

Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. – Τομέας Φυσικής  
Επαναληπτική Εξέταση στο μάθημα "Οπτική και Εργαστήριο"

Διδάσκων: Ηλίας Σ. Ζουμπούλης  
Απαντήστε σε όλα τα (ισοδύναμα) θέματα

Διάρκεια: 2 h.  
Ζωγράφου, 27/9/2017

1. α. Σε ποίο φαινόμενο σκέδασης οφείλεται το λευκό χρώμα των νεφών ή του γάλακτος; Ποιό το μέγεθος των σκεδαζόντων σωματιδίων;

β. Αντιδιαστείλετε την σκέδαση αυτή με την "σκέδαση Rayleigh". Ποιό το μέγεθος των σκεδαζόντων σωματιδίων στην περίπτωση αυτή;

γ. Υπό ποιές προϋποθέσεις το σκεδαζόμενο φως του ουρανού είναι πολωμένο; Πώς μπορούμε με απλά μέσα να διαπιστώσουμε την πόλωση αυτή; Τι σχέση έχει το φαινόμενο με την γωνία του Brewster;

δ. Περιγράψτε και εξηγήστε την συνήθως πορτοκαλόχρωμη απόχρωση του ηλιακού δίσκου κατά την ανατολή ή την δύση του, αν συντρέχουν ευνοϊκές ατμοσφαιρικές και καιρικές συνθήκες. Τι είναι 'πράσινη αναλαμπή' ['green flash']; Γιατί το φαινόμενο αυτό παρατηρείται το σούρουπο (δύση του ηλίου) και όχι την αυγή (ανατολή του ηλίου);

2. Μία μέθοδος προσδιορισμού του δείκτη διάθλασης (δ.δ.)  $n$  ενός πρίσματος [η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί με απλά μέσα στο εργαστήριο Οπτικής] προκύπτει μετά από μέτρηση της γωνίας ελάχιστης εκτροπής  $\delta$  μιας φωτεινής δέσμης. Η δέσμη προσπίπτει στην παράπλευρη έδρα του πρίσματος και εξέρχεται από την άλλη παράπλευρή του έδρα. Η σχέση που χρησιμοποιείται στην περίπτωση αυτή είναι η:

$$n = \sin [(\delta + \gamma) / 2] / \sin (\gamma / 2),$$

όπου  $\gamma$  η γωνία κορυφής ή η διαθλαστική γωνία του πρίσματος.

α. Να αποδειχθεί η παραπάνω σχέση.

β. Με εφαρμογή σύνθετης παραγωγίσισης:

$$d\delta / d\lambda = (d\delta / dn) \times (dn / d\lambda),$$

να βρείτε την παράγωγο της γωνίας ελάχιστης εκτροπής  $d\delta / d\lambda$  συναρτήσει της διαθλαστικής γωνίας  $\gamma$  του πρίσματος, του δ.δ. του  $n$  και της διασποράς  $dn / d\lambda$  του υλικού του πρίσματος. [Είναι γνωστό ότι η παράγωγος αυτή είναι αρνητική ( $dn / d\lambda < 0$ ) για τα συνηθισμένα διαφανή υλικά.] Με βάση αυτά τα δεδομένα εξηγήστε ποιές ακτίνες εκτρέπονται περισσότερο, οι ερυθρές ή οι κυανές; (Σχήμα!)

γ. Εφαρμογή: Αν  $\lambda_1 = 589,592 \text{ nm}$  και  $\lambda_2 = 588,995 \text{ nm}$  ( πρόκειται για την πορτοκαλόχρωμη 'διπλή' φασματική γραμμή D του Na ) να βρείτε την ελάχιστη διασπορά  $d\eta / d\lambda$  (σε  $\text{nm}^{-1}$ ) του υλικού του πρίσματος, ώστε η διαφορά  $\Delta\delta \equiv d\delta \equiv \delta(\lambda_1) - \delta(\lambda_2)$  να είναι τουλάχιστον  $0,01^\circ$ . Θεωρήστε ότι το πρίσμα είναι κατασκευασμένο από πυκνή πυριτύαλο, με δ.δ.  $n = 1,65548$  στον μέσο όρο των μηκών κύματος της διπλής φασματικής γραμμής D του Na. Η διαφορά  $\Delta\delta$  είναι θετική ή αρνητική; Εξηγήστε!  $\chi = 60^\circ$

3. α. Ποιά είναι η διαφορά ενός διοπτρικού (διαθλαστικού) και ενός κατοπτρικού τηλεσκοπίου; Γιατί για το σύστημα διαστημικής παρατήρησης σε δορυφορική τροχιά "Hubble" προτιμήθηκε η λύση του κατοπτρικού τηλεσκοπίου;

β. Η διακριτική ισχύς ή ικανότητα ενός οπτικού οργάνου "περιθλαστικά περιορισμένου" προέρχεται από την θεωρία της περίθλασης και δίνεται από την έκφραση

$$\Delta\theta_{\min} \sim 1,22 \lambda / D, \text{ όπου}$$

$\Delta\theta_{\min}$  : η ελάχιστη γωνιακή απόσταση δύο σημείων για να φαίνονται σαν δύο ξεχωριστά σημεία διαμέσου του οπτικού συστήματος,

$\lambda$  : το μήκος κύματος της χρησιμοποιούμενης ακτινοβολίας, και

$D$  : η διάμετρος του "προσοφθάλμιου" οπτικού στοιχείου.

Να βρείτε την γωνία  $\Delta\theta_{\min}$  για το ανθρώπινο μάτι, με  $\lambda = 550 \text{ nm}$  και  $D = 2 \text{ mm}$ . [Το  $D$  αντιστοιχεί στην διάμετρο της κόρης του ανθρώπινου ματιού σε συνθήκες έντονου φωτισμού.] Ποιό είναι το διακριτικό όριο (σε mm) του ανθρώπινου ματιού στην ελάχιστη απόσταση ευκρινούς όρασης  $s_{\min} = 25 \text{ cm}$  για φυσιολογικό οφθαλμό υπό συνθήκες έντονου φωτισμού; Ποιό είναι το αντίστοιχο διακριτικό όριο για έναν ωρολογιοποιό που χρησιμοποιεί μεγεθυντικό φακό γωνιακής μεγέθυνσης '3x' ;

γ. Το αντικειμενικό οπτικό στοιχείο του τηλεσκοπίου Hubble είναι ένα σχεδόν τέλεια σφαιρικό κάτοπτρο διαμέτρου  $D = 2,4 \text{ m}$ . Αν το τηλεσκόπιο στραφεί προς την επιφάνεια του πλανήτη Άρη, και η απόσταση του τηλεσκοπίου από αυτήν είναι  $L = 7,8 \times 10^{10} \text{ m}$ , να βρείτε ποιό είναι η ελάχιστη απόσταση δύο σημείων στην επιφάνεια του Άρη για να ξεχωρίζουν ως διακριτά μέσω του τηλεσκοπίου Hubble.

Καλή Επιτυχία!