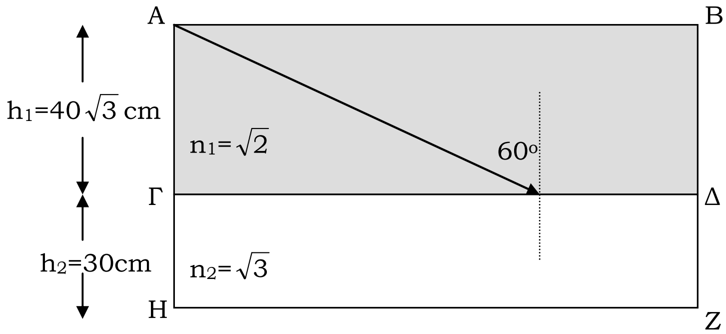
Διάθλαση μονοχρωματικής ακτίνας

Η μονοχρωματική ακτίνα του σχήματος εκπέμπεται από φωτεινή πηγή που βρίσκεται στο σημείο Α της πάνω ορθογώνιας πλάκας, προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο πλακών υπό γωνία 60^o και συναντά την έδρα ΗΖ της κάτω ορθογώνιας πλάκας στο σημείο Ρ.



i) Να βρείτε την απόσταση ΗΡ.

ii) Να βρείτε την ποσοστιαία μεταβολή στο μήκος κύματος της ακτίνας κατά την είσοδό της από την πάνω στην κάτω πλάκα.

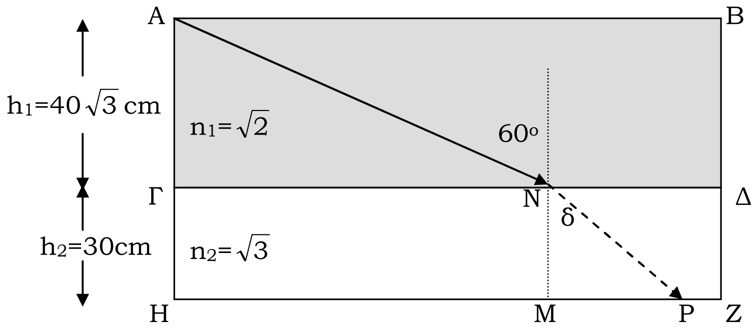
iii) Σε πόσα μήκη κύματος λ_1 της ακτίνας στην πρώτη πλάκα αντιστοιχεί η διαδρομή που διανύει μέσα σ' αυτή; Δίνεται για την ακτίνα λ_o=700nm.

iv) Αντικαθιστούμε την πάνω πλάκα με μια άλλη όμοια σε διαστάσεις αλλά από υλικό που παρουσιάζει δείκτη διάθλασης n_1', με $n_1<n_1'<n_2$ για την ίδια ακτίνα, οπότε παρατηρούμε ότι το σημείο Ρ μετατοπίζεται κατά 10cm, για την ίδια γωνία πρόσπτωσης της ακτίνας. Να βρείτε τον n_1'.

$\Delta \acute{\iota}\nu\varepsilon\tau\alpha\iota \sqrt{2} = 1{,}4 \; \kappa\alpha\iota \sqrt{3} = 1{,}7.$

Απάντηση:

<u>Πρόσπτωση της ακτίνας στη διαχωριστική επιφάνεια ΓΔ των δύο πλακών:</u>



Η ακτίνα θα πάθει διάθλαση περνώντας από το οπτικώς αραιότερο στο οπτικώς πυκνότερο μέσο.

Η γωνία διάθλασης θα υπολογιστεί από το νόμο του Snell:

$$n_1 \cdot \eta\mu 60^o = n_2 \cdot \eta\mu\delta \Rightarrow \sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \cdot \eta\mu\delta \Rightarrow \eta\mu\delta = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \delta = 45^o$$

i) Η ζητούμενη απόσταση ΗΡ είναι ίση με το άθροισμα της ΗΜ(=ΓΝ) και της ΜΡ.

Έτσι προκύπτει ότι:

$$HP = HM + MP = \Gamma N + MP = h_1 \cdot \varepsilon\varphi 60 + h_2 \cdot \varepsilon\varphi\delta = 40\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} + 30 \cdot 1 = 150cm$$

ii) Στο οπτικώς πυκνότερο μέσο η ακτίνα θα έχει μικρότερο μήκος κύματος, οπότε κατά την είσοδό της από την πάνω πλάκα στην κάτω το μήκος κύματός της θα μειωθεί και η αντίστοιχη ζητούμενη ποσοστιαία μεταβολή θα είναι:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\alpha\rho\chi}} \cdot 100\% = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_1} \cdot 100\% = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1\right) \cdot 100\% = \left(\frac{n_1}{n_2} - 1\right) \cdot 100\% = \left(\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} - 1\right) \cdot 100\% =$$

$$= \left(\frac{1,4}{1,7} - 1\right) \cdot 100\% = -\frac{300}{17}\% \approx -17,6\%$$

iii) Η διαδρομή ΑΝ που διανύει η ακτίνα στην πάνω πλάκα είναι ίση με

$$\sigma\upsilon\nu 60^o = \frac{h_1}{AN} \Rightarrow AN = \frac{h_1}{\sigma\upsilon\nu 60^o} = \frac{40\sqrt{3}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 80cm = 8 \cdot 10^{-1} m$$

Το μήκος κύματός της, λ_1, στην πάνω πλάκα είναι ίσο με

$$n_1 = \frac{\lambda_o}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{\lambda_o}{n_1} = \frac{700}{\sqrt{2}} = \frac{700}{1,4} = 500nm = 5 \cdot 10^{-7} m$$

οπότε ο αριθμός των μηκών κύματος λ_1 που αντιστοιχούν στη διαδρομή ΑΝ είναι

$$\kappa = \frac{AN}{\lambda_1} = \frac{8 \cdot 10^{-1}}{5 \cdot 10^{-7}} = 1,6 \cdot 10^6$$

iv) Επειδή ο δείκτης διάθλασης n_1’ είναι μικρότερος από τον n_2, η ακτίνα θα πάθει και πάλι διάθλαση, οπότε για να βρούμε τη νέα γωνία διάθλασης θα εφαρμόσουμε και πάλι το νόμο του Snell:

$n_1'\cdot\eta\mu 60^o = n_2\cdot\eta\mu\delta'$, όπου δ΄ η νέα γωνία διάθλασης στη δεύτερη πλάκα.

Επειδή $n_1 < n_1'$, θα είναι και δ<δ΄, δηλαδή το σημείο Ρ’ θα είναι **δεξιότερα** του Ρ κατά 10cm. Έτσι: θα είναι ΜΡ΄=30+10=40cm, και επειδή ΝΜ=30cm, από το πυθαγόρειο θεώρημα για το τρίγωνο ΝΜΡ’ θα προκύψει ΝΡ’=50cm.

Μπορούμε τώρα να υπολογίσουμε τη νέα γωνία πρόσπτωσης και από το νόμο του Snell το νέο δείκτη διάθλασης:

$$\eta\mu\delta' = \frac{MP'}{NP'} = \frac{40}{50} = 0,8$$

και

$$n_1' \cdot \eta\mu 60^o = n_2 \cdot \eta\mu\delta' \Rightarrow n_1' \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \cdot 0,8 \Rightarrow n_1' = 1,6$$

Υλικό Φυσικής - Χημείας.
Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους….

Επιμέλεια

Διονύσης Μάργαρης