



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**

**ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2013, ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΟΠΤΙΚΗΣ 5<sup>ο</sup> ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΕΜΦΕ**  
**I. ΖΕΡΓΙΩΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 2 ΩΡΕΣ**

**Θέμα 1<sup>ο</sup> (2,5 μονάδες)**

Να αποδείξετε, με χρήση διαγραμμάτων οπτικών ακτίνων την εξίσωση των λεπτών φακών και την σχέση του Νεύτωνα για την απεικόνιση αντικειμένου με συγκλίνοντα φακό.

Εξίσωση λεπτών φακών

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

Σχέση Νεύτωνα για την εξίσωση των φακών

$$x_o x_i = f^2$$

s είναι η απόσταση αντικειμένου-φακού, s' είναι η απόσταση φακού-ειδώλου  
x<sub>o</sub> είναι η απόσταση αντικειμένου και πρώτης εστίας, x<sub>i</sub> είναι η απόσταση δεύτερης εστίας και ειδώλου.

**Θέμα 2<sup>ο</sup> (2,5 μονάδες)**

Μονοχρωματικό φως προσπίπτει σε σειρά οπτικών στοιχείων, S1: Γραμμικός πολωτής με τον άξονα πόλωσης σε γωνία -45° ως προς τον άξονα των y, S2: Πλακίδιο λ/4 με τον αργό άξονα παράλληλο προς τον οy, S3: Πλακίδιο λ/4 με τον αργό άξονα παράλληλο προς τον οy, S4: Γραμμικός πολωτής με τον άξονα πόλωσης σε γωνία -45° ως προς τον άξονα των y. Να βρείτε την κατάσταση πόλωσης μετά από κάθε οπτικό στοιχείο και να υπολογίσετε την ένταση ακτινοβολίας, μετά το 4<sup>ο</sup> στοιχείο, ως ποσοστό της αρχικής (προσπίπτοντας) έντασης ακτινοβολίας.

**Θέμα 3<sup>ο</sup> (2,5 μονάδες)**

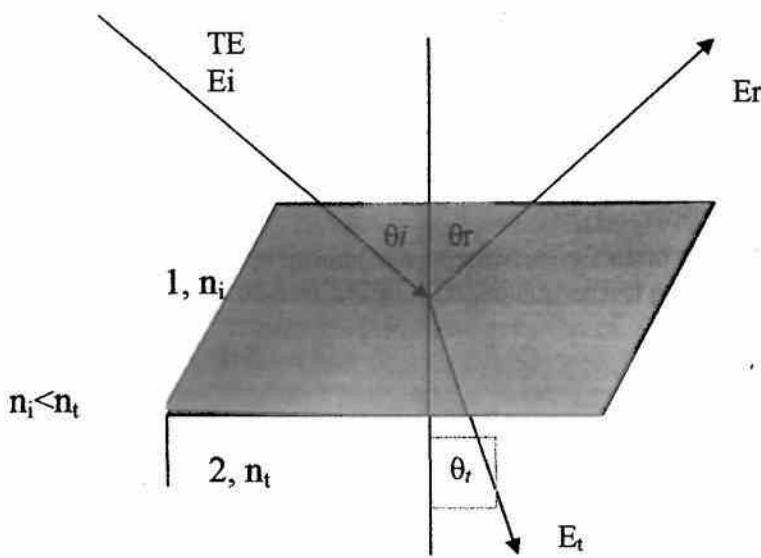
Υποδείξτε την πειραματική διαδικασία με την οποία, χρησιμοποιώντας μόνο πλακίδια καθυστέρησης φάσης ( $\lambda/2$  ή/και  $\lambda/4$ ) θα μετατρέψτε μια γραμμικά πολωμένη δέσμη φωτός σε a) γραμμικά πολωμένη με επίπεδο πόλωσης κάθετα στο αρχικό, β) δεξιόστροφα κυκλικά πολωμένη και γ) αριστερόστροφα κυκλικά πολωμένη.

**Θέμα 4<sup>ο</sup> (2,5 μονάδες)**

Ορίζουμε ως συντελεστές ανάκλασης πλάτους και διάδοσης πλάτους μίας δέσμης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, τα μεγέθη  $r_{\parallel(\perp)} \equiv E_{r,\parallel(\perp)} / E_{i,\parallel(\perp)}$  και  $t_{\parallel(\perp)} \equiv E_{t,\parallel(\perp)} / E_{i,\parallel(\perp)}$ , όπου οι δείκτες  $\parallel$  ( $\perp$ ) αντιστοιχούν στις περιπτώσεις που το ηλεκτρικό πεδίο του ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι πολωμένο παράλληλα ή κάθετα στο επίπεδο πρόσπτωσης (A). Αν οι παραπάνω



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**



συντελεστές δίνονται από τις σχέσεις Fresnel (βλ. τυπολόγιο) να υπολογιστούν οι συντελεστές ανάκλασης έντασης για δέσμη πολωμένη κάθετα και παράλληλα στο επίπεδο πρόσπτωσης-ανάκλασης-διάδοσης, για τις περιπτώσεις. Έστω επίπεδο μονοχρωματικό κύμα ~~πρόσπτωσης~~ προσπίπτει σε επίπεδη επιφάνεια ( $\tau$  και  $t$  είναι οι συντελεστές πλάτους ανάκλασης και διέλευσης αντίστοιχα από το μέσο 1 στο 2). Θεωρείστε επίπεδο κύμα που προσπίπτει από μέσο 1

στο μέσο 2. Οι δείκτες διάθλασης των δύο μέσων είναι  $n_1$  και  $n_2$ .

Σχεδιάστε τις  $R_{\perp}$ ,  $R_{\parallel}$  σαν συνάρτηση της γωνίας πρόσπτωσης για  $n_t > n_i$  ( $n_t/n_i = 3$ ) και για  $n_t < n_i$  ( $n_t/n_i = 0,5$ ).

### Χρήσιμες σχέσεις

$$\theta_{\text{προσπ}} = \theta_{\text{ανάκλ}}, \quad n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$r_{\perp} \equiv \left( \frac{E_r^0}{E_i^0} \right)_{\perp} = \frac{n_i \cos \theta_i - n_t \cos \theta_t}{n_i \cos \theta_i + n_t \cos \theta_t},$$

$$t_{\perp} \equiv \left( \frac{E_r^0}{E_i^0} \right)_{\perp} = \frac{2 n_i \cos \theta_i}{n_i \cos \theta_i + n_t \cos \theta_t},$$

$$r_{\parallel} \equiv \left( \frac{E_r^0}{E_i^0} \right)_{\parallel} = \frac{n_t \cos \theta_i - n_i \cos \theta_t}{n_t \cos \theta_i + n_i \cos \theta_t},$$

$$t_{\parallel} \equiv \left( \frac{E_r^0}{E_i^0} \right)_{\parallel} = \frac{2 n_i \cos \theta_i}{n_t \cos \theta_i + n_i \cos \theta_t}$$