



L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA
E DELLE SCIENZE IN UNA
PROSPETTIVA SISTEMATICA,
STORICA E CRITICA

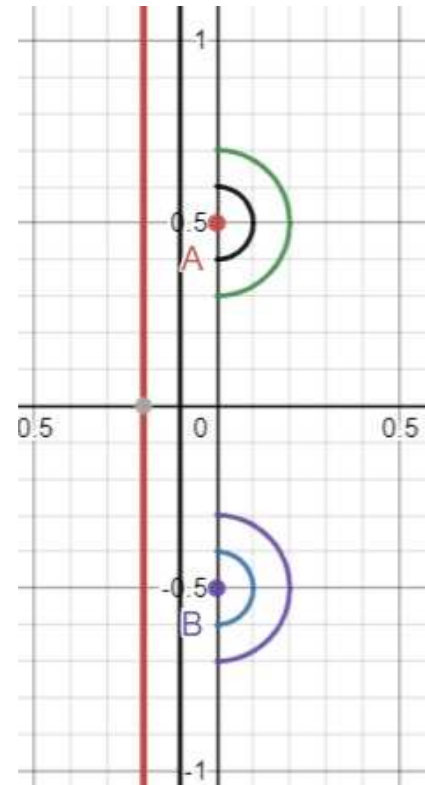
BOLOGNA / 27-29 GENNAIO 2022

Diffrazione da singola fenditura

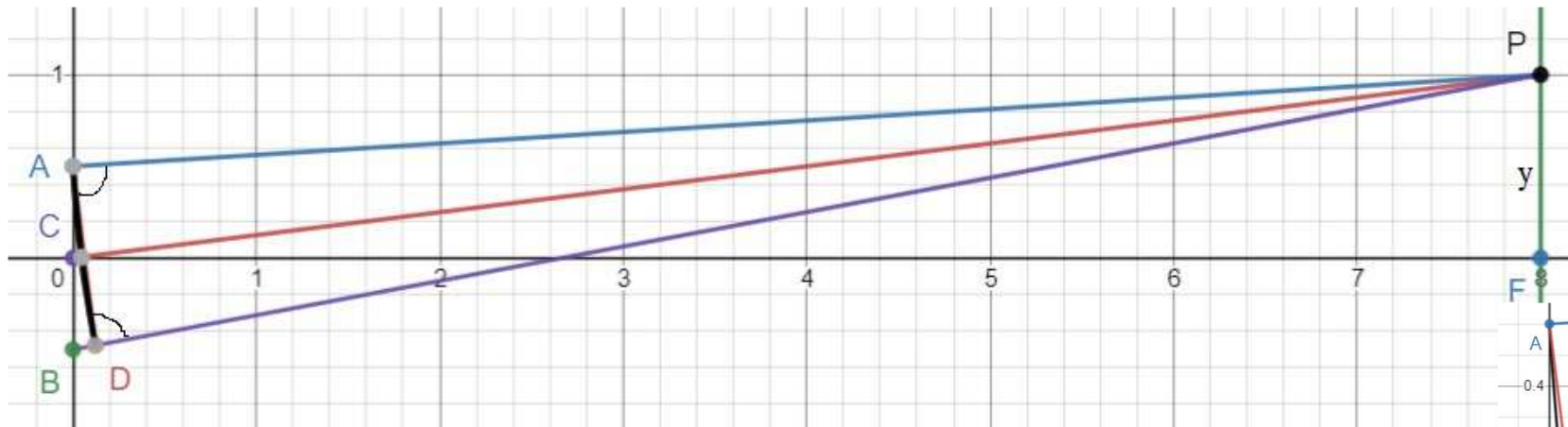


Il Principio di Huygens

Ogni punto di un fronte d'onda può essere considerato come una sorgente di onde sferiche secondarie



Dall'interferenza alla diffrazione



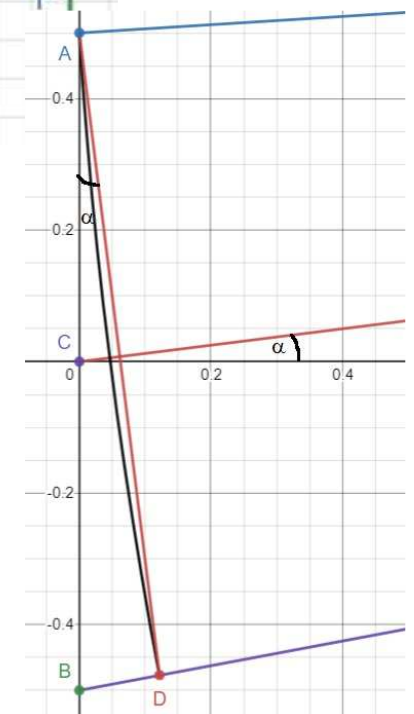
Il segmento $CF=H$ è la distanza della fenditura dallo schermo che sarà di circa 2m; mentre la distanza $AB=d$ è la grandezza della fenditura dell'ordine del decimo di mm.

Il triangolo APD è costruito isoscele ($AP=DP$)

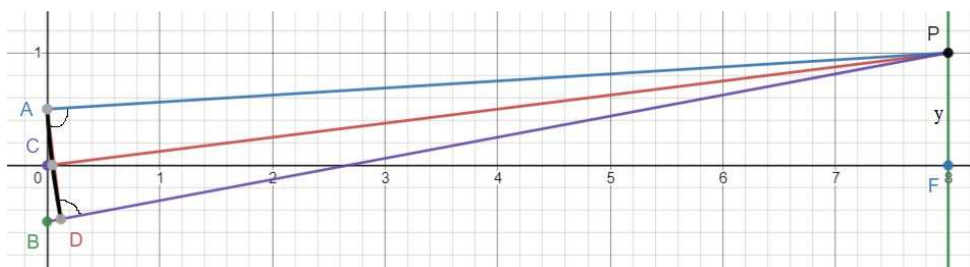
Applicando il teorema del coseno otteniamo che $AP^2 = AD^2 + DP^2 - 2AD \cdot DP \cos ADP$

$$\cos ADP = AD/(2DP) \approx 10^{-4} \rightarrow ADP \approx \pi/2$$

Da cui arriviamo alla distanza $BD = d \sin \alpha = \frac{d \cdot y}{H}$



Dall'interferenza di Young alla diffrazione di Fraunhofer



Alternativamente si può procedere per via analitica.

Interferenza costruttiva se $BD = n \lambda$

Interferenza distruttiva se $BD = \left(n + \frac{1}{2}\right) \lambda$

$$\begin{aligned}
 BD &= \sqrt{H^2 + \left(y + \frac{d}{2}\right)^2} - \sqrt{H^2 + \left(y - \frac{d}{2}\right)^2} = \\
 &= H \cdot \sqrt{1 + \frac{\left(y + \frac{d}{2}\right)^2}{H^2}} - H \cdot \sqrt{1 + \frac{\left(y - \frac{d}{2}\right)^2}{H^2}}; \\
 \sqrt{1+x} &= 1 + \frac{x}{2} + o(x) \\
 BD &\approx H \left(1 + \frac{\left(y + \frac{d}{2}\right)^2}{2H^2}\right) - H \left(1 + \frac{\left(y - \frac{d}{2}\right)^2}{2H^2}\right) \\
 BD &\approx \frac{y \cdot d}{H}
 \end{aligned}$$

Dall'interferenza di Young alla diffrazione di Fraunhofer

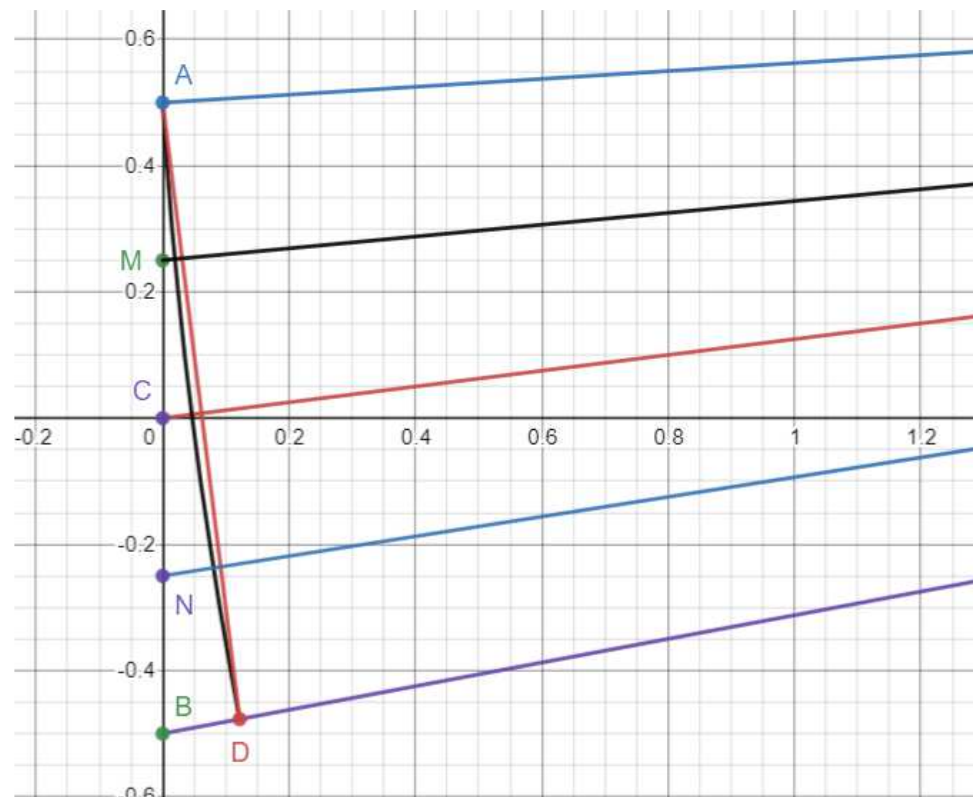
Consideriamo 4 punti (A;M;C;N) tra le infinite sorgenti di onde secondarie di Huygens nel segmento AB . Per quanto detto precedentemente la differenza di cammino tra la sorgente A e C è la stessa che abbiamo tra M ed N ed è pari a

$\frac{d}{2} \sin \alpha$. Se $\frac{d}{2} \sin \alpha = (n + \frac{1}{2})\lambda$ la sorgente A interferirà distruttivamente con C e la sorgente M distruttivamente con N , sommando le infinite coppie di sorgenti distanti $d/2$ otteniamo una zona di «buio» da cui la condizione per il primo minimo $d \sin \alpha = \lambda$

Se invece raccogliamo le coppie distanti $d/4$ (A;M) (C;N) vedremo interferenza distruttiva se

$\frac{d}{4} \sin \alpha = (n + \frac{1}{2})\lambda$ da cui la condizione per il secondo minimo $d \sin \alpha = 2\lambda$

Iterando il ragionamento e scegliendo opportunamente le coppie da sommare arriviamo alla condizione $d \sin \alpha = m \lambda; m \in N$



Dall'interferenza di Young alla diffrazione di Fraunhofer

Alternativamente possiamo considerare la fenditura di larghezza $S_A - S_B = d$; e definire r come la distanza dal punto medio della fenditura C ed il punto P sullo schermo. Il generico punto S della fenditura avrà una distanza da P pari

a circa: $r - S \sin \alpha$ con $\sin \alpha \approx \frac{y}{H}$.

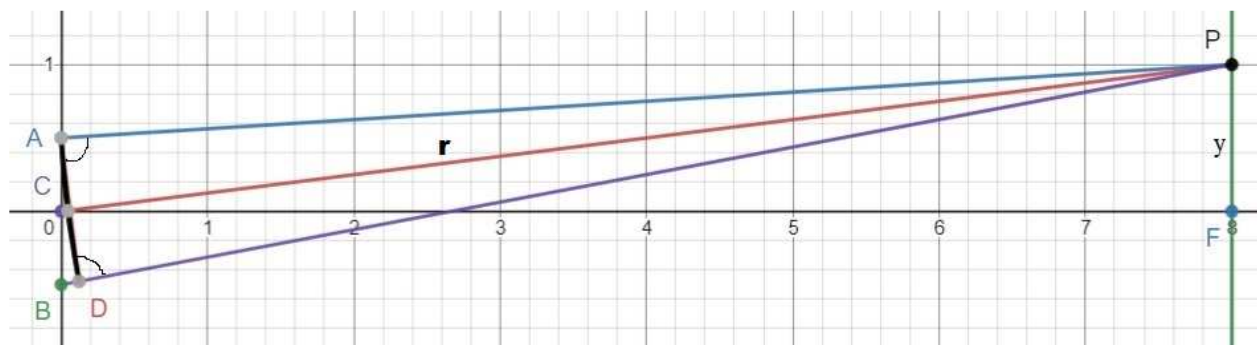
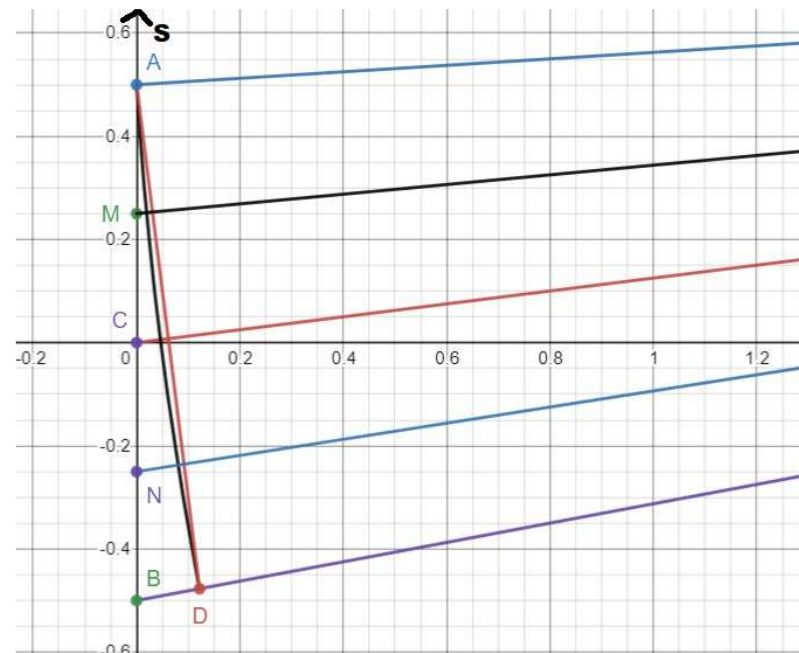
Possiamo quindi ottenere l'ampiezza risultante su P tramite il principio di sovrapposizione integrando su tutta la fenditura:

$$\int_{S_B}^{S_A} \frac{E_0}{d} \sin[\omega t - k(r - S \sin \alpha)] dS = E_0 \sin(\omega t - kr) \frac{\sin(\frac{d}{2} k \sin \alpha)}{\frac{d}{2} k \sin \alpha}$$

Dove $k = \frac{2\pi}{\lambda}$; $\omega = 2\pi\nu$

Da cui otteniamo la condizione di Interferenza distruttiva

$$\frac{d}{2} k \sin \alpha = m\pi \rightarrow d \sin \alpha = m \lambda; m \in N$$



Costruire una fenditura di larghezza variabile con materiale povero....

Fissare su una lametta una striscia di carta millimetrata. Successivamente è necessario sovrapporre il filo della prima lametta con il filo della seconda lametta in modo da avere un punto O in cui le due lamette sono a contatto.

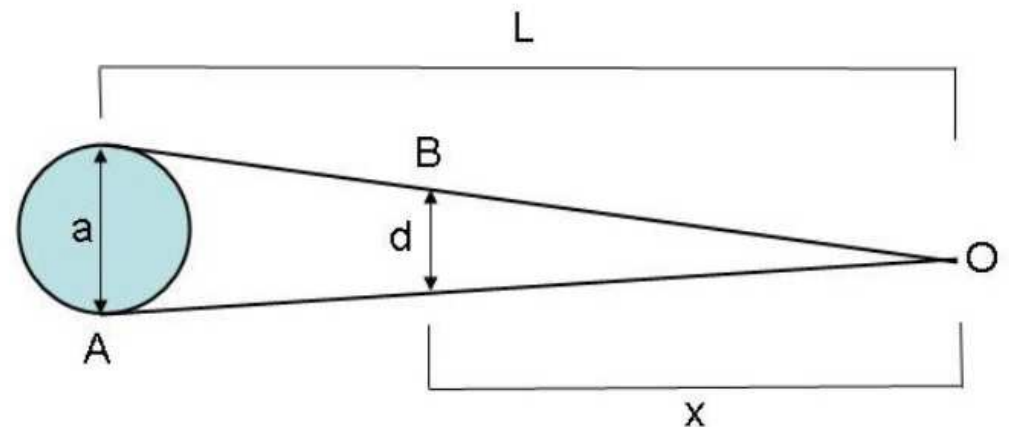
Possiamo aiutarci a individuare il punto O ponendo una sorgente di luce posteriormente alla fenditura appena realizzata.

A 2-3 cm dal punto O inseriamo uno spillo (il cui diametro è stato preventivamente misurato) in quello che denoteremo come punto A.

In questo modo possiamo ricavare la distanza tra le due lamette in un qualsiasi punto compreso tra A e O.



$$d = \frac{a \cdot x}{L}$$
$$\frac{\sigma_d}{d} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_L}{L}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_x}{x}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_a}{a}\right)^2}$$



Il fenomeno della diffrazione ci permette di mettere in relazione la larghezza della fenditura con la lunghezza d'onda della luce utilizzata

$$d \cdot \frac{y}{H} = \lambda ; d = \frac{\lambda \cdot H}{y}$$

Posizionare, con l'aiuto di un supporto, la sorgente dietro la fenditura.

Individuare con una matita il punto della fenditura variabile che produce una chiara figura di diffrazione. Misurare la distanza H tra la fenditura e lo schermo (un foglio di carta millimetrata) sul quale possiamo segnare la posizione dei minimi simmetrici ed ottenere così diverse misure di y



Nella figura in questione la distanza AB è pari a $10y$

$$\frac{\sigma_d}{d} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_\lambda}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_H}{H}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_y}{y}\right)^2}$$

