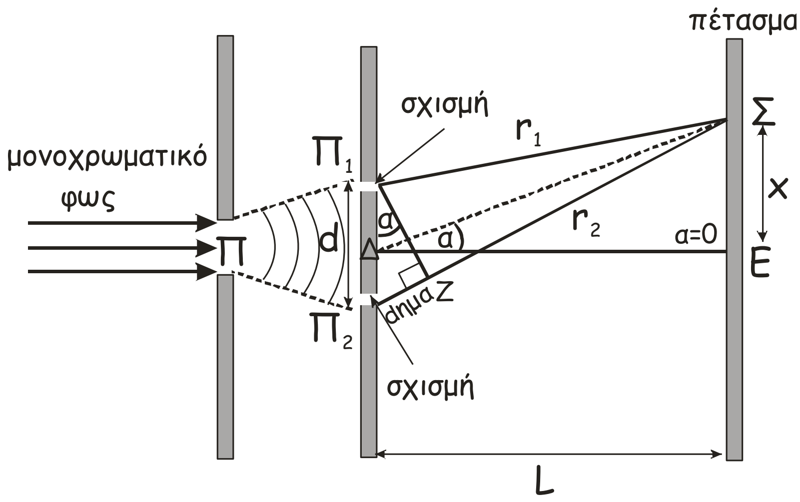
ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ YOUNG (1800)

ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΗΚΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΜΟΝΟΧΡΩΜΑΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ.

Γενικά μια συσκευή που σχηματίζει κροσσούς συμβολής ονομάζεται συμβολόμετρο. Η αρχή λειτουργίας ενός συμβολόμετρου διαιρέσεως μετώπου κύματος χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι δυο διαφορετικές περιοχές ενός μετώπου φέρονται σε επαλληλία αφού διανύσουν διαφορετικούς οπτικούς δρόμους.

Η αρχή λειτουργίας ενός συμβολόμετρου διαιρέσεως μετώπου κύματος φαίνεται στην παρακάτω διάταξη όπου περιγράφεται το γνωστό πείραμα του Young.

Η διάταξη του Young:



Οι πηγές $Π_1$ και $Π_2$ είναι ή μικρές οπές ή λεπτές σχισμές κάθετες στο επίπεδο του σχήματος.

Το κύμα που προέρχεται από την πηγή Π, διέρχεται από τις σχισμές $Π_1$ και $Π_2$, που μπορούν να θεωρηθούν σαν ένα ζεύγος από σύμφωνες και με την ίδια φάση σημειακές πηγές.

Φέρνουμε την κάθετο από την $Π_1$ πάνω στη r_2 ώστε τα δυο τμήματα r_1 και ΣΖ να είναι ίσα.
Αν η απόσταση d μεταξύ των σχισμών είναι πολύ μικρότερη από την απόσταση L μεταξύ των πηγών και του πετάσματος τότε η ΠΖ είναι περίπου κάθετη και στις δυο διευθύνσεις r_1 και r_2 καθώς και

στη ΣΔ. Αυτό σημαίνει τότε πως η γωνία $\Pi_2\Pi_1Z$ είναι περίπου ίση με τη γωνία ΣΔΕ και ίσες με α όπως φαίνεται στο σχήμα.

Ακόμη το παραπάνω σημαίνει πως οι r_1 και r_2 μπορούν να θεωρηθούν περίπου παράλληλες. Για να τις κάνουμε πραγματικά παράλληλες συνήθως βάζουμε ένα συγκεντρωτικό φακό μπροστά από τις Π_1 και Π_2.

Τότε ισχύει $\eta\mu\, \alpha = \frac{\Delta r}{d} = \frac{r_2 - r_1}{d} \Rightarrow d \cdot \eta\mu\, \alpha = r_2 - r_1$ (1)

Για ενίσχυση ισχύει $r_2 - r_1 = k\,\lambda$ άρα $d \cdot \eta\mu\, \alpha = k \cdot \lambda$ (2)

$k = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$

Έστω ότι x είναι η απόσταση από το κέντρο της εικόνας ($\alpha = 0^o$) και έστω ότι στο σημείο Σ , έχουμε το κέντρο της απόστασης k – οστής φωτεινής λωρίδας (κροσσού) . Τότε έχουμε:

$\eta\mu\alpha = \frac{x}{\sqrt{L^2+x^2}}$ Τότε από τη σχεση (1)$\Rightarrow d \cdot \frac{x}{\sqrt{L^2+x^2}} = r_2 - r_1$ και από τη σχέση (2)

$k \cdot \lambda = d \cdot \frac{x}{\sqrt{L^2+x^2}}$ και για k=1 προκύπτει $\lambda = \frac{d \cdot x}{\sqrt{L^2+x^2}}$

Απ' αυτή τη σχέση μπορούμε να υπολογίσουμε το λ , αφού γνωρίζουμε τα L , d , x και την τάξη (k=1) του κροσσού .

(Παρόμοια ο τρίτος φωτεινός κροσσός είναι για k = 3 αν δεν μετρούμε τον φωτεινό κροσσό κατευθείαν εμπρός από τις σχισμές (k=0).

Αν όμως ισχύει $x \ll L$ τότε έχουμε $\lambda = \frac{d \cdot x}{L} \Rightarrow \lambda \cdot L = d \cdot x$.

Παρατηρείστε: ότι η απόσταση (x) μεταξύ των φωτεινών κροσσών στο πέτασμα είναι αντιστρόφως ανάλογη προς την απόσταση (d) μεταξύ των σχισμών .

Όσο πιο κοντά είναι οι σχισμές (μικρό d) , τόσο οι κροσσοί στην εικόνα είναι απομακρυσμένοι (μεγάλο x) και το αντίθετο . Όταν οι σχισμές είναι πολύ μακριά , οι κροσσοί στο πέτασμα (εικόνα) είναι πλησιέστερα ο ένας με τον άλλο .

Ακόμη

Για απόσβεση $r_2 - r_1 = (2k + 1)\,\frac{\lambda}{2}$ άρα

$d \cdot ημ\,α = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ (3) $k = 0, \pm 1, \pm 2 \ldots$

Η διαφορά φάσης των κυμάτων ακτινών που συμβάλουν στο Σ , είναι:

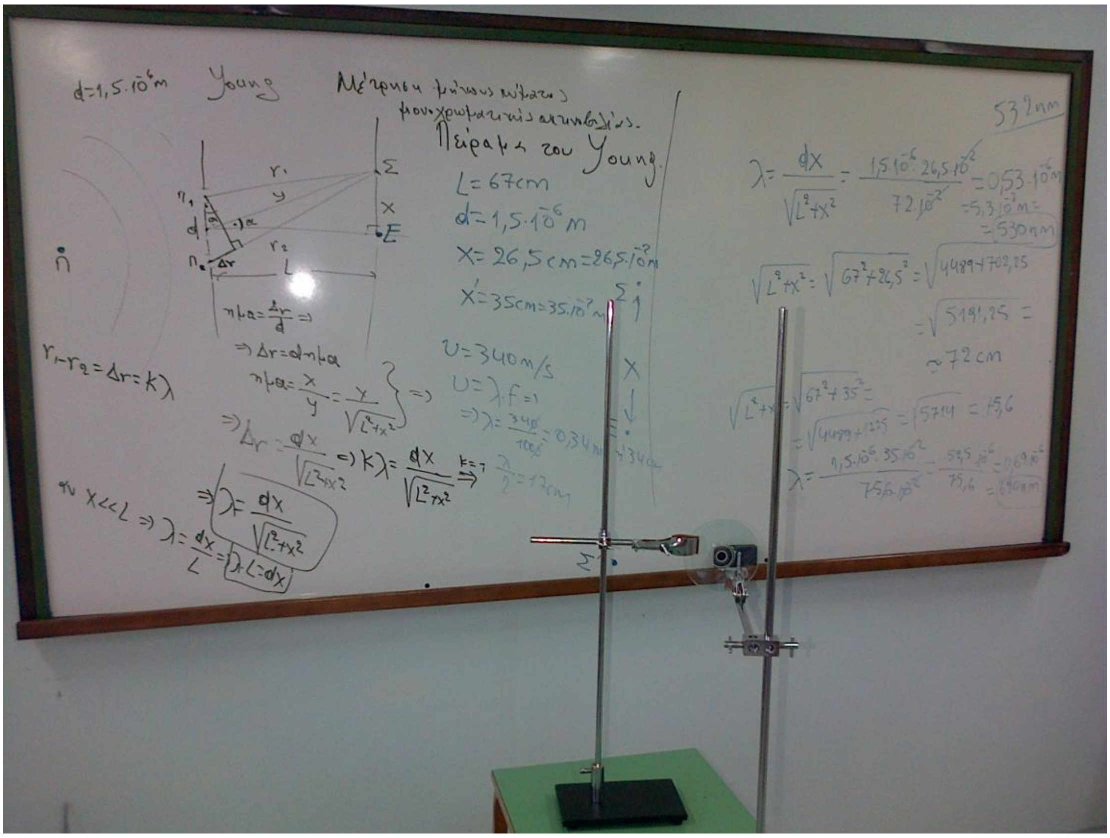
$Δφ = 2π \cdot \frac{r_2 - r_1}{\lambda}$ ή (1) $\Rightarrow Δφ = 2π \cdot \frac{d\,.\,ημθ}{\lambda}$.

- ✓ Και για ενίσχυση έχουμε : $Δφ = 2π \cdot \frac{k\lambda}{\lambda} \Rightarrow Δφ = 2kπ$ (0, 2π, 4π, 6π, 8π, . . .)
- ✓ Για απόσβεση έχουμε $Δφ = 2π \cdot \frac{(2k+1)\frac{\lambda}{2}}{\lambda} \Rightarrow Δφ = (2k + 1)\,π$ (π, 3π, 5π, 7π, 9π, . . .)

Στο συγκεκριμένο πείραμα που έγινε μέσα στην τάξη χρησιμοποιήθηκε ως φράγμα ένα CD το οποίο έχει 625 χαραγές/mm πράγμα που αντιστοιχεί σε απόσταση φράγματος d=1,5μm. Βέβαια επειδή το d είναι μικρό η απόσταση x πάνω στον πίνακα είναι μεγάλη και συγκρίσιμη με το L.

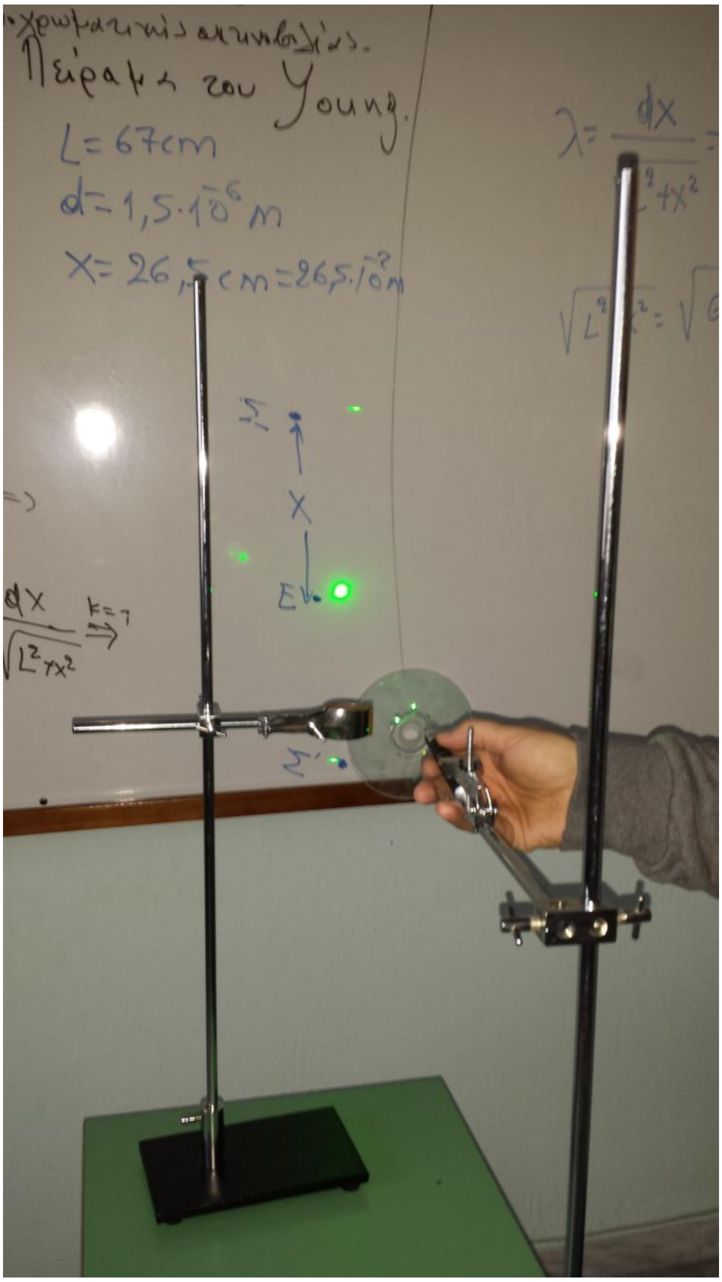
Ως φωτεινή πηγή μονοχρωματικού φωτός χρησιμοποιήθηκε πράσινο Laser <100mW και μήκους κύματος $λ_0$=532nm (τιμή κατασκευαστή όπως είναι αναγραμμένη πάνω στο Laser).

Το Laser αγοράστηκε από το παζάρι της Ηράκλειας στην τιμή των 10€ από Κινέζα πωλήτρια. Το CD καθαρίστηκε με σελοτέιπ αφού προηγουμένως χαράχτηκε με ένα ψαλίδι ώστε να είναι εύκολη η αποκόλληση του πλαστικού που το καλύπτει.



Η διάταξη στήθηκε μπροστά από τον πίνακα όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα.

Η απόσταση του CD από τον πίνακα μετρήθηκε L=67cm ενώ απόσταση ΕΣ=x μετρήθηκε ίση με x=26,5cm, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Βέβαια στην εικόνα παρατηρούμε και το συμμετρικό σημείο Σ΄ του Σ ως προς το σημείο Ε.

Έτσι με αντικατάσταση των τιμών στη σχέση λ= $\frac{d\cdot x}{\sqrt{L^2+x^2}}$

προκύπτει λ= $\frac{1,5\cdot10^{-6}\cdot26,5\cdot10^{-2}}{\sqrt{67^2+26,5^2}\cdot10^{-2}}$ =530nm. Τέλεια Επιτυχία!!

Παραδείγματα

1) Στο πείραμα συμβολής του Young , οι δυο κατακόρυφες λεπτές σχισμές , απέχουν απόσταση d = 0,25 mm και το πέτασμα βρίσκεται σε απόσταση R = 80 cm . Αν ο πέμπτος φωτεινός κροσσός (k= 5) , βρίσκεται σε κατακόρυφη απόσταση x = 10mm από τον κεντρικό κροσσό , τότε το μήκος κύματος λ του μονοχρωματικού φωτός είναι :
(ο κεντρικός κροσσός k = 0 δεν περιλαμβάνεται στην μέτρηση)
α) λ = 500nm
β) λ = 1600nm
γ) λ = 625 nm
δ) λ = 400 nm.

Απάντηση:

Ισχύει :

Young : $d\,ημ\,θ = kλ \Rightarrow d\frac{x}{L} = k\,λ \Rightarrow x = L\frac{kλ}{d} \Rightarrow λ = \frac{x.d}{L.k} \Rightarrow$

$\Rightarrow λ = \frac{10.0,25}{800.5} \Rightarrow λ = \frac{1}{1600}\ mm \Rightarrow λ = \frac{10^{-3}}{1600}\ m = \frac{10^{6}}{1600}\ nm \Rightarrow$

$\Rightarrow λ = 625$ nm.

Κατανομή έντασης σε εικόνες συμβολής

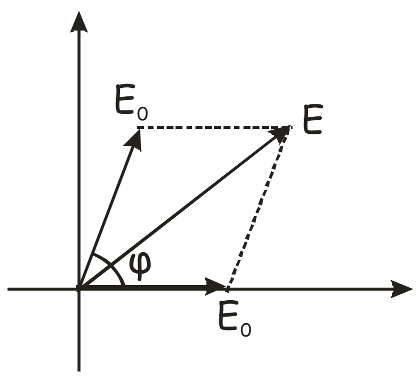
✓ Αν τα δυο φωτεινά κύματα που φτάνουν στο σημείο Σ , είναι γραμμικά πολωμένα τότε οι εντάσεις του ηλεκτρικού τους πεδίου είναι $E_1 = E_o \cdot συνωt$ και $E_2 = E_o \cdot συν(ωt + φ)$. Η διαφορά φάσης $Δφ = φ$ οφείλεται στη διαφορά δρόμου $r_2 - r_1$ με την οποία τα κύματα φτάνουν στο σημείο Σ από τις δυο πηγές .

Τότε :

$E = \sqrt{E_o^2 + E_o^2 + 2E_o^2 συνφ} \Rightarrow$

$\Rightarrow E^2 = 2\,E_o^2\,(1 + συν\,φ) \Rightarrow$

$\Rightarrow E^2 = 4\,E_o^2 \cdot συν^2\frac{φ}{2}$ (1)



Όμως η ένταση των ΗΛΜ κυμάτων περιγράφεται από τη μέση τιμή του μέτρου του διανύσματος Poynting και ισούται με $I = \overline{S} = \dfrac{E^2}{2\mu_o c_o}$ επειδή $c_o = \dfrac{1}{\sqrt{\mu_o \varepsilon_o}} \Rightarrow \mu_o = \dfrac{1}{c_o^2 \varepsilon_o}$ άρα

$I = \dfrac{E^2}{2\dfrac{1}{c_o^2 \varepsilon_o} c_0} \Rightarrow I = \dfrac{1}{2} c_o\, \varepsilon_o\, E^2$. Τότε από τη σχέση (1) προκύπτει ότι:

$I = \dfrac{1}{2} c_o\, \varepsilon_o\, 4\, E_o^2\, συν^2 \dfrac{\varphi}{2} \Rightarrow I = 2\, \varepsilon_o\, c_o\, E_o^2\, συν^2 \dfrac{\varphi}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow I = I_o\, συν^2 \dfrac{\varphi}{2}$ όπου $I_o = 2\varepsilon_o\, c_o\, E_o^2$. Όμως για τη διαφορά φάσης ισχύει ότι $\Delta\varphi = \varphi = 2\pi \dfrac{r_2 - r_1}{\lambda}$ άρα ισχύει και

$I = I_o\, συν^2 \dfrac{\pi(r_2 - r_1)}{\lambda}$ και επειδή $r_2 - r_1 = d \cdot ημ\, α$ έχουμε και

$I = I_o\, συν^2 (\dfrac{\pi d}{\lambda} ημ\, α)$. Όμως στο πείραμα του Young θεωρήσαμε ότι ισχύει και $ημα = \dfrac{x}{L}$ ($x \ll L$), άρα $I = I_o συν^2 (\dfrac{\pi d}{\lambda} \cdot \dfrac{x}{L})$ και επειδή $\kappa = \dfrac{2\pi}{\lambda}$ ισχύει και

$$I = I_o^2\, συν^2 (\frac{\kappa \cdot d \cdot x}{2 \cdot L}).$$

Για μέγιστες κατανομές έντασης ισχύει $r_2 - r_1 = k \cdot \lambda$ άρα

$I = I_o\, συν^2 \dfrac{\pi(r_2 - r_1)}{\lambda} \Rightarrow I = I_o\, συν^2 \dfrac{\pi k \lambda}{\lambda} \Rightarrow I = I_o\, συν^2 (k\pi)$

όπου $k = 0, \pm 1, \pm 2 \ldots\ldots$

Παρόμοια ισχύει για $I = 0$ ότι $r_2 - r_1 = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$ άρα

$I = I_o\, συν^2 (\dfrac{\pi}{\lambda}(2k+1)\dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow I = I_o\, συν^2 [(2k+1)\dfrac{\pi}{2}] \Rightarrow$

$\Rightarrow I = I_o\, συν^2 [(k + \dfrac{1}{2})\pi]$.

Παραδείγματα

1) Στο πείραμα συμβολής του Young , μονοχρωματικό φως, μήκους κύματος λ διέρχεται σε φάση μέσα από δυο κατακόρυφες λεπτές σχισμές που βρίσκονται πάνω σ' ένα πέτασμα και απέχουν κατά d . Μετά , το φως προσπίπτει πάνω σε ένα άλλο παράλληλο πέτασμα , σε μεγάλη σχετικά με το d , απόσταση . Αν π είναι ένα σημείο αυτού του πετάσματος , υπό οριζόντια γωνία θ , ως προς τη μεσοκάθετο των δυο σχισμών , τότε :

α) έχουμε ενισχυτική συμβολή σε γωνίες α , που ικανοποιούν τη σχέση: $2d \cdot ημ\, α = k \cdot λ$, $k = 0, 1, 2, 3 \ldots$.

Απάντηση:

Λάθος : ενισχυτική συμβολή έχουμε για $d \cdot ημ\, α = k \cdot λ$ με $k = 0, \pm 1, \pm 2 \ldots$.

β) η διαφορά φάσης μεταξύ των δυο ακτινών που συμβάλλουν στο π είναι : $φ = \frac{2πd}{λ} \cdot ημ\, α$

Απάντηση:

Σωστό: Ενώ οι ακτίνες όταν ξεκινούν από τις δυο σύγχρονες πηγές , έχουν την ίδια φάση , στο σημείο π όπου συμβάλλουν έχουν διαφορά φάσης $Δφ = φ$ που οφείλεται στη διαφορά των δυο δρόμων ($r_2 - r_1$) από τις πηγές μέχρι το σημείο π .

Γενικά έχουμε πει πως $Δφ = 2π \cdot \frac{r_2 - r_1}{λ}$. Όμως ισχύει και $r_2 - r_1 = d \cdot ημ\, α$ άρα $Δφ = φ = 2π \frac{d\, ημα}{λ} = \frac{2πd}{λ} \cdot ημ\, α$

γ) η ένταση στο σημείο Π είναι: $I = I_o \cdot συν\, [\, (\frac{2πd}{λ}) ημ\, α\,]$

Απάντηση:

Λάθος : Ισχύει $I = I_o^2\, συν^2 \frac{φ}{2}$ όπου $φ = 2π \frac{r_2 - r_1}{λ} \Rightarrow \frac{φ}{2} = π \frac{r_2 - r_1}{λ}$

άρα $I = I_o^2\, συν^2\, (π \frac{r_2 - r_1}{λ})$ και επειδή $r_2 - r_1 = d \cdot ημ\, α$ έχουμε

$I = I_o^2\, συν^2\, [\, \frac{πd}{λ} ημα\,]$.

δ) έχουμε ενισχυτική συμβολή σε γωνίες θ , για τις οποίες ο κυματάριθμος της ακτινοβολίας είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του d.

Απάντηση:

Λάθος : Ισχύει $r_2 - r_1 = d \cdot ημα$. Για ενισχυτική συμβολή έχουμε $r_2 - r_1 = k \cdot λ$, οπότε $d \cdot ημ\, α = k \cdot λ$

Όμως $Δφ = 2π \frac{r_2 - r_1}{λ} \Rightarrow Δφ = κ \cdot (r_2 - r_1) \Rightarrow Δφ = κ \cdot K \cdot λ$ ή

$\Delta\varphi = \kappa \cdot d \cdot \eta\mu\alpha \Rightarrow \kappa = \dfrac{\Delta\varphi}{d.\eta\mu\alpha}$.

2) Στο πείραμα συμβολής του Young η ένταση της ακτινοβολίας γίνεται για πρώτη φορά η μισή της μέγιστης τιμής της στην κατεύθυνση α που έχει τιμή ημα ίση με : (α = 0° αντιστοιχεί στον κεντρικό κροσσό, ενισχυτικής συμβολής)

α) $\eta\mu\alpha = \dfrac{2\pi}{\lambda}$

β) $\boldsymbol{\eta\mu\alpha = \pm \dfrac{\lambda}{4d}}$

γ) $\eta\mu\alpha = \dfrac{\lambda}{2\pi}$

δ) ημα = κ·λ.

Απάντηση:

Ισχύει $I = I_o\, \sigma\upsilon\nu^2 \dfrac{\varphi}{2} \Rightarrow$ όπου $\varphi = 2\pi \dfrac{r_2 - r_1}{\lambda} = 2\pi \dfrac{d.\eta\mu\alpha}{\lambda} \Rightarrow$

$I = I_o\, \sigma\upsilon\nu^2 \left(\dfrac{\pi d}{\lambda}\, \eta\mu\alpha\right)$. Για $I = \dfrac{I_o}{2}$ έχουμε $\dfrac{I_o}{2} = I_o\, \sigma\upsilon\nu^2 \left(\dfrac{\pi d}{\lambda}\, \eta\mu\alpha\right)$

$\Rightarrow \sigma\upsilon\nu \left(\dfrac{\pi d}{\lambda}\, \eta\mu\theta\right) = \dfrac{+\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \dfrac{\pi d}{\lambda}\, \eta\mu\alpha = \dfrac{+\pi}{4} \Rightarrow \eta\mu\alpha = \pm \dfrac{\lambda}{4d}$ (Ισχύει για k =0).

$\dfrac{\pi d}{\lambda}\, \eta\mu\alpha = k\pi + \dfrac{\pi}{4} \Rightarrow \dfrac{d}{\lambda}\, \eta\mu\, \alpha = \dfrac{4k+1}{4} \Rightarrow \eta\mu\alpha = \dfrac{\lambda}{d}\, \dfrac{4k+1}{4}$ (γενικά).

3) Στο πείραμα συμβολής του **Young** η μονοχρωματική ακτινοβολία έχει μήκος κύματος λ = 400nm και οι δυο σχισμές απέχουν απόσταση d = 0,2 mm. Τότε το πρώτο ελάχιστο της **έντασης** της ακτινοβολίας θα έχουμε για γωνία α με ημα , ίσο με

α) ημθ = 1

β) ημθ = 0,5

γ) ημθ = $\mathbf{10^{-3}}$

δ) ημθ = 0,08.

Απάντηση:

Ισχύει $I = I_o$ συν^2 ($\frac{\pi d}{\lambda}$ημα) Για $I = 0 \Rightarrow$ συν^2 ($\frac{\pi d}{\lambda}$ημα) = 0 $\Rightarrow$

$\Rightarrow$συν ($\frac{\pi d}{\lambda}$ημα)= 0 $\Rightarrow$ $\frac{\pi d}{\lambda}$ ημθ = kπ + $\frac{\pi}{2}$ για k = 0 έχουμε για

πρώτη φορά $\frac{\pi d}{\lambda}$ ημα = $\frac{\pi}{2}$ $\Rightarrow$d·ημα = $\frac{\lambda}{2}$ $\Rightarrow$ ημα = $\frac{\lambda}{2d}$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ημα = = $\frac{4.10^{-7}}{2.2.10^{-4}}$ $\Rightarrow$ ημα = 10^{-3}. Ή 2^{ος} τρόπος επειδή

d·ημα = (2k + 1) $\frac{\lambda}{2}$, για k = 0 έχουμε d·ημα = $\frac{\lambda}{2}$ $\Rightarrow$ ημα= $\frac{\lambda}{2d}$.

4) Στο πείραμα συμβολής του Young, η μονοχρωματική ακτινοβολία έχει λ = 600 nm . Οι δυο σχισμές απέχουν απόσταση d = 0,5 mm και το πέτασμα απέχει απ' αυτές απόσταση L = 1 m .

Α) Τότε η απόσταση x , του πρώτου ελάχιστου από το κέντρο του κεντρικού μεγίστου είναι

α) x = 0,6 mm

β) x = 1 mm

γ) x = 6 mm

δ) x = 0,3 mm. Θεωρείστε x<<L.

Απάντηση:

Ισχύει d·ημα = (2k + 1) $\frac{\lambda}{2}$ Για k = 0 έχουμε το 1^ο ελάχιστο άρα

d·ημα = $\frac{\lambda}{2}$ Όμως ημα = $\frac{x}{L}$ άρα έχουμε και d $\frac{x}{L}$ = $\frac{\lambda}{2}$ $\Rightarrow$

x = $\frac{\lambda . L}{2d}$ $\Rightarrow$ x = $\frac{6.10^{-7}}{10^{-3}}$ $\Rightarrow$ x = $6 \cdot 10^{-4}$ m ή 0,6 mm.

Β) Τότε η απόσταση x , του πρώτου σημείο από το κέντρο του κεντρικού κροσσού (μέγιστου) για το οποίο είναι $I = \frac{I_o}{2}$ έχει μέτρο:

α) x = 0,6 mm

β) x = 1 mm

γ) x = 6 mm

δ) x = 0,3 mm.

Απάντηση:

Ισχύει $I = I_o$ συν$^2 \frac{φ}{2} \Rightarrow \frac{I_o}{2} = I_o$ συν$^2 \frac{φ}{2} \Rightarrow$ συν $\frac{φ}{2} = \frac{\pm\sqrt{2}}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{φ}{2} = κπ \pm \frac{π}{4}$. Για κ = 0 και για το μέτρο έχουμε $\frac{φ}{2} = \frac{π}{4} \Rightarrow$

$\Rightarrow φ = \frac{π}{4} \Rightarrow 2π \frac{d.ημα}{λ} = \frac{π}{2} \Rightarrow d·ημα = \frac{λ}{4} \Rightarrow ημα = \frac{λ}{4d} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{x}{L} = \frac{λ}{4d} \Rightarrow x = \frac{λ.L}{4d} \Rightarrow y = \frac{6.10^{-7}}{2.10^{-3}} = 3 \,.\, 10^{-4}$ m = 0,3 mm.

5) Στο πείραμα του Young η ένταση στο κέντρο του κεντρικού μεγίστου είναι μέγιστη με τιμή $I_o = 4·10^{-6}$ w/m^2 .
Τότε η ένταση (Ι) , στο μέσο της απόστασης από το κέντρο του κεντρικού μεγίστου ως το πρώτο ελάχιστο είναι

α) $I = 0,25 \,.\, 10^{-6}$ W/m^2

β) $I = 8·10^{-6}$ W/m^2

γ) $I = 10^{-6}$ W/m^2

δ) $I = 2·10^{-6}$ W/m^2 .

Απάντηση:

Η απόσταση x του κεντρικού μεγίστου από το πρώτο ελάχιστο, υπολογίζεται από τη σχέση $d·ημθ = (2k+1)·\frac{λ}{2}$ για

$k = 0$, οπότε έχουμε $d·ημα = \frac{λ}{2} \Rightarrow ημα = \frac{λ}{2d} \Rightarrow \frac{x}{L} \Rightarrow \frac{λ}{2d} \Rightarrow$

$\Rightarrow x = \frac{λ.L}{2d}$ οπότε $x' = \frac{x}{2} \Rightarrow x' = \frac{λ.L}{4d}$.

Όμως $I = I_o$ συν$^2 \left(\frac{πd}{λ}\frac{x'}{L}\right) \Rightarrow I = I_o$ συν$^2 \left(\frac{πd}{λ}\frac{λ.L}{4dL}\right) \Rightarrow$

$\Rightarrow I = I_o$ συν$^2 \frac{π}{4} \Rightarrow I = \frac{I_o}{2} \Rightarrow I = 2·10^{-6}$ w/m^2 .

6) Στο πείραμα του Young οι δυο σχισμές απέχουν μεταξύ τους απόσταση d = 0,2 mm και βρίσκονται σε απόσταση L = 1,2 m από το πέτασμα . Τότε η απόσταση μεταξύ της πρώτης και της τέταρτης σκοτεινής γραμμής στην εικόνα συμβολής είναι:
(Δίνεται το λ = 400nm)

α) 7,2 mm

β) 1,2 mm

γ) 1,5 mm
δ) 2,4 mm.

Απάντηση:

Ισχύει : $d \cdot ημα=(2k+1)\frac{λ}{2} \Rightarrow d\frac{x}{L} = (2k+1)\frac{λ}{2} \Rightarrow x = \frac{L.λ}{2d}(2k+1)$

1^o ελάχιστο για k = 0 άρα $x_1 = \frac{L.λ}{2d}$

4^o ελάχιστο για k= 3 άρα $x_4 = \frac{7L.λ}{2d}$. Έτσι έχουμε:

$x_4 - x_1 = \frac{6L.λ}{2d} = \frac{3Lλ}{d} = \frac{3.1{,}2.4.10^{-7}}{2.10^{-4}} = 7{,}2.10^{-3} = 7{,}2mm.$