ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΑ ΛΥΜΕΝΟ ΘΕΜΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ
ΦΡΑΓΜΑ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ

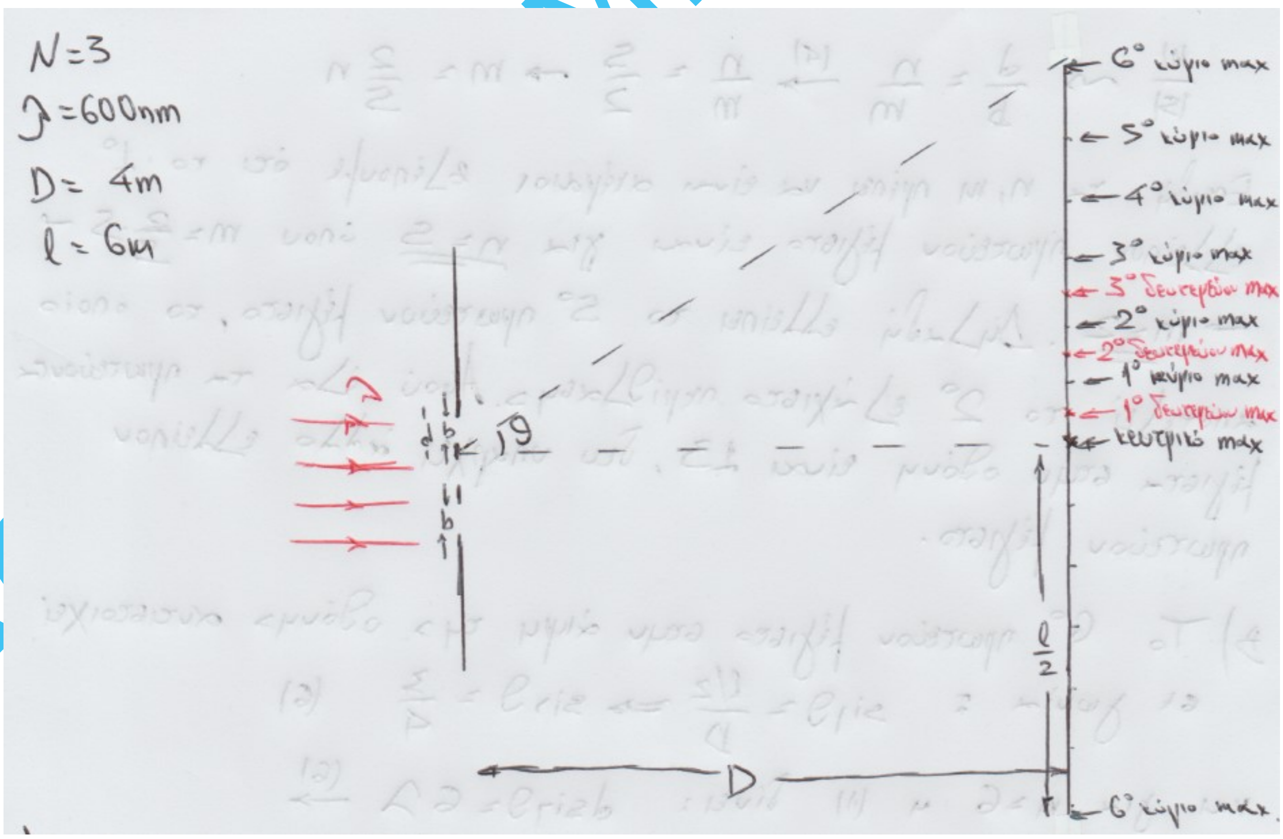
Φοιτητής εκτελεί πείραμα συμβολής εκ τριών σχισμών με φωτεινή πηγή μήκους κύματος λ=600 nm η οποία βρίσκεται σε απόσταση 4m από οθόνη ολικού εύρους 6m. Ο φοιτητής παρατηρεί ότι καθώς σαρώνει την οθόνη πέραν του κεντρικού μεγίστου, το 3^{ο} δευτερεύον μέγιστο ελλείπει, ενώ ακριβώς στα άκρα της οθόνης εμφανίζονται πρωτεύοντα μέγιστα. Αν όλα τα πρωτεύοντα μέγιστα στην οθόνη είναι 13, να βρεθεί

Α) Αν ελλείπουν πρωτεύοντα μέγιστα.

Β) Πόσο είναι το εύρος της σχισμής

Γ) Πόση η απόσταση των σχισμών;

Λύση



Α)

- Πρωτεύοντα μέγιστα εμφανίζονται στις θέσεις: $d\sin\theta = n\lambda$ (1) $n=0,1,2,\ldots$ ενώ $N-2=3-2=1$ δευτερεύον μέγιστο εμφανίζεται μεταξύ δυο πρωτευόντων μεγίστων.

Επομένως το 3° δευτερεύον μέγιστο βρίσκεται μεταξύ 2ου και 3ου κύριου μεγίστου, οπότε: $d\sin\theta = \frac{5}{2}\lambda$ (2)

Επειδή αυτό είναι το πρώτο ελλειπόν μέγιστο παρατηρείται σ' αυτό το 1° ελάχιστο περίθλασης. Δηλαδή: $b\sin\theta = \lambda$ $(m=1)$. (3)

Άρα: $\frac{(2)}{(3)} \rightsquigarrow \frac{d}{b} = \frac{5}{2}$ (4)

Τα ελάχιστα περίθλασης είναι: $b\sin\theta = m\lambda$ $m=1,2,\ldots$ (5)

Οπότε για να ελλείπουν πρωτεύοντα μέγιστα, σύμφωνα με τις (1) και (5) πρέπει να ισχύει:

$$\frac{(1)}{(5)} \rightsquigarrow \frac{d}{b} = \frac{n}{m} \xrightarrow{(4)} \frac{n}{m} = \frac{5}{2} \rightarrow m = \frac{2}{5}n$$

Επειδή τα n, m πρέπει να είναι ακέραιοι βλέπουμε ότι το 1° ελλείπον πρωτεύον μέγιστο είναι για $\underline{n=5}$ όπου $m = \frac{2}{5}\cdot 5 \rightarrow$ $\rightarrow \underline{m=2}$. Δηλαδή ελλείπει το 5° πρωτεύον μέγιστο, το οποίο αποτελεί το 2° ελάχιστο περίθλασης. Αφού όλα τα πρωτεύοντα μέγιστα στην οθόνη είναι 13, δεν υπάρχει άλλο ελλείπον πρωτεύον μέγιστο.

Συγγραφή – Επιμέλεια: Παναγιώτης Φ. Μοίρας

Β) Το 6ο πρωτεύον μέγιστο στην άκρη της οθόνης αντιστοιχεί σε γωνία : $\tan\theta = \frac{\ell/2}{D} \Rightarrow \tan\theta = \frac{3}{4} \rightarrow \theta = \tan^{-1}(0{,}75) \rightarrow \theta \simeq 37^\circ$

και για $n=6$ η (1) δίνει: $d\sin\theta = 6\lambda \xrightarrow{(6)}$

$\rightarrow d\sin 37^\circ = 6\lambda \rightarrow d = \frac{6}{0{,}6}\lambda = 10\lambda = 10\cdot 600\,nm \rightarrow$

$\rightarrow d = 6000\,nm \rightarrow \boxed{d = 6\,\mu m}$

Γ) Το εύρος των σχισμών σύμφωνα με τη σχέση (4) είναι:

$b = \frac{2}{5}d = \frac{2}{5}\cdot 6\,\mu m \rightarrow \boxed{b = 2{,}4\,\mu m}$

Συγγραφή – Επιμέλεια: Παναγιώτης Φ. Μοίρας