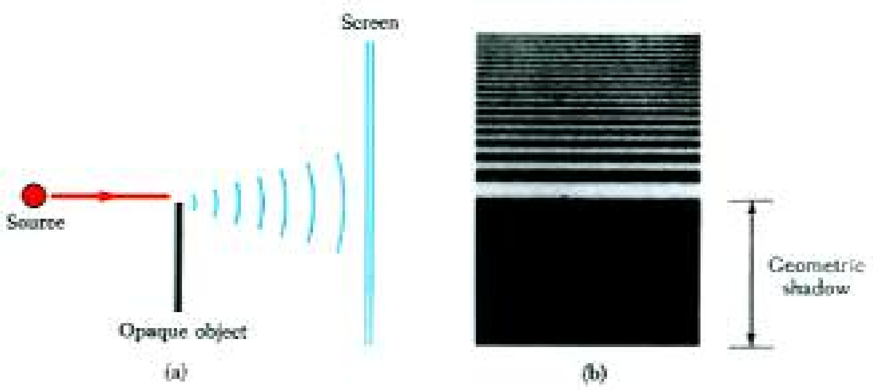
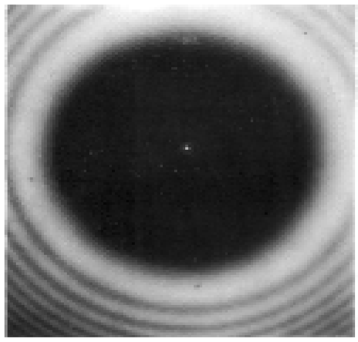
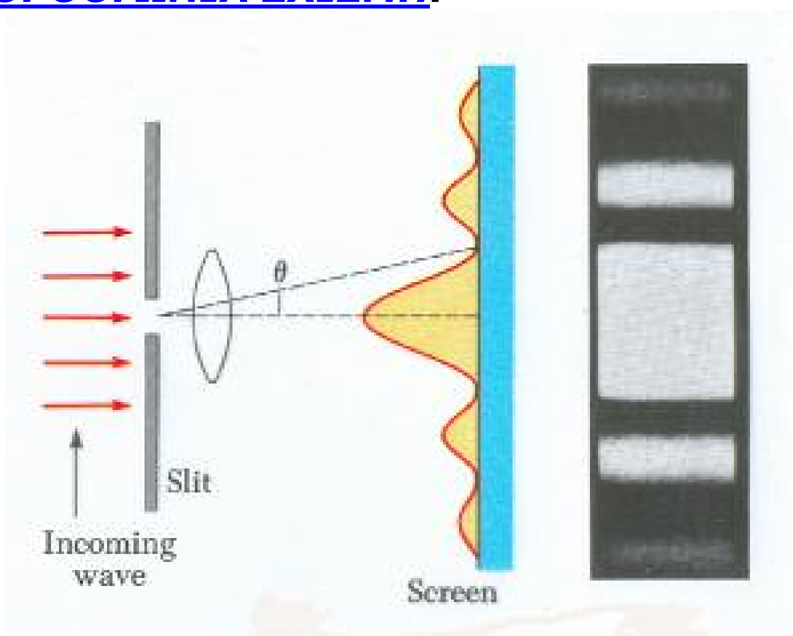
ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

***ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ* (Diffraction): είναι το φαινόμενο της συμβολής πολλών σύμφωνων πηγών. Σαν αποτέλεσμα έπεται η διάδοση του κύματος μέσα σε περιοχές γεωμετρικής σκιάς και εν γένει απόκλιση από τις προβλέψεις της γεωμετρικής διάδοσης του φωτός**





ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΑΠΟ ΟΡΘΟΓΩΝΙΑ ΣΧΙΣΜΗ:

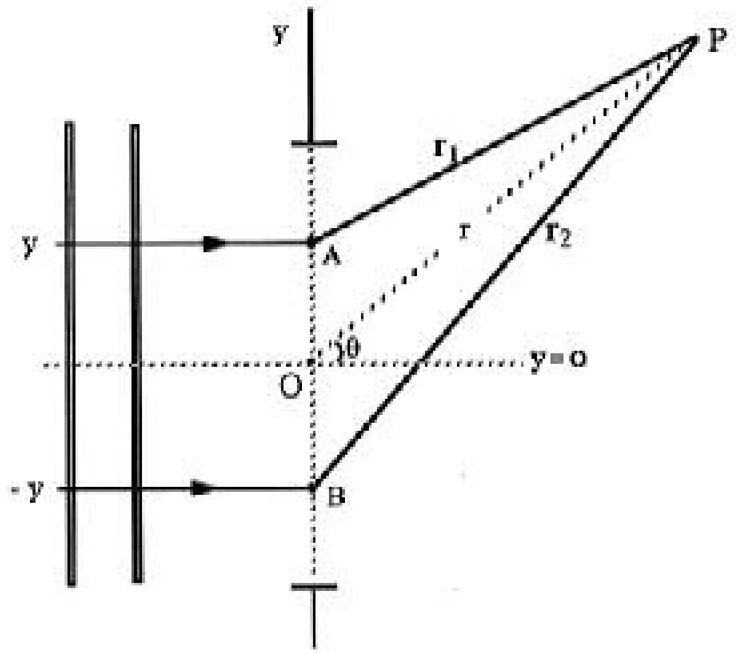


Η ένταση της περιθλώμενης ακτινοβολίας είναι:

$$I = \tfrac{1}{2}\sqrt{\tfrac{\varepsilon_o}{\mu_o}}\, E^2_{\pi\lambda\acute{\alpha}\tau o\varsigma} = \tfrac{1}{2}\sqrt{\tfrac{\varepsilon_o}{\mu_o}}\,(\lambda\alpha E_o)^2\,\frac{\sin^2\beta}{\beta^2} \quad (*), \quad \text{όπου } \beta = \tfrac{1}{2}ka\sin\theta$$

Απόδειξη της σχέσης (*) (μπορείτε να την παραλείψετε)

Θεωρούμε μια (επίπεδη) ισοφασική επιφάνεια του κύματος τη στιγμή που διαπερνά τη σχισμή. Κατά την αρχή του Huygens, κάθε σημείο της ισοφασικής επιφάνειας αποτελεί και μια δευτερογενή (σύμφωνη) πηγή.



Θεωρούμε 2 δευτερογενείς πηγές A και B πάνω στην εν λόγω ισοφασική επιφάνεια, συμμετρικές ως προς O (ο άξονας y είναι κατακόρυφος). Εφαρμόζομε την αρχή της επαλληλίας για τα δύο δευτερογενή κύματα στο σημείο P:

$$E_y = E_0 \sin(kr_1 - \omega t)$$
$$E_{-y} = E_0 \sin(kr_2 - \omega t)$$

Από την συμβολή των δύο κυμάτων έχομε:

$$dE = E_y + E_{-y} = [2E_0 \cos(\frac{k(r_2 - r_1)}{2})] \sin(kr - \omega t)$$

όπου $r=(r_1+r_2)/2$. Για μεγάλες αποστάσεις από τις πηγές, $r_2-r_1=2y\sin\theta$, άρα,

$$dE = [2E_0 \cos(ky \sin\theta)] \sin(kr - \omega t).$$

Αν υποθέσουμε ότι αντί 2 δευτερογενών πηγών, έχουμε λ δευτερογενείς πηγές ανά μονάδα πάχους της σχισμής, τότε η προηγούμενη σχέση τροποποιείται ως εξής,

$$dE = \lambda dy \cdot [2E_0 \cos(ky \sin\theta)] \sin(kr - \omega t)$$

Ολοκληρώνομε στο μισό πάχος της σχισμής (γιατί;) και παίρνομε,

$$E = \int_0^{a/2} \lambda dy \cdot 2E_0 \cos(ky\sin\theta)\sin(kr-\omega t)$$

(α είναι το πάχος της σχισμής). Άρα το συνιστάμενο πεδίο είναι:

$$E = 2\lambda E_o \frac{\sin(k\alpha\sin\theta/2)}{k\sin\theta}\sin(kr-\omega t) = \left(\lambda\alpha E_o \frac{\sin\beta}{\beta}\right)\sin(kr-\omega t)$$

όπου $\beta = \frac{1}{2}k\alpha\sin\theta$. *Συνεπώς, η* ένταση της *ακτινοβολίας στο σημείο P θα είναι*

$$I = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\varepsilon_o}{\mu_o}}\,E^2_{\pi\lambda\acute{\alpha}\tau o\varsigma} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\varepsilon_o}{\mu_o}}\,(\lambda\alpha E_o)^2\frac{\sin^2\beta}{\beta^2} \qquad QED$$

Συνεπώς, πάνω στην οθόνη θα έχομε ενισχυτική συμβολή, όταν I=max, δηλ. β=0 ή $\beta = m\pi + \frac{\pi}{2},\ m = 0,1,2,\ldots$

άρα

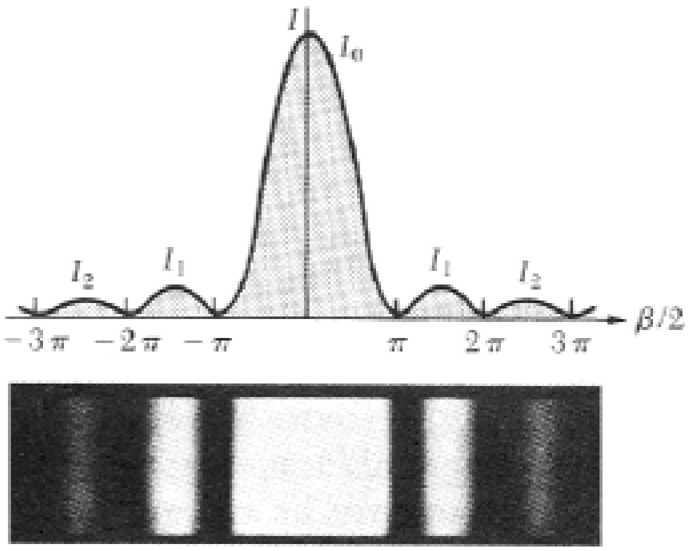
$$\boxed{a\sin\theta = (m+\tfrac{1}{2})\lambda, \quad m = 0,1,2,\ldots}$$

και καταστρεπτική συμβολή, I=0,όταν: $\beta = m\pi,\ m = 0,1,2,\ldots$

άρα

$$\boxed{a\sin\theta = m\lambda, \quad m = 0,1,2,\ldots}$$

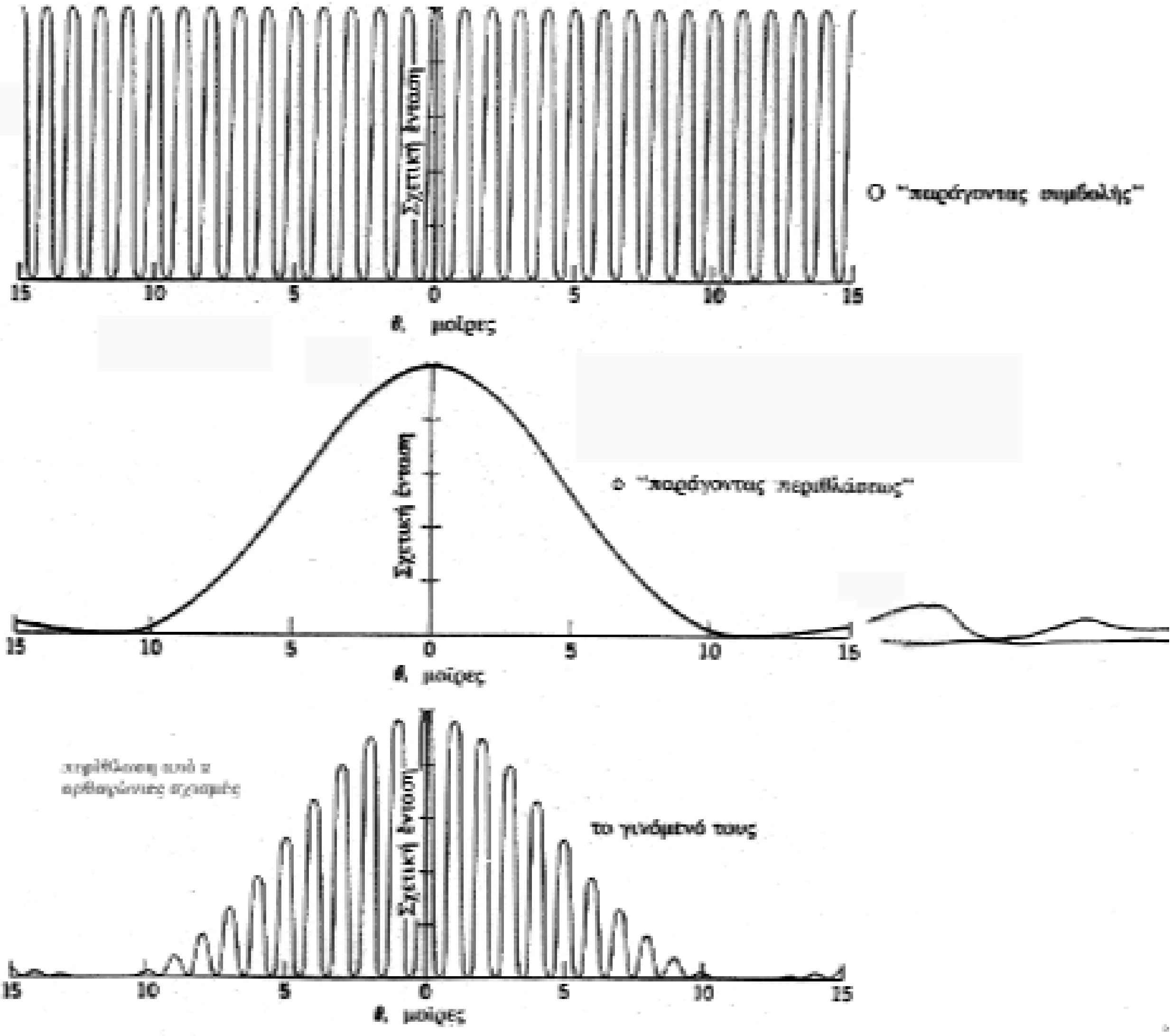
Η κατανομή της εντάσεως της ακτινοβολίας περίθλασης από μία ορθογώνια σχισμή:



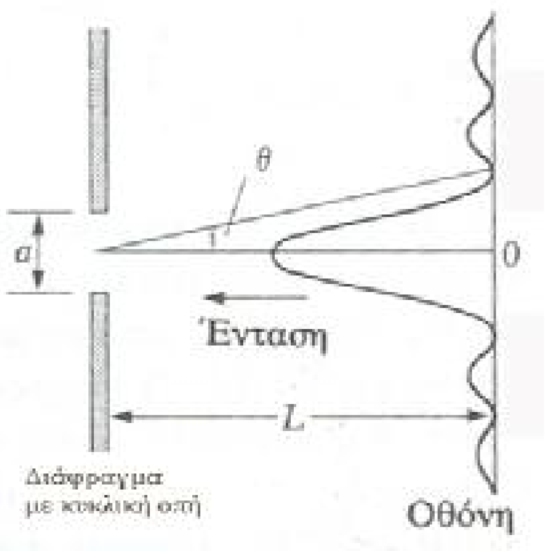
ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΑΠΟ Ν ΟΡΘΟΓΩΝΙΕΣ ΣΧΙΣΜΕΣ

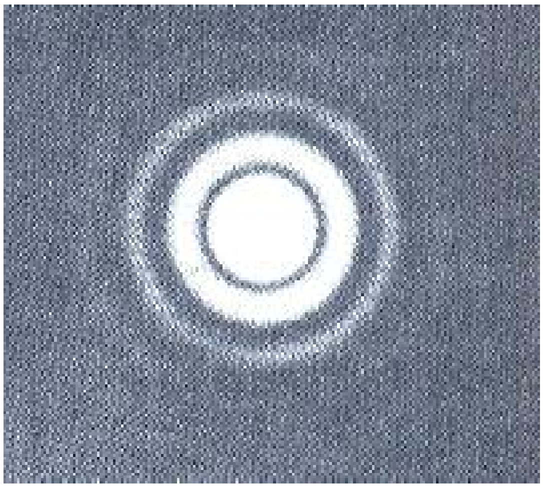
Η ένταση της ακτινοβολίας περίθλασης είναι:

$$I = I_o \frac{\sin^2 \beta}{\beta^2} \cdot \frac{\sin^2 N\gamma}{\gamma^2}, \quad \text{όπου} \quad \beta = \frac{\pi a \sin\theta}{\lambda} \quad \text{και} \quad \gamma = \frac{\pi d \sin\theta}{\lambda}$$



ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΑΠΟ ΜΙΑ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΠΗ:

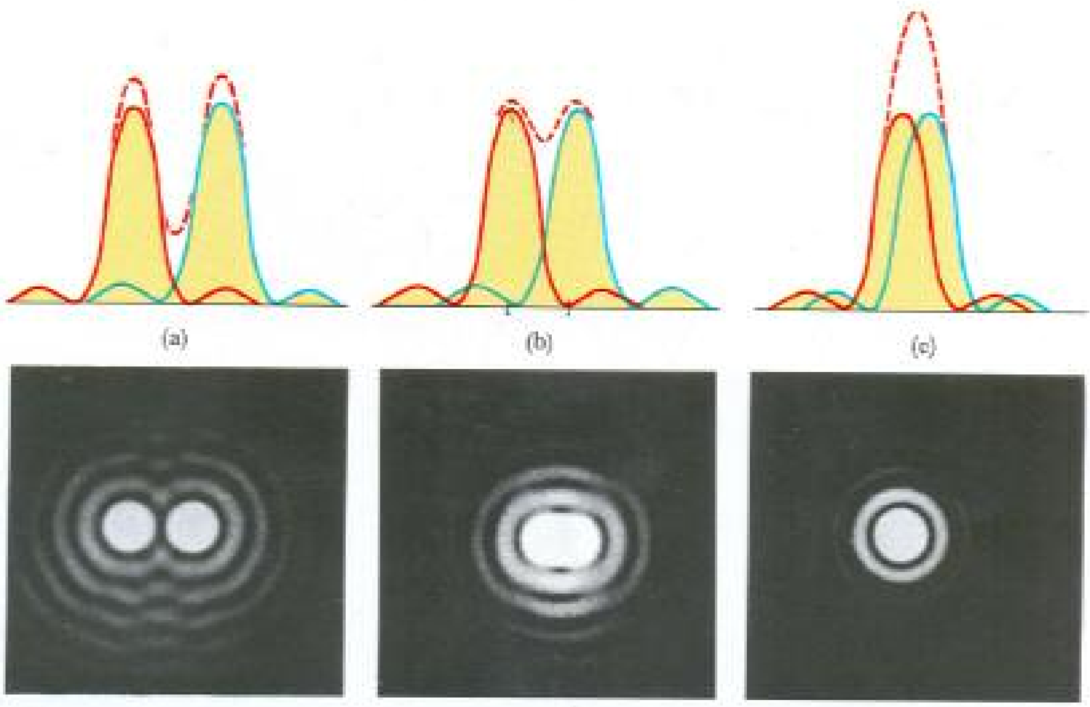


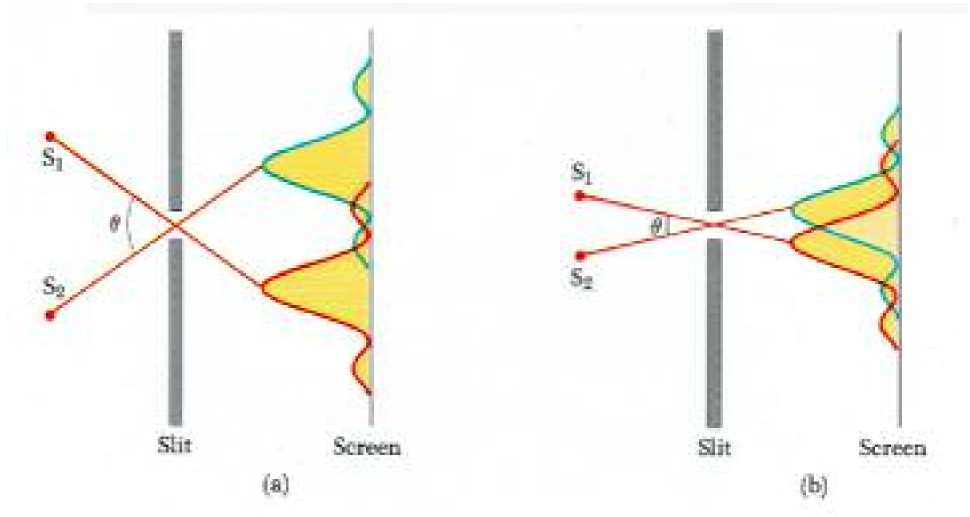


Η θέση του 1ου ελαχίστου της εντάσεως I: $a \sin\theta = 1.22\lambda$

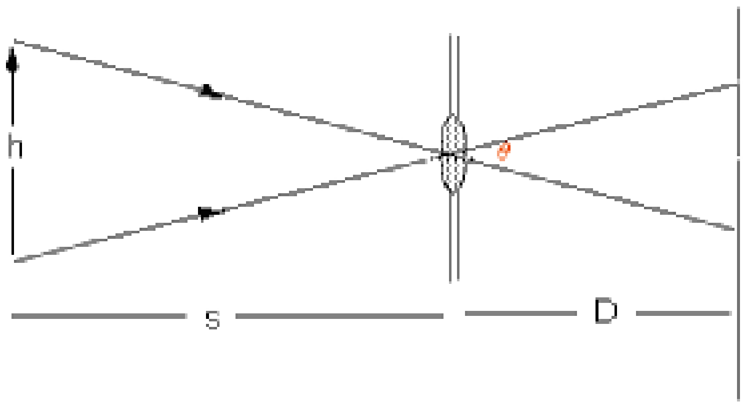
ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΣ ή ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΟ ΟΡΙΟ

Τα είδωλα δύο φωτεινών πηγών είναι δυνατόν να διακρίνονται μεταξύ τους όταν η γωνιακή απόσταση μεταξύ των πηγών είναι τέτοια ώστε το κεντρικό μέγιστο περίθλασης της πρώτης πηγής να συμπίπτει ή να βρίσκεται μακρύτερα από το πρώτο ελάχιστο περίθλασης της δεύτερης πηγής. Αυτό ονομάζεται κριτήριο Reyleigh.





Παράδειγμα: *Υπολογισμός της διακριτικής ικανότητος του οφθαλμού* *(βλέπε προηγούμενο σχήμα)*



Λύση: Έστω h είναι η απόσταση των δύο πηγών S_1, S_2 (εννοείται ότι η νοητή ευθεία που περνά από τις 2 πηγές είναι παράλληλος προς την οθόνη ή προς το αμφιβληστροειδές επίπεδο του οφθαλμού). Στη θέση του κριτηρίου Reyleigh:

$$\alpha \sin\theta = 1.22\lambda$$

και για πολύ μικρές γωνίες: $\sin\theta \cong \tan\theta = \dfrac{h}{s}$ *άρα* $h = \dfrac{1.22\lambda s}{s}$.

Εφαρμογή: για a=2mm, λ=550nm, n=1.34, και s=25cm (στο κοντινό σημείο ευκρινούς οράσεως) βρίσκομε:

h = 0.0626mm.