

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΦΥΕ 34 2009-10

3^η ΕΡΓΑΣΙΑ

Προθεσμία παράδοσης 9/2/09

Άσκηση 1

Θεωρούμε λεπτό φακό εστιακής απόστασης $f=20\text{cm}$. Αριστερά του φακού, και σε απόσταση 30cm από αυτόν, τοποθετείται όρθιο αντικείμενο ύψους $h = 5\text{cm}$ ενώ δεξιά του φακού, και σε απόσταση 35cm από αυτόν, τοποθετείται κοίλο σφαιρικό κάτοπτρο (με τα κοίλα στραμμένα προς το φακό) ακτίνας καμπυλότητας $R = 20\text{cm}$. Να υπολογιστεί η θέση, το είδος και το ύψος του τελικού ειδώλου.

Άσκηση 2

A) Δείξτε ότι για τη διάθλαση που οφείλεται σε πρίσμα ισχύει η σχέση

$$\sin \frac{\delta + A}{2} = n \sin \frac{A}{2} \frac{\cos \frac{r - r'}{2}}{\cos \frac{i - i'}{2}}$$

όπου οι γωνίες δ, A, i, i', r, r' ορίζονται στο Σχήμα 21-23 του βιβλίου των Alonso και Finn.

B) Δείξτε ότι για γωνίες πρόσπτωσης $i \geq 0$ στο Σχήμα 21-23, είναι δυνατόν, στην περίπτωση όπου $\tan A > \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}$, να μην εξέρχονται ακτίνες από την πλάγια πλευρά του πρίσματος και προσδιορίστε την περιοχή των γωνιών πρόσπτωσης για τις οποίες συμβαίνει αυτό.

Άσκηση 3

Ένας επιπεδόκυρτος λεπτός φακός κατασκευασμένος από πυριτύαλο έρχεται σε επαφή με αμφίκυκλο φακό από στεφανύαλο. Η ακτίνα της κοινής επιφάνειας των φακών είναι $r_1 = 20\text{cm}$, ενώ η ακτίνα της άλλης επιφάνειας του φακού από στεφανύαλο είναι $r_2 = 30\text{cm}$.

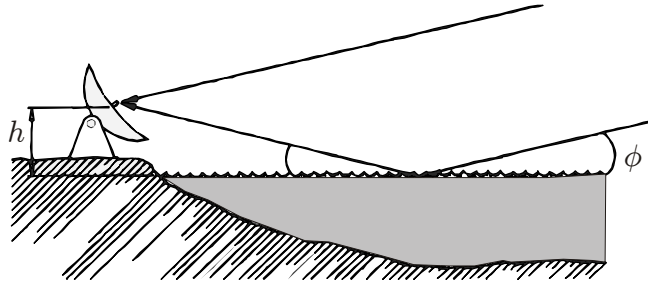
A) Πόσο είναι το χρωματικό σφάλμα του φακού από πυριτύαλο;

B) Πόση είναι η εστιακή απόσταση του συστήματος των φακών;

Γ) Πόσο είναι το χρωματικό σφάλμα του συστήματος των φακών; Είναι αποτελεσματική αυτή η μέθοδος για την μείωση του χρωματικού σφάλματος του φακού από πυριτύαλο;

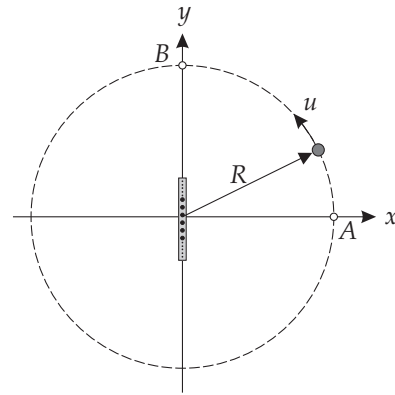
Άσκηση 4

Κεραία ραντάρ η οποία βρίσκεται σε ύψος h από την επιφάνεια λίμνης λαμβάνει σήμα, μήκους κύματος λ , από μακρινό ραδιοάστρο το οποίο ανεβαίνει από τον ορίζοντα. Όπως φαίνεται στο σχήμα, το σήμα φτάνει στην κεραία από δυο δρόμους, απευθείας και μέσω ανάκλασης στην επιφάνεια της λίμνης. Βρείτε μια έκφραση για την γωνιακή ανύψωση του άστρου τη στιγμή κατά την οποία στο ραντάρ παρατηρείται το πρώτο μέγιστο.



Άσκηση 5

Ένας πομπός μικροκυμάτων αποτελείται από N σύμφωνες πηγές ίδιας έντασης I_0 οι οποίες είναι τοποθετημένες κατά μήκος της διεύθυνσης y και ισαπέχουν απόσταση a . Ένας δέκτης που κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας $R = 500\text{m}$ με ταχύτητα σταθερού μέτρου $u = 10\text{m/s}$ λαμβάνει σήμα συχνότητας $f = 10\text{GHz}$. Όταν ο δέκτης βρίσκεται στη θέση A (τη χρονική στιγμή $t_1 = 0$) μετράει ένταση Η/Μ ακτινοβολίας ίση με $I_A = 125\text{W/m}^2$. Ο δέκτης μετράει διαδοχικά ακριβώς την ίδια ένταση I_A σε μια άλλη θέση τη χρονική στιγμή $t_2 = 17\text{s}$ ενώ σ' αυτό το χρονικό διάστημα $t_2 - t_1$ παρατηρεί τέσσερις μηδενισμούς της έντασης.



- A) Να βρεθεί το πλήθος των πηγών N και η ένταση I_0 της μιας πηγής.
B) Πόση είναι η απόσταση a και πόση η ένταση της ακτινοβολίας στη θέση B;
Γ) Να δοθεί η γωνιακή κατανομή της έντασης σε πολικό διάγραμμα. Πόσα κύρια μέγιστα έντασης παρατηρούνται σε μια πλήρη περιστροφή και σε ποιές θέσεις;

Άσκηση 6

Στο πείραμα του Young των δύο σχισμών ρίχνουμε μονοχρωματικό φως μήκους κύματος $\lambda = 5000\text{\AA}$. Όταν ένα λεπτό υμένιο τοποθετείται πάνω σε μια από τις σχισμές, ο κεντρικός κροσσός (μηδενικής τάξης) μετακινείται εκεί που ήταν ο φωτεινός κροσσός 4ης τάξης πριν την τοποθέτηση του υμενίου. Το φιλμ έχει δείκτη διάθλασης 1.2. Υπολογίστε το πάχος του υμενίου.

Άσκηση 7

Έστω κυματοδηγός υπερήχων, μεγάλου μήκους, με τετραγωνική διατομή επιφανείας $A = 2\text{cm}^2$.

- A) Γράψτε την κυματοσυνάρτηση αν ο κυματοδηγός έχει ανοικτά άκρα.
B) Βρείτε τις δυνατές συχνότητες που μπορεί αυτός να άγει.
Γ) Για την μικρότερη δυνατή συχνότητα πόση είναι η απομάκρυνση στο κέντρο του σωλήνα, και πόσο το μήκος κύματος;

Άσκηση 8

Φως πηγής Laser μήκους κύματος 632.8 nm προσπίπτει κάθετα σε ορθογώνια σχισμή πλάτους 0.0250 mm. Το φως που διέρχεται από τη σχισμή πέφτει σε μια απομακρυσμένη οθόνη όπου παρατηρείται ότι η μέγιστη ένταση του κεντρικού φωτεινού κροσσού είναι 8.5 W/m^2 .

A) Βρείτε το πλήθος των σκοτεινών κροσσών που παρατηρούνται στην οθόνη υποθέτοντας ότι η οθόνη είναι αρκετά μεγάλη ώστε να τους δείξει όλους.

B) Σε ποια γωνία εμφανίζεται ο πιο απομακρυσμένος από το κέντρο σκοτεινός κροσσός;

Γ) Ποια είναι η μέγιστη ένταση του φωτεινού κροσσού που εμφανίζεται αμέσως πριν το σκοτεινό κροσσό του (B) ερωτήματος;

Άσκηση 9

Λευκό φως προσπίπτει κάθετα σε υμένιο σαπουνιού με δείκτη διάθλασης $n = 1.5$ και πάχος 5000 \AA .

A) Για ποια μήκη κύματος στην ορατή περιοχή του φάσματος ($4000\text{-}7000 \text{ \AA}$) έχουμε μέγιστο στην ένταση του ανακλώμενου φωτός;

B) Για ποια πάχη το υμένιο φαίνεται μαύρο από ανάκλαση σε κάθετη πρόσπτωση;

Άσκηση 10

Μια ατομική πηγή εκπέμπει δύο ισχυρές φασματικές γραμμές σε μήκη κύματος 615nm και 475nm. Το φως πέφτει σε φράγμα περίθλασης μήκους 1.2cm με 5000σχισμές/cm και περνάει σε μια οθόνη πλάτους 2m η οποία βρίσκεται σε απόσταση 2m από το φράγμα.

A) Ποια η απόσταση των κυρίων μέγιστων πρώτης τάξης των δύο φασματικών γραμμών πάνω στην οθόνη;

B) Πόσα κύρια μέγιστα, για την κάθε φασματική γραμμή, εμφανίζονται στην οθόνη;

Γ) Αυξάνοντας (απεριόριστα) το πλάτος της οθόνης υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των κυρίων μέγιστων που εμφανίζονται σε αυτήν;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1) Ο μυωπικός οφθαλμός είναι μακρύτερος (βαθύτερος) του φυσιολογικού, και ο υπερμετρωπικός κοντότερος ενώ ο φακός δεν το «ξέρει», και εστιάζει στο φυσιολογικό βάθος. Γιατί η μυωπία διορθώνεται προσθέτοντας αποκλίνοντα φακό, και η υπερμετρωπία με συγκλίνοντα; Γιατί με μυωπικά γυαλιά τα πράγματα φαίνονται μικρότερα και με υπερμετρωπικά μεγαλύτερα;

2) Τοποθετούμε ένα κερί ένα μέτρο μακριά από συγκλίνοντα φακό με εστιακή απόσταση $f=25\text{cm}$.

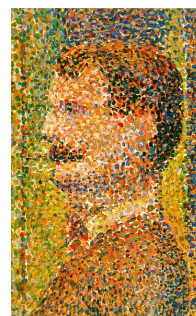
A) Που πρέπει να τοποθετήσουμε ένα πέτασμα ώστε να το είδωλο του κεριού να είναι ορατό; Το είδωλο είναι ορθό ή ανεστραμμένο;

B) Τι θα συμβεί αν μετακινήσουμε το πέτασμα πιο κοντά στον φακό; Το είδωλο θα γίνει (i) μεγαλύτερο με την ίδια ευκρίνεια, (ii) μικρότερο και ευκρινές, (iii) μεγαλύτερο αλλά θολό (iv) μικρότερο αλλά θολό, (v) τίποτε από τα προηγούμενα. Εξηγήστε.

Γ) Καλύπτουμε τώρα το πάνω μισό του φακού με ένα κομάτι αδιαφανές χαρτόνι. Θα πάρουμε (i) το μισό είδωλο με την ίδια ευκρίνεια. (ii) ολόκληρο το είδωλο, ευκρινές αλλά με την μισή λαμπρότητα, (iii) θολό αλλά ολόκληρο είδωλο, (iv) θολό μισό είδωλο. Εξηγήστε.

3) Δύο πηγές εκπέμπουν επίπεδα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του ίδιου μήκους κύματος λ , με ηλεκτρικά πεδία $\vec{E}_1 = \vec{E}_{10} \sin(kr - \omega t)$, $\vec{E}_2 = \vec{E}_{20} \sin(kr - \omega t + \phi)$, 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 θ βρείτε μια έκφραση για την ένταση του προκύπτοντος κύματος συναρτήσει των εντάσεων των δύο κυμάτων και των γωνιών θ, ϕ .

4) Μερικοί από τους νέο-ιμπρεσιονιστές ζωγράφους χρησιμοποιούσαν στους πίνακές τους μια τεχνική γνωστή ως «Pointillism» (στην εικόνα λεπτομέρεια από έργο του Georges Seurat). Οι πίνακες αποτελούνται από ένα μεγάλο αριθμό κουκίδων από βασικά χρώματα μεγέθους περίπου 0.2 cm. Η ανάμιξη των χρωμάτων γίνεται από «τα μάτια του παρατηρητή». Εξηγείστε σε πιο φαινόμενο βασίζεται και σε ποια απόσταση πρέπει να βρίσκεται ο παρατηρητής για να βλέπει ανάμιξη των χρωμάτων από γειτονικές κουκίδες.



5) Ένας οπτικός θέλει να κατασκευάσει μη ανακλαστικά γυαλιά, δηλαδή γυαλιά στα οποία όταν προσπίπτει λευκό φως δεν υφίσταται καθόλου ανάκλαση. Για το λόγο αυτό προσθέτει ένα λεπτό επίστρωμα MgF_2 με $n=1.38$ στο υπόστρωμα γυαλιού που χρησιμοποιεί με δείκτη διάθλασης $n_g=1.5$. Ποιό θα είναι το πάχος του επιστρώματος για μέσο μήκος κύματος λευκού φωτός $\lambda=550 \text{ nm}$ για περίπου κάθετη πρόσπτωση και από ποιά μεριά του των γυαλιών θα πρέπει γίνει η επίστρωση;