



# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

## ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

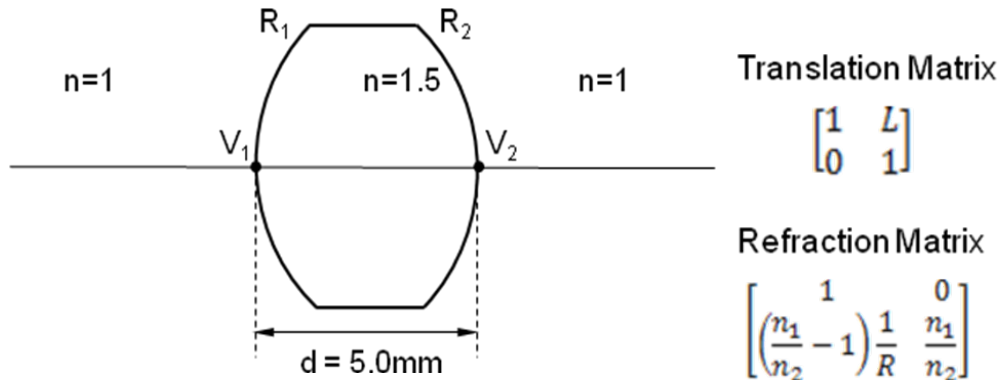
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΟΠΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ  
Καθ. Ηλίας Γλύτσης, Τηλ. 210-7722479, e-mail: [eglytsis@central.ntua.gr](mailto:eglytsis@central.ntua.gr)

### ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (Καθ. Η. Ν. Γλύτσης) 1 Ιουλίου 2011

#### Θέμα 1 [25%]:

Ένας «παχύς» αμφίκυρτος φακός στον αέρα φαίνεται στο κάτωθι σχήμα. Οι ακτίνες καμπυλότητας του φακού είναι  $R_1 = 36\text{mm}$  και  $R_2 = 28\text{mm}$  (σε μέτρο – προσοχή στα πρόσημα) και ο δείκτης διάθλασής του είναι  $n = 1.50$ . Το πάχος του φακού είναι  $5.0\text{mm}$ .

- (α) [8%] Να βρεθεί ο πίνακας ABCD με επίπεδο εισόδου αυτό που διέρχεται από το σημείο  $V_1$  και επίπεδο εξόδου αυτό που διέρχεται από το σημείο  $V_2$  (κάθετα στον οπτικό άξονα).  
(β) [5%] Να βρεθούν τα *Cardinal* σημεία του φακού και να προσδιοριστεί η θέση τους πάνω στον οπτικό άξονα.  
(γ) [5%] Να βρεθεί η εστιακή απόσταση του «παχύ» φακού και να συγκριθεί με την εστιακή απόσταση που αντιστοιχεί στον αντίστοιχο «λεπτό» φακό. Ποια είναι η απόσταση του δεύτερου εστιακού σημείου  $F_2$  από το  $V_2$ ;  
(δ) [7%] Ένα αντικείμενο  $O$  βρίσκεται σε απόσταση  $75\text{mm}$  στα αριστερά από την πρώτη επιφάνεια του φακού (από σημείο  $V_1$ ). Να υπολογιστεί η απόσταση του ειδώλου του αντικειμένου από την δεξιά επιφάνεια (από σημείο  $V_2$ ) του φακού. Να βρεθεί και η μεγέθυνση του ειδώλου. Να σχεδιάσετε ένα διάγραμμα ακτινών που να δείχνει τον σχηματισμό του ειδώλου και όλα τα *Cardinal* σημεία του φακού.



#### Θέμα 2 [25%]:

Ένας προτζέκτορας υγρών κρυστάλλων (LCD projector) έχει ολική φωτεινή απόδοση (luminous efficacy)  $6 \text{ lumen/Watt}$ . Η κατανάλωση ηλεκτρικής ισχύος είναι  $300\text{W}$ .

- (α) [6%] Ποια είναι η ολική απόδοση του προτζέκτορα % (luminous efficiency);  
(β) [6%] Ποια είναι η φωτεινή ισχύς του προτζέκτορα (luminous power) σε lumens;  
(γ) [13%] Αν η φωτεινή ισχύς του προτζέκτορα ισο-μοιράζεται σε τρία βασικά χρώματα (RGB, Red=630nm, Green = 515nm, and Blue = 470nm) για την δημιουργία όλων των χρωμάτων, να βρεθεί η ηλεκτρομαγνητική ισχύς σε Watts που αντιστοιχεί στο κάθε βασικό χρώμα.

Wavelength (nm)	Luminous Efficiency	Wavelength (nm)	Luminous Efficiency	Wavelength (nm)	Luminous Efficiency	Wavelength (nm)	Luminous Efficiency
410	0.00121	490	0.20802	570	0.95200	650	0.10700
420	0.00400	500	0.32300	580	0.87000	660	0.06100
430	0.01160	510	0.50300	590	0.75700	670	0.03200
440	0.02300	520	0.71000	600	0.63100	680	0.01700
450	0.03800	530	0.86200	610	0.50300	690	0.00821
460	0.06000	540	0.95400	620	0.38100	700	0.00410
470	0.09098	550	0.99495	630	0.26500	710	0.00209
480	0.13902	560	0.99500	640	0.17500	720	0.00105

### Θέμα 3 [25%]:

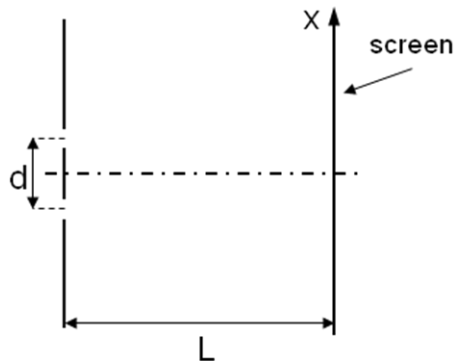
Σε ένα πείραμα συμβολής στον αέρα του τύπου Young, η απόσταση μεταξύ των δύο σχισμών είναι  $d = 0.5\text{mm}$ , και το μήκος κύματος του φωτός στο κενό είναι  $600\text{nm}$ .

(α) [7%] Εάν η απόσταση των κροσσών συμβολής έχει απόσταση  $1\text{ mm}$  στο προπέτασμα (screen) τότε ποια είναι η απόσταση  $L$ ;

(β) [12%] Εάν τοποθετήσουμε μια λεπτή πλάκα από γυαλί (με δείκτη διάθλασης  $n = 1.5$ ) πάχους  $100\text{ μικρομέτρων}$  πίσω από μία από τις σχισμές, ποια είναι η μετατόπιση των κροσσών συμβολής στο προπέτασμα για την απόσταση  $L$  του (α);

(η μετατόπιση να εκφρασθεί σε αριθμό κροσσών και σε  $\text{mm}$ )

(γ) [6%] Τι διαφορά δρόμου (path difference) αντιστοιχεί σε μετατόπιση του pattern των κροσσών συμβολής από ένα μέγιστο στο μισό του ίδιου μεγίστου; (χωρίς την ύπαρξη της πλάκας του γυαλιού)



### Θέμα 4 [25%]:

Ένα περιθλαστικό φράγμα επιφανειακής διαμόρφωσης (surface-relief grating) κατασκευάζεται πάνω σε μία γυάλινη επιφάνεια όπως φαίνεται στο σχήμα. Η περίοδος του φράγματος είναι  $\Lambda = 1.0\mu\text{m}$ . Μία ακτίνα από ένα λέιζερ ιόντων Αργού μήκους κύματος  $\lambda_0 = 514.5\text{nm}$  (στο κενό) προσπίπτει στο φράγμα υπό γωνία  $\theta = 30\text{ deg}$  όπως φαίνεται και στο σχήμα.

(α) [13%] Να βρεθούν όλες οι πιθανές διευθύνσεις των ανακλώμενων και των διαδιδόμενων περιθλαστικών τάξεων και να δειχθούν και στο σχήμα.

(β) [12%] Να υπολογισθεί η γωνιακή ευαισθησία των διαδιδόμενων περιθλαστικών τάξεων πρώτης και δεύτερης τάξης για μικρές μεταβολές του μήκους κύματος γύρω από το  $514.5\text{nm}$ . Η απάντησή σας να εκφρασθεί σε μοίρες ανά νανόμετρο. Η γωνιακή απόσταση των δύο αυτών τάξεων αυξάνεται ή μειώνεται όταν το μήκος κύματος μειώνεται;

