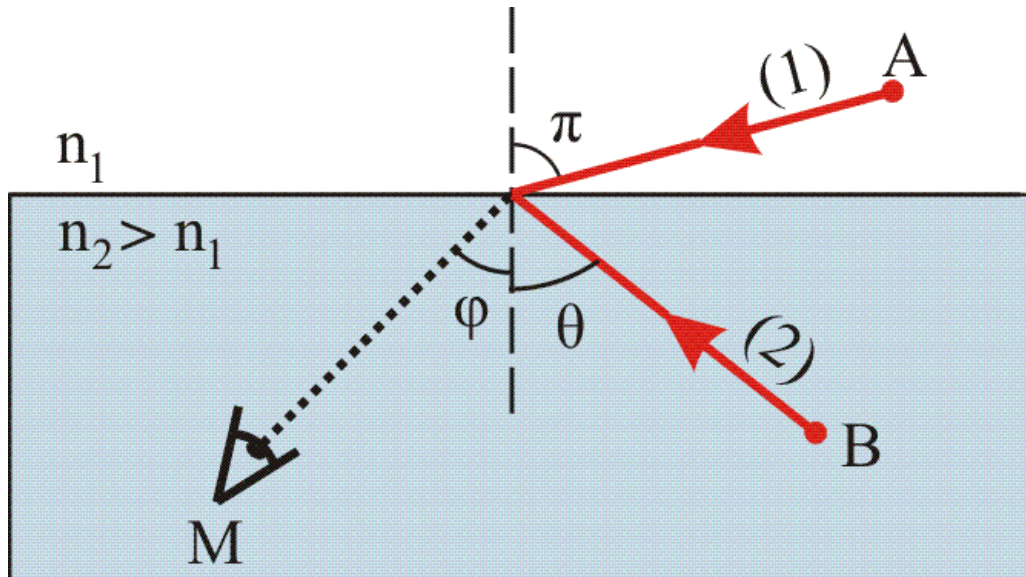


Η κάτω από το νερό ή πάνω από το νερό

Ο παρατηρητής M βρίσκεται μέσα στο πυκνότερο οπτικό μέσο, το οποίο έχει για τη συγκεκριμένη ακτινοβολία δείκτη διάθλασης $n_2 > n_1$, όπου n_1 ο δείκτης διάθλασης του πάνω οπτικού μέσου (π.χ δύτης μέσα σε νερό και πάνω αέρας).



Να δείξετε ότι, όταν η θέση του παρατηρητή είναι τέτοια ώστε «κοιτώντας πάνω» να βλέπει λόγω **ολικής ανάκλασης** την πηγή φωτός στο σημείο B, τότε δε μπορεί ταυτόχρονα να βλέπει οτιδήποτε προέρχεται από το αραιότερο οπτικό μέσο και συναντά τη διαχωριστική επιφάνεια με γωνία πρόσπτωσης $0^\circ < \pi < 90^\circ$ (π.χ: δύτης που βλέπει λόγω **ολικής ανάκλασης** το βυθό, δε μπορεί να δει ταυτόχρονα έξω από το νερό, οπότε χάνει τον προσανατολισμό του) και αντίστροφα.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

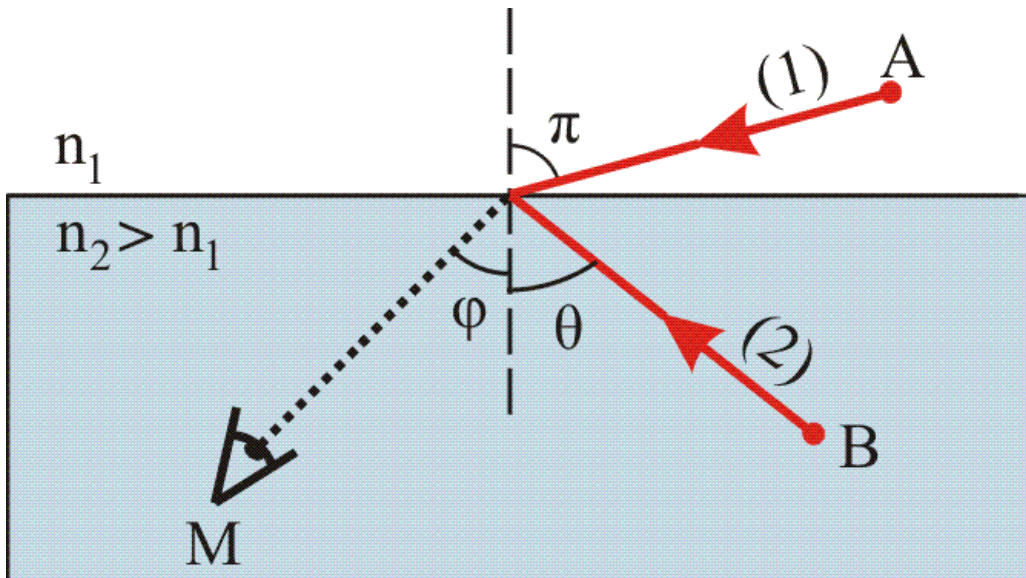
Εφόσον βλέπει **λόγω ολικής ανάκλασης** την πηγή φωτός στο σημείο B, η γωνία πρόσπτωσης της ακτίνας που προέρχεται από το B, θα είναι μεγαλύτερη της κρίσιμης γωνίας των δύο οπτικών μέσων: $\theta > \theta_c \Leftrightarrow \varphi = \theta > \theta_c$ (Θεωρούμε ότι στον παρατηρητή φθάνουν ακτίνες από την πηγή B, **μόνο εξαιτίας ολικής ανάκλασης** και όχι εξαιτίας μερικής ανάκλασης, αφού αν η ακτινοβολία προσπίπτει υπό γωνία μικρότερη της κρίσιμης, κατά ένα μέρος θα διαθλαστεί και κατά το υπόλοιπο θα ανακλαστεί κατά γωνία ίση με τη γωνία πρόσπτωσης, οπότε μπορεί η ανακλώμενη να φθάνει στον παρατηρητή)

Έστω ότι ταυτόχρονα βλέπει και «πάνω» από το πυκνότερο οπτικό μέσο, δηλαδή βλέπει την πηγή φωτός στο σημείο A. Για να συμβαίνει αυτό θα πρέπει η γωνία διάθλασης δ της προερχόμενης από το σημείο A ακτίνας να είναι ίση με τη γωνία φ :

$$\delta = \varphi = \theta \Rightarrow n_1 \delta = n_2 \varphi = n_2 \theta \quad (1)$$

Όμως:

$$n_1 \cdot \eta_{\mu\pi} = n_2 \cdot \eta_{\mu\delta} \Leftrightarrow \eta_{\mu\delta} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \eta_{\mu\pi}$$



Αντικαθιστώντας στην (1) έχουμε:

$$\frac{n_1}{n_2} \cdot \eta_{\mu\pi} = \eta_{\mu\theta} \Leftrightarrow \eta_{\mu\pi} = \eta_{\mu\theta} \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

Για την κρίσιμη γωνία όμως, ισχύει: $\eta_{\mu\theta_c} = \frac{n_1}{n_2}$ Άρα:

$$\eta_{\mu\pi} = \eta_{\mu\theta} \cdot \frac{1}{\eta_{\mu\theta_c}} \Leftrightarrow \eta_{\mu\pi} = \frac{\eta_{\mu\theta}}{\eta_{\mu\theta_c}} \quad (2)$$

$$\text{Όμως: } \theta > \theta_c \Leftrightarrow \eta_{\mu\theta} > \eta_{\mu\theta_c} \Leftrightarrow \frac{\eta_{\mu\theta}}{\eta_{\mu\theta_c}} > 1 \Leftrightarrow \eta_{\mu\pi} > 1, \text{ πράγμα άτοπο.}$$

Συνεπώς δε βλέπει ταυτόχρονα και «πάνω» από το πυκνότερο οπτικό μέσο.

Έστω τώρα, ότι ο παρατηρητής βλέπει «πάνω» από το πυκνότερο οπτικό μέσο, δηλαδή βλέπει την πηγή φωτός στο σημείο A. Τότε, η γωνία διάθλασης δ της προερχόμενης από το σημείο A ακτίνας θα είναι ίση με τη γωνία φ :

$$\delta = \varphi \Rightarrow \eta_{\mu\delta} = \eta_{\mu\varphi} \quad (3)$$

Όμως:

$$n_1 \cdot \eta_{\mu\pi} = n_2 \cdot \eta_{\mu\delta} \Leftrightarrow \eta_{\mu\delta} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \eta_{\mu\pi}$$

Αντικαθιστώντας στην (3) έχουμε:

$$\frac{n_1}{n_2} \cdot \eta_{\mu\pi} = \eta_{\mu\varphi} \Leftrightarrow \eta_{\mu\pi} = \eta_{\mu\varphi} \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

Για την κρίσιμη γωνία όμως, ισχύει: $\eta_{\mu\theta_c} = \frac{n_1}{n_2}$ Άρα:

$$\eta_{\mu\pi} = \eta_{\mu\varphi} \cdot \frac{1}{\eta_{\mu\theta_c}} \Leftrightarrow \eta_{\mu\pi} = \frac{\eta_{\mu\varphi}}{\eta_{\mu\theta_c}} \quad (4)$$

Εφόσον $\eta_{\mu\pi} < 1$, προκύπτει: $\eta_{\mu\varphi} < \eta_{\mu\theta_c}$, άρα $\varphi < \theta_c$. Αυτό σημαίνει ότι η φ δε μπορεί να είναι η γωνία ανάκλασης σε καμία ακτίνα που υφίσταται ολική ανάκλαση, διότι τότε: $\varphi = \theta < \theta_c$, οπότε δε θα υπήρχε ολική ανάκλαση.

Σχόλιο:

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει ότι η φράση του σχολικού στη λεζάντα του σχήματος 2.35, στη σελίδα 70: «Ο δύτες που βρίσκεται στο σημείο P, δέχεται φωτεινές ακτίνες από τον αέρα αλλά **και** ακτίνες που προέρχονται από ολική ανάκλαση στην επιφάνεια του νερού» είναι μάλλον ατυχής.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

Θοδωρής Παπασγουρίδης