarrow I = 4\, I_0$$

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{min}) = \pi(2m+1) \longrightarrow I = 0$$

Empecemos analizando los **máximos** para fuentes que oscilan en fase ($\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon$):

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{max}) = 2\pi m$$

$$(k_2 r_{max2} - w\,t + \varepsilon) - (k_1 r_{max1} - w\,t + \varepsilon) = 2\pi m$$

$$k(r_{max2} - r_{max1}) = 2\pi m$$

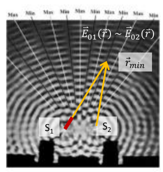
$$(r_{max2} - r_{max1}) = \frac{2\pi m}{k}$$

$$(r_{max2} - r_{max1}) = m\lambda$$

Los máximos ocurren en aquellas posiciones para las cuales:

- la diferencia de fases resulta un número entero de veces 2π
- O equivalentemente: la diferencia de caminos resulta un número entero de longitudes de onda

...y mínimos



$$I = 4\, I_0 \cos^2\left(\frac{\Delta\varphi(\vec{r})}{2}\right)$$

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{max}) = 2\pi m \longrightarrow I = 4\, I_0$$

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{min}) = \pi(2m+1) \longrightarrow I = 0$$

Ahora analicemos los **mínimos** para fuentes que oscilan en fase ($\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon$):

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{min}) = (2m+1)\pi$$

$$(k_2 r_{min2} - w\,t + \varepsilon) - (k_1 r_{min1} - w\,t + \varepsilon) = (2m+1)\pi$$

$$k(r_{min2} - r_{min1}) = (2m+1)\pi$$

$$(r_{min2} - r_{min1}) = \frac{(2m+1)\pi}{k}$$

$$(r_{min2} - r_{min1}) = (m + \frac{1}{2})\lambda$$

Los mínimos ocurren en aquellas posiciones para las cuales:

- la diferencia de fases resulta un número impar de veces π
- O equivalentemente: la diferencia de caminos resulta un número entero de longitudes de onda mas media onda.

Máximos y mínimos en el espacio

Las condiciones max y min definen hiperboloides de revolución

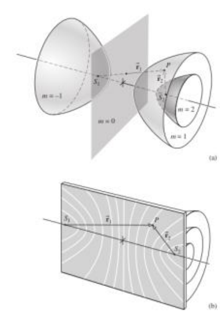
$$I = 4\, I_0 \cos^2\left(\frac{\Delta\varphi(\vec{r})}{2}\right)$$

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{max}) = 2\pi m$$

$$(r_{max2} - r_{max1}) = m\lambda$$

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{min}) = (2m+1)\pi$$

$$(r_{min2} - r_{min1}) = (m + \frac{1}{2})\lambda$$



Como se ´traducen´ estas condiciones en la disposición espacial de máximos y mínimos?

Máximos y mínimos en el espacio

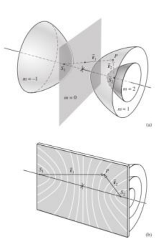
$$I = 4\, I_0 \cos^2\left(\frac{\Delta\varphi(\vec{r})}{2}\right)$$

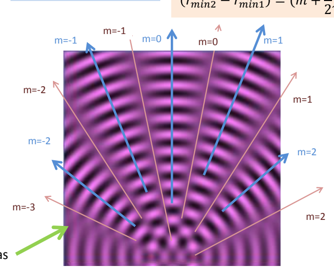
$$\Delta\varphi(\vec{r}_{max}) = 2\pi m$$

$$(r_{max2} - r_{max1}) = m\lambda$$

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{min}) = (2m+1)\pi$$

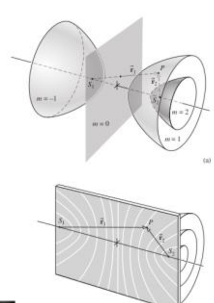
$$(r_{min2} - r_{min1}) = (m + \frac{1}{2})\lambda$$





Ojo: no son rectas...son hiperbolas

Que veo?



$$(r_{max2} - r_{max1}) = m\lambda$$

$$(r_{min2} - r_{min1}) = (m + \frac{1}{2})\lambda$$

Maximos de fuentes desfasadas ($\varepsilon_2 \neq \varepsilon_1$)

$$I = 4\, I_0 \cos^2\left(\frac{\Delta\varphi(\vec{r})}{2}\right)$$

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{max}) = 2\pi m \longrightarrow I = 4\, I_0$$

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{min}) = \pi(2m+1) \longrightarrow I = 0$$

Empecemos analizando los **máximos** :

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{max}) = 2\pi m$$

$$(k_2 r_{max2} - w\,t + \varepsilon_2) - (k_1 r_{max1} - w\,t + \varepsilon_1) = 2\pi m$$

$$k(r_{max2} - r_{max1}) + \Delta\varepsilon = 2\pi m$$

$$(r_{max2} - r_{max1}) = \frac{2\pi m}{k} - \frac{\Delta\varepsilon}{k}$$

Compensa la eventual diferencia de fases inicial

$$(r_{max2} - r_{max1}) = m\lambda - \frac{\Delta\varepsilon}{2\pi}\lambda = \lambda(m - \frac{\Delta\varepsilon}{2\pi})$$

Mínimos de fuentes desfasadas

$$I = 4\, I_0 \cos^2\left(\frac{\Delta\varphi(\vec{r})}{2}\right)$$

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{max}) = 2\pi m \longrightarrow I = 4\, I_0$$

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{min}) = \pi(2m+1) \longrightarrow I = 0$$

Ahora analicemos los **mínimos**:

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{min}) = (2m+1)\pi$$

$$(k_2 r_{min2} - w\,t + \varepsilon_2) - (k_1 r_{min1} - w\,t + \varepsilon_1) = (2m+1)\pi$$

$$k(r_{min2} - r_{min1}) = (2m+1)\pi - \Delta\varepsilon$$

$$(r_{min2} - r_{min1}) = \frac{(2m+1)\pi - \Delta\varepsilon}{k}$$

$$(r_{min2} - r_{min1}) = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda - \frac{\Delta\varepsilon}{2\pi}\lambda = \lambda\left(m + \frac{1}{2} - \frac{\Delta\varepsilon}{2\pi}\right)$$

Máximos y mínimos para fuentes desfasadas

$$I = 4\, I_0 \cos^2\left(\frac{\Delta\varphi(\vec{r})}{2}\right)$$

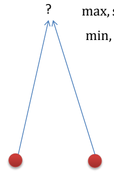
$$\Delta\varphi(\vec{r}_{max}) = 2\pi m$$

$$(r_{max2} - r_{max1}) = \lambda(m - \frac{\Delta\varepsilon}{2\pi})$$

$$\Delta\varphi(\vec{r}_{min}) = (2m+1)\pi$$

$$(r_{min2} - r_{min1}) = \lambda\left(m + \frac{1}{2} - \frac{\Delta\varepsilon}{2\pi}\right)$$

Notar que en general para un valor dado $\Delta\varepsilon \neq 0$ el patron de interferencia cambia. Por ejemplo, puntos equidistantes de las fuentes pueden no ser más máximos.



max, si $\Delta\varepsilon = 0$

min, si $\Delta\varepsilon = \pi$

La condición oculta*

- Por qué no vemos interferencia de manera cotidiana?

$$I = 4\, I_0 \cos^2\left(\frac{\Delta\varphi(\vec{r})}{2}\right) \qquad (r_{max2} - r_{max1}) = \lambda\left(m - \frac{\Delta\varepsilon}{2\pi}\right)$$

$$(r_{min2} - r_{min1}) = \lambda\left(m + \frac{1}{2} - \frac{\Delta\varepsilon}{2\pi}\right)$$

- El patron de interferencia podrá ser detectado sólo si no varía en el tiempo (sino cambia todo el tiempo y en promedio se borronea todo…o sea no veo patron alguno)
- Eso significa que, para que sea detectable, la diferencia de fases iniciales $\Delta\varepsilon$ entre las dos fuentes, debe permanecer constante.
- Pero vimos que por cómo se genera la luz, cada emisor radía un tren de ondas durante un lapso de $\Delta t_{coherencia} \sim 10^{-8}$. Entonces su fase sólo puede considerarse con… a cachos muy cortos.
- Es virtualmente imposible que dos fuentes de luz indepen… …engan $\Delta\varepsilon =$ cte

Pero entonces!??!!

*Gran título para una película