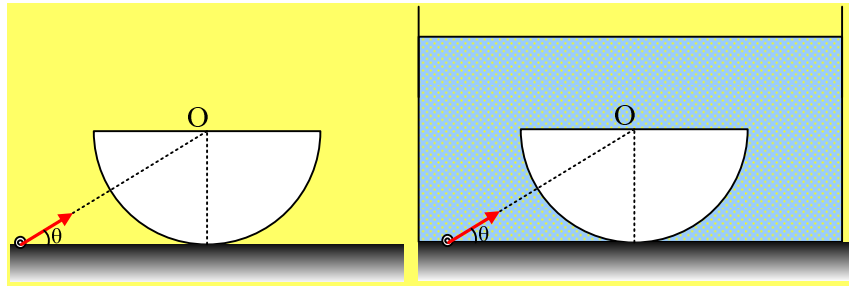


Διάθλαση και ολική ανάκλαση σε ημισφαίριο.



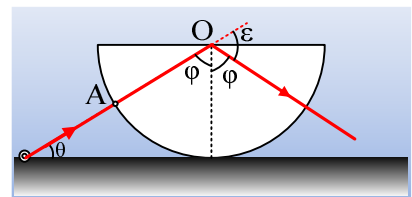
Σε οριζόντιο επίπεδο βρίσκεται ένα γυάλινο ημισφαίριο κέντρου O , όπως στο αριστερό σχήμα. Από μια φωτεινή πηγή εκπέμπεται μια μονοχρωματική ακτίνα με κατεύθυνση προς το κέντρο O του ημισφαιρίου, η διεύθυνση της οποίας σχηματίζει γωνία $\theta=30^\circ$ με την οριζόντια διεύθυνση. Δίνεται ότι ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού αυτού, για την συγκεκριμένη ακτίνα, είναι ίσος με $n_1=1,5$.

- i) Αφού σχεδιάσετε την πορεία της ακτίνας, μέχρι και την έξοδό της από το ημισφαίριο, να υπολογίσετε τη γωνιακή εκτροπή της ακτίνας (τη γωνία που σχηματίζει η αρχική διεύθυνση της ακτίνας με την τελική διεύθυνση διάδοσής της).
- ii) Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά τώρα τόσο το ημισφαίριο, όσο και η φωτεινή πηγή, είναι τοποθετημένα σε δοχείο, το οποίο έχουμε γεμίσει με υγρό, δείκτη διάθλασης $n_2=1,4$. Να βρεθεί ξανά η γωνιακή εκτροπή της ακτίνας, μέχρι την έξοδό της από το γυαλί.
- iii) Αντικαθιστούμε το παραπάνω υγρό με άλλο, το οποίο έχει δείκτη διάθλασης $n_3=1,5$. Να βρεθεί τώρα η εκτροπή της ακτίνας, μέχρι την έξοδό της από το γυαλί.

Δίνονται $\eta_{60^\circ} \approx 0,86$ και $\eta_{68^\circ} \approx 0,93$.

Απάντηση:

- i) Η διεύθυνση της ακτίνας που φτάνει στο γυαλί, έχει κατεύθυνση προς το κέντρο του ημισφαιρίου, συνεπώς έχει την διεύθυνση της ακτίνας, αλλά τότε είναι κάθετη στην επαπτόμενη του ημισφαιρίου στο σημείο A . Μια ακτίνα όμως που προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια, δεν θα αλλάξει διεύθυνση και θα συνεχίσει ευθύγραμμα, φτάνοντας στο O . Η γωνία πρόσπτωσης $\varphi=60^\circ$. Βρίσκουμε την κρίσιμη γωνία για τη διάθλαση από το γυαλί προς τον αέρα:



$$\eta_{\mu\vartheta_{crit}} = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,5} \approx 0,67$$

Αλλά $\eta_{\mu\varphi} = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,87$. Παρατηρούμε ότι η γωνία πρόσπτωσης $\varphi=60^\circ$ είναι μεγαλύτερη από την οριακή ή κρίσιμη γωνία. Άρα η ακτίνα δεν θα διαθλαστεί αλλά θα υποστεί ολική ανάκλαση και ξανά υπό γωνία ανάκλασης $\varphi=60^\circ$, ακολουθώντας την διεύθυνση της ακτίνας, θα πέσει κάθετα στην επιφάνεια και χωρίς αλλαγή στην διεύθυνση διάδοσης, θα βγει στον αέρα.

Με βάση το παραπάνω σχήμα, η γωνιακή εκτροπή είναι ίση με την γωνία ε , όπου:

$$\hat{\varepsilon} = 180^\circ - 2\hat{\phi} \rightarrow \varepsilon = 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ$$

- ii) Και στην περίπτωση αυτή, στο σημείο A δεν θα αλλάξει πορεία η ακτίνα, οπότε θα πέσει στην επιφάνεια γυαλί-υγρό στο σημείο O, υπό γωνία $\phi=60^\circ$. Βρίσκουμε ξανά την οριακή γωνία μεταξύ του γυαλιού-υγρού:

$$n_1 \cdot \eta\mu\theta'_{crit} = n_2 \cdot \eta\mu 90^\circ \rightarrow$$

$$\eta\mu\theta'_{crit} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1,4}{1,5} \approx 0,93$$

Βλέπουμε λοιπόν ότι η γωνία των 60° είναι μικρότερη από την κρίσιμη η οποία είναι περίπου 69° και η ακτίνα θα διαθλαστεί στο σημείο O. Με εφαρμογή του νόμου του Snell παίρνουμε:

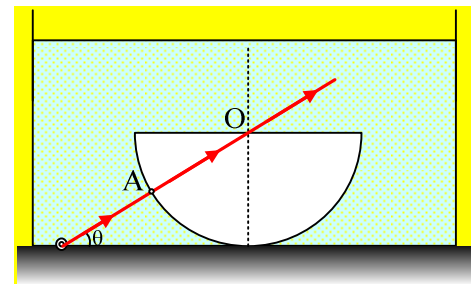
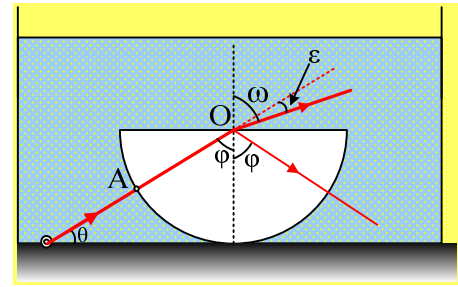
$$n_1 \cdot \eta\mu\phi = n_2 \cdot \eta\mu\omega \rightarrow \eta\mu\omega = \frac{n_1 \cdot \eta\mu\phi}{n_2} \rightarrow$$

$$\eta\mu\omega = \frac{1,5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{1,4} \approx 0,93 \rightarrow \omega = 68^\circ.$$

Με βάση το παραπάνω σχήμα η γωνιακή εκτροπή θα είναι $\varepsilon = \omega - \phi = 8^\circ$.

Να σημειωθεί ότι η διάθλαση δεν θα είναι το μόνο φαινόμενο που θα εμφανιστεί στο κέντρο O, αφού ένα μέρος της ακτίνας θα ανακλαστεί με αποτέλεσμα να υπάρχει και ακτίνα, όπως στην προηγούμενο ερώτημα με εκτροπή 60° .

- iii) Με βάση την προηγούμενη ανάλυση, η ακτίνα θα φτάσει στο σημείο O. Στη θέση αυτή φτάνει στο υγρό, το οποίο όμως έχει τον ίδιο δείκτη διάθλασης με το πρίσμα, συνεπώς θα κινηθεί ευθύγραμμα, χωρίς να μεταβληθεί ούτε η ταχύτητά της ούτε η διεύθυνση διάδοσής της, συνεπώς η ακτίνα δεν θα εκτραπεί.



Υλικό Φυσικής - Χημείας.

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους....

Επιμέλεια:

Διονύσης Μάργαρης