

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

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

Διάρκεια: 2 h.
Ζωγράφου, 5/7/2017

1. α. Σε ποιο φαινόμενο σκέδασης οφείλεται το κυανό χρώμα του ουρανού;
Ποιο το μέγεθος των σκεδαζόντων σωματιδίων;

β. 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;

γ. Αντιδιαστείλετε την σκέδαση αυτή με την "σκέδαση Mie". Ποιο το μέγεθος των σκεδαζόντων σωματιδίων στην περίπτωση αυτή;

Αναφέρετε δύο τουλάχιστον παραδείγματα αντικειμένων, η σκέδαση του φωτός από τα οποία έχει τα χαρακτηριστικά της "σκέδασης Mie".

δ. Περιγράψτε και εξηγήστε το φαινόμενο του αντικατοπτρισμού (Σχήμα!)

2. Μία μέθοδος προσδιορισμού του δείκτη διάθλασης (δ.δ.) n ενός πρίσματος προκύπτει μετά από μέτρηση της γωνίας ελάχιστης εκτροπής δ μιας φωτεινής δέσμης που προσπίπτει στην παράπλευρη έδρα του πρίσματος και εξέρχεται από την άλλη παράπλευρή του έδρα - μέσω της σχέσης:

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

όπου γ η γωνία κορυφής ή η διαθλαστική γωνία του πρίσματος.

α. Να αποδειχθεί η παραπάνω σχέση.

β. Με εφαρμογή σύνθετης παραγωγίσης:

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

να βρείτε την παράγωγο της γωνίας εκτροπής $d\delta / d\lambda$ συναρτήσει της διαθλαστικής γωνίας γ 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 $\lambda_1 = 589,3$ nm και $\lambda_2 = 527,0$ nm, το υλικό είναι πυριτύαλος με $n(\lambda_1) = 1,6128$ και $n(\lambda_2) = 1,6190$, ενώ η διαθλαστική γωνία του πρίσματος είναι $\gamma = 60^\circ$, να βρείτε την διαφορά $\Delta\delta$ των γωνιών εκτροπής $\delta(\lambda_1)$ και $\delta(\lambda_2)$:

$\Delta\delta \cong d\delta \cong \delta(\lambda_1) - \delta(\lambda_2)$. Η διαφορά $\Delta\delta$ είναι θετική ή αρνητική; Εξηγήστε!

19
10 + 22 + 10

[Υπόδειξη: Η ελάχιστη εκτροπή επισυμβαίνει όταν η γωνία πρόσπτωσης α_1 εξισωθεί με την γωνία εξόδου α_2 , δηλ. όταν η διαθλώμενη δέσμη ακολουθεί συμμετρική πορεία εισερχόμενη και εξερχόμενη του πρίσματος.]

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,

λ , 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.] Ποιά είναι η απόσταση ως την οποία φαίνεται "με γυμνό μάτι" από την ακτή ως διακριτό αντικείμενο ένα ιστοφόρο ύψους 5 m υπό συνθήκες έντονου φυσικού φωτισμού, π.χ. κατά τις μεσημεριανές ώρες;

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 της σελήνης, και η απόσταση του τηλεσκοπίου από αυτήν είναι $L = 3,8 \times 10^8 \text{ m}$, να βρείτε ποιά είναι η ελάχιστη απόσταση δύο σημείων στην επιφάνεια της σελήνης για να ξεχωρίζουν ως διακριτά μέσω του τηλεσκοπίου Hubble.

Καλή Επιτυχία!