

### Πως θα κρύψουμε την λάμπα;

Ο πυθμένας μιας πισίνας είναι τετράγωνο πλευράς  $a=10\text{m}$  και το ύψος της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού είναι  $H=4\text{m}$ . Μια συσκευή Laser, η οποία είναι τοποθετημένη σε μια από τις κορυφές του πυθμένα, εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία ορατού φωτός.

Ο δείκτης διάθλασης του νερού για την ακτινοβολία αυτή είναι  $n=5/3$ .

Να βρεθεί το ελάχιστο εμβαδόν ενός αδιαφανούς καλύμματος, το οποίο πρέπει να τοποθετήσουμε στην επιφάνεια του υγρού, ώστε η συσκευή Laser να μην είναι ορατή από κανένα σημείο έξω από την πισίνα.

Να εξετάσετε το ίδιο πρόβλημα όταν η συσκευή Laser τοποθετηθεί

α) στο μέσο μιας πλευράς του πυθμένα

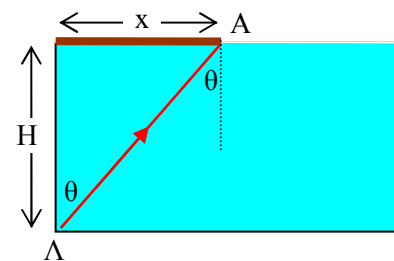
β) στο κέντρο του πυθμένα.

#### Απάντηση

Για να μην είναι ορατή η συσκευή Laser από κανένα σημείο έξω από την πισίνα, θα πρέπει καμία φωτεινή ακτίνα να μην εξέρχεται από το νερό.

Για να συμβεί αυτό θα πρέπει οι ακτίνες, οι οποίες δεν εμποδίζονται από το κάλυμμα, να υφίστανται ολική ανάκλαση.

Θεωρούμε μια κατακόρυφη τομή της πισίνας, η οποία διέρχεται από την συσκευή Laser  $\Lambda$ .



Για να υποστεί ολική ανάκλαση η ακτίνα που προσπίπτει στο άκρο Α του καλύμματος, θα πρέπει

$$\theta \geq \theta_{\text{crit}} \Leftrightarrow \eta\mu\theta \geq \eta\mu\theta_{\text{crit}} \Leftrightarrow \frac{x}{\Lambda A} \geq \frac{1}{n} \Leftrightarrow \frac{x}{\sqrt{H^2 + x^2}} \geq \frac{1}{n} \Leftrightarrow \frac{x^2}{H^2 + x^2} \geq \frac{1}{n^2} \Leftrightarrow$$

$$(n^2 - 1)x^2 \geq H^2 \Leftrightarrow x \geq \frac{H}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

Αντικαθιστώντας τα δεδομένα βρίσκουμε ότι:  $x \geq \frac{3}{4}H = 3\text{m}$

Για να συμβαίνει αυτό σε όλες τις διευθύνσεις που εκπέμπει η συσκευή Laser, θα πρέπει το κάλυμμα να είναι τεταρτοκύκλιο ακτίνας  $R=3\text{m}$  με κέντρο το σημείο της επιφάνειας του νερού που βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφο με την συσκευή Laser.

Συνεπώς το ελάχιστο εμβαδόν του καλύμματος είναι  $E_{\text{min}} = \frac{\pi R^2}{4} = 7\text{m}^2$

Στην περίπτωση που η συσκευή Laser τοποθετηθεί στην μέση μιας πλευράς του πυθμένα, θα πρέπει το κάλυμμα να είναι ημικύκλιο ακτίνας  $R=3\text{m}$  με κέντρο το σημείο της επιφάνειας του νερού που βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφο με την συσκευή Laser.

$$\text{Άρα } E_{\text{min}} = \frac{\pi R^2}{2} = 14\text{m}^2.$$

Τέλος στην περίπτωση που η συσκευή Laser τοποθετηθεί στο κέντρο του πυθμένα, θα πρέπει το κάλυμμα να είναι κύκλος ακτίνας  $R=3\text{m}$ .

$$\text{Άρα } E_{\min} = \pi R^2 = 28 \text{ m}^2.$$

**Υλικό Φυσικής - Χημείας.**

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

Επιμέλεια

***E. Κορφιάτης***