

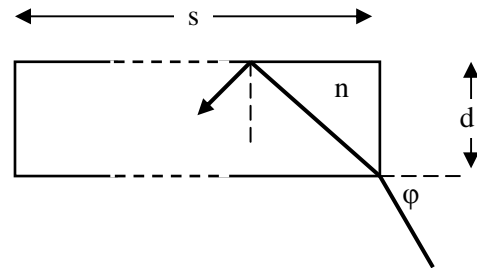
«Φως στην οπτική ίνα»**

Φεβρουάριος 2009

Μονοχρωματική δέσμη φωτός πέφτει με γωνία φ , τέτοια ώστε $\eta\mu\varphi = \frac{3}{4}$ πάνω στη κάθετη διατομή οπτικής ίνας μήκους $s = 96$ km και διαμέτρου $d = 3$ mm (σχήμα). Αν η δέσμη συναντά συντελεστή διάθλασης $n = \frac{5}{4}$...

α) Αποδείξτε ότι η δέσμη πέφτει στο εσωτερικό της δέσμης με γωνία ίση με την κρίσιμη (οριακή) της γωνία και θεωρήστε ότι παθαίνει ολική εσωτερική ανάκλαση.

β) Βρείτε το χρονικό διάστημα που θα κινηθεί η ακτίνα μέσα στην ίνα. Δίνεται ότι η ταχύτητα του φωτός στο κενό είναι $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

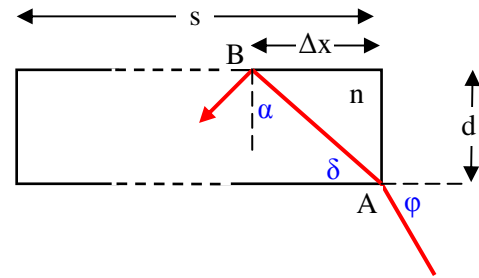


Η λύση στην επόμενη σελίδα

ΛΥΣΗ

☞ Από το νόμο του Snell έχουμε (σχήμα):

$$n\mu\phi = n\eta\mu\delta \Rightarrow \eta\mu\delta = \frac{\eta\mu\phi}{n} = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{5}{4}} = \frac{3}{5}.$$



☞ Η κρίσιμη γωνία είναι $\eta\mu\theta_{crit} = \frac{1}{n} = \frac{4}{5}$ **(I)**.

☞ Όπως φαίνεται όμως και στο σχήμα,

έχουμε: $\hat{\alpha} + \hat{\delta} = 90^\circ$ (όπου α η γωνία με την οποία πέφτει στο εσωτερικό της ίνας). Άρα:

$$\eta\mu\alpha = \sigma\upsilon\nu\delta = \sqrt{1 - \eta\mu^2\delta} = \sqrt{1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2} = \frac{4}{5} \quad \textbf{(II)}$$

☞ Από τις **(I)** και **(II)** έχουμε $\alpha = \theta_{crit}$. Άρα έχουμε ολική ανάκλαση

☞ Η ταχύτητα της ακτίνας μέσα στην ίνα είναι: $v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{\frac{5}{4}} = 2,4 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

☞ Η ακτίνα μέχρι να κτυπήσει στο εσωτερικό διανύει: $AB = \frac{d}{\eta\mu\delta} = \frac{3}{\frac{3}{5}} = 5 \text{ mm}$

και η μετατόπιση της κατά μήκος της ίνας είναι: $\Delta x = AB \cdot \sigma\upsilon\nu\delta = 5 \cdot \frac{4}{5} = 4 \text{ mm}$

☞ Συνεπώς ο χρόνος που θα κάνει για να έχει μετατόπιση Δx είναι:

$$\Delta t = \frac{AB}{v} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{2,4 \cdot 10^8} = \frac{5}{2,4} \cdot 10^{-11} \text{ s} \quad \textbf{(III)}$$

☞ Ο αριθμός των παραπάνω μετατοπίσεων θα είναι: $\frac{s}{\Delta x} = \frac{96 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^{-3}} = 24 \cdot 10^6$ φορές. **(IV)**

☞ Οπότε, από τις **(III)** και **(IV)**, ο συνολικός χρόνος είναι:

$$t_{ολ} = N \cdot \Delta t = 24 \cdot 10^6 \cdot \frac{5}{2,4} \cdot 10^{-11} \Rightarrow$$

$$\boxed{t_{ολ} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ s}}$$