

## ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

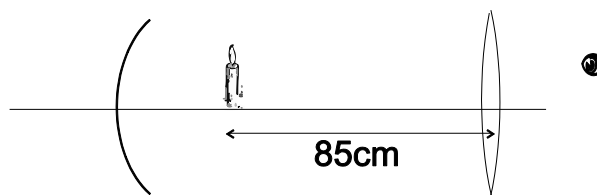
ΦΥΕ 34 2010-11

3<sup>η</sup> ΕΡΓΑΣΙΑ

Προθεσμία παράδοσης 8/2/11

**Άσκηση 1**

Ένα κεριό τοποθετείται στο κέντρο καμπυλότητας ενός κοίλου κατόπτρου με εστιακή απόσταση 10.0cm και ένας συγκλίνων φακός με εστιακή απόσταση 32.0 cm τοποθετείται σε απόσταση 85.0cm δεξιά του κεριού. Αν κοιτάξουμε το

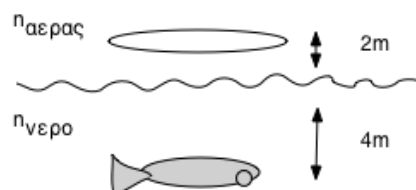


κερί από τα δεξιά δια μέσου του φακού βλέπουμε δύο είδωλα. Το πρώτο σχηματίζεται από τις ακτίνες που περνούν κατευθείαν από το φακό. Το δεύτερο από τις ακτίνες που ανακλώνται στο κάτοπτρο και μετά διέρχονται από το φακό.

- A) Σχηματίστε καθένα από τα δύο είδωλα χρησιμοποιώντας διαγράμματα των κύριων ακτίνων και βρείτε αν είναι πραγματικό ή φανταστικό, ορθό ή ανεστραμμένο  
B) Προσδιορίστε την ακριβή του θέση και το μέγεθος του κάθε ειδώλου.

**Άσκηση 2**

Ένα μικρό ψάρι βρίσκεται 4 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας και το παρατηρούμε από μία βάρκα με ένα λεπτό, συγκλίνοντα φακό με εστιακή απόσταση 30 μέτρα. Αν ο φακός βρίσκεται δύο μέτρα πάνω από την επιφάνεια του νερού που βρίσκεται το είδωλο του ψαριού όπως το βλέπει ο παρατηρητής; Υποθέτουμε ότι το ψάρι βρίσκεται στον οπτικό άξονα του φακού και ότι  $n_{\text{αερα}}=1$ ,  $n_{\text{νερό}}=1.33$ .

**Άσκηση 3**

Πρίσμα από πυριτάλο γωνίας  $A = 50^\circ$  βυθίζεται σε αλκοόλη. Αν το φως προσπίπτει υπό γωνία  $i = 30^\circ$

A) να υπολογιστεί η διαφορά των γωνιών εκτροπής  $\delta_C$ ,  $\delta_F$  μεταξύ των ακτίνων της γραμμής C- και F- Fraunhofer.

B) Πόση είναι η γωνία εκτροπής  $\delta$  για  $\lambda = 5.632 \times 10^{-7}$  m; Χρησιμοποιήστε τα δεδομένα του πίνακα 21-3 σελ 219 των Αλόνσο-Φινν.

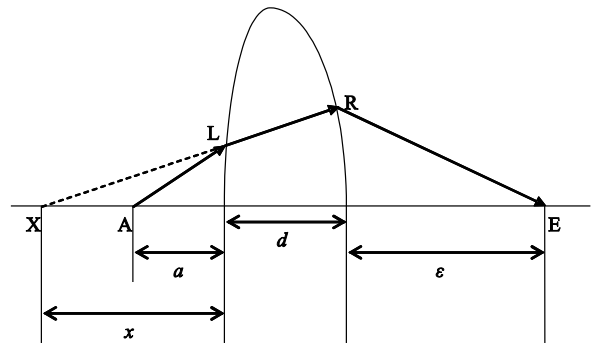
**Άσκηση 4**

Λεπτή παραξονική μονοχρωματική δέσμη εξ αντικειμένου A προσπίπτει από τα αριστερά σε παχύ αμφίκυρτο φακό κεντρικού πάχους  $d$ , με δείκτη διαθλάσεως  $n$  και με ακτίνες καμπυλότητας αριστερά  $r_L$  και δεξιά  $r_R$ , διαθλάται στα σημεία L και R

των δύο επιφανειών, και εστιάζει στο είδωλο E δεξιά του φακού, με πορεία όπως στο Σχήμα.

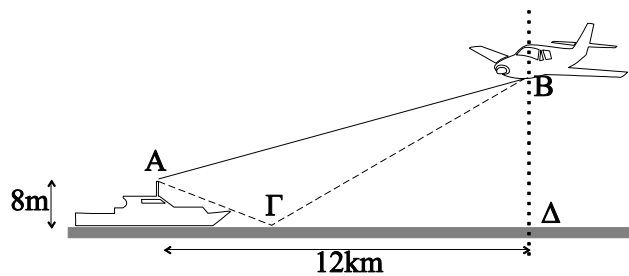
Αν η απόσταση του αντικειμένου είναι  $a$ , να γραφούν

A) οι αποστάσεις και τα είδη των αντικειμένων και των ειδώλων των δύο επιφανειών, B) οι μεγεθύνσεις αυτών, καθώς και η τελική μεγέθυνση του φακού.



### Άσκηση 5

Η κεραία του ραντάρ ενός αντιτορπιλικού η οποία βρίσκεται σε ύψος 8m από την επιφάνεια της θάλασσας λαμβάνει σήμα από ένα αεροπλάνο ευρισκόμενο σε απόσταση 12km. Το σήμα φτάνει αφενός άμεσα (διαδρομή BA στο Σχήμα) και αφετέρου μετά από ανάκλαση στην επιφάνεια της θάλασσας (διαδρομή BΓA στο Σχήμα). Το ραντάρ λειτουργεί σε μήκος κύματος 0.10m. Ποιο είναι το ελάχιστο ύψος του αεροπλάνου, από την επιφάνεια της θάλασσας, για το οποίο το σήμα που λαμβάνει το ραντάρ παρουσιάζει ελάχιστο;



Υπόδειξη: (1) Μπορείτε να επεκτείνετε την BΓ μέχρι να τμήσει την προέκταση της κεραίας. (2) Θεωρείστε ότι το ζητούμενο ύψος είναι κατά πολύ μικρότερο από την απόσταση αεροπλάνου-ραντάρ.

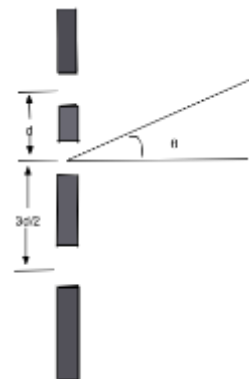
### Άσκηση 6

Θεωρούμε ένα σύστημα τριών όμοιων σχισμών όπως στο σχήμα οι οποίες φωτίζονται με μονοχρωματικό φως. Η δεύτερη σχισμή απέχει απόσταση  $d$  από την πρώτη ενώ η τρίτη απέχει  $3d/2$  από την δεύτερη.

A) Σε ποιά τιμή της γωνίας  $\theta$  βρίσκεται το πρώτο μέγιστο;

B) Έστω η γωνία της ερώτησης (A) είναι  $\theta_1$ . Αν η ένταση της ακτινοβολίας στο μηδενικής τάξης μέγιστο για  $\theta=0$  είναι  $I_0$  να βρεθεί η ένταση σε μονάδες του  $I_0$  στην κατεύθυνση  $\theta_1/2$ . Ισχύει  $\lambda \ll d$ .

Υπόδειξη: Στο (A) μπορείτε να αναπτύξετε την ένταση ως άθροισμα σειράς συνημιτόνων και να εξετάσετε τότε όλα τα συνημίτονα είναι ίσα με την μονάδα.



### Άσκηση 7

Σε ένα κυματοαγωγό διαδίδεται ηλεκτρομαγνητικό (HM) κύμα σύμφωνα με την εγκάρσια μαγνητική λύση (TM). Το HM πεδίο και η διάταξη των αγωγών δίνεται από τις σχέσεις στη σελ. 279 των Αλόνσο-Φινν.

A) Να δείξετε ότι το HM πεδίο είναι λύση των εξισώσεων του Maxwell.

B) Να υπολογιστεί η ταχύτητα φάσης  $v_p$  και ομάδας  $v_g$  του HM κύματος και ο λόγος  $v_p/v_g$ . Ποια από τις δύο είναι μεγαλύτερη; Αν κάποια είναι μεγαλύτερη από την

ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c$  σχολιάστε γιατί αυτό δεν έρχεται σε αντίφαση με την αρχή της σχετικότητας.

### Άσκηση 8

Σε πείραμα συμβολής εκ  $N = 4$  ισαπεχουσών ομοίων σχισμών, εκάστης εύρους  $b$ , παρατηρείται ότι το  $3^{\text{ο}}$  κύριο μέγιστο ελλείπει ως  $1^{\text{ο}}$  ελλείπον μέγιστο.

A) Να βρεθεί η απόσταση  $a$  μεταξύ των σχισμών.

B) Να εξετασθεί αν και κατά πόσον πρακτικώς (σε ποσοστό της εντάσεως του κεντρικού μεγίστου) ελλείπουν και τα δύο αμέσως γειτονικά δευτερεύοντα μέγιστα εκατέρωθεν του ως άνω ελλείποντος  $3^{\text{ο}}$  κυρίου μεγίστου.

### Άσκηση 9

Θεωρείστε μια λεπτή μεμβράνη από σαπούνι (δείκτης διάθλασης 1.34) πάχους 550.0nm.

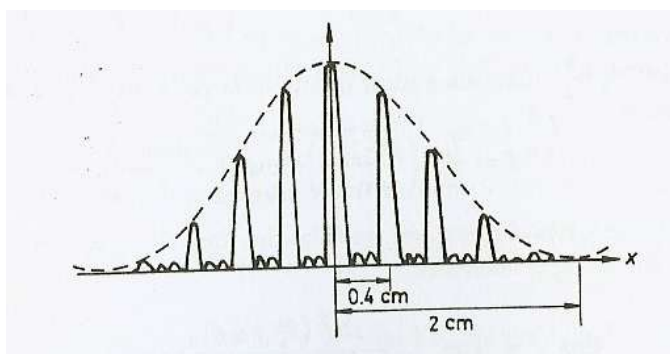
A) Βρείτε τα μήκη κύματος της ακτινοβολίας τα οποία δεν ανακλώνται όταν η μεμβράνη φωτίζεται κάθετα με το φως του ηλίου από τη μια πλευρά.

B) Ένας φοιτητής κοιτάει τον ήλιο μέσα από τη λεπτή μεμβράνη του ερωτήματος (A) ποια μήκη κύματος δεν θα βλέπει (σε σχέση με τα μήκη κύματος που θα έβλεπε αν δεν υπήρχε η μεμβράνη);

### Άσκηση 10

Σε ένα πέτασμα που βρίσκεται σε απόσταση 20 μέτρων από ένα φράγμα αποτελούμενο από  $N$  ταυτόσημες, παράλληλες σχισμές παρατηρείται η ένταση του φωτός σαν συνάρτηση της απόστασης όπως στο σχήμα.

Το φως που διέρχεται από τις σχισμές έχει μήκος κύματος  $\lambda = 6000 \text{ \AA}$  ενώ κάθε σχισμή έχει πλάτος  $a$  και απόσταση από την επόμενη  $d$ .



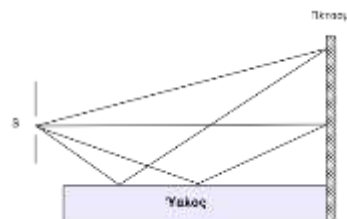
A) Να βρεθούν οι τιμές των  $N$ ,  $a$ ,  $d$ .

B) Να δοθεί η έκφραση της διακεκομμένης γραμμής που περιβάλλει τα μεγάλα μέγιστα και να περιγραφεί η φυσική της σημασία.

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1) Ο μυωπικός οφθαλμός είναι μεγαλύτερος (βαθύτερος) του φυσιολογικού, ενώ ο υπερμετρωπικός είναι μικρότερος (ρηχότερος) του φυσιολογικού, πράγμα που ο φακός του οφθαλμού δεν το «ξέρει». Γιατί τα γαλιά μυωπίας έχουν αποκλίνοντες φακούς ενώ της υπερμετρωπίας συγκλίνοντες;

2) Για το κάτοπτρο του Loyd το οποίο παράγει συμβολή από μία μόνα πηγή να σχεδιαστεί ένα ισοδύναμο σύστημα με δύο σύμφωνες πηγές. Τι συμπεραίνετε αν ο κροσσός στο σημείο  $O$  είναι σκοτεινός;



3) Πρίσμα μικρής γωνίας  $A \ll 1 \text{ rad}$  έχει δείκτη διάθλασης  $n$ . Είναι βυθισμένο σε δύο υγρά έτσι ώστε η επιφάνεια στην οποία το φως προσπίπτει να είναι σε επαφή με

υγρό δείκτη διάθλασης  $n_1$  ενώ η επιφάνεια από την οποία το φως αναδύεται να είναι σε επαφή με υγρό δείκτη διάθλασης  $n_2$ . Αν η γωνία πρόσπτωσης του φωτός στο πρίσμα είναι  $i \ll 1 \text{ rad}$  να υπολογίσετε προσεγγιστικά τη γωνία εκτροπής του φωτός  $\delta$ . Τι συμπεραίνετε όταν  $n_1 = n_2$ ;

4) Εξηγείστε γιατί τα φτερά μιας ακίνητης πεταλούδας φαίνονται να έχουν διαφορετικό χρώμα ανάλογα με τη γωνία που τα κοιτάμε.

5) Η ολική ένταση  $I$  της επαλληλίας δύο ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (ιδίας συχνότητας και κυματανύσματος, αλλά διαφορετικών πλατών και φάσεως) ισούται με το άθροισμα των επί μέρους εντάσεων  $I_1 + I_2$ . Τι συμπεραίνετε για τα ηλεκτρικά πεδία  $\vec{E}_1$  και  $\vec{E}_2$  των δύο κυμάτων;