

## ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΦΥΕ 34 2007-08

3<sup>η</sup> ΕΡΓΑΣΙΑ

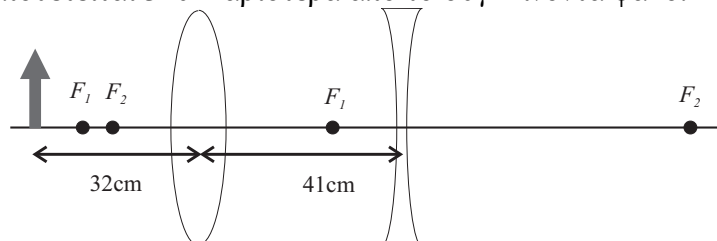
Προθεσμία παράδοσης 5/2/08

**Άσκηση 1**

Θεωρούμε ένα αντικείμενο και μια οθόνη τοποθετημένη σε απόσταση  $D$  από το αυτό. Ανάμεσά τους τοποθετείται ένας συγκλίνων φακός εστιακής απόστασης  $f$ . Να δείξετε ότι για οποιαδήποτε απόσταση  $D$ , μεγαλύτερη μιας κρίσιμης τιμής, υπάρχουν δύο θέσεις του φακού για τις οποίες το είδωλο του αντικειμένου θα σχηματιστεί πάνω στην οθόνη. Να προσδιορίσετε τις θέσεις αυτές καθώς και την κρίσιμη τιμή του  $D$ .

**Άσκηση 2**

Το σύστημα του σχήματος αποτελείται από ένα συγκλίνοντα φακό, εστιακής απόστασης 22cm (εστία  $F_1$ ), και έναν αποκλίνοντα φακό (εστία  $F_2$ ), εστιακής απόστασης 57cm, τοποθετημένο 41cm δεξιά του πρώτου όπως στο σχήμα. Ένα αντικείμενο τοποθετείται 32cm αριστερά από το συγκλίνοντα φακό.

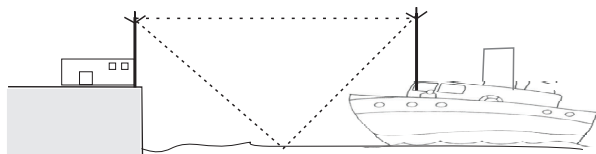


A) Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των κυρίων ακτίνων να σχεδιαστεί το τελικό είδωλο του αντικειμένου.

B) Να προσδιοριστεί η θέση και η μεγέθυνση και το είδος του ειδώλου.

**Άσκηση 3**

Ένα πλοίο, που βρίσκεται σε ένα ήρεμο λιμάνι και πλησιάζει την προκυμαία, δέχεται ένα σήμα 180 MHz από το λιμεναρχείο. Η κεραία του λιμεναρχείου



βρίσκεται 25m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και στο ίδιο ύψος βρίσκεται και η κεραία του πλοίου. Όπως φαίνεται στο Σχήμα το σήμα φτάνει στην κεραία από δύο δρόμους: άμεσα και μέσω ανάκλασης στην επιφάνεια της θάλασσας. Υποθέτοντας ότι το ηλεκτρικό πεδίο του προσπίπτοντος στην επιφάνεια της θάλασσας σήματος είναι πολωμένο κάθετα στο επίπεδο πρόσπτωσης, υπολογίστε

A) Πόσο απέχει η κεραία του πλοίου από την κεραία του λιμεναρχείου τη πρώτη φορά που παρατηρεί ότι το σήμα που λαμβάνει παρουσιάζει ελάχιστο;

B) Με ποια ταχύτητα κινείται το πλοίο αν ανάμεσα από το πρώτο και το δεύτερο ελάχιστο μεσολαβούν 140s;

#### Άσκηση 4

Μια ακτίνα πράσινου φωτός μήκους κύματος  $\lambda = 565.69\text{nm}$  πέφτει με γωνία  $30^\circ$  πάνω σε λεπτό επίπεδο με δείκτη διάθλασης  $1.500$  που περιβάλλεται από αέρα.

A) Ποιο είναι το μικρότερο πάχος του υμενίου για το οποίο στο σημείο ανακλάσεως εμφανίζεται φωτεινός κροσσός;

B) Πως θα φαινόταν το σημείο αυτό αν το υμένιο είχε πάχος  $1500\text{nm}$ ;

#### Άσκηση 5

Θεωρείστε την περίθλαση κατά Fraunhofer φωτός μήκους κύματος  $\lambda$  από μια λεπτή σχισμή πλάτους  $b$ . Για οποιοδήποτε  $\lambda \leq b/4$  να προσδιοριστούν

A) οι γωνίες στις οποίες εμφανίζονται τα τρία πρώτα ελάχιστα και δευτερεύοντα μέγιστα της έντασης

B) ο λόγος της έντασης στα δευτερεύοντα μέγιστα του ερωτήματος (A) ως προς το κεντρικό μέγιστο.

Υπόδειξη: Δίνεται ότι κατά αύξουσα σειρά (απολύτου) οι ρίζες της εξίσωσης  $x = \tan x$  προσεγγιστικά είναι  $x = \pm 1.430\pi, \pm 2.459\pi, \pm 3.471\pi, \pm 6.484\pi \dots$

#### Άσκηση 6

Φοιτητής παρατηρεί την κατανομή έντασης περίθλασης κατά Fraunhofer φωτός από δύο ίδιες παράλληλες σχισμές πάχους  $b$  και διαπιστώνει πως υπάρχουν μηδενισμοί

της έντασης μόνο για τιμές της γωνίας  $\theta$  με  $\sin \theta = \pm \frac{1}{3} \frac{\lambda}{b}, \pm \frac{\lambda}{b}, \pm \frac{5}{3} \frac{\lambda}{b}, \pm 2 \frac{\lambda}{b}, \pm \frac{7}{3} \frac{\lambda}{b}, \pm 3 \frac{\lambda}{b}, \pm \frac{11}{3} \frac{\lambda}{b}, \pm 4 \frac{\lambda}{b}$ .

A) Ποια είναι η απόσταση των σχισμών;

B) Ποιοι οι περιορισμοί που προκύπτουν για το μήκος κύματος του προσπίπτοντος φωτός;

#### Άσκηση 7

Ισοσκελές τριγωνικό πρίσμα γωνίας κορυφής  $2A$  παρουσιάζει δείκτη διάθλασης  $n_{\text{Π}}^{\mu} = 1.5$  στο μπλέ φως ( $\lambda_{\mu} = 450\text{nm}$ ) και  $n_{\text{Π}}^{\pi} = 1.4$  στο πράσινο φως ( $\lambda_{\pi} = 510\text{nm}$ ).

Το πρίσμα βυθίζεται σε υγρό του οποίου οι αντίστοιχοι δείκτες διάθλασης είναι  $n_{\gamma}^{\mu} = 1.6$  και  $n_{\gamma}^{\pi} = 1.4$ .

A) Βρείτε τις εκφράσεις για το δείκτη διάθλασης του κάθε υλικού συναρτήσει του μήκους κύματος και υπολογίστε τις σταθερές που υπεισέρχονται. Σχεδιάστε σε κοινή γραφική παράσταση τους δύο δείκτες διάθλασης στην περιοχή των ορατών μηκών κύματος.

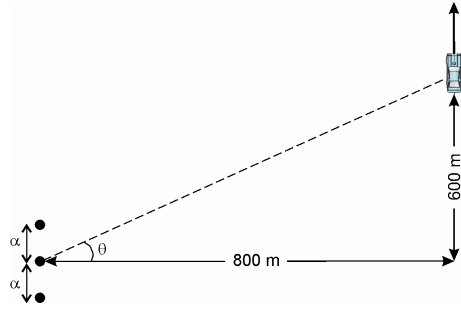
B) Δέσμη λευκού φωτός η οποία διαδίδεται μέσα στο υγρό παράλληλα με τη βάση του πρίσματος προσπίπτει στη μία πλευρά του πρίσματος. Να βρεθούν οι συνθήκες κάτω από τις οποίες τα τρία βασικά χρώματα (μπλέ, πράσινο, κόκκινο) ( $\lambda_{\kappa} = 650\text{nm}$ ) μπορούν να υποστούν ολική ανάκλαση σε κάθε μια από τις δύο πλευρές του πρίσματος.

### Άσκηση 8

Στην εγκάρσια ηλεκτρική λύση (TE) ηλεκτρομαγνητικού κύματος σε κυματοδηγό με παράλληλα επίπεδα, οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, σε στιγμιότυπο δοθέντος χρόνου και σε επίπεδο κάθετο προς το ηλεκτρικό πεδίο και παράλληλα προς τον άξονα διαδόσεως του κύματος, είναι κλειστές γύρω από ορισμένα κέντρα. Βρείτε τα κέντρα τα οποία ορίζονται ως τα σημεία όπου το μαγνητικό πεδίο μηδενίζεται αλλά ο στροβιλισμός του είναι μη μηδενικός.

### Άσκηση 9

Τρεις ραδιοφωνικές κεραιές τοποθετημένες όπως στο Σχήμα (κουκίδες) με  $a = 5 \text{ m}$ , είναι σε φάση και εκπέμπουν το ίδιο σήμα με το ίδιο μήκος κύματος. Το σήμα λαμβάνεται από ραδιοφωνικό δέκτη αυτοκινήτου που κινείται παράλληλα στην ευθεία που ενώνει τους τρεις πομπούς.



A) Αν η δεδομένη θέση του αυτοκινήτου στο σχήμα αντιστοιχεί στο δεύτερο

κύριο μέγιστο της έντασης του

εκπεμπόμενου κύματος, ποια είναι η συχνότητά του;

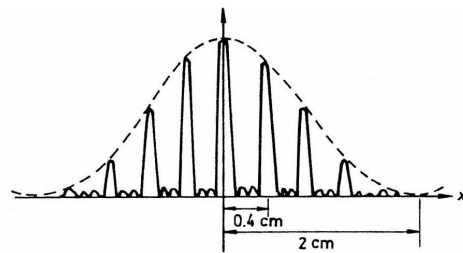
B) Πόσο πρέπει να μετακινηθεί το αυτοκίνητο (προς την ίδια κατεύθυνση) ώστε να συναντήσει το αμέσως επόμενο ελάχιστο;

Γ) Πόσα μέγιστα (κύρια και πρόσθετα) και πόσα ελάχιστα θα συναντήσει το αυτοκίνητο κατά την κίνησή του ξεκινώντας από το σημείο που αντιστοιχεί σε  $\theta = 0$ ;

Δ) Αναπαραστήστε γραφικά την ένταση  $I$  σαν συνάρτηση του  $a \sin \theta / \lambda$ , και παρουσιάστε τη γωνιακή κατανομή της έντασης σε πολικό διάγραμμα.

### Άσκηση 10

Σε πείραμα περίθλασης από  $N$  παράλληλες σχισμές, η κατανομή εντάσεως ακτινοβολίας  $I$ , ως συνάρτηση της απόστασης  $x$  από το κεντρικό μέγιστο, σε πέτασμα που βρίσκεται σε απόσταση 20m από τις σχισμές, φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Φως μήκους κύματος  $\lambda = 6000 \text{ \AA}$  περνάει

μέσα από τις σχισμές, κάθε μια από τις οποίες έχει εύρος  $a$  και απέχει από τις άλλες απόσταση  $d$ . Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του σχήματος

A) Προσδιορίστε τις τιμές των  $N$ ,  $a$  και  $d$ .

B) Εξηγήστε σε τι αντιστοιχεί η διακεκομμένη γραμμή που περιβάλλει τα μέγιστα και δώστε τη φυσική της σημασία.

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 1) Αν η γωνία  $A$  ενός πρίσματος δείκτη διάθλασης  $n$  είναι μικρή και οι προσπίπτουσες ακτίνες πέφτουν σχεδόν κάθετα σε μια πλευρά του βρείτε μια προσεγγιστική έκφραση της εκτροπής (συναρτήσει των  $A$  και  $n$ );
- 2) Αλλάζει η εστιακή απόσταση ενός φακού αν αυτός τοποθετηθεί μέσα σε νερό;
- 3) Αν η πόρτα μιας τάξης διδασκαλίας είναι ελαφρώς ανοικτή οι μαθητές ακούνε τι συμβαίνει στο διάδρομο χωρίς να μπορούν να δουν τι συμβαίνει. Πως εξηγείτε τη διαφορά;
- 4) Δύο πηγές εκπέμπουν επίπεδα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του ίδιου μήκους κύματος  $\lambda$ , με ηλεκτρικά πεδία  $\vec{E}_1 = \vec{E}_{10} \cos(k r_1 - \omega t)$ ,  $\vec{E}_2 = \vec{E}_{20} \cos(k r_2 - \omega t)$ , συμβάλουν σε ένα σημείο που απέχει  $r_1$  από την πρώτη πηγή και  $r_2$  από τη δεύτερη αντίστοιχα. Αν τα  $\vec{E}_{10}$  και  $\vec{E}_{20}$  σχηματίζουν γωνία  $30^\circ$  βρείτε μια έκφραση για την ένταση του προκύπτοντος κύματος.
- 5) Τα φώτα πορείας ενός αυτοκινήτου απέχουν 1.30m. Σε πόση περίπου απόσταση θα αρχίσετε να διακρίνετε το ένα φανάρι από το άλλο καθώς το αυτοκίνητο σας πλησιάζει από μακριά; Θεωρείστε ότι τα φανάρια εκπέμπουν κίτρινο φως μήκους κύματος  $\lambda = 5.9 \times 10^{-7}$  m και ότι η διάμετρος της κόρης του ματιού είναι 2mm.