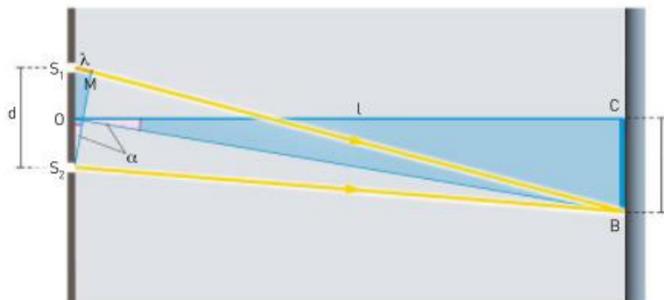


Simulazione dell’interferenza e della diffrazione con Geogebra

Relazioni matematiche

Per simulare questi processi in Geogebra, si fa uso delle relazioni che permettono di calcolare l’intensità dell’onda luminosa in funzione dell’angolo α e quindi della distanza y sullo schermo:



Nel caso dell’interferenza da N fenditure separate da una distanza d , abbiamo¹:

$$I_{\text{int}} = I_0 \left[\frac{\sin\left(N \frac{\pi}{\lambda} d \sin \alpha\right)}{\sin\left(\frac{\pi}{\lambda} d \sin \alpha\right)} \right]^2, \quad \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{y}{L}\right) \quad (1)$$

e per la diffrazione da una fenditura di larghezza D :

$$I_{\text{diff}} = I_0 \left[\frac{\sin\left(\frac{\pi}{\lambda} D \sin \alpha\right)}{\frac{\pi}{\lambda} D \sin \alpha} \right]^2, \quad \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{y}{L}\right) \quad (2)$$

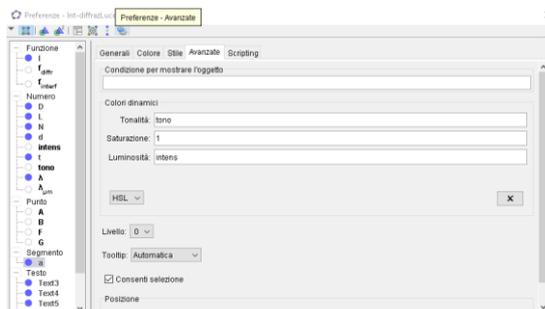
Queste due relazioni sono alla base del processo di simulazione. Nel caso generale di N fenditure di larghezza D separate da una distanza d , avremo che l’intensità complessiva è data dal prodotto di (1) e (2):

$$I = I_{\text{diff}} \cdot I_{\text{int}} \quad (3)$$

¹ R. Blum, D- E. Roller, *FISICA Volume secondo, Elettività, magnetismo, ottica*, Zanichelli (1985)

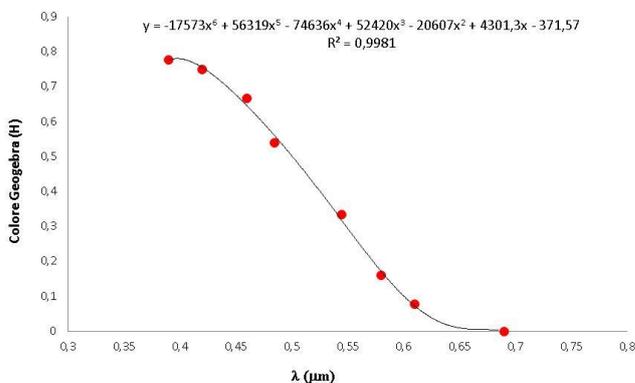
La simulazione

Il punto essenziale del processo di simulazione sta nel disegnare un segmento in corrispondenza ad una data posizione y sullo schermo, che abbia il colore associato alla lunghezza d’onda scelta e intensità data dalla (3). Ciò può essere fatto sfruttando le proprietà dei segmenti, in particolare la possibilità di impostare i colori in modalità RGB, HSV o HSL. Quest’ultima modalità è quella che ci serve. Si impostano i parametri dalla scheda “avanzate” della finestra “proprietà”:



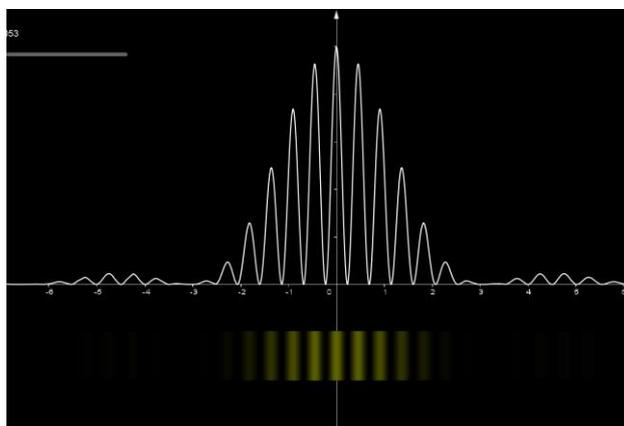
tono è la variabile che ci permette di scegliere il colore della radiazione, fissata la lunghezza d’onda. La corrispondenza è stata determinata mediante un fit polinomiale:

Colore	λ	H
Rosso	0,69	0
Arancione	0,61	0,077778
Giallo	0,58	0,161111
Verde	0,545	0,333333
Azzurro	0,485	0,538889
Blu	0,46	0,666667
Indaco	0,42	0,75
Violetto	0,39	0,777778



intens è la variabile che ci permette di stabilire l’intensità luminosa da assegnare al segmento, e viene determinata attraverso la (3).

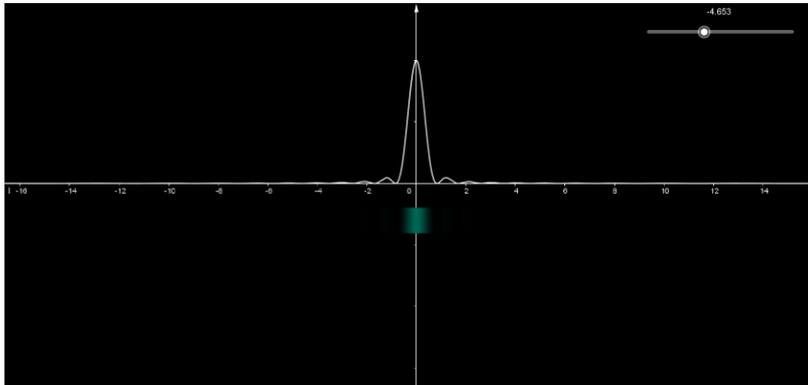
Nella figura che segue, viene mostrato un tipico esempio di figura di interferenza-diffrazione. In alto, la rappresentazione grafica della (3); in basso, la distribuzione della relativa intensità luminosa sullo schermo così come la si osserverebbe:



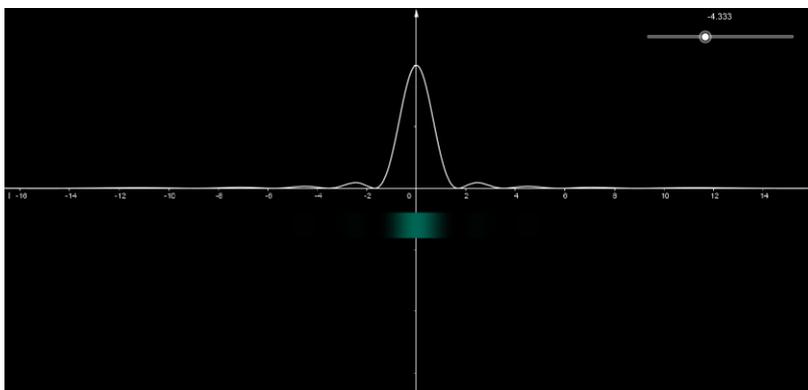
La figura si riferisce a radiazione di lunghezza d’onda $\lambda = 0.57 \mu m$ (giallo), che passa da due fenditure distanti $d = 20 \mu m$, ognuna di larghezza $D = 3 \mu m$.

Studio della diffrazione

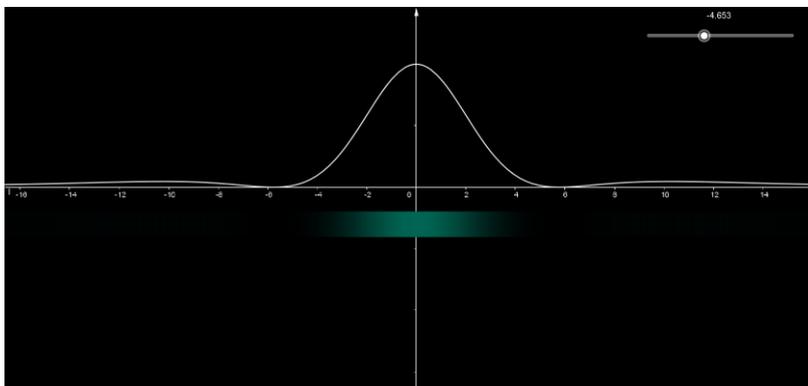
Le figure si riferiscono ad una radiazione di lunghezza d’onda $\lambda = 0.5 \mu m$ (azzurro) per differenti valori della larghezza della fenditura:



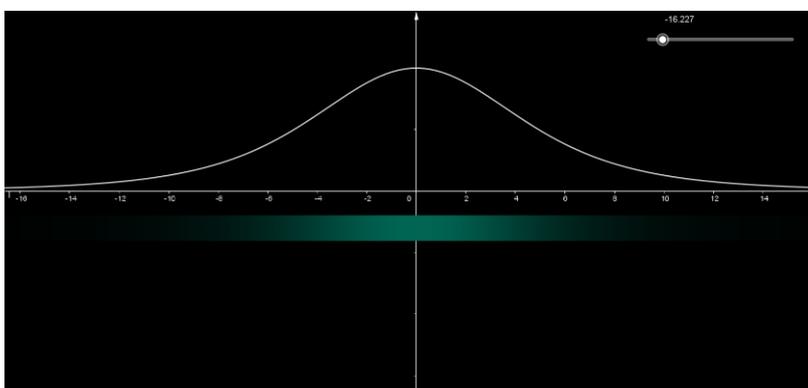
$D = 6 \mu m$



$D = 3 \mu m$



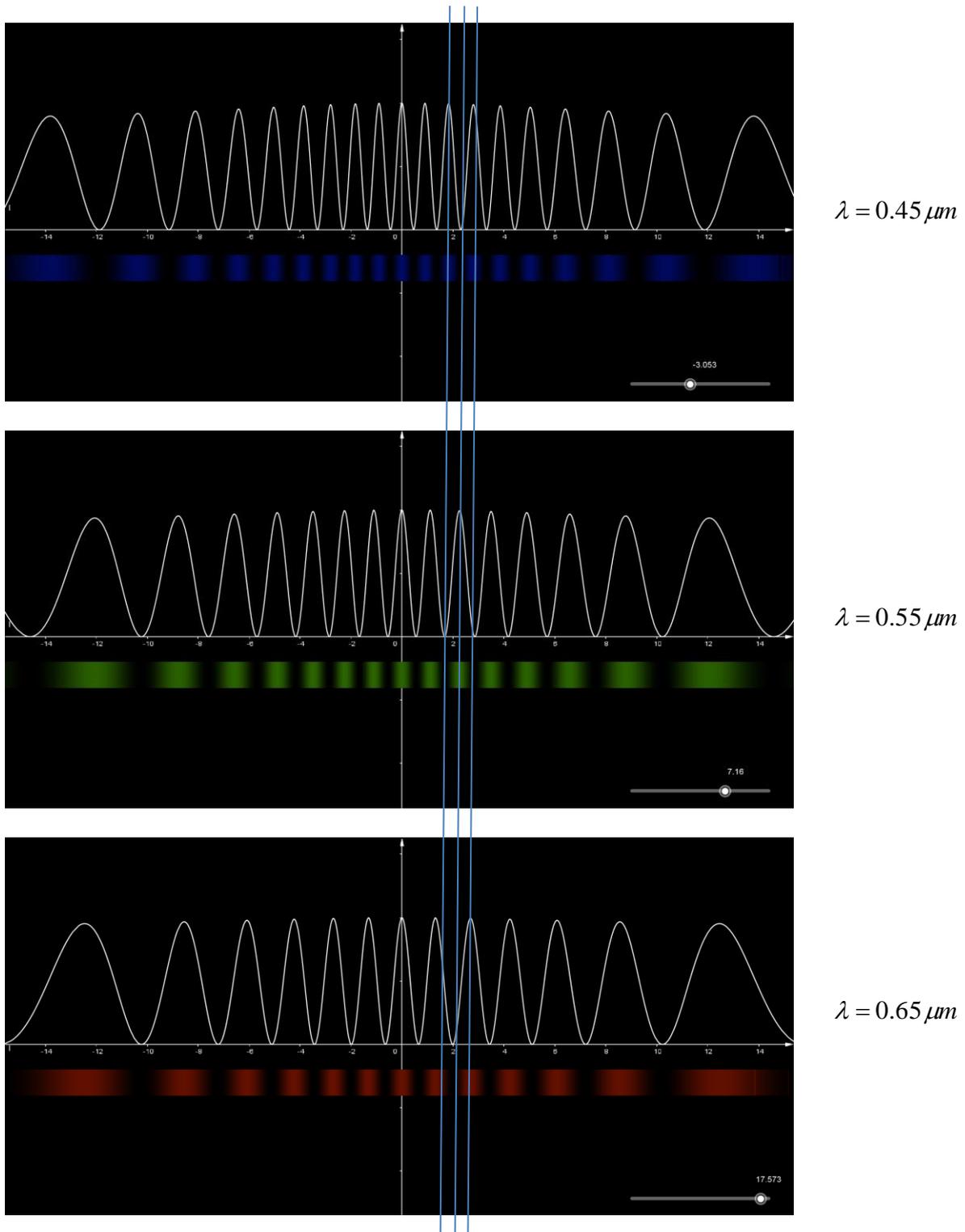
$D = 1 \mu m$



$D = 0.5 \mu m$

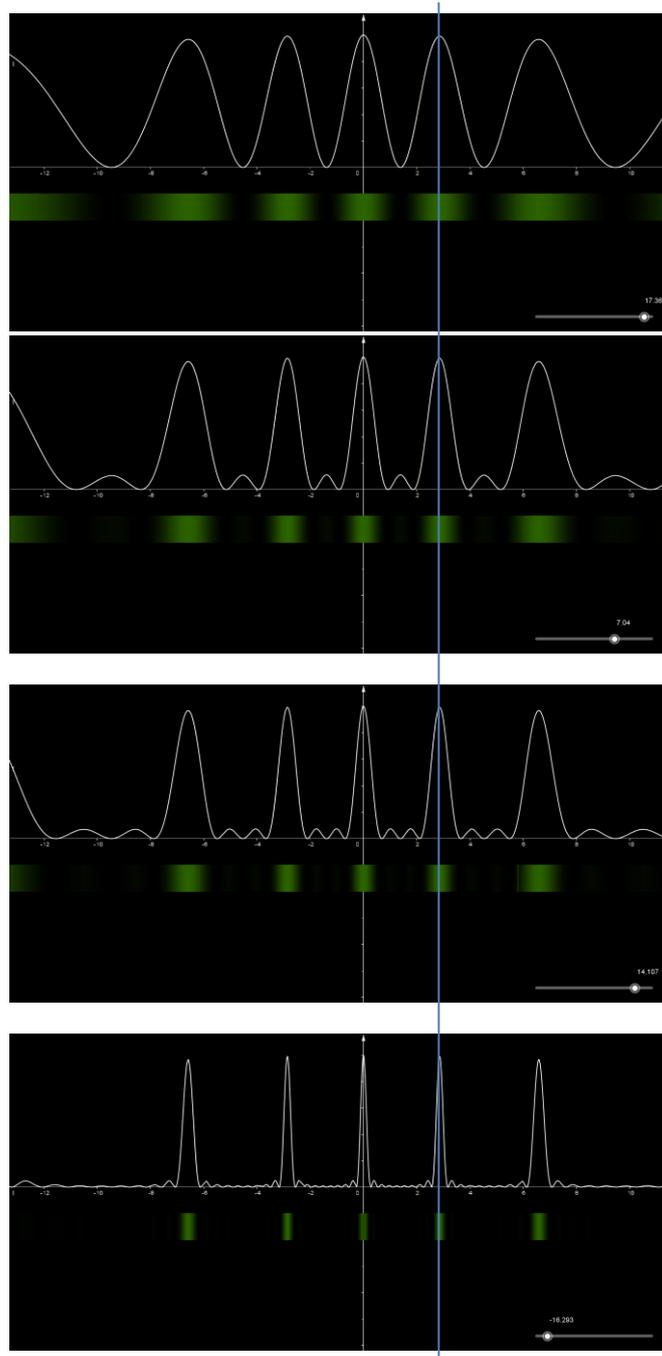
(Il numero delle fenditure deve essere posto uguale a 1).

Studio dell'interferenza: effetto della lunghezza d'onda



L'aumento di lunghezza d'onda, determina una maggiore spaziatura tra massimi successivi. In figura, lo spostamento del 2° massimo, al variare di λ , conseguenza del fatto che: $\sin \alpha = m \frac{\lambda}{d}$.

Studio dell'interferenza: effetto del numero di fenditure

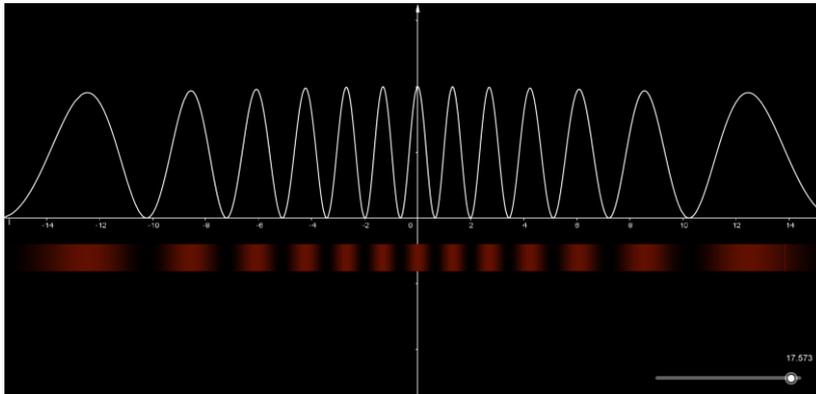


$$\lambda = 0.55 \mu m ; d = 2 \mu m ; D = 0.1 \mu m ; N = 2,3,4,10$$

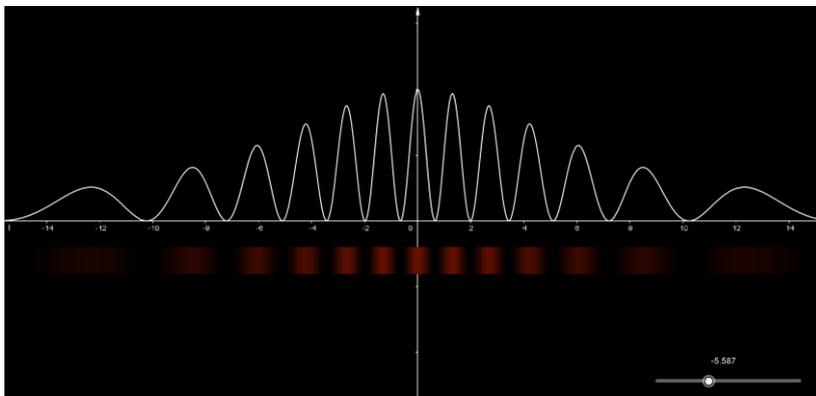
Si osserva come l'aumento del numero di fenditure non cambia la posizione dei massimi ma ne restringe la larghezza. Conseguentemente, si ampliano le zone d'ombra.

Interferenza-diffrazione: effetto combinato

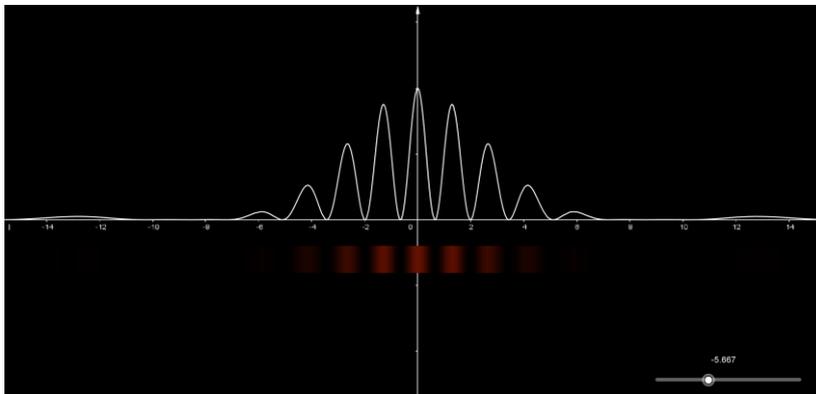
$\lambda = 0.65 \mu m$ (rosso); $d = 5 \mu m$



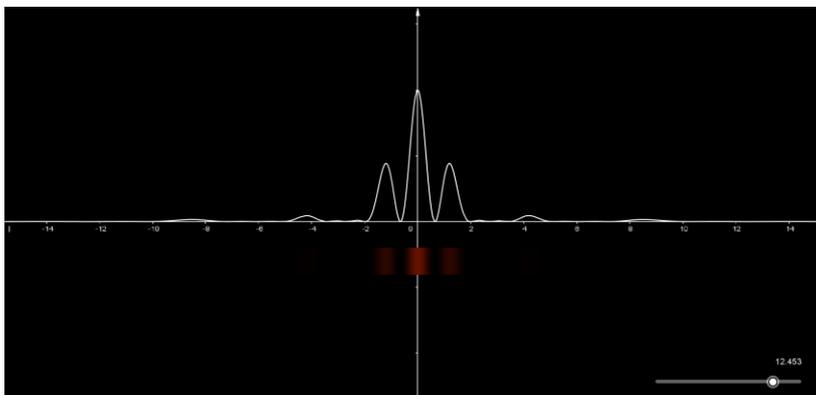
$D = 0.1 \mu m$



$D = 0.5 \mu m$



$D = 1 \mu m$



$D = 2.5 \mu m$