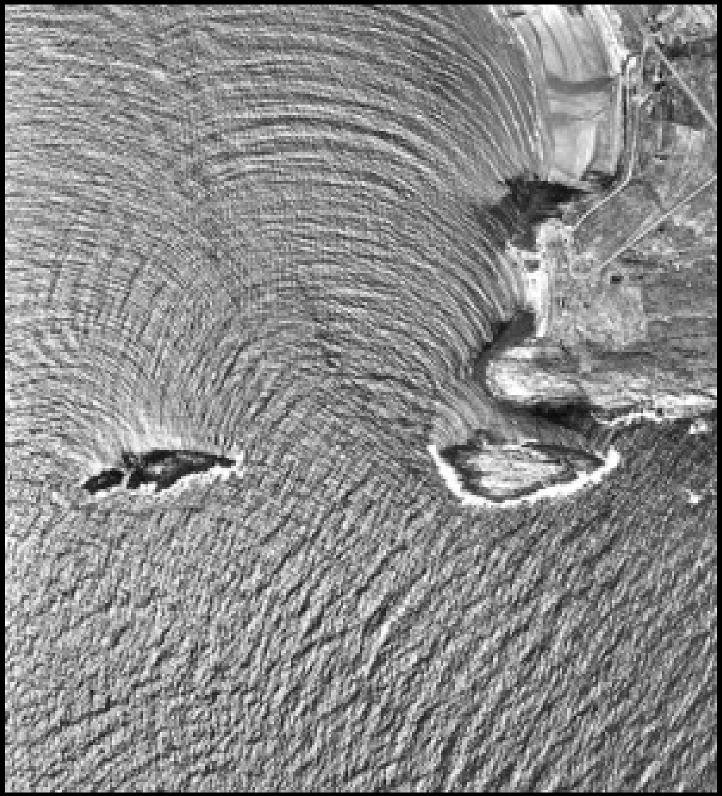
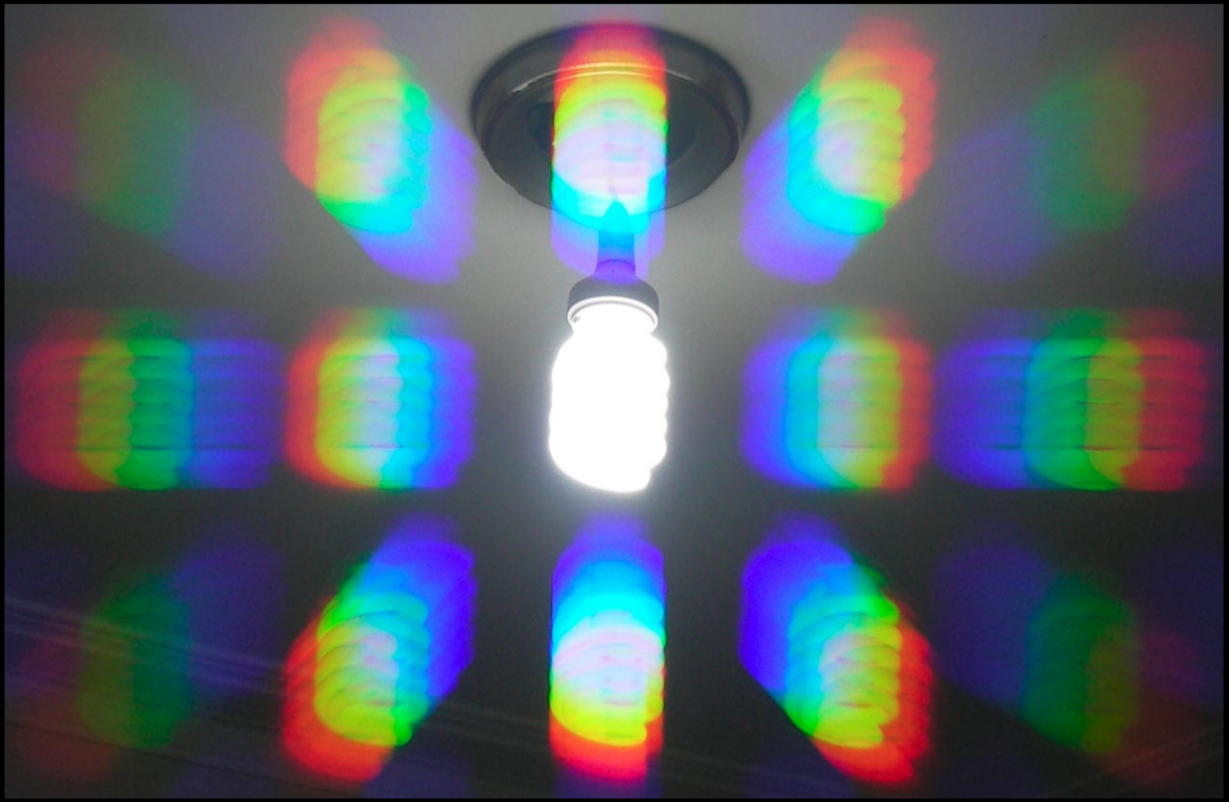
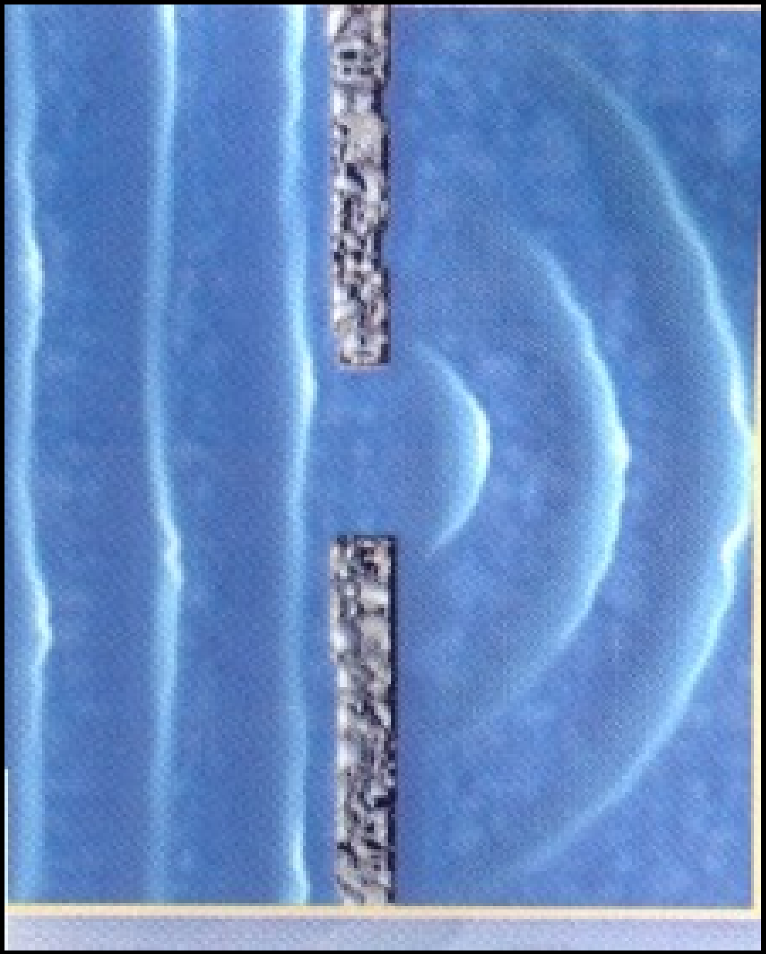
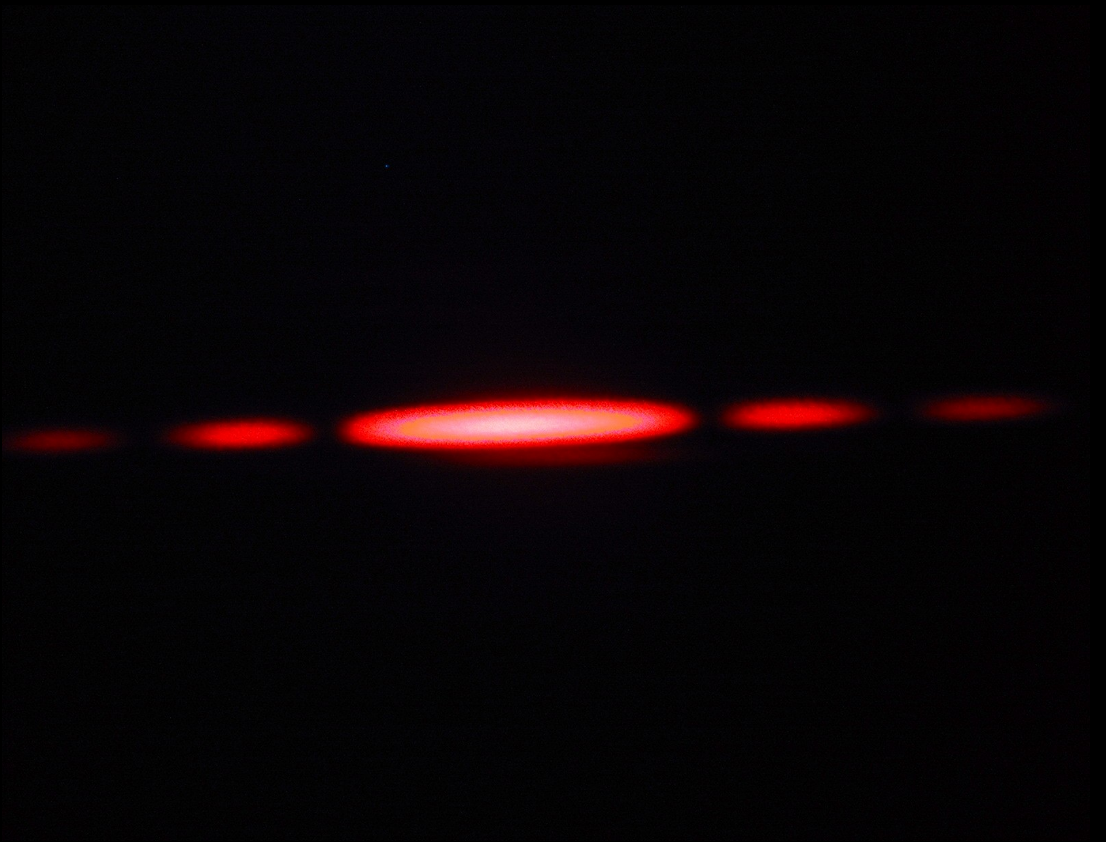
Περίθλαση





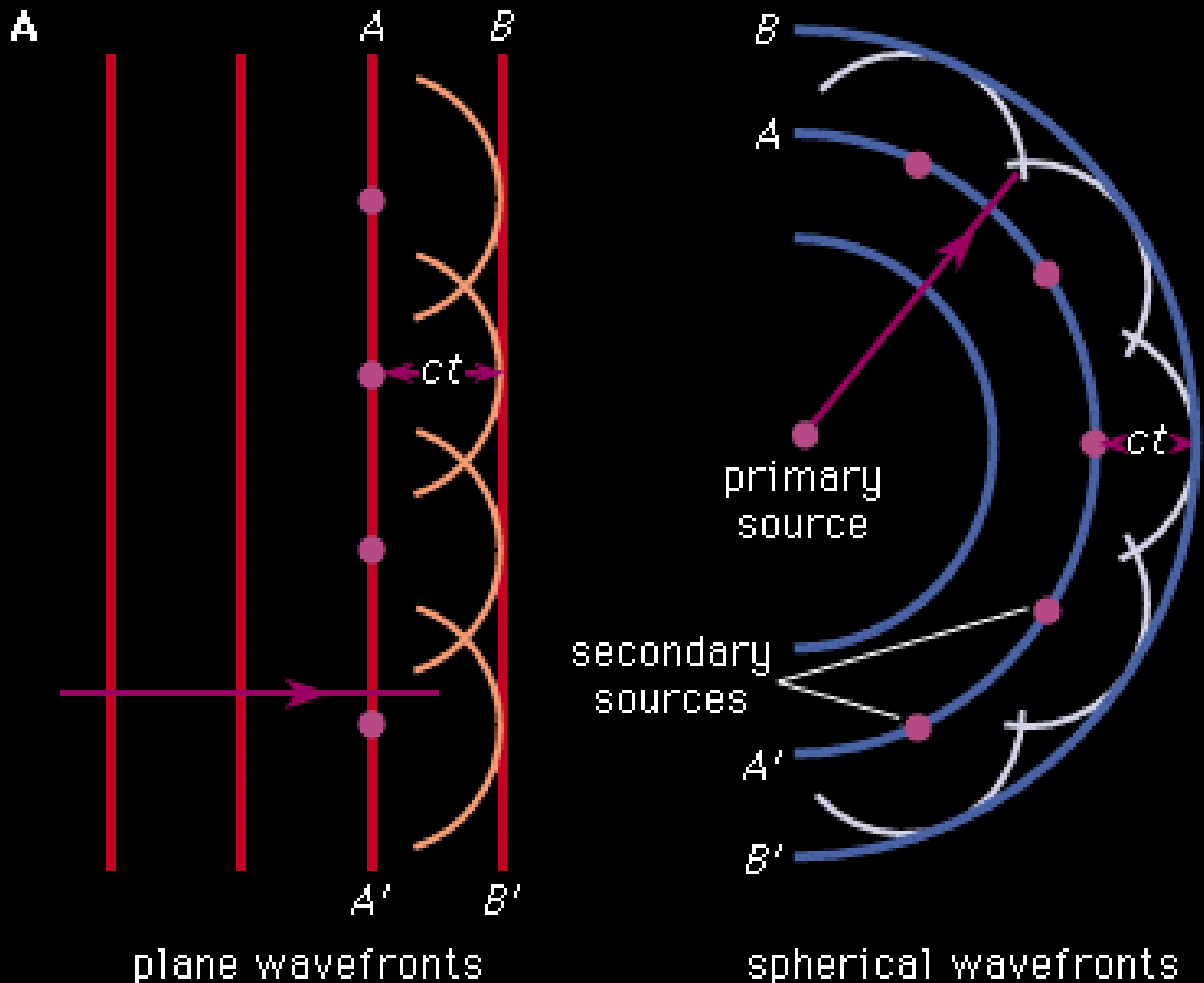
Περίθλαση σε απλή σχισμή

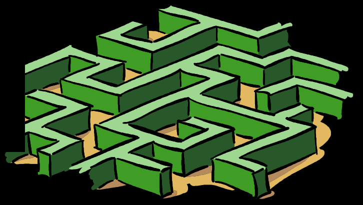




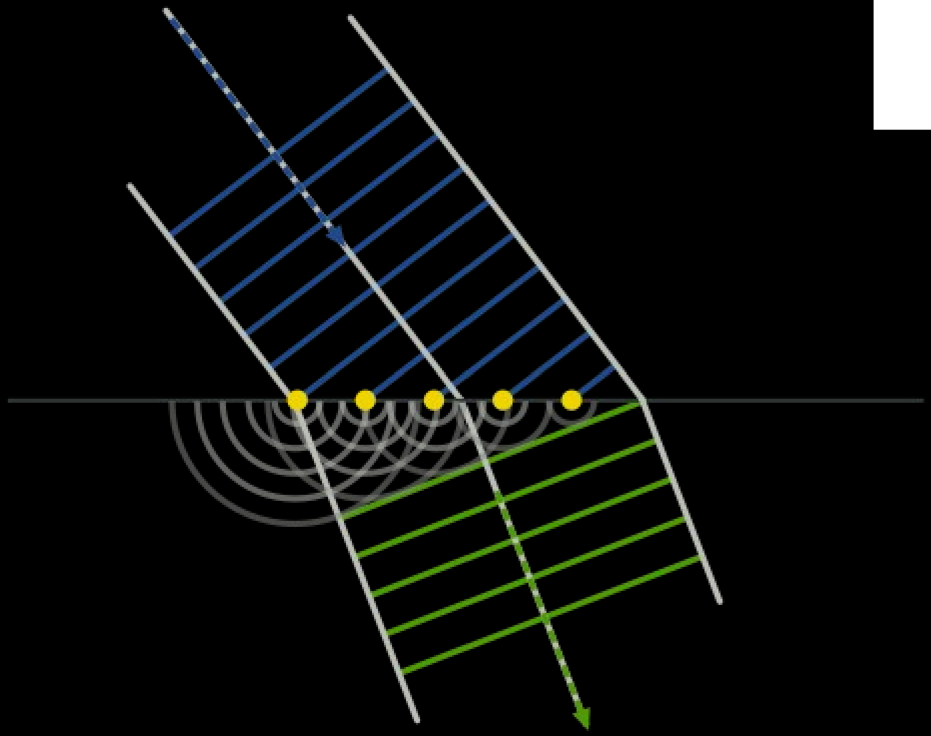
C:\Users\Student\Desktop\SYMBOLH\ripple\index.html
C:\Users\Student\

Η αρχή του Huygens (1690)





Η διάθλαση με βάση την αρχή του Huygens

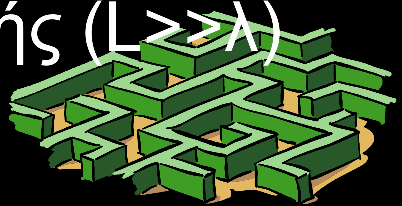


$$\vec{E}(\vec{x},t)=e^{i\omega t}\vec{A}(\vec{x},t)\exp[i\varphi(\vec{x},t)]$$

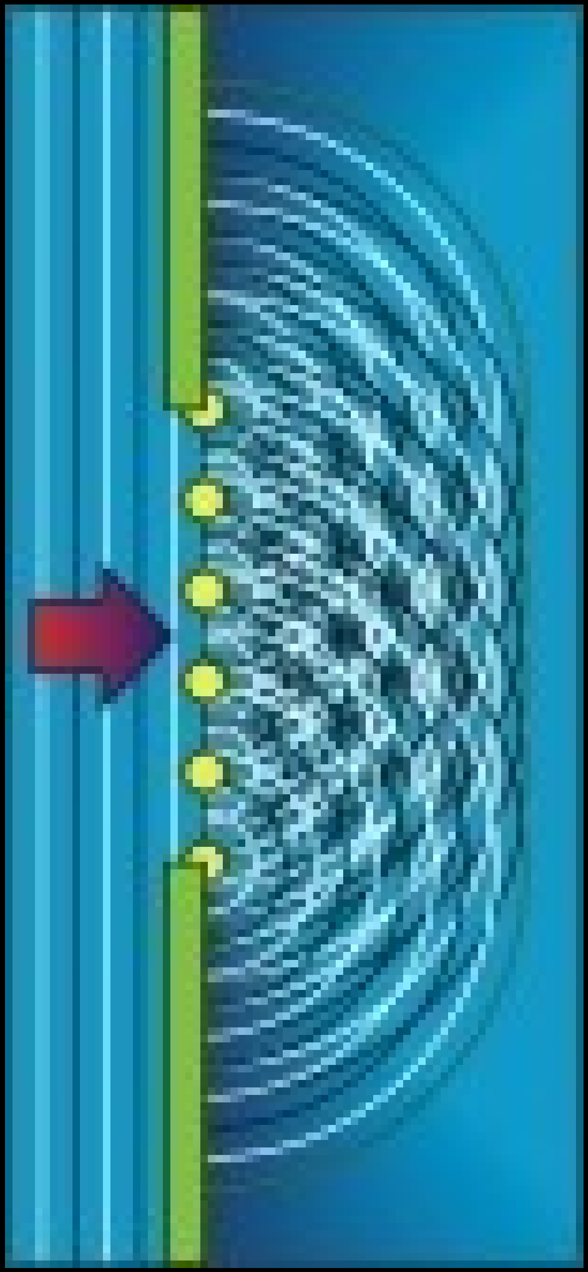
$$\nabla^2\vec{A}+[k^2-(\nabla\varphi)^2]\vec{A}=0\,,\; k=\frac{\omega}{c}$$

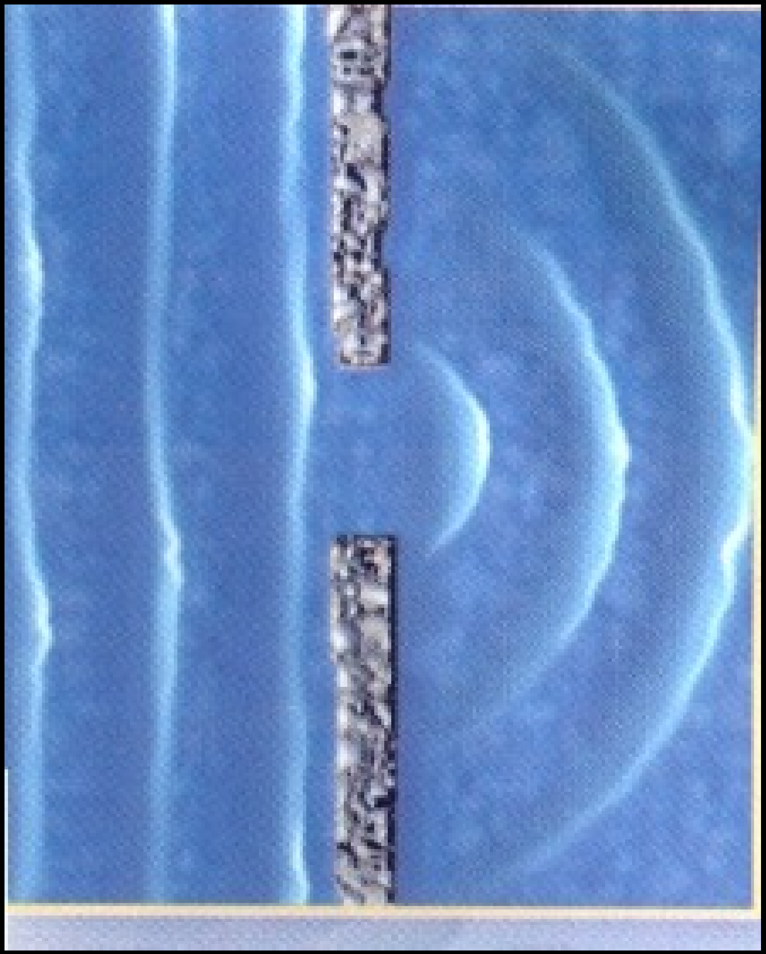
$$\frac{|\nabla^2\vec{A}|}{|\vec{A}|}\sim\frac{1}{L^2}$$

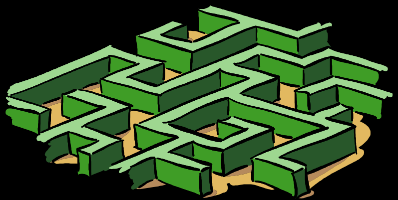
Εάν $1/L^2 << (\omega/c)^2=4\pi^2/\lambda^2$ τότε έχουμε την προσέγγιση της Γεωμετρικής Οπτικής ($L>>\lambda$)



Η περίθλαση με βάση την αρχή του Huygens

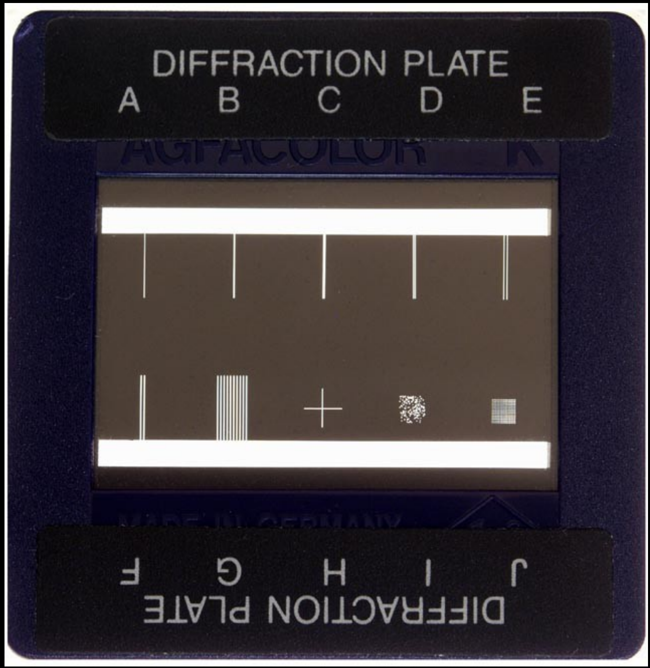


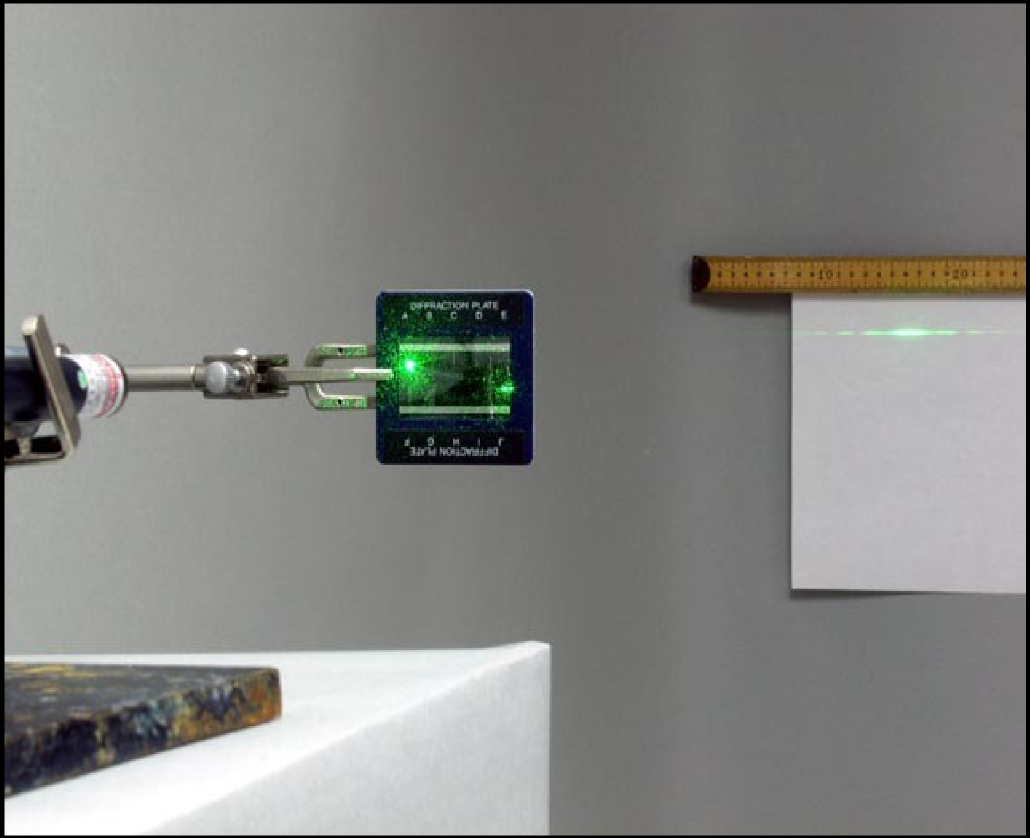


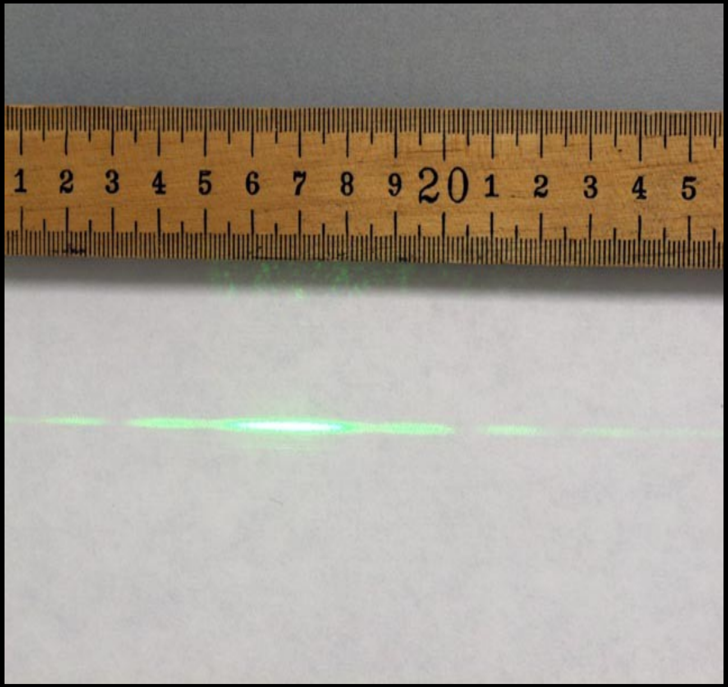


Περίθλαση Fraunhofer (μακρυνού πεδίου)

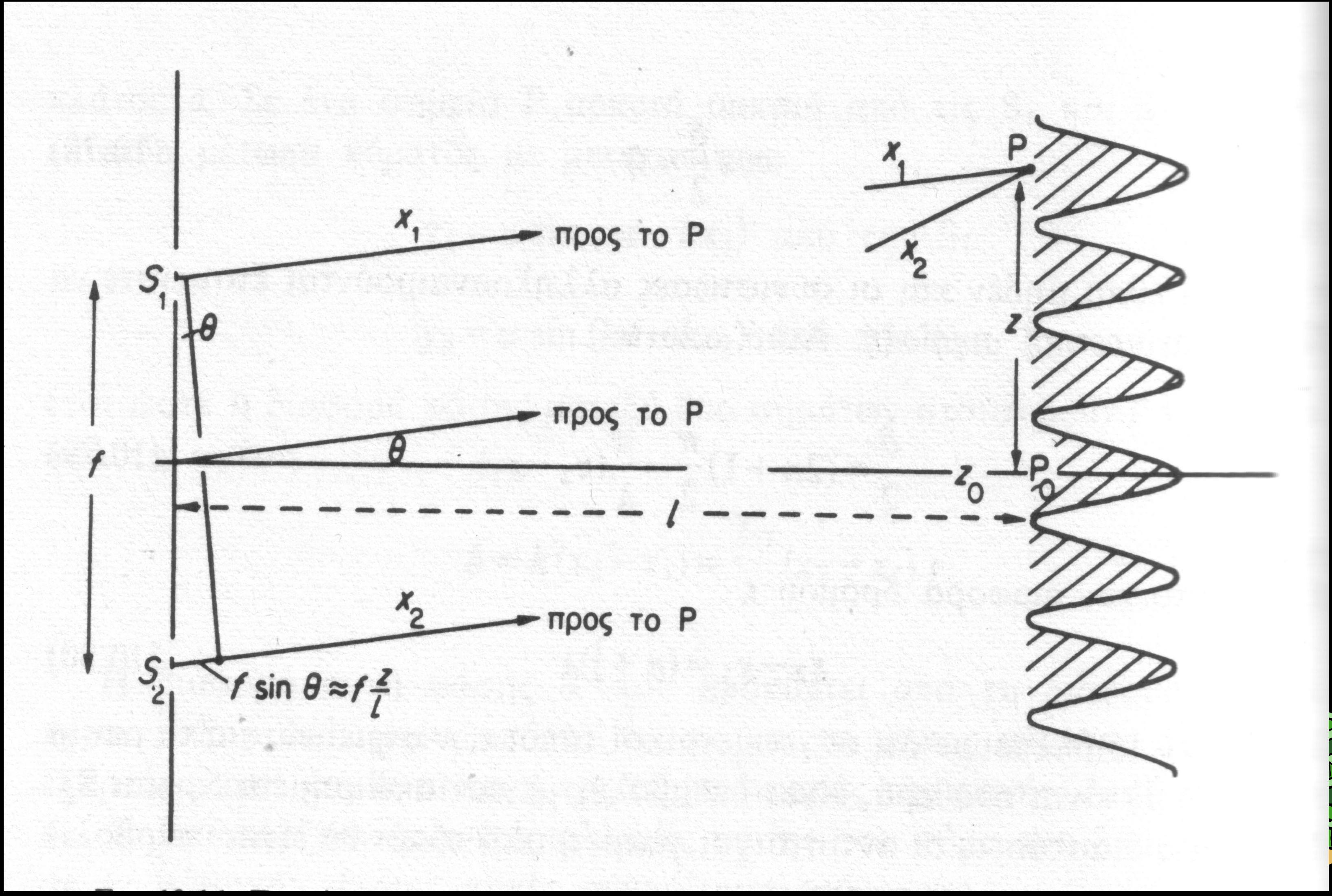
Η εικόνα σχηματίζεται σε μεγάλη απόσταση από το σύστημα που περιθλά ώστε τα κύματα που τη δημιουργούν μπορούν να θεωρηθούν επίπεδα.



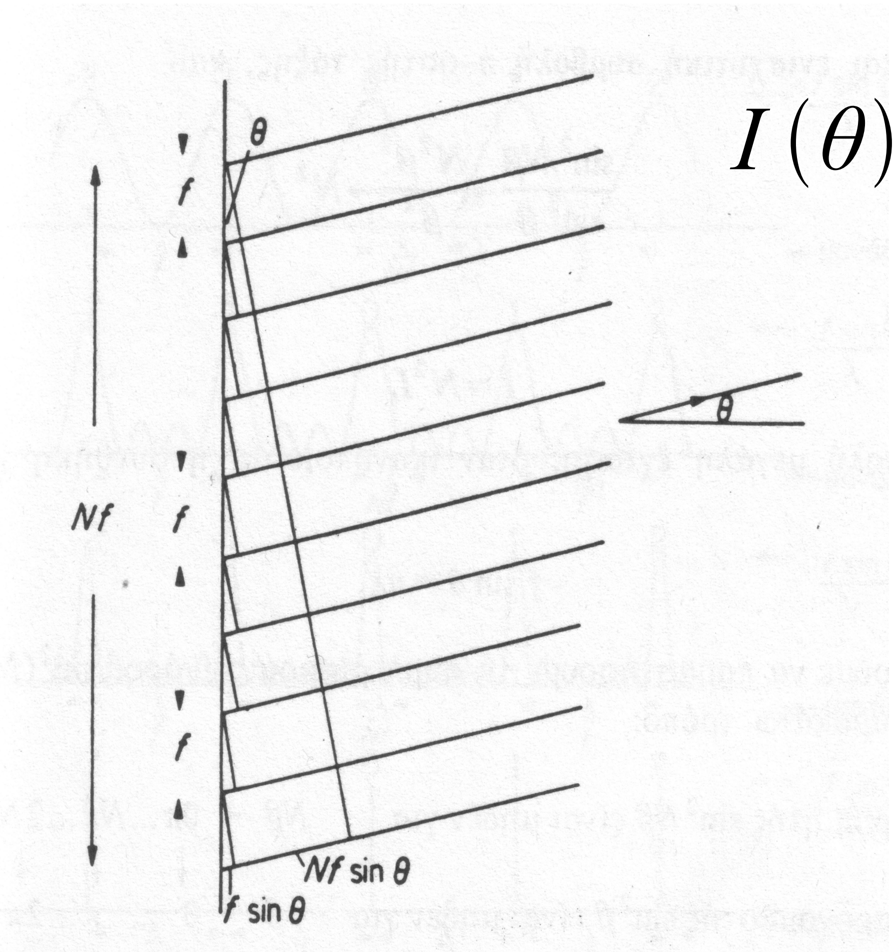




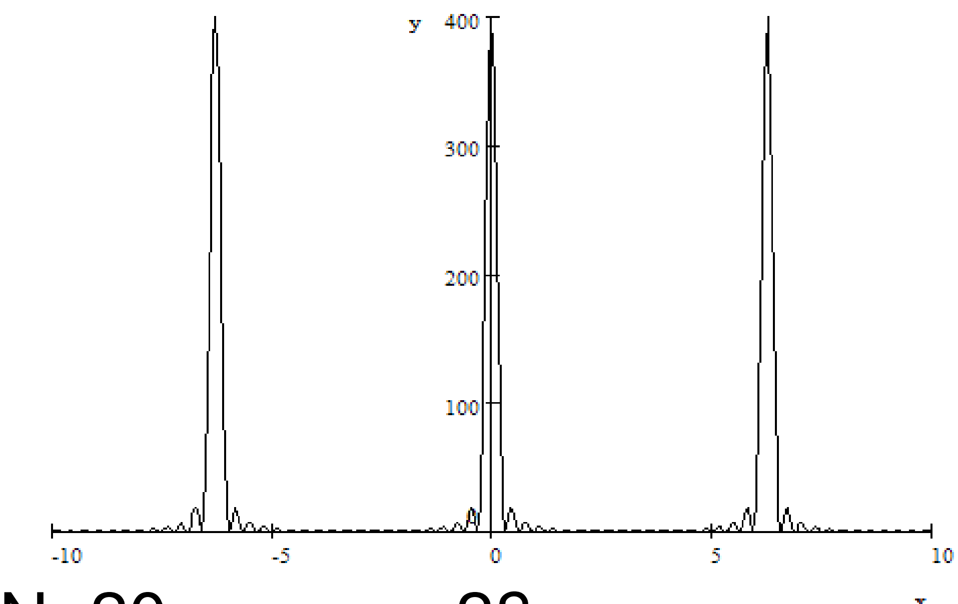
Συμβολή δύο πηγών άνευ διαφοράς φάσης σε μεγάλη απόσταση από τις πηγές.



Συμβολή Ν πηγών άνευ διαφοράς φάσης σε μεγάλη απόσταση από τις πηγές.

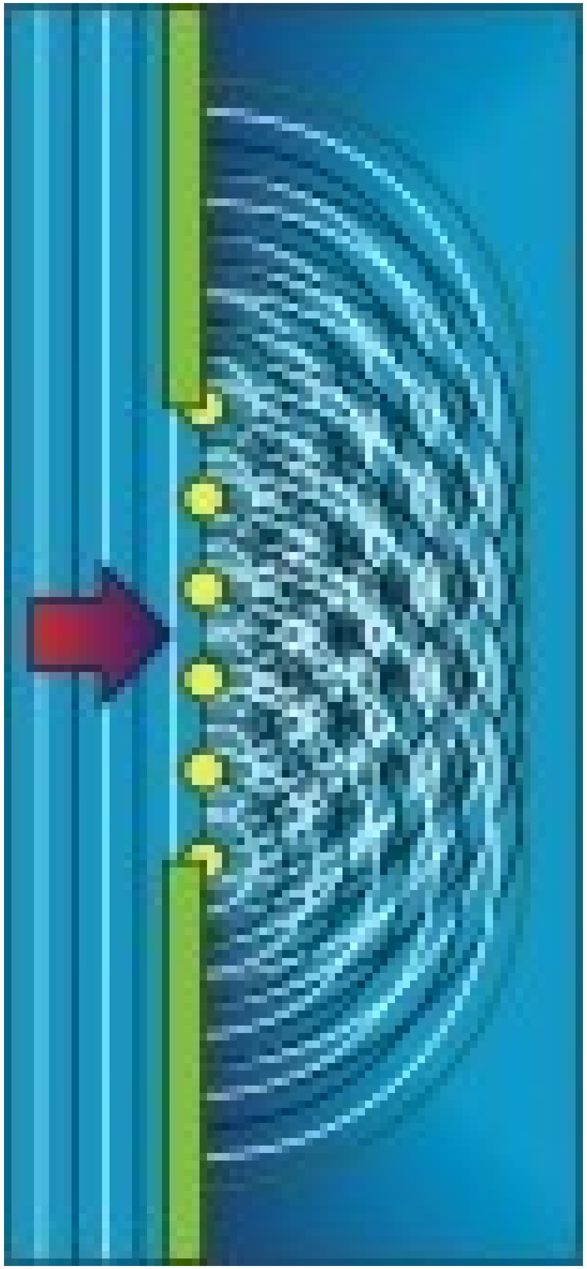


$$I(\theta) = I_0 \frac{\sin^2(N\beta)}{\sin^2(\beta)}, \ \beta = \frac{f}{\lambda}\pi \sin\theta$$



N=20 2β

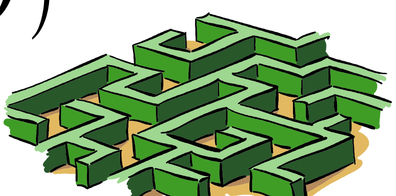
Περίθλαση Fraunhofer από μια σχισμή



$$Nf = d\,,\, N \to \infty$$

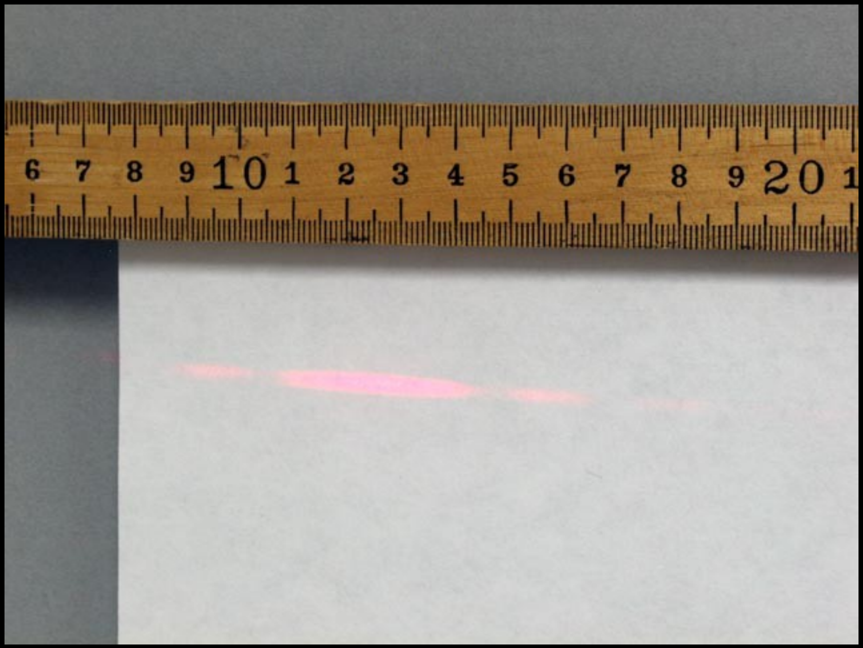
$$I(\theta) = I_0 \frac{\sin^2\left(\frac{d}{\lambda}\pi \sin\theta\right)}{\sin^2\left(\frac{d}{N\lambda}\pi \sin\theta\right)} \Rightarrow$$

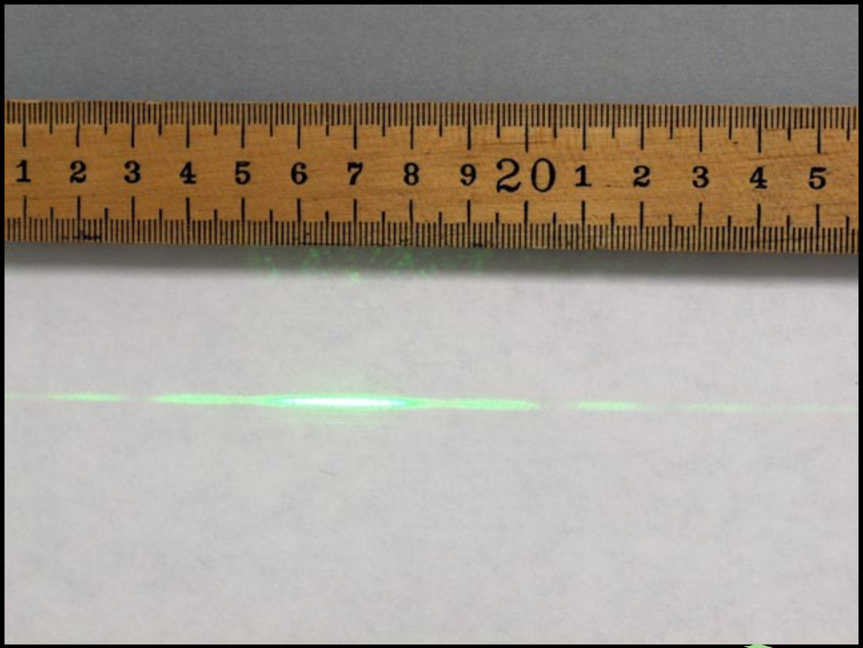
$$I(\theta) = I_0 N^2 \frac{\sin^2\left(\frac{d}{\lambda}\pi \sin\theta\right)}{\left(\frac{d}{\lambda}\pi \sin\theta\right)^2} \Rightarrow$$



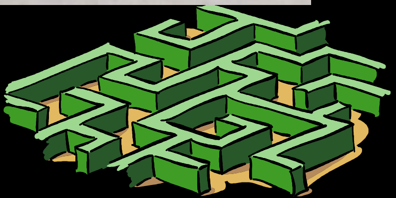
Περίθλαση Fraunhofer από μια σχισμή

$$I(\theta) = I_{\kappa} \frac{\sin^2(\alpha)}{\alpha^2}, \alpha = \frac{d}{\lambda} \pi \sin\theta$$

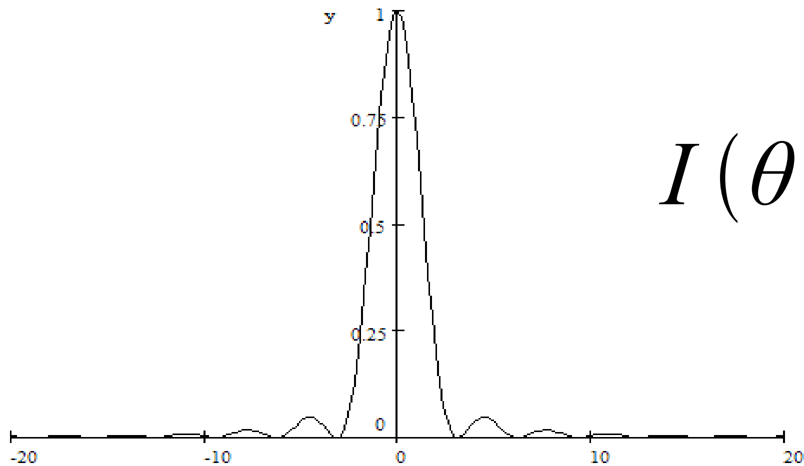


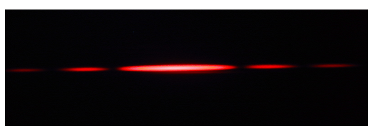


4.0cm/3.5cm ~ 650nm/550nm



Τα μαθηματικά της περίθλασης Fraunhofer από μια σχισμή





α

$$I(\theta)=I_{\kappa}\frac{\sin^2(\alpha)}{\alpha^2},\ \alpha=\frac{d}{\lambda}\pi\sin\theta$$

Ελάχιστα όταν sinα=0 με $\alpha\neq 0$, δηλαδή α_{min}=kπ, k=±1, ±2, ...

Άρα kλ=d sinθ_{min}

Μέγιστα όταν $$\frac{dI(\alpha)}{d\alpha}=0\Rightarrow\frac{d\frac{\sin^2\alpha}{\alpha^2}}{d\alpha}=0\Rightarrow\frac{d\frac{\sin\alpha}{\alpha}}{d\alpha}=0\Rightarrow\frac{\cos\alpha}{\alpha}-\frac{\sin\alpha}{\alpha^2}=0\Rightarrow\tan\alpha=\alpha$$

Εκτός από το κύριο μέγιστο α=0, η tan α=α έχει λύσεις α_{max}≈±3π/2, ±5π/2, ... δηλαδή

$$I(\alpha_{max})=\frac{I_{\kappa}}{\alpha_{max}^2}$$ όταν (k+½)λ=d sinθ_{max}

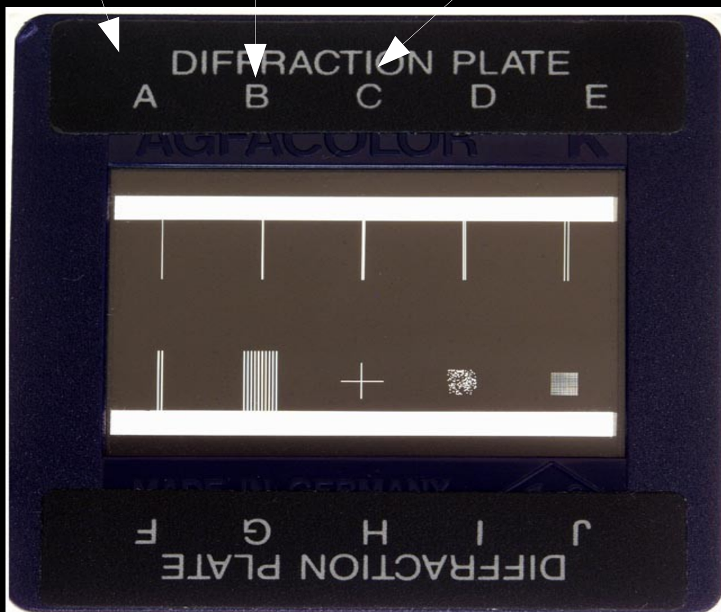
Ελάχιστα όταν $k\lambda = d \sin\theta_{min}$

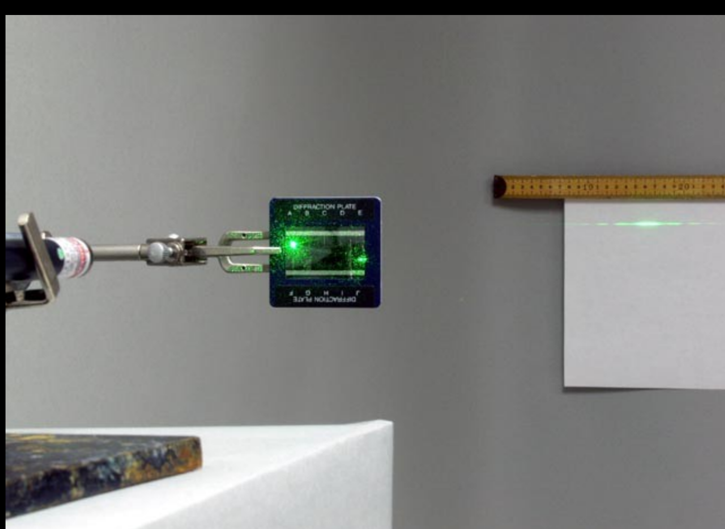
Μέγιστα όταν $(k+\frac{1}{2})\lambda = d \sin\theta_{max}$

d=0.04mm

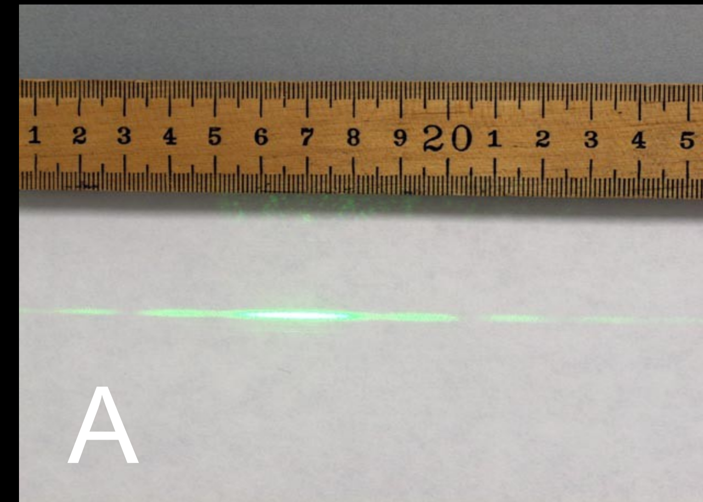
d=0.08mm

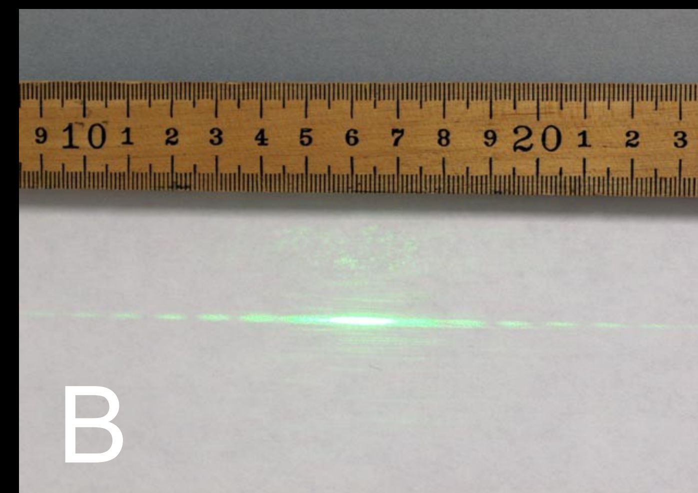
d=0.16mm

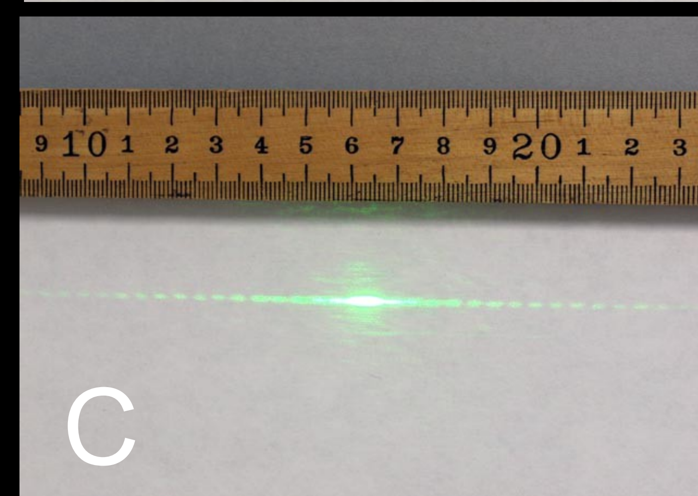




$\Delta\theta\downarrow$

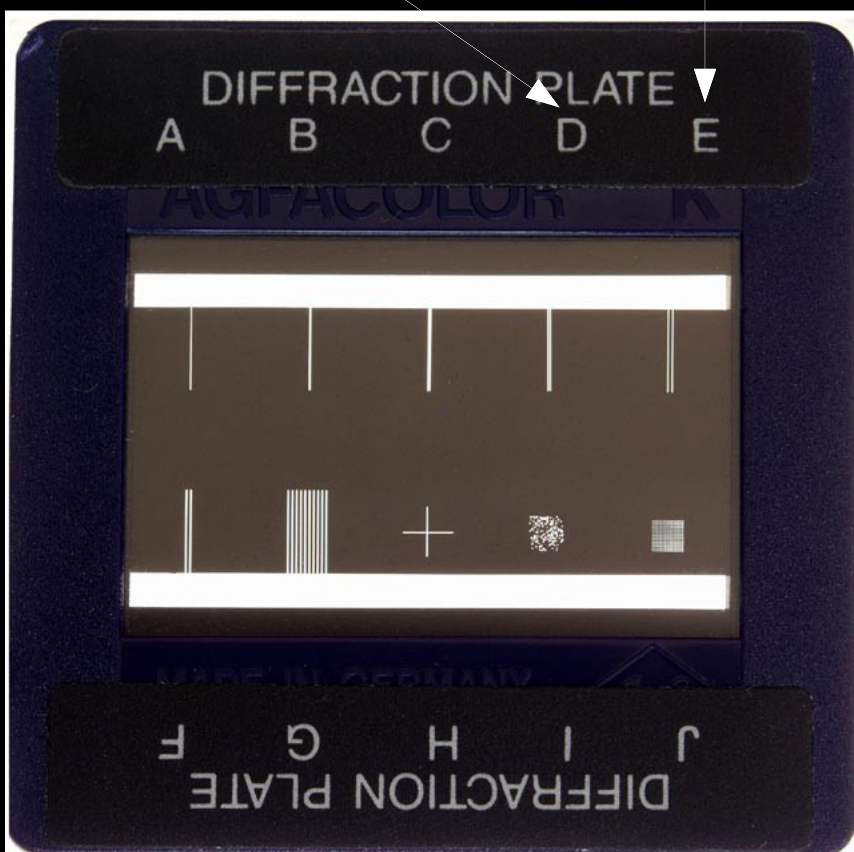


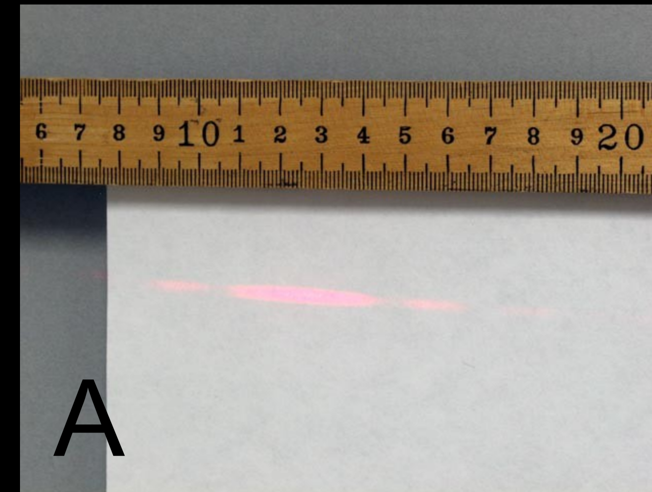


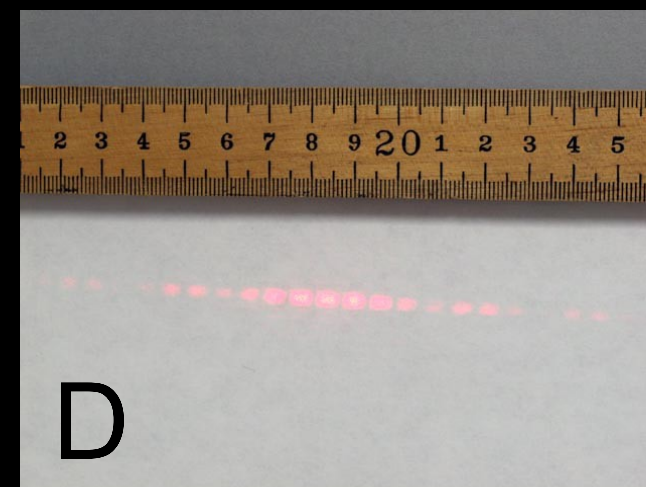


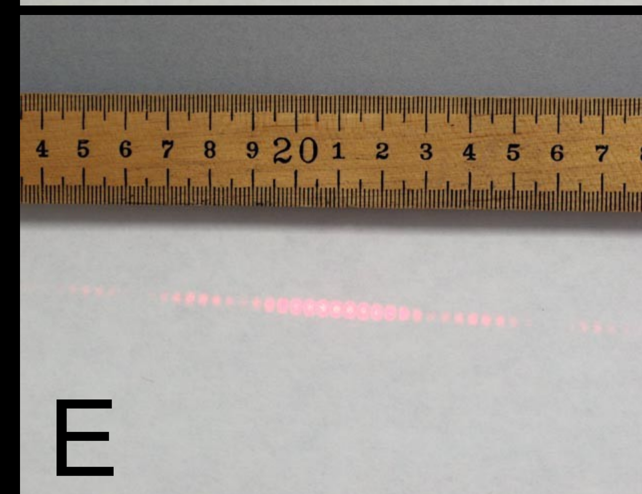
$d\downarrow$

Περίθλαση Fraunhofer από δύο σχισμές (d=0.04mm)

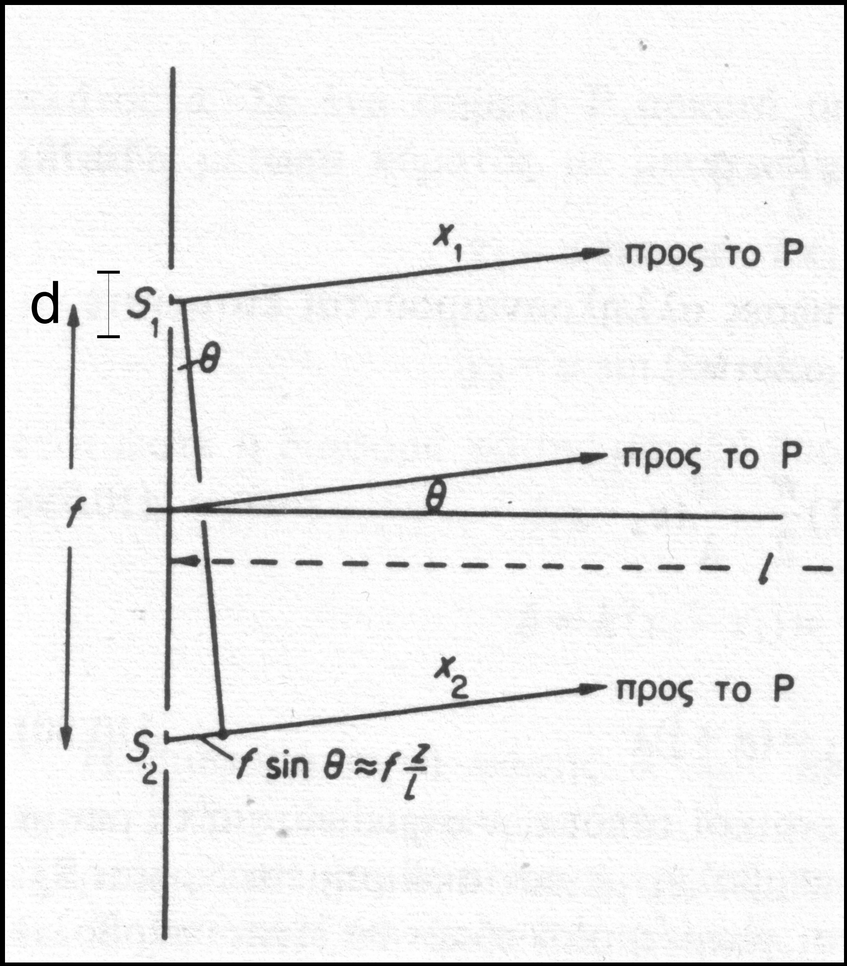








Περίθλαση Fraunhofer από δύο σχισμές



Από τη συμβολή των δύο πηγών (μια πηγή σε κάθε σχισμή) έχουμε

$$I_2(\theta) = 4I_1 \cos^2(\beta),\ \beta = \frac{f}{\lambda}\pi \sin\theta$$

Όμως το I_1 καθορίζεται από την περίθλαση σε σχισμή εύρους d

$$I_1 = I_\kappa \frac{\sin^2(\alpha)}{\alpha^2},\ \alpha = \frac{d}{\lambda}\pi \sin\theta$$

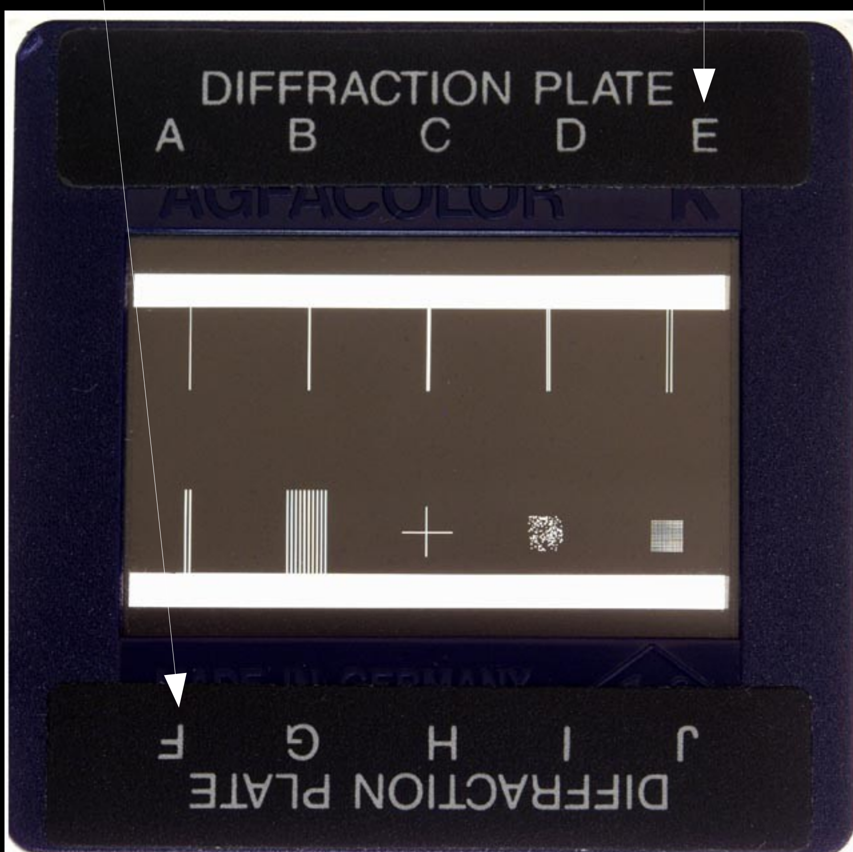
Έτσι συνολικά έχουμε:

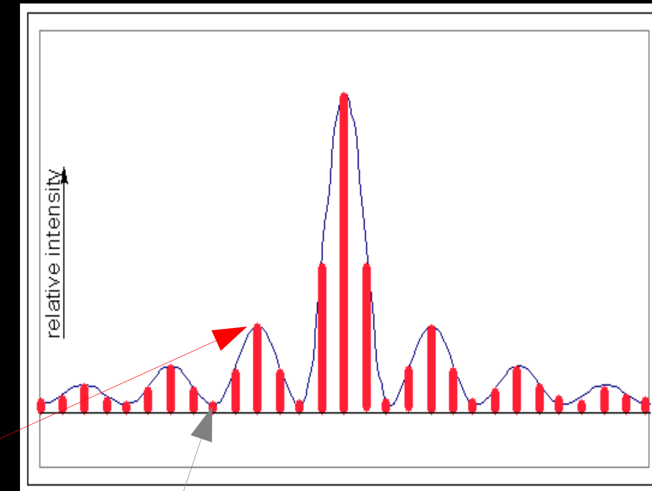
$$I_2(\theta) = 4I_\kappa \frac{\sin^2(\alpha)}{\alpha^2}\cos^2(\beta),\ \alpha = \frac{d}{\lambda}\pi\sin\theta,\ \beta = \frac{f}{\lambda}\pi\sin\theta$$

Περίθλαση Fraunhofer από δύο σχισμές (f=0.250mm)

d=0.08mm

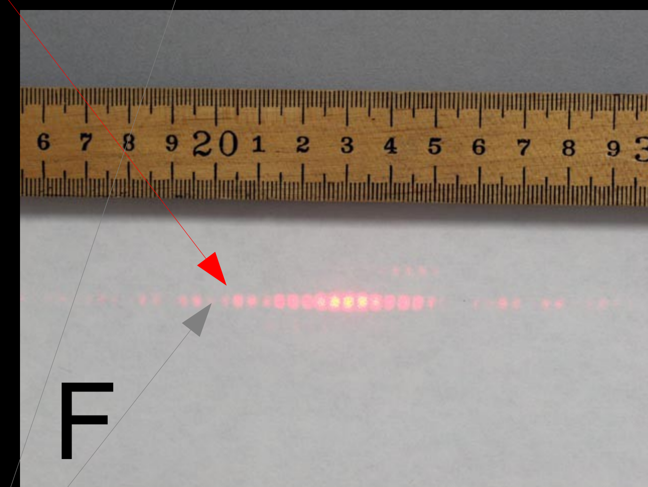
d=0.04mm

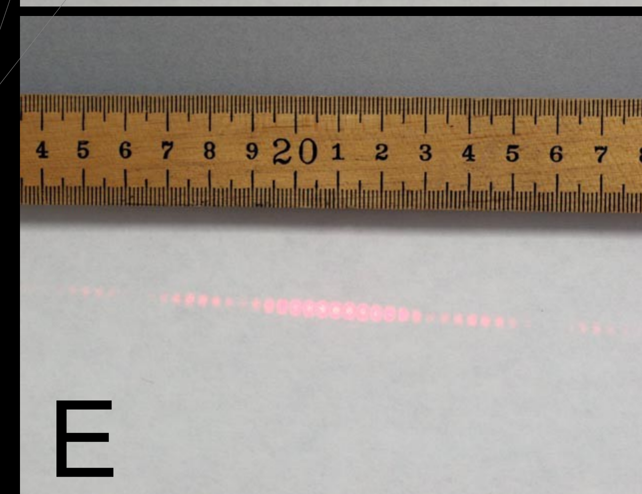




Μέγιστα συμβολής όταν f sinθ=nλ

Ελάχιστα περίθλασης όταν d sinθ=mλ





Περίθλαση Fraunhofer από N σχισμές

Από τη συμβολή των N πηγών (μια πηγή σε κάθε σχισμή) έχουμε

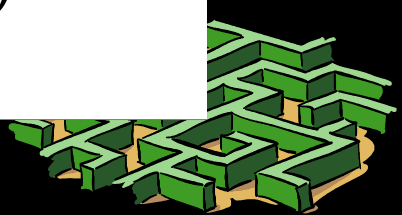
$$I_N(\theta)=I_1\frac{\sin^2(N\beta)}{\sin^2(\beta)},\ \beta=\frac{f}{\lambda}\pi\sin\theta$$

Όμως το I_1 καθορίζεται από την περίθλαση σε σχισμή εύρους d

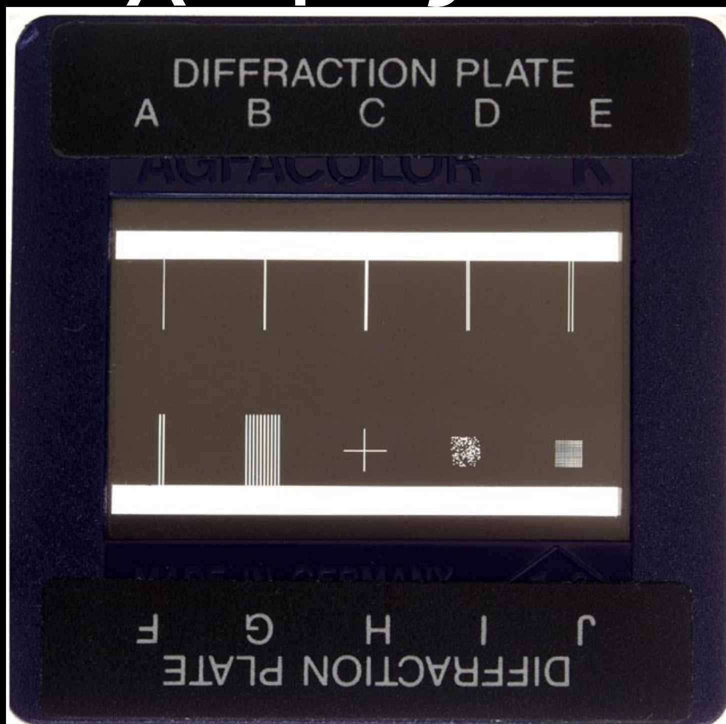
$$I_1=I_\kappa\frac{\sin^2(\alpha)}{\alpha^2},\ \alpha=\frac{d}{\lambda}\pi\sin\theta$$

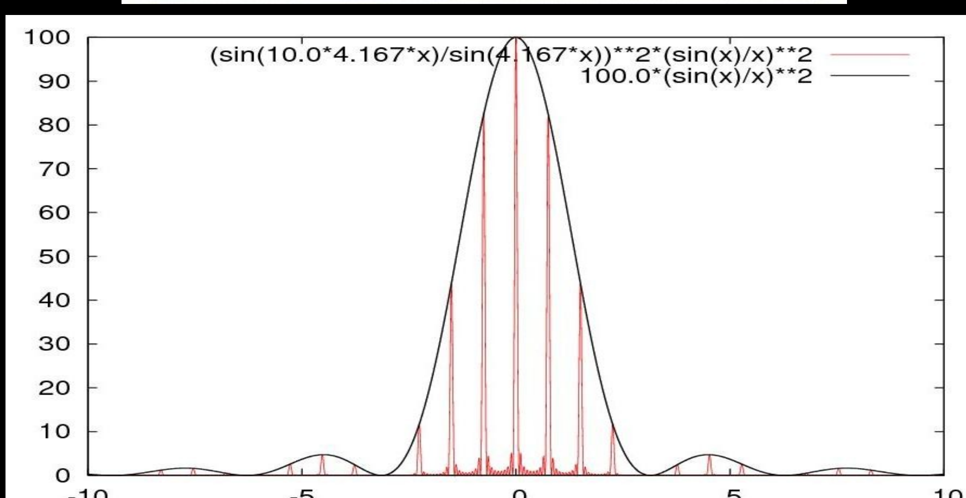
Έτσι συνολικά έχουμε:

$$I_N(\theta)=I_\kappa\frac{\sin^2(\alpha)}{\alpha^2}\frac{\sin^2(N\beta)}{\sin^2(\beta)},\ \alpha=\frac{d}{\lambda}\pi\sin\theta,\ \beta=\frac{f}{\lambda}\pi\sin\theta$$

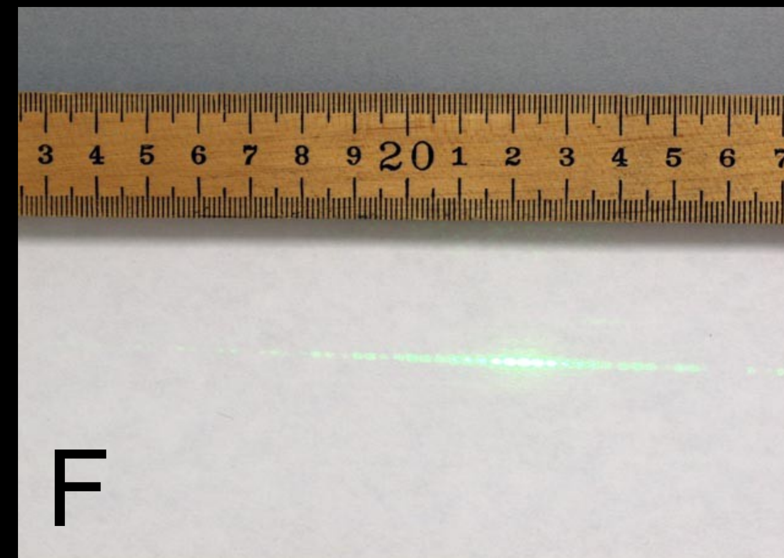


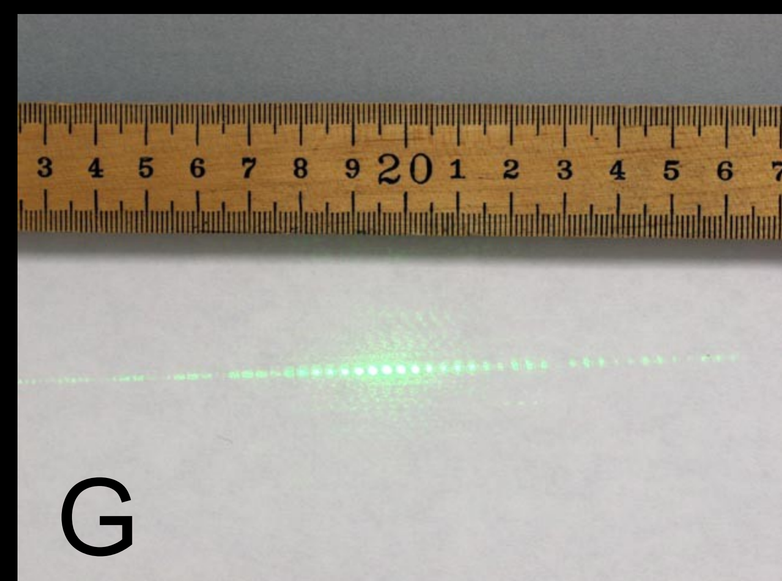
Περίθλαση Fraunhofer από N=10 σχισμές, d=0.06mm, f=0.25mm



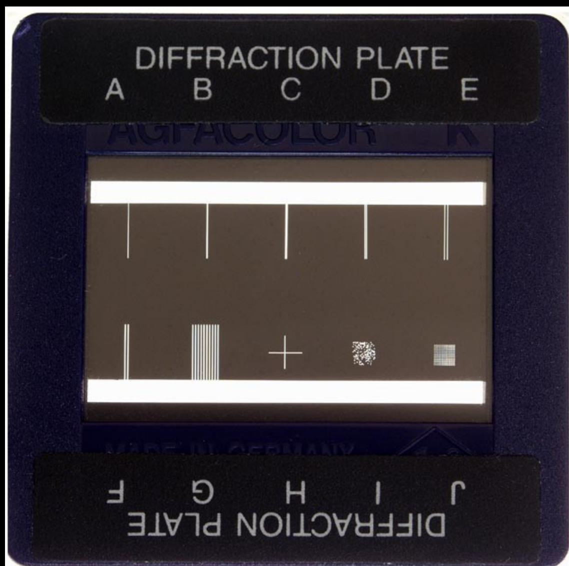


α

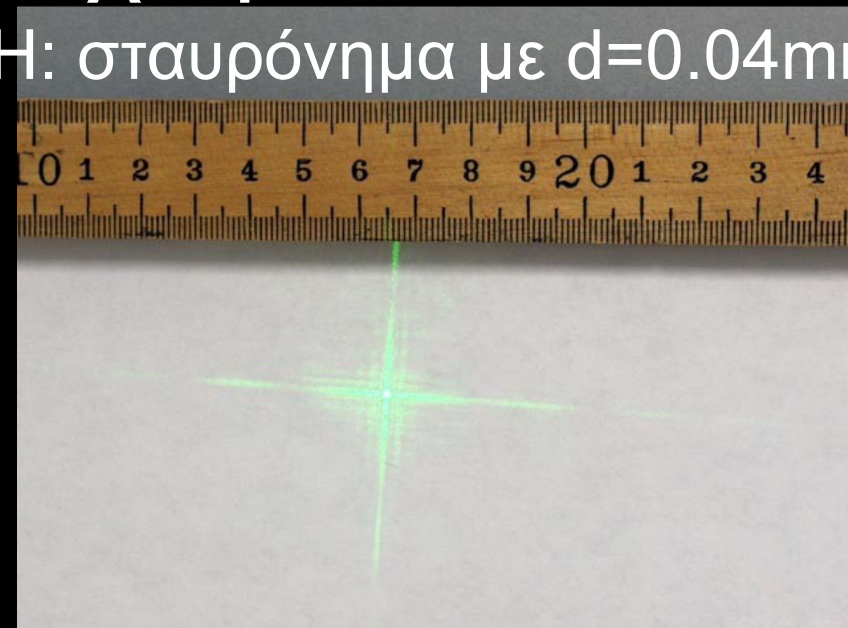




Περίθλαση Fraunhofer από διάφορα συστήματα σχισμών



H: σταυρόνημα με d=0.04mm



I:225 τυχαία τοποθετημένες κυκλικές σχισμές δ=0.06mm

J:15x15 κυκλικές σχισμές διαμέτρου δ=0.06mm