

valutare la forza di campo $\vec{E}$ // superficie
con riflessione

$$\hat{E}_i = E_i e^{i\omega t}$$

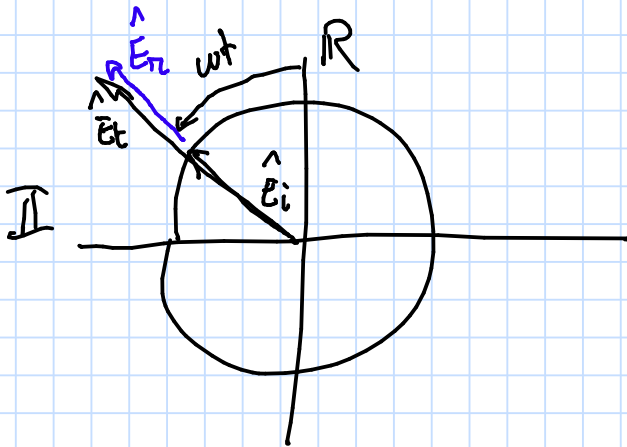
in $z=0$ sulla xy

$$\hat{E}_r = E_r e^{i\omega t + \varphi}$$

$$\hat{E}_t = E_t e^{i\omega t}$$

$z=0$

caso con $E_t > E_i$ ($n_2 < n_1$)



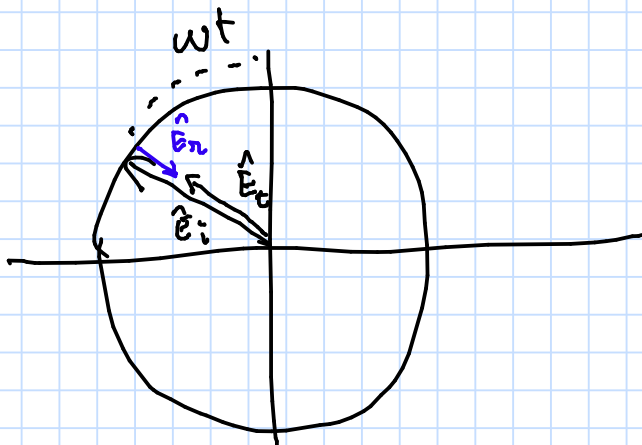
$$\hat{E}_i + \hat{E}_r = \hat{E}_t$$

metto 1 metto 2

$\hat{E}_r$ ha stessa fase
di $\hat{E}_i \Rightarrow \varphi = 0$

caso con $E_t < E_i$

($n_1 < n_2$)



$\hat{E}_r$ è sfasato di $\varphi = \pi$
($-\pi, 3\pi, \dots$)
con $\hat{E}_i, \hat{E}_t$

formalmente

$$\hat{E}_i + \hat{E}_r = \hat{E}_t$$

$$(E_i + e^{i\varphi} E_r) e^{i\omega t} = E_t e^{i\omega t}$$

$\downarrow$

$$e^{i\varphi} = -1 \quad (*)$$

$$\Rightarrow \varphi = \pi, -\pi, 3\pi, \dots$$

$\rightarrow E_t = E_i - E_r$ per
moduli

Richiamo di diffrazione

- interf. e diffrazione
- ad angolo θ
- ogni fenditura ha una intensità di diffrazione

$$I_D(\theta) = I_D(0) \left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2$$

$$\beta = \pi \frac{a}{\lambda} \sin \theta$$

- interferenza di N sorgenti pariate d con $I_D(\theta)$

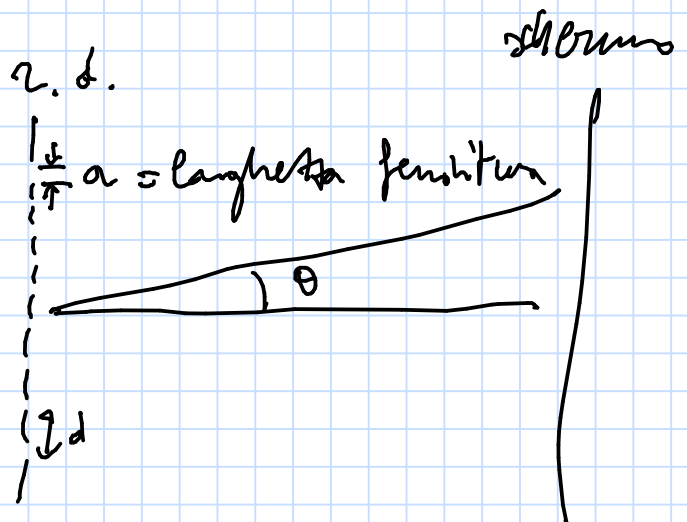
$$I(\theta) = I_D(\theta) \underbrace{\left(\frac{\sin N\delta}{\sin \delta} \right)^2}_{\text{int.}}$$

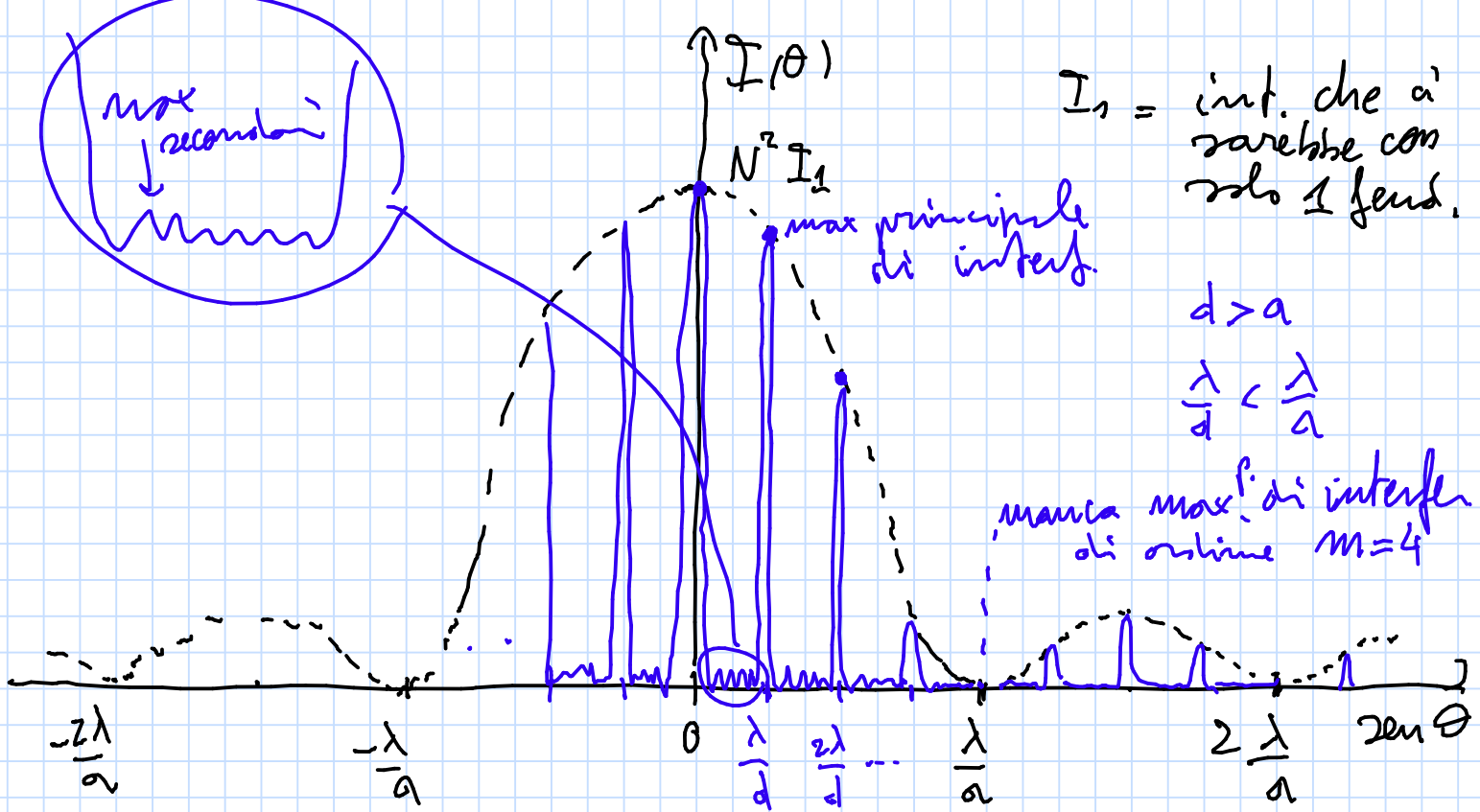
$$\delta = \pi \frac{d}{\lambda} \sin \theta$$

$$I(\theta) = I_D(0) \left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2 \left(\frac{\sin N\delta}{\sin \delta} \right)^2 f(\theta)$$

$$f(\theta) = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

fattore di inclinazione
(trascurabile per angoli θ piccoli, $f(0) \approx 1$)



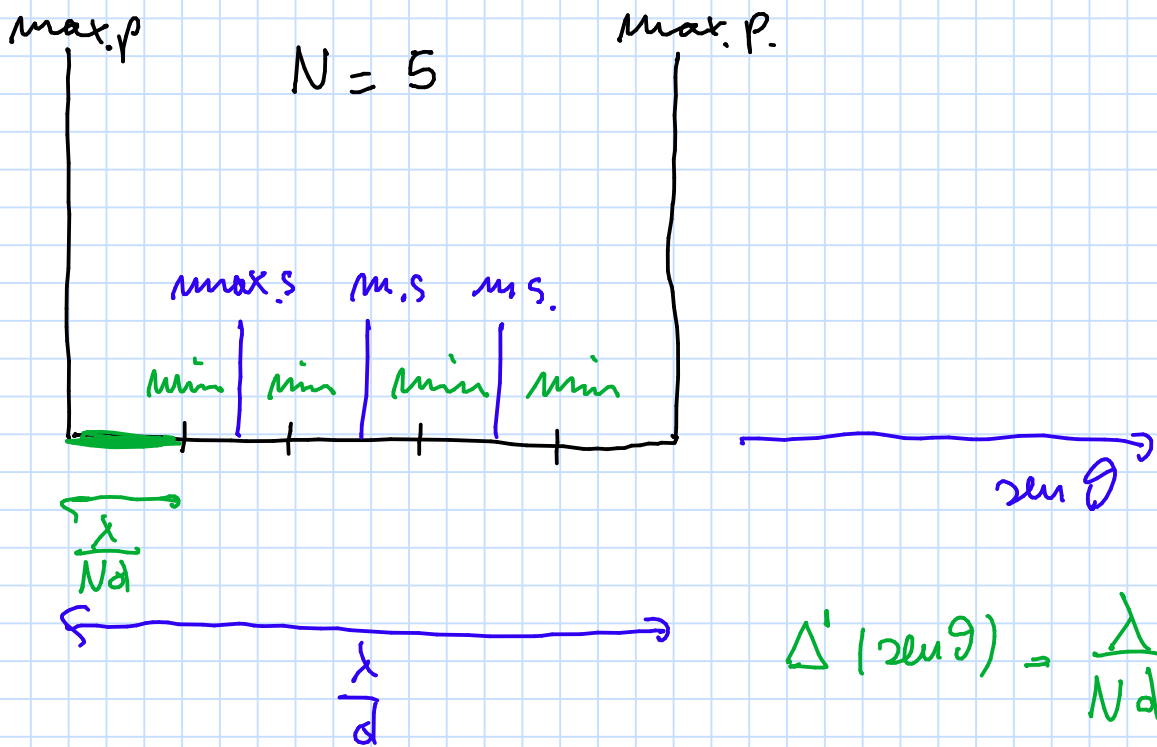


in questo esempio $d = 4a$

- interf., max principali (eventualmente)
in

$$\sin(\theta_m) = m \frac{\lambda}{d}$$

- Distanza angolare tra max. p. e
minimi adiacenti

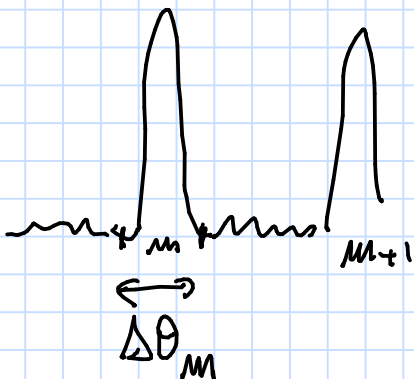


$$\Delta'(\sin\theta) = \frac{\lambda}{Nd}$$

$$\cos\theta \Delta'\theta = \frac{\lambda}{Nd}$$

$$\Delta'\theta = \frac{\lambda}{Nd \cos\theta}$$

- Doppio... : larghezza di un max. p.



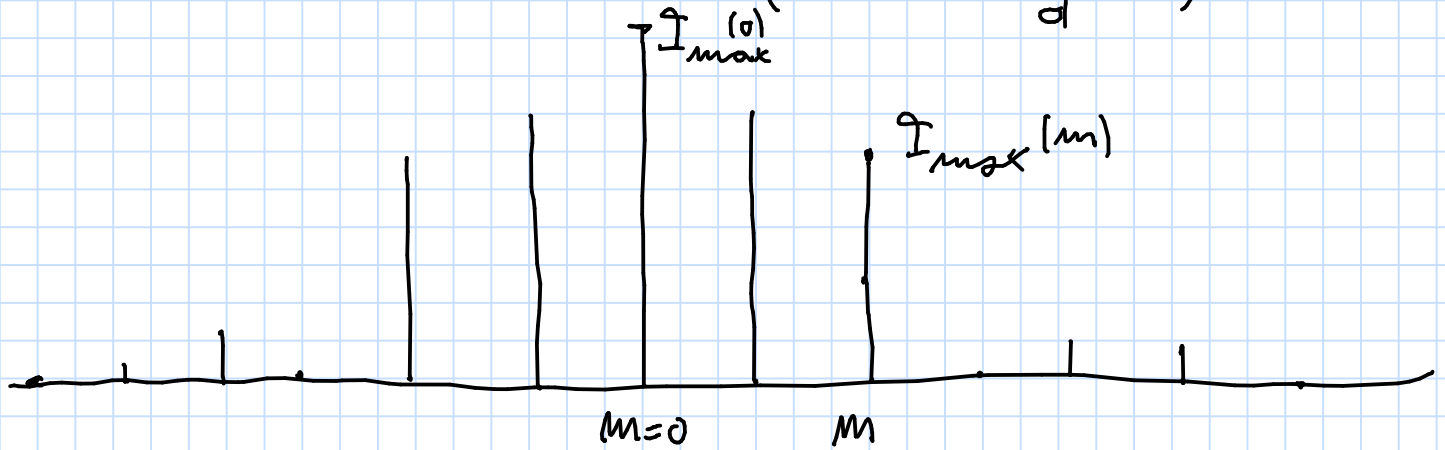
$$\Delta\theta_m = 2 \Delta'\theta = \frac{2\lambda}{Nd \cos\theta_m}$$

θ_m = angolo del max m -esimo

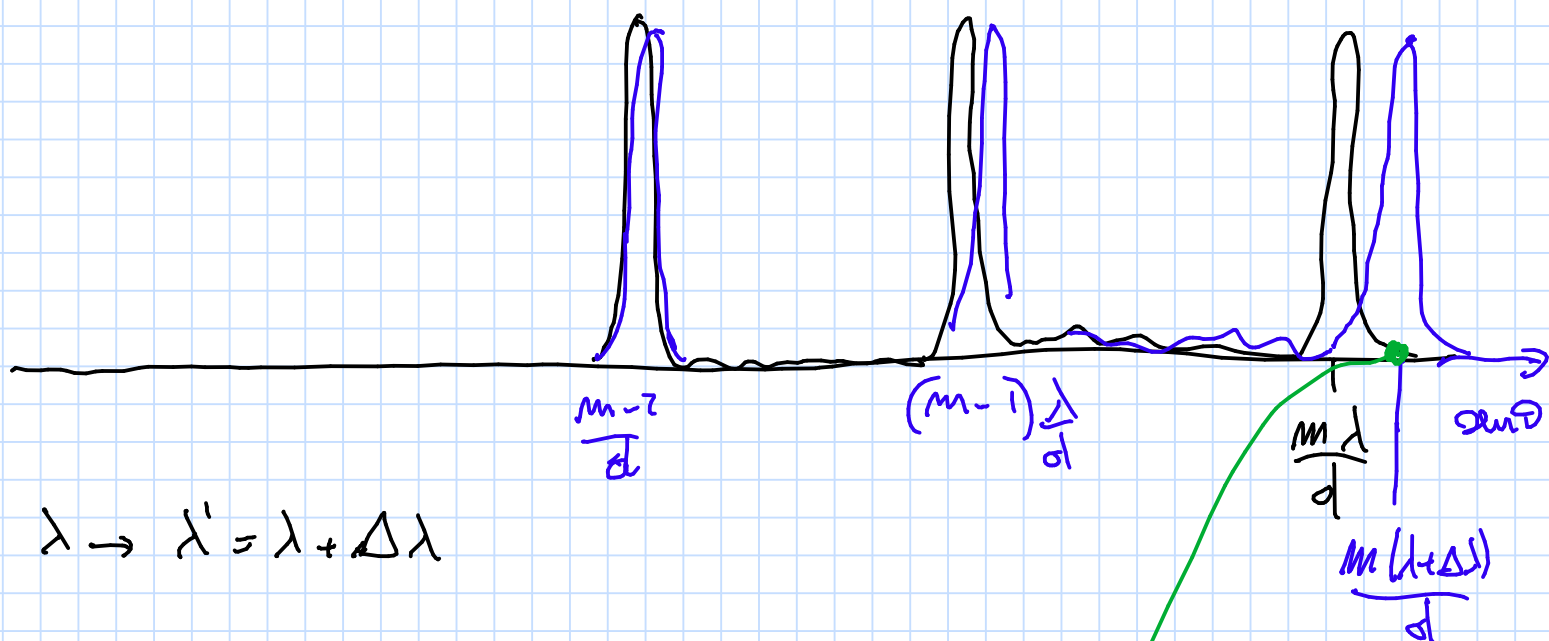
— formula 16.13 MNV p.642

Intensità delle frange (max. p.)

$$\frac{I_{\max}(m)}{I_{\max}(0)} = R_m = \left(\frac{\sin\left(m\pi \frac{a}{d}\right)}{m\pi \frac{a}{d}} \right)^2$$



Potere risolutivo del reticolo



$$\lambda \rightarrow \lambda' = \lambda + \Delta\lambda$$

max: $d \sin\theta = m\lambda$

min. adiacente:

$$d \sin\theta' = m\lambda + \frac{\lambda}{N} = m\lambda' = m(\lambda + \Delta\lambda)$$

↑
se le cose sono
appena distinguibili

$$\Downarrow$$

$$\frac{\lambda}{N} = m\Delta\lambda$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{mN}$$

potere risol.

$$\mathcal{P} = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = mN$$

$$\begin{array}{l} \nearrow \sim N \\ \searrow \sim m \\ \Downarrow \end{array}$$

per m ok potrebbe non essere ok per
 $m_0 < m$



Un fascio di onde piane, di lunghezza d'onda $\lambda = 480 \text{ nm}$, incide ortogonalmente su un piano in cui sono praticate due fenditure di lunghezza indefinita e di larghezza $a_1 = 9.6 \mu\text{m}$ e $a_2 = 2a_1 = 19.2 \mu\text{m}$, i cui centri sono distanti $d = 480 \mu\text{m}$. Si determinino le seguenti proprietà della figura che si forma su uno schermo posto a distanza $L = 1.5 \text{ m}$ dal piano delle fenditure e parallelo ad esso:

- la distanza δx sullo schermo tra il massimo centrale di interferenza ed un massimo adiacente;
- le larghezze Δx_1 e Δx_2 dei massimi centrali di diffrazione di ciascuna delle due fenditure, in assenza dell'altra fenditura, definite come le distanze tra i due minimi ad essi adiacenti;
- il rapporto R tra l'intensità I_{max} al massimo centrale di interferenza e quella I_{min} ad un minimo adiacente;
- il numero N_M di massimi di interferenza nell'intervallo di lunghezza Δx_2 attorno al massimo centrale.

Suggerimenti: si sfrutti il fatto che sullo schermo l'ampiezza massima del campo elettrico associato a ciascuna delle fenditure è proporzionale alla larghezza di tale fenditura; per semplificare i conti si tenga anche conto del fatto che $a_1, a_2 \ll d \ll L$.

2 fenditure

$$E_2 = 2 E_1$$

$\Downarrow$

$$I_2 = 4 I_1$$

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \delta$$

$$I_1 \sim I_0$$

$$I_2 \sim 4I_0$$

$$I(x) = I_0 \left(\frac{\sin \beta_1}{\beta_1} \right)^2 + 4 I_0 \left(\frac{\sin \beta_2}{\beta_2} \right)^2 + 4 I_0 \frac{\sin \beta_1}{\beta_1} \frac{\sin \beta_2}{\beta_2} \cos \delta$$

$$\delta = \frac{2\pi d \sin \theta}{\lambda}$$

(Δ fattore 2 risp. prima)

$$\beta_1 = \frac{\pi a_1 \sin \theta}{\lambda} \approx \frac{\pi a_1}{\lambda} \frac{x}{L}$$

x = dist. su schermo

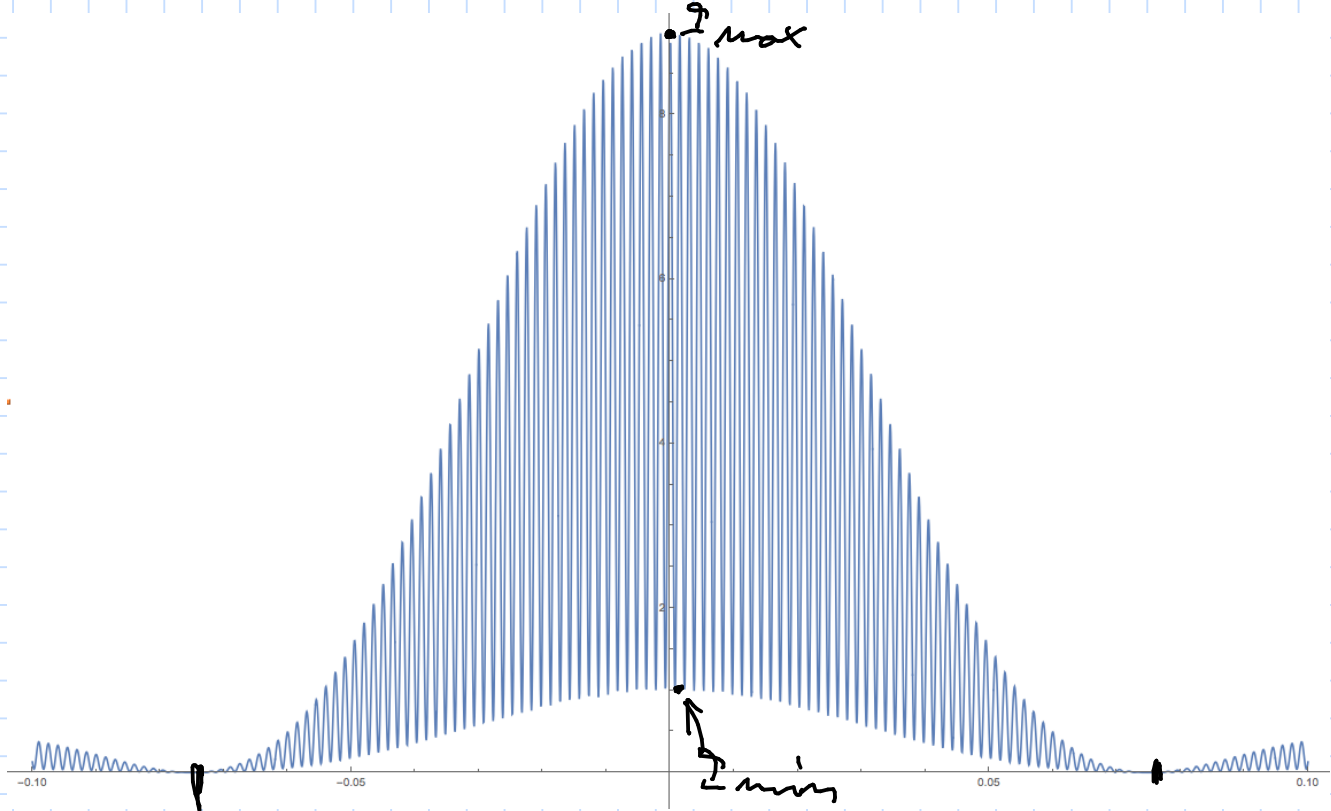
$$\beta_2 = \dots$$

(a) δx : dist fra max. interf.

$$\text{spaziamento } \delta = |2\pi|$$

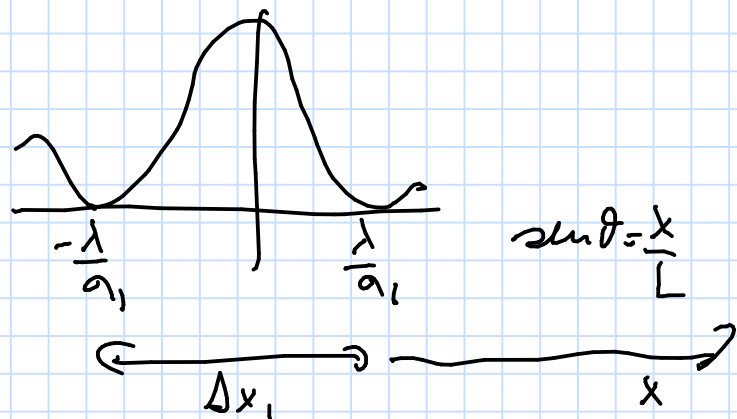
$$\delta x = \frac{\lambda L}{d} = 1.5 \text{ m}$$

Δ diffrazione non c'entra



(b) larghezze Δx_1 , (Δx_2) del max 1^o di diffraz.
quando c'è solo f. 1 (2)

$$I_1 = I_0 \left(\frac{\sin \beta_1}{\beta_1} \right)^2$$



$$\Delta x_1 = 2 \frac{\lambda}{a_1} L = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$$

$$\Delta x_2 = 2 \frac{\lambda}{a_2} L = 0.075 \text{ m}$$

(c) nel max. campi elettrici in fase

$$E_1 + E_2 = E_1 + 2E_2 = 3E_1 \Rightarrow I_{\text{max}} = 9I_0$$

nel min

$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow |\vec{E}_2 - \vec{E}_1| = E_1 \Rightarrow I_{\text{min}} = I_0$$

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = 9$$

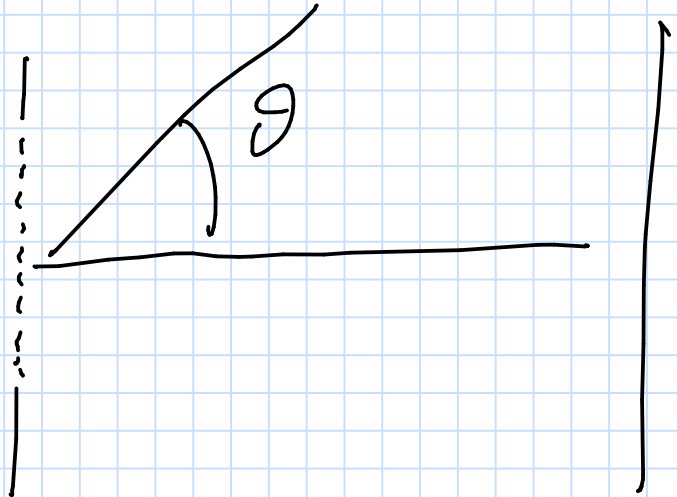
senza contare
modulato
diffra

Esercizio su reticolo di diff.

griglia, $N=1000$ fend.

luce monocrom.

fend. larga $a = 700 \text{ nm}$



max luminosi:

$$\theta = 0, 0.232, 0.478, 1.168 \text{ rad}$$

1) d tra fenditure (centri)

θ	$\sin \theta$	m
0	$\sin \theta = 0$	0
0.232	0.23	1
0.478	0.46	2
		manca : diffrazione ha fatto un max
1.168	0.92	4

$$\Downarrow$$

$$\sin \theta_1 = 0.23 = \frac{\lambda}{a}$$

$m=1$ int.

$m=3$ manca

$$\theta = 0.69 \text{ c'è buio}$$

$$\sin \theta_3 = 0.69 = \frac{3\lambda}{d} = \frac{\lambda}{a}$$

corrisp. a minimo diffra

$$d = 3a = 3 \cdot 700 \text{ nm} = 2100 \text{ nm} = 2.1 \mu\text{m}$$

$$\lambda = 0.23 d = 483 \text{ nm}$$

$$\frac{I(m=4)}{I(m=1)} =$$

$$\frac{I(m=4)}{I(0)} = \left(\frac{2 \ln \left(4 \frac{\pi}{3} \right)}{4 \frac{\pi}{3}} \right)^2 \quad m=4$$

$$\frac{I(m=1)}{I(0)} = \left(\frac{2 \ln \frac{\pi}{3}}{\frac{\pi}{3}} \right)^2 =$$

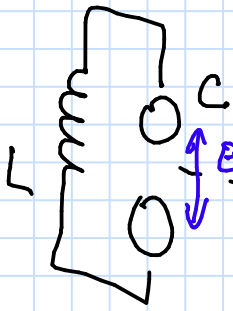
$$\frac{2}{3} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{I(m=4)}{I(m=1)} = \left(\frac{\pi/3}{4\pi/3} \right)^2 = \frac{1}{16}$$

Esperimento di Hertz: misura di c

somma di onda incidente e riflessa
 $\Rightarrow$ onda stazionaria

LC oscillante



$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

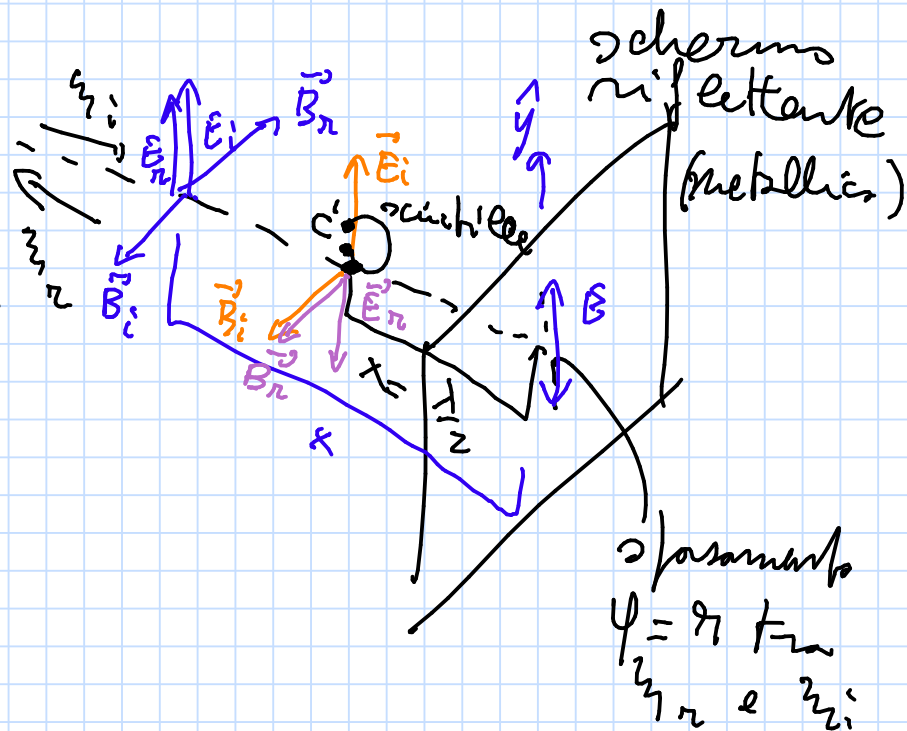
$\downarrow$

$$\lambda = \frac{\omega_0}{2\pi}$$

$\downarrow$

$\lambda \approx \text{dim. stampa}$

pulsazione ω



somma di λ_i e $\lambda_r \Rightarrow$ onda stazionaria

$$E = 2E_0 \cos kx \cos \omega t \hat{y}$$

$$B = 2 \frac{E_0}{c} \cos kx \sin \omega t \hat{z}$$

$$\left(\vec{\nabla} \times \vec{E} \right)_z = - \frac{\partial B_z}{\partial t}$$

a distanza x dallo schermo c'è int. distribuita
 per campo E ($\delta = \pi$ tra onda inc. e riflessa)
 solo spaz. dovuto a riflessione ($x = \frac{\lambda}{2}$)
 $\delta = (2x) \frac{2\pi}{\lambda} + \pi = \pi$

Hertz: con spira con C' misura (Faraday)
dove $\lambda/2 \dots$

$$\Rightarrow \lambda$$

$$\Rightarrow \nu = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

}

$$c = \lambda \nu$$

$$= 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$$