



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

ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (Καθ. Η. Ν. Γλύτσης)

26 Αυγούστου 2014

Θέμα 1 [30%]:

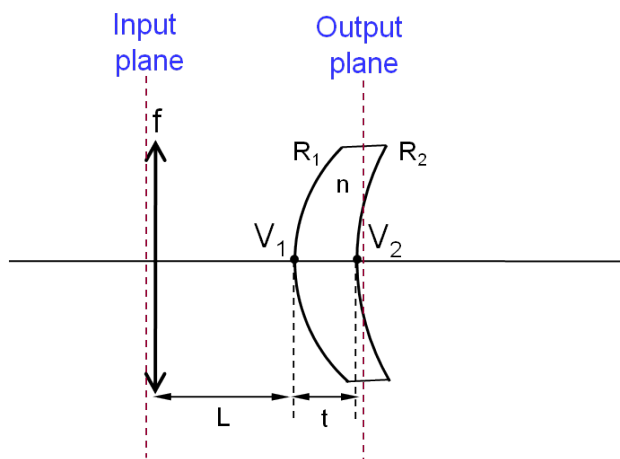
Ένας «παχύς» φακός στον αέρα σε συνδυασμό με ένα «λεπτό» φακό φαίνονται στο κάτωθι σχήμα. Οι ακτίνες καμπυλότητας του "παχύ" φακού είναι $|R_1| = 100\text{mm}$ και $|R_2| = 400\text{mm}$ (προσοχή στα πρόσημα) και ο δείκτης διάθλασής του είναι $n = 1.50$. Το πάχος του φακού είναι $t = 5.0\text{mm}$. Ο «λεπτός» φακός έχει εστιακή απόσταση $f = +50\text{mm}$ και βρίσκεται σε απόσταση $L = 10\text{mm}$ αριστερά από τον «παχύ» φακό όπως φαίνεται στο σχήμα.

(α) [10%] Να βρεθεί ο πίνακας ABCD με επίπεδο εισόδου αυτό που διέρχεται απειροελάχιστα αριστερά του «λεπτού» φακού και επίπεδο εξόδου αυτό που διέρχεται απειροελάχιστα δεξιά από το σημείο V_2 του «παχύ» φακού.

(β) [8%] Ένα αντικείμενο O βρίσκεται σε απόσταση 100mm στα αριστερά του «λεπτού» φακού. Να υπολογιστεί η απόσταση του ειδώλου του αντικειμένου από την δεξιά επιφάνεια (από σημείο V_2) του «παχύ» φακού χρησιμοποιώντας την μέθοδο των πινάκων ABCD. Να βρεθεί η μεγέθυνση του ειδώλου. Είναι το είδωλο φανταστικό ή πραγματικό; Είναι ορθό ή ανεστραμμένο;

(γ) [6%] Να βρεθούν τα *Cardinal* (θεμελιώδη) σημεία του συστήματος των δύο φακών (με επίπεδο εισόδου και εξόδου όπως ορίστηκαν στο (α) και φαίνονται στο σχήμα) και να προσδιοριστεί η θέση τους πάνω στον οπτικό άξονα.

(δ) [6%] Να βρεθεί ξανά η θέση και ο τύπος του ειδώλου χρησιμοποιώντας τα *Cardinal* σημεία του συστήματος. Να σχεδιάσετε ένα διάγραμμα ακτινών που να δείχνει τον σχηματισμό του ειδώλου και όλα τα *Cardinal* σημεία του συστήματος.



Translation Matrix

$$\begin{bmatrix} 1 & L \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Refraction Matrix

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \left(\frac{n_1}{n_2} - 1\right) \frac{1}{R} & \frac{n_1}{n_2} \end{bmatrix}$$

Thin Lens Matrix

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{bmatrix}$$

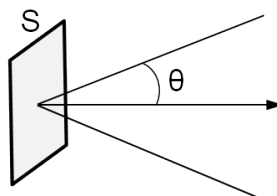
Θέμα 2 [20%]:

Μια φωτεινή πηγή ικανοποιεί το κανόνα του Lambert (είναι δηλαδή Λαμπερσιανή πηγή). Η πηγή είναι επίπεδη και έχει επιφάνεια $S = 200\text{cm}^2$ και φωτεινότητα (luminance) $L = 2 \times 10^4 \text{cd/m}^2$.

(α) [8%] Να βρεθεί η φωτεινή ισχύ που εκπέμπεται κάθετα από την επιφάνεια εντός κώνου που ορίζεται από την γωνία θ . Να γίνει η γραφική παράσταση της φωτεινής ισχύος σαν συνάρτηση της γωνίας θ .

(β) [6%] Να βρεθεί η φωτοβολία ανά μονάδα επιφάνειας (exitance) της πηγής.

(γ) [6%] Αν η πηγή έχει φωτεινή απόδοση (luminous efficiency) 9% να βρεθεί η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει η πηγή σε Watts. (Υπενθυμίζεται ότι $1 \text{ Watt} = 683 \text{ lumen}$ όταν $\lambda_0 = 555\text{nm}$).

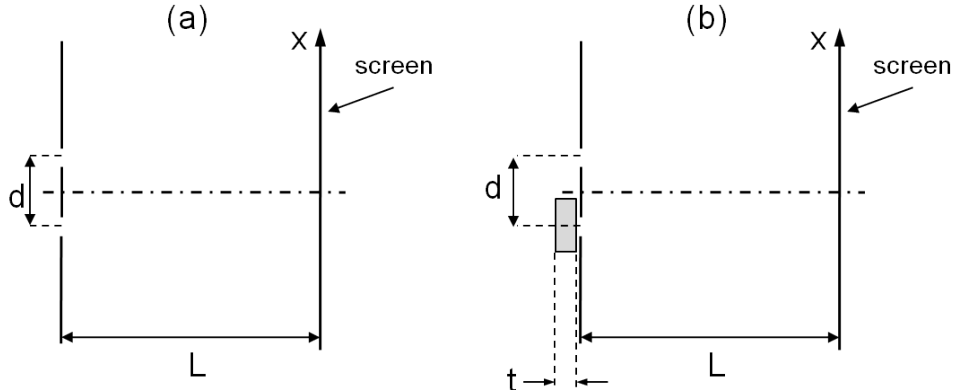


Θέμα 3 [30%]:

Σε ένα πείραμα συμβολής στον αέρα του τύπου Young, η απόσταση μεταξύ των δύο σχισμών είναι $d = 0.2\text{mm}$, η απόσταση του παραπέτασματος $L = 2\text{ meters}$. Ηλιακό φως προσπίπτει από αριστερά στις δύο σχισμές.

(α) [10%] Να βρεθεί η απόσταση των κροσσών συμβολής μεταξύ του ιώδους χρώματος (μήκους κύματος $\lambda_{ov} = 400\text{nm}$) και του κόκκινου χρώματος (μήκους κύματος $\lambda_{or} = 600\text{nm}$) για το ίδιο μέγιστο (για κοινό ακέραιο m) σε mm .

(β) [20%] Εάν τοποθετήσουμε μια λεπτή πλάκα από γυαλί (με δείκτες διάθλασης $n(\lambda_{ov}) = 1.53085$ και $n(\lambda_{or}) = 1.51629$ για το ιώδες και κόκκινο χρώμα) πάχους 100 μικρομέτρων πίσω από μία από τις σχισμές [όπως φαίνεται στο σχήμα (b)], να βρεθούν οι θέσεις των μεγίστων κροσσών συμβολής των δύο χρωμάτων πάνω στον άξονα x . Ποια είναι η μετατόπιση των κροσσών συμβολής (για κοινό ακέραιο m) των δύο χρωμάτων στο παραπέτασμα μετά την τοποθέτηση της γυάλινης πλάκας; (η μετατόπιση να εκφραστεί σε αριθμό κροσσών και σε mm).



Θέμα 4 [20%]:

Ένα επίπεδο κύμα (μοναδιαίου πλάτους) μήκους κύματος $\lambda_0 = 632.8\text{nm}$ προσπίπτει κάθετα σε ένα παραπέτασμα με μια σχισμή πλάτους d όπως φαίνεται στο σχήμα. Σε απόσταση $L = 1.0\text{meter}$ από την σχισμή βρίσκεται ένα παραπέτασμα (screen) όπου παρατηρείται η περίθλαση του επιπέδου κύματος από την σχισμή. Υποθέσετε ότι $L \gg d$ και ότι ισχύει η περιοχή περίθλασης του Fraunhofer. Το πείραμα γίνεται αρχικά στον αέρα ($n = 1$).

(α) [7%] Αν ο δέκατος σκοτεινός κροσσός συμβολής παρατηρείται για γωνία $\theta = 6.2\text{ deg}$ (από τον κεντρικό άξονα όπως φαίνεται στο σχήμα) να βρεθεί το πλάτος d της σχισμής.

(β) [7%] Για ποια γωνία θ θα παρατηρηθεί ο δέκατος σκοτεινός κροσσός αν η όλη διάταξη βυθισθεί σε νερό; (ο δείκτης διάθλασης του νερού $n = 1.33$)

(γ) [6%] Να βρεθούν οι θέσεις των ελαχίστων της έντασης του περιθλασμένου κύματος πάνω στον άξονα στις περιπτώσεις που το πείραμα γίνεται στον αέρα και στην περίπτωση που γίνεται στο νερό. Μπορείτε να υπολογίσετε την εξίσωση που προσδιορίζει τα μέγιστα της έντασης του περιθλασμένου κύματος πάνω στον άξονα x ?

