



## ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ 6<sup>ου</sup> ΕΞΑΜΗΝΟΥ ΣΕΜΦΕ

20 Σεπτεμβρίου 2005

Διάρκεια: 2½ ώρες

Διδάσκων: K. Ράπτης

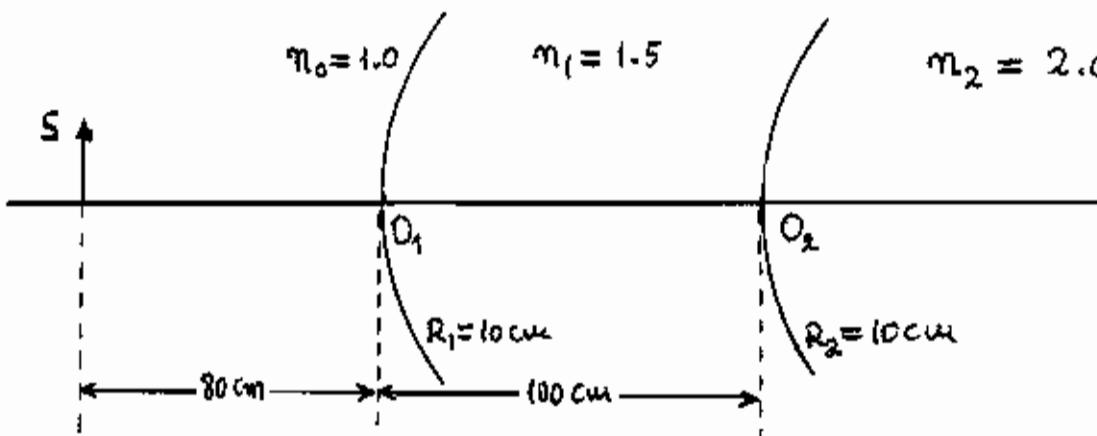
### ΑΠΑΝΤΗΣΤΕ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΘΕΜΑΤΑ (Χωρίς τη χρήση συγχραμμάτων, βοηθημάτων ή σημειώσεων)

**Θέμα 1<sup>ο</sup>:** Μια παράλληλη δέσμη φυσικού μονοχρωματικού φωτός μήκους κύματος στο κενό (αέρα)  $\lambda_0 = 680$  nm (κόκκινο) προσπίπτει σε επίπεδη διαχωριστική επιφάνεια αέρα-νερού. (α) Υπολογίστε την ανακλαστικότητα της επιφάνειας για γωνία πρόσπτωσης (i)  $\theta_i = 0^\circ$  και (ii)  $\theta_i = 53^\circ$ , όταν η πρόσπτωση γίνεται από τον αέρα (δείκτη διάθλασης  $n_a \approx 1.0$ ) προς το νερό (δ.δ.  $n_v = 1.33$ , για το κόκκινο). (β) Δικαιολογήστε γιατί για έναν υποβρύχιο κολυμβητή, η ανωτέρω φωτεινή δέσμη που εισέρχεται στο νερό εμφανίζεται να έχει διαφορετικό χρώμα; Ποιό χρώμα θα είναι αυτό; (γ) Υπολογίστε την κρίσιμη γωνία  $\theta_c$  για ολική εσωτερική ανάκλαση της εν λόγω δέσμης όταν η πρόσπτωση γίνεται από το νερό προς τον αέρα.

**Θέμα 2<sup>ο</sup>:** Δύο κυρτές, σφαιρικές διαθλαστικές επιφάνειες με ακτίνες καμπυλόπτερας  $R_1 = R_2 = 10$  cm και κοινό κύριο άξονα χωρίζουν τον χώρο μεταξύ τριών διηλεκτρικών υλικών με δείκτες διάθλασης  $n_0 = 1.0$  (αέρας),  $n_1 = 1.5$  (γυαλί) και  $n_2 = 2.0$  (CaF<sub>2</sub>). Οι κορυφές O<sub>1</sub> και O<sub>2</sub> των δύο διαθλαστικών επιφανειών απέχουν απόσταση  $d = 100$  cm μεταξύ τους. (α) Προσδιορίστε το είδος και τη θέση των εστιών για κάθεμα από τις δύο διαθλαστικές επιφάνειες, θεωρώντας στην πρώτη περίπτωση το σύστημα διηλεκτρικών αέρα-γυαλιού και στη δεύτερη το σύστημα γυαλιού-CaF<sub>2</sub>. (β) Σε απόσταση  $L_1 = 80$  cm αριστερά της κορυφής O<sub>1</sub> τοποθετείται αντικείμενο S εγκάρσιας διάστασης (βλέπε σχήμα). Προσδιορίστε το είδος και τη θέση του τελικού ειδώλου που σχηματίζεται από τον συνδυασμό των δύο διαθλαστικών επιφανειών. (γ) Επιβεβαιώστε τον υπολογισμό σας με μια γραφική κατασκευή του τελικού ειδώλου. (δ) Προαιρετικό (με ανταμοιβή μιας μονάδας): Διερευνήστε αν το τελικό ειδώλο είναι μεγενθυμένο ή σμικρυνσμένο. Δικαιολογήστε. (Υπόδειξη: Προσεγγίστε το πρόβλημα σταδιακά τόσο στον υπολογισμό όσο και στην κατασκευή του ειδώλου, βρίσκοντας το ενδιάμεσο ειδώλο που σχηματίζεται από την πρώτη διαθλαστική επιφάνεια αέρα-γυαλιού το οποίο να θεωρήσετε ως αντικείμενο για τη δεύτερη επιφάνεια).

**Θέμα 3<sup>ο</sup>:** (α) Εξηγήστε με λίγα λόγια γιατί το φως που εκπέμπεται από μια συμβατική πηγή (λαμπτήρες πυράκτωσης ή εκκένωσης αερίου) εκτεταμένης επιφάνειας δεν είναι ούτε πολωμένο, ούτε σύμφωνο. Πώς μπορούμε να βελτιώσουμε το βαθμό συμφωνίας μιας τέτοιας πηγής; (β) Θέλουμε να κατασκευάσουμε ένα πλακίδιο  $\lambda/4$ , κατάλληλο για φωτεινή ακτινοβολία μήκους κύματος (στο κενό)  $\lambda_0 = 500$  nm (πράσινο), από διπλοθλαστικό κρύσταλλο χαλαζία (quartz) που έχει δείκτες διάθλασης  $n_0 = 1.5443$  και  $n_v = 1.5534$ . Ποιό πρέπει να είναι το ελάχιστο πάχος ενός τέτοιου πλακίδιου; Εξηγήστε. Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε το συγκεκριμένο πλακίδιο που κατασκευάσαμε (με το δεδομένο πάχος) ως πλακίδιο  $\lambda/4$  για ακτινοβολία μήκους κύματος  $\lambda_0 = 600$  nm (πορτοκαλί). Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

**Θέμα 4<sup>ο</sup>:** Δέσμη ορατής ακτινοβολίας, που αποτελείται από δύο μήκη κύματος στο κόκκινο ( $\lambda_{\text{ΚΚ}} = 660 \text{ nm}$ ) και στο πράσινο ( $\lambda_{\text{Πρ}}$ ), προσπίπτει σε μια ασυνέχεια που περιέχει δύο λεπτές σχισμές σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Τα δύο φωτεινά κύματα είναι σύμφωνα ως προς τον εισιτό τους. Σε μεγάλη απόσταση από την ασυνέχεια παρατηρείται η συμβολή μακρινού πεδίου και διαπιστώνεται ότι, σε κάποια απόσταση από το κέντρο της εικόνας συμβολής, ο πρώτης τάξης σκοτεινός κροσσός του κόκκινου κύματος συμπίπτει με τον δεύτερης τάξης φωτεινό κροσσό του πράσινου. Υπολογίστε το μήκος κύματος  $\lambda_{\text{Πρ}}$ . (β) Με βάση τα ανωτέρω, εξηγήστε πως μια τέτοια συστοιχία λεπτών σχισμών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση λευκού φωτός. Δικαιολογήστε την απάντησή σας.



Σχήμα 2<sup>ο</sup> Θέματος

### ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

$$n_i \sin \theta_i = n_s \sin \theta_s, \quad r_\perp = -\sin(\theta_i - \theta_s)/\sin(\theta_i + \theta_s), \quad r_\parallel = \tan(\theta_i - \theta_s)/\tan(\theta_i + \theta_s), \quad R = r^2$$

$$R(O) = (n_t - n_i)^2 / (n_t + n_i)^2, \quad n/l + n'/l' = (n' - n)/R, \quad \delta\phi = (2\pi/\lambda_0)\delta(O\Delta), \quad y_m = (r/d)m\lambda$$