

# ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ

## (Ανάκλαση – Διάθλαση – Οπτικές Ίνες)

### ΑΣΚΗΣΗ 1 (Θεωρία)

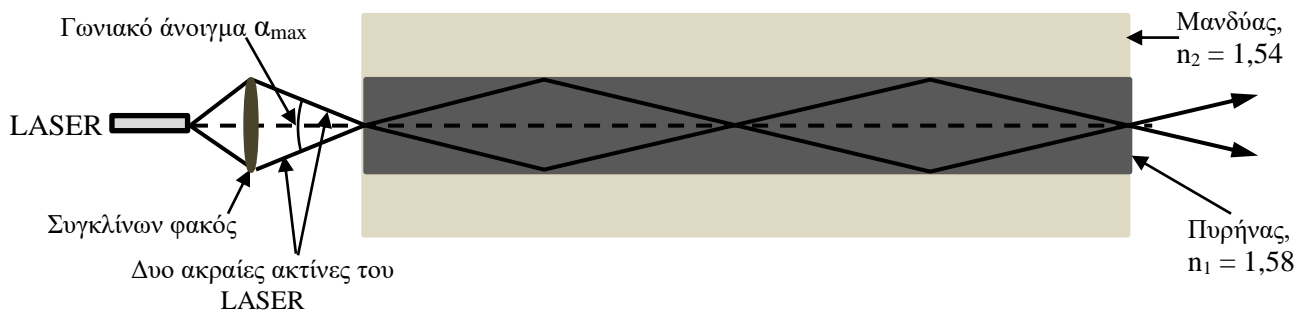
Ποιο είναι το κριτήριο για τη χρήση του ακτινικού ή του κυματικού μοντέλου του φωτός;

### ΑΣΚΗΣΗ 2 (Θεωρία)

- (α) Να ορίσετε το δείκτη διάθλασης ενός υλικού.
- (β) Τι λέει η αρχή του Fermat;
- (γ) Να αποδείξετε ότι στην ανάκλαση μιας φωτεινής δέσμης πάνω σε μια κατοπτρική επιφάνεια η γωνία πρόσπτωσης  $\theta_{\pi}$  και η γωνία ανάκλασης  $\theta_{\alpha}$  είναι ίσε μεταξύ τους ( $\theta_{\pi} = \theta_{\alpha}$ ).
- (δ) Να αποδείξετε ότι στη διάθλαση που υφίσταται μια φωτεινή δέσμη, όταν αυτή περνά από ένα μέσο διάδοσης που έχει δείκτη διάθλασης  $n_1$  σε να άλλο μέσο διάδοσης που έχει δείκτη διάθλασης  $n_2$ , ισχύει η εξίσωση  $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$  (νόμος του Malus) .
- (ε) Τι είναι το φαινόμενο της ολικής εσωτερικής ανάκλασης και κάτω από ποιες συνθήκες λαμβάνει χώρα το φαινόμενο αυτό. Να προσδιορίσετε την εξίσωση με την οποία προσδιορίζεται η οριακή γωνία πρόσπτωσης  $\theta_c$  πέρα από την οποία εμφανίζεται το φαινόμενο της ολικής εσωτερικής ανάκλασης.

### ΑΣΚΗΣΗ 3 (Θεωρία)

Η πιο σημαντική εφαρμογή του φαινομένου της ολικής εσωτερικής ανάκλασης είναι οι οπτικές ίνες που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες. Μια οπτική ίνα αποτελείται από τον πυρήνα, ο οποίος έχει ακτίνα  $R_1$  και δείκτη διάθλασης  $n_1 = 1,58$  και από τον μανδύα, ο οποίος έχει ακτίνα  $R_2$  και δείκτη διάθλασης  $n_2 = 1,54$  και ο οποίος περιβάλλει τον πυρήνα. Να υπολογίσετε το μέγιστο γωνιακό άνοιγμα  $\alpha_{\max}$  το οποίο θα πρέπει να έχει η δέσμη φωτός η οποία όταν εισέρχεται στον πυρήνα της οπτικής ίνας, η δέσμη αυτή να διαδίδεται αποκλειστικά και μόνο μέσα στον πυρήνα χωρίς να διαθλάται μέρος αυτής στο μανδύα (βλέπε παρακάτω σχήμα).



**Υπόδειξη:** Να λάβετε υπόψη σας τη διάθλαση των οπτικών ακτίνων που εισέρχονται στον πυρήνα της οπτικής ίνας. Οι δυο ακραίες ακτίνες της δέσμης LASER που έχουν σχεδιαστεί θα πρέπει να προσπίπτουν στη διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ πυρήνα και μανδύα με γωνία  $\theta \geq \theta_c$ , όπου  $\theta_c$  είναι γωνία ολικής εσωτερικής ανάκλασης.

#### ΑΣΚΗΣΗ 4

Σε μια οπτική ίνα οι δείκτες διάθλασης του πυρήνα και του μανδύα είναι αντίστοιχα  $n_1 = 1,46$  και  $n_2 = 1,45$ .

- (α) Να υπολογίσετε την οριακή γωνία ολικής εσωτερικής ανάκλασης στη διαχωριστική επιφάνεια πυρήνα – μανδύα.
- (β) Στην περίπτωση που η αρχή της οπτικής ίνας βρίσκεται στο περιβάλλον του αέρα, να προσδιορίσετε την περιοχή γωνιών εισόδου των οπτικών ακτινών στον πυρήνα της οπτικής ίνας για τις οποίες οι οπτικές ακτίνες διαδίδονται αποκλειστικά και μόνο μέσα στον πυρήνα της ίνας.
- (γ) Ποια θα είναι η περιοχή γωνιών του ερωτήματος (β) στην περίπτωση που η οπτική ίνα είναι βυθισμένη μέσα σε νερό

Οι δείκτες διάθλασης του αέρα και του νερού είναι  $n_a = 1$  και  $n_v = 1,33$ , αντίστοιχα.

#### ΑΣΚΗΣΗ 5

Σε ένα γυάλινο ενυδρείο η μια κατακόρυφη πλευρά του είναι επίπεδη ενώ η ακριβώς απέναντι πλευρά είναι κυρτή με ακτίνα καμπυλότητας  $R = 25,0$  cm και η μέγιστη απόσταση της επίπεδη πλευράς από την κυρτή πλευρά είναι 50,0 cm. Το ενυδρείο είναι γεμάτο με νερό και μέσα σε αυτό υπάρχει ένα μικρό χρυσόψαρο. Όταν το χρυσόψαρο βρίσκεται σε απόσταση  $s = 10,0$  cm πίσω από το κεντρικό σημείο της κυρτής πλευράς του ενυδρείου, να υπολογίσετε τη φαινομενική απόσταση του χρυσόψαρου όταν αυτό παρατηρείται:

- (α) Από την επίπεδη πλευρά του ενυδρείου.
- (β) Από την κυρτή πλευρά του ενυδρείου.

Αυτό που παρατηρείτε και από τις δυο πλευρές του ενυδρείου είναι το είδωλο του χρυσόψαρου. Το είδωλο αυτό είναι πραγματικό ή φανταστικό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

#### ΑΣΚΗΣΗ 6

- (α) Στην επίπεδη διαχωριστική επιφάνεια δυο διαφανών υλικών Α και Β προσπίπτει μια δέσμη φωτός, η οποία διαδίδεται στο υλικό Α, με γωνία πρόσπτωσης  $\theta_A = 22,0^\circ$ . Η δέσμη φωτός διαθλάται στο υλικό Β με γωνία διάθλασης  $\theta_B = 14,0^\circ$ . Να υπολογίσετε την οριακή γωνία  $\theta_c$  ολικής εσωτερικής ανάκλασης στη διαχωριστική επιφάνεια των δυο υλικών. Ποια φορά πρέπει να έχει η δέσμη φωτός για να υπάρξει το φαινόμενο της ολικής εσωτερικής ανάκλασης;
- (β) Μια φωτεινή πηγή χρώματος κόκκινου είναι τοποθετημένη στο γεωμετρικό κέντρο ενός ενυδρείου που είναι γεμάτο με νερό. Οι διαστάσεις του ενυδρείου είναι:

Μήκος  $L = 30,0$  cm, πλάτος  $D = 24,0$  cm και ύψος  $H = 24,0$  cm.

Να υπολογίσετε τις ακτίνες των κόκκινων φωτεινών κύκλων που εμφανίζονται στα γυάλινα πλευρικά τοιχώματα του ενυδρείου και στην επιφάνεια του νερού.

Δίνονται: Δείκτες διάθλασης γυαλιού, νερού και αέρα:  $n_\gamma = 1,54$ ,  $n_v = 1,33$  και  $n_a = 1,00$ , αντίστοιχα.

### ΑΣΚΗΣΗ 7

Το διπλανό σχήμα αναπαριστά μια παραλία κατάλληλη για κολύμβηση. Στο σημείο A είναι η θέση στην οποία βρίσκεται ο ναυαγοςώστης και στη θέση B βρίσκεται ένας κολυμβητής ο οποίος καλεί σε βοήθεια. Ποια από τις διαδρομές που προτείνονται στο σχήμα θα πρέπει να ακολουθήσει ο ναυαγοςώστης για φθάσει στον κολυμβητή στο μικρότερο χρονικό διάστημα; Δίνονται: Η ταχύτητα του κολυμβητή στην άμμο  $v_1 = 5,50 \text{ m/s}$  και η ταχύτητα κολύμβησης του κολυμβητή  $v_2 = 2,50 \text{ m/s}$ .

