

## ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΦΥΕ 34 2008-09

3<sup>η</sup> ΕΡΓΑΣΙΑ

Προθεσμία παράδοσης 3/2/09

**Άσκηση 1**

Ένα αντικείμενο ύψους 8.0 cm τοποθετείται 12 cm αριστερά ενός συγκλίνοντος φακού εστιακής απόστασης 8.0 cm. Ένας δεύτερος συγκλίνων φακός εστιακής απόστασης 6.0 cm τοποθετείται 36.0 cm δεξιά του πρώτου φακού. Οι οπτικοί άξονες των δύο φακών συμπίπτουν. Βρείτε τη θέση, το μέγεθος και το είδος του παραγόμενου από το σύστημα ειδώλου

A) Γραφικά, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των κυρίων ακτίνων.

B) Βρείτε αριθμητικές τιμές χρησιμοποιώντας τον τύπο του Descartes.

Γ) Ποια η μεγέθυνση του κάθε φακού και ποια του συστήματος και σε τι θα χρησίμευε ο δεύτερος φακός σε ένα οπτικό όργανο;

Δ) Θεωρήστε ότι μεταβάλλουμε την θέση του δεύτερου φακού χωρίς να αλλάξει η διάταξή τους. Για ποια τιμή της απόστασης μεταξύ των φακών το είδωλο θα δημιουργηθεί στη θέση του αντικειμένου;

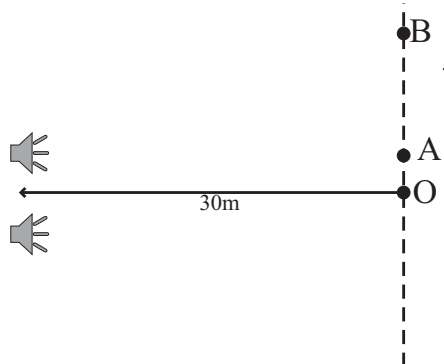
E) Ποιο το μέγεθος και το είδος του ειδώλου στην περίπτωση (Δ);

**Άσκηση 2**

Να βρεθεί το είδωλο ημιευθείας, κλίσης  $\alpha$ , της οποίας το άκρο βρίσκεται πάνω σε λεπτό φακό εστιακής αποστάσεως  $f$  και η οποία διέρχεται από την εστία αυτού.

**Άσκηση 3**

Δύο ηχεία τοποθετούνται σε πλατεία, σε απόσταση 1.00m μεταξύ τους, για τις ανάγκες μια εκδήλωσης. Ο τεχνικός που ρυθμίζει τα ηχεία πιστεύει ότι ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός εισάγει μια μικρή διαφορά φάσης στο ήχο που παράγεται από τα δύο ηχεία. Για να το ελέγξει τροφοδοτεί τα δύο ηχεία με σήμα που αντιστοιχεί σε ήχο σταθερής συχνότητας και αρχίζει να κινείται σε απόσταση 30.0m από την ευθεία που ενώνει τα ηχεία και παράλληλα προς αυτήν ξεκινώντας από το σημείο O όπως στο σχήμα. Στην πορεία του παρατηρεί ότι η ένταση του ήχου αυξάνεται συνεχώς μέχρι που φτάνει σε μέγιστο στο σημείο A και μετά αρχίζει να μειώνεται φτάνοντας σε ελάχιστο στο σημείο B, όπου  $OA=0.52m$  και  $OB=12.2m$  και η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι 343.m/s

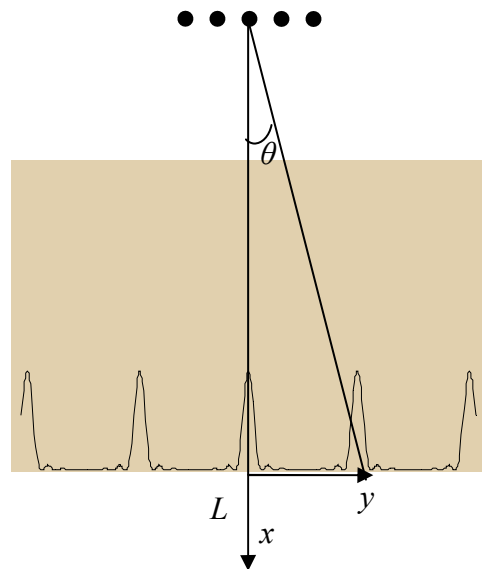


A) Ποια η διαφορά φάσης (σε μοίρες) ανάμεσα στα δύο ηχεία;

B) Ποια συχνότητα χρησιμοποίησε για τον έλεγχο;

#### Άσκηση 4

Σταθμός ελέγχου ο οποίος χρησιμοποιεί γραμμική διάταξη  $N$  συμφώνων κεραιών μεταβλητής συχνότητας  $f$ , οι οποίες απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $d$ , εκπέμπει κάθε  $T$  δευτερόλεπτα σήμα μικρής διάρκειας, για να επικοινωνεί με διαφόρους λήπτες. Δύο λήπτες, ξεκινώντας ταυτοχρόνως από σημείο  $(x=L, y=0)$  που βρίσκεται στο κεντρικό επίπεδο (συμμετρίας) της διατάξεως και σε απόσταση  $L \gg d$  από αυτήν, απομακρύνονται ο ένας παράλληλα προς την διάταξη (κατά τον  $y$  άξονα, καθέτως προς το εν λόγω επίπεδο), και ο άλλος καθέτως προς την διάταξη (κατά τον  $x$  άξονα, επί του επιπέδου), κινούμενοι ο καθένας με σταθερή ταχύτητα  $v$ .

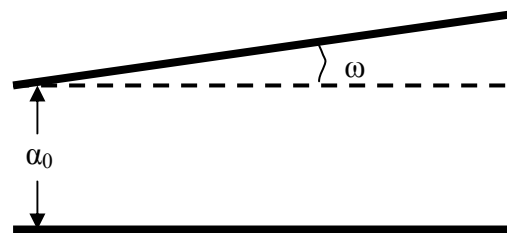


A) Ποιες είναι οι δυνατές τιμές της σταθερής συχνότητας εκπομπής έτσι ώστε οι δύο λήπτες να λαμβάνουν σήμα με τη μέγιστη ένταση;

B) Υπάρχει ελάχιστη συχνότητα κάτω από την οποία δεν είναι δυνατή η παραπάνω επικοινωνία με τους δύο λήπτες;

#### Άσκηση 5

Θεωρούμε ένα λεπτό σφηνοειδές πλακίδιο με δείκτη διάθλασης  $n$  του οποίου οι πλευρές δεν είναι παράλληλες αλλά σχηματίζουν σταθερή γωνία  $\omega$  και το πάχος του μεταβάλλεται με την απόσταση από το ένα άκρο στο άλλο. Φως προσπίπτει στην πάνω κεκλιμένη ή την κάτω οριζόντια επιφάνεια.



A) Για κάθετη πρόσπτωση να ευρεθούν τα μέγιστα και ελάχιστα συμβολής.

B) Ναδειχθεί ότι η απόσταση που απέχουν πάνω στην πλάκα δυο διαδοχικές τάξεις ενισχυτικής συμβολής από ανάκλαση δίνεται από την σχέση  $\omega \Delta x = \lambda / 2n$  και να σχολιασθεί το αποτέλεσμα αυτό.

#### Άσκηση 6

Θεωρούμε ένα πείραμα περίθλασης φωτός πηγής Laser από δύο όμοιες σχισμές που απέχουν  $6 \mu\text{m}$ . Η παρατήρηση σε οθόνη η οποία βρίσκεται σε απόσταση  $\ell = 2m$  από τις σχισμές δείχνει φωτεινούς κροσσούς στις θέσεις  $0, \pm 177, \pm 353, \pm 530, \pm 883, \pm 1060, \dots \text{mm}$ .

A) Να βρεθεί το μήκος κύματος του Laser και το πλάτος  $b$  των σχισμών

B) Να βρεθεί το πλήθος και η θέση όλων των φωτεινών κροσσών περίθλασης

Γ) Να απαντηθεί το B) στην περίπτωση που καλυφθεί η μία από τις δύο σχισμές με αδιαφανές πέτασμα.

### Άσκηση 7

Οι γωνίες ελάχιστης εκτροπής ενός ισόπλευρου τριγωνικού πρίσματος είναι  $\delta_{\kappa} = 48^\circ$  και  $\delta_{\mu} = 50^\circ$  για κόκκινο ( $\lambda_{\kappa} = 656 \text{ nm}$ ) και μπλε ( $\lambda_{\mu} = 486 \text{ nm}$ ) φως, αντίστοιχα.

A) Να βρεθεί η έκφραση που δίνει το δείκτη διάθλασης του πρίσματος σαν συνάρτηση του μήκους κύματος και να γίνει η αντίστοιχη γραφική παράσταση στην περιοχή των ορατών μηκών κύματος.

B) Να υπολογιστεί η γωνία ελάχιστης εκτροπής που παρουσιάζει το πρίσμα στο πράσινο φως ( $\lambda_{\pi} = 530 \text{ nm}$ ).

Γ) Να υπολογιστεί η διασπορά του πρίσματος στο πράσινο φως όταν η γωνία πρόσπτωσης είναι  $\theta = 65^\circ$ .

### Άσκηση 8

Θεωρούμε ένα κυματοδηγό ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που αποτελείται από δύο άπειρες (στον άξονα z) μεταλλικές επιφάνειες που απέχουν απόσταση a κατά την διεύθυνση του άξονα y. Η διάδοση των κυμάτων γίνεται στην διεύθυνση του άξονα x. Για εγκάρσια ηλεκτρική (TE) ή για εγκάρσια μαγνητική (TM) λύση να μελετηθούν τα ακόλουθα:

A) Να υπολογισθούν οι ταχύτητες διάδοσης φάσης ( $v_p$ ) και ομάδας ( $v_g$ ) σαν συνάρτηση της συχνότητας του κύματος και της συχνότητας αποκοπής. Να ελεγχθεί αν ισχύει η σχέση  $v_p v_g = c^2$ .

B) Να υπολογισθούν μέση χρονική τιμή του διανύσματος Poynting  $\langle \vec{S} \rangle$  και της πυκνότητας ενέργειας  $\langle U \rangle$  και να ολοκληρωθούν οι εκφράσεις αυτές ως προς την διατομή του κυματοαγωγού.

Γ) Με χρήση των τελευταίων εκφράσεων να δειχθεί ότι η ενέργεια των TE ή TM τρόπων ταλάντωσης διαδίδεται στον κυματοαγωγό με την ταχύτητα ομάδας.

### Άσκηση 9

Η δέσμη ενός λέιζερ προσπίπτει κάθετα σε φράγμα περίθλασης (διάδοσης) το οποίο έχει 5310 σχισμές/cm. Το κεντρικό μέγιστο και το μέγιστο πρώτης τάξης απέχουν 0.488m σε ένα τοίχο ο οποίος απέχει 1.72m από το φράγμα περίθλασης. Βρείτε το μήκος κύματος του λέιζερ.

### Άσκηση 10

Μετά από ένα ατύχημα σε φορτηγό πλοίο,  $1.00 \text{ m}^3$  ακατέργαστου λαδιού διαρρέει στη θάλασσα και απλώνεται σε μια ομοιόμορφη κηλίδα σχηματίζοντας ένα λεπτό υμένιο σταθερού πάχους στην επιφάνεια της θάλασσας. Από εναέρια παρατήρηση διαπιστώνουμε ότι το υμένιο αυτό δημιουργεί μέγιστο πρώτης τάξης από ανάκλαση σε κάθετη πρόσπτωση φωτός μήκους κύματος 500nm. Να βρείτε την επιφάνεια στην οποία έχει απλωθεί η ρύπανση από την κηλίδα. Υποθέστε ότι το συγκεκριμένο λάδι έχει δείκτη διάθλασης 1.25 και το θαλασσινό νερό 1.34.

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 1) Τι είδος κατόπτρου χρησιμοποιείται στο εργαλείο ενός οδοντίατρου αν αυτό δείχνει ένα δόντι ορθό και 8 φορές μεγαλύτερο όταν βρίσκεται σε απόσταση 2 cm από αυτό;
- 2) Δοθέντος ότι το φιλμ φωτογραφικής μηχανής χρειάζεται αρκετό μεν φώς, για να βγει καλή φωτογραφία, αλλά όχι υπερβολικό, για να μη κάψει το φιλμ, εξηγήστε ποιοτικά γιατί με χαμηλό φωτισμό δεν μπορούμε να βγάλουμε ευκρινώς ούτε «παγωμένη κίνηση», δηλαδή ευκρινές είδωλο κινουμένου αντικειμένου, ούτε «ευρύ πεδίο», δηλαδή ευκρινές είδωλο σε όλα τα σημεία της φωτογραφίας;
- 3) Η ολική επιθυμητή μεγέθυνση ενός σύνθετου μικροσκοπίου που αποτελείται από δύο συγκλίνοντες φακούς που απέχουν 23 cm είναι 550X. Αν ο αντικειμενικός φακός από μόνος του δημιουργεί μεγέθυνση 50X, να βρεθούν οι εστιακές αποστάσεις του προσοφθάλμιου και του αντικειμενικού φακού σ' αυτό το μικροσκόπιο.
- 4) Στο μουσείο Τεχνολογίας της Washington υπάρχει ένα ελλειψοειδές δωμάτιο όπου αν κανείς σταθεί στην μια εστία, ακούει ευκρινέστατα τον ψίθυρο κάποιου άλλου που στέκεται στην άλλη εστία, ενώ αν σταθεί κοντά (όχι ακριβώς) στην εστία δεν ακούει τίποτε. Εξηγήστε το φαινόμενο.
- 5) Φράγμα περίθλασης έχει μήκος 2cm και πυκνότητα 820 γραμμές/cm. Σε ποια τάξη πετυχαίνει ανάλυση των κόκκινων φασματικών γραμμών Υδρογόνου (656.3 nm) και Δευτερίου (656.1 nm);