



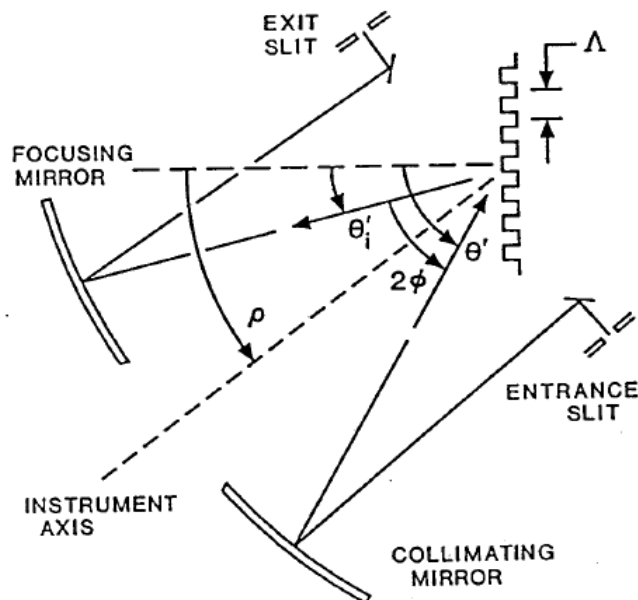
## ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

### ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ No. 5

### Ημερομηνία Παράδοσης: Για Εξάσκηση

#### Άσκηση 1 (Czerny-Turner Monochromator): [0%]

Ο μονοχρωματιστής είναι μια διάταξη που επιλέγει ένα μοναδικό μήκος κύματος από μια δέσμη φωτός. Για να το πετύχει αυτό πρέπει να χρησιμοποιήσει την διασπορά του φωτός στα διάφορα χρώματά του και να επιλέξει το μήκος κύματος που έχει προεπιλεγεί. Τα στοιχεία που μπορούν να διασπείρουν το φως μπορεί να είναι πρίσματα διασποράς ή περιθλαστικά φράγματα (gratings). Σε ένα μονοχρωματιστή Czerny-Turner ένα μεταλλικό περιθλαστικό φράγμα ανάκλασης χρησιμοποιείται σαν το στοιχείο που διαχωρίζει χρωματικά το φως. Ένας μονοχρωματιστής Czerny-Turner φαίνεται στο επόμενο σχήμα. Για να επιλέξουμε ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος το οποίο και να εξέλθει από την σχισμή εξόδου (exit slit), το περιθλαστικό φράγμα περιστρέφεται γύρω από τον άξονα του τον κάθετο στο σχήμα. Η γωνία περιστροφής του περιθλαστικού φράγματος  $\rho$  είναι η γωνία μεταξύ της καθέτου στο περιθλαστικό φράγμα (long dashed line) και του άξονα του μονοχρωματιστή (short dashed line) που προσδιορίζεται από την διχοτόμο της γωνίας μεταξύ των σφαιρικών κατόπτρων και του περιθλαστικού φράγματος ( $2\phi$ ) η οποία είναι γνωστή και σαν γωνία Ebert. Σε ένα συγκεκριμένο εμπορικό μονοχρωματιστή Czerny-Turner, το περιθλαστικό φράγμα προσδιορίζεται να έχει 1200 αυλάκια ανά mm (1200 grooves/mm) που αντιστοιχεί σε 1200 περιόδους ανά mm. Ο συγκεκριμένος μονοχρωματιστής έχει γωνία Ebert  $2\phi = 9.2 \text{ deg}$  και περιβάλλεται από αέρα. Λειτουργεί στην πρώτη περιθλαστική τάξη του φράγματος. Για γωνία περιστροφής του περιθλαστικού φράγματος  $\rho = 17.5158 \text{ deg}$ , υπολογίστε το μήκος κύματος (σε nm) του φωτός που εξέρχεται από τον μονοχρωματιστή (light exiting the monochromator). Επίσης, για την ίδια γωνία  $\theta'$  (σταθερή), υπολογίστε την γωνιακή διασπορά (angular dispersion in nanometers per degree,  $d\lambda_0/d\theta'$ ) του εξερχομένου φωτός από τον μονοχρωματιστή καθώς και την γωνιακή διασπορά για την ίδια γωνία  $\rho$  (angular dispersion in nanometers per degree,  $d\lambda_0/d\rho$ ).



## Άσκηση 2 (Grating Diffraction): [0%]

Ένα περιθλαστικό φράγμα με μη κεκλιμένους κροσσούς έχει περίοδο  $\Lambda = 5\mu\text{m}$ , και ένα μέσο δείκτη διάθλασης  $n_0 = 2.0$ . Το πάχος του είναι  $250\mu\text{m}$ . Το περιθλαστικό φράγμα φωτίζεται στον αέρα από ένα  $2\text{mW}$  λέιζερ He-Ne (με μήκος κύματος στο κενό  $\lambda_0 = 0.6328\mu\text{m}$ ) με γωνία πρόσπτωσης  $20\text{ deg}$ . (α) Να υπολογιστεί η γωνία Bragg τόσο μέσα όσο και έξω από την περιοχή του περιθλαστικού φράγματος. (β) Να υπολογιστούν οι γωνίες περίθλασης των  $-2, -1, 0, +1, +2$  διαδομένων τάξεων περίθλασης. (γ) Να υπολογιστεί η μέγιστη θετική διαδιδόμενη τάξη περίθλασης (not evanescent) υποθέτοντας ότι όλες οι περιθλαστικές τάξεις μεταφέρουν κάποια ισχύ.

## Άσκηση 3 (Fourier Transform of a Rectangular Aperture): [0%]

Ένα ορθογώνιο άνοιγμα διαστάσεων  $a \times b$  ( $-a/2 < x < a/2, -b/2 < y < b/2$ ) τοποθετείται στο πρώτο εστιακό επίπεδο ενός σφαιρικού λεπτού φακού. Να υπολογιστεί και να σχεδιαστεί ποιοτικά η ένταση ( $I = |E|^2$ ) του πεδίου στο δεύτερο εστιακό επίπεδο του φακού.

## Άσκηση 4 (Edge Fresnel Diffraction): [0%]

(α) Επίπεδο κύμα με μήκος κύματος  $\lambda_0 = 589\text{nm}$  προσπίπτει σε αδιαφανές ημι-παραπέτασμα (opaque edge) από αριστερά προς τα δεξιά όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα κύματα υφίστανται περίθλαση (Fresnel) τα αποτελέσματα της οποίας φαίνονται σε παραπέτασμα σε απόσταση  $q = 120\text{cm}$ . Να προσδιοριστεί η ένταση της ακτινοβολίας ( $I = |E|^2$ ) (με βάση την ένταση,  $I_0$ , χωρίς το αδιαφανές ημι-παραπέτασμα) στα σημεία  $z_1 = 1\text{mm}$  και  $z_2 = -2\text{mm}$ . (β) Τη θέση του επιπέδου κύματος παίρνει μια σχισμή στην θέση A που φωτίζεται από μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος  $\lambda_0 = 589\text{nm}$  (η σχισμή γίνεται πηγή σφαιρικών κυμάτων από το σημείο A) ενώ σε απόσταση  $p = 60\text{cm}$  βρίσκεται το αδιαφανές ημι-παραπέτασμα. Τα κύματα υφίστανται και πάλι περίθλαση (Fresnel) τα αποτελέσματα της οποίας φαίνονται στο παραπέτασμα σε απόσταση  $q = 120\text{cm}$ . Να προσδιοριστεί και πάλι η ένταση της ακτινοβολίας ( $I = |E|^2$ ) (με βάση την ένταση χωρίς το αδιαφανές ημι-παραπέτασμα,  $I_0$ ) στα σημεία  $z_1 = 1\text{mm}$  και  $z_2 = -2\text{mm}$ .

