

Επιλέξτε και απαντήστε σε 4 από τα 5 παρακάτω ισοδύναμα θέματα.  
Η διάρκεια της εξέτασης είναι 2,5 ώρες.

### Θέμα 1

Ένας επίπεδος συμμετρικός κυματοδηγός αποτελείται από πυρήνα με δείκτη διάθλασης  $n_1 = 3$  και μανδύα με δείκτη διάθλασης  $n_2 = 2$ . Ο κυματοδηγός είναι μονοτροπικός σε όλα τα μήκη κύματος, για τα οποία ισχύει:  $\lambda \geq 2\mu\text{m}$ . Ζητείται να υπολογιστούν:

- (α) Το πάχος του κυματοδηγού  $d$ .
- (β) Ο αριθμός των συνολικών (TE και TM) τρόπων κυματοδηγησης για  $\lambda = 0,5\mu\text{m}$ .
- (γ) Η περιοχή των μηκών κύματος, για τα οποία το πλήθος των επιτρεπόμενων TE τρόπων είναι ίσο με 2.

[Σημείωση: Δεχόμαστε ότι ο δείκτης διάθλασης του πυρήνα και του μανδύα παραμένουν σταθεροί, κατά προσέγγιση, σε όλα τα μήκη κύματος]

### Θέμα 2

Οπτικός ανιχνευτής LDR είναι κατασκευασμένος από τον φωτοαγωγίμο ημιαγωγό PbSe, ο οποίος έχει ενεργειακό χάσμα  $E_g = 0,27\text{eV}$ . Υποθέστε ότι ο ανιχνευτής είναι ιδανικός (δηλαδή γραμμικός). Υποθέστε ακόμα πως, όταν η επιφάνεια του ανιχνευτή LDR ακτινοβολείται με δέσμη laser, η οποία έχει οπτική ισχύ  $P_0 = 100\text{mW}$  και μήκος κύματος  $\lambda = 0,5\mu\text{m}$ , τότε εμφανίζεται φωτορεύμα ίσο με  $I_{ph} = 10\text{mA}$ . Ζητείται να υπολογιστούν:

- (α) Η αποκρισμότητα  $A$  του ανιχνευτή στο μήκος κύματος εκπομπής του laser.
- (β) Η αποκρισμότητα  $A$  του ανιχνευτή σε ένα μήκος κύματος  $\lambda = 1,5\mu\text{m}$ .
- (γ) Η τιμή του φωτορεύματος, αν ο ανιχνευτής φωτιστεί με ακτινοβολία οπτικής ισχύος  $P_0 = 1\text{W}$  και συχνότητας  $\nu = 30\text{THz}$ .

[Σημείωση: Δίνονται οι τιμές της σταθεράς του Planck  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{J} \cdot \text{s}$  και της ταχύτητας του φωτός  $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ . Δίνεται ακόμα ότι  $1\text{eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}\text{J}$ ]

### Θέμα 3

Φωτοδίοδος LED εκπέμπει φως με (κεντρικό) μήκος κύματος  $\lambda = 520\text{nm}$ . Υποθέστε ότι η LED παράγει οπτική ισχύ  $P_0 = 1\text{mW}$  όταν διαρρέεται από ρεύμα ίσο με  $I = 10\text{mA}$ . Ζητείται να υπολογιστούν:

- (α) Η εσωτερική κβαντική απόδοση της φωτοδίοδου  $n_i$ .
- (β) Η ηλεκτρική ισχύς  $P_{\eta\lambda}$  που καταναλώνει η φωτοδίοδος. (Ο υπολογισμός αυτός μπορεί να γίνει κατά προσέγγιση).
- (γ) Η οπτική ισχύς που θα παράγει η φωτοδίοδος, αν αυξήσουμε το ρεύμα που τη διαρρέει στα  $15\text{mA}$ .

[Σημείωση: Δίνονται οι τιμές της σταθεράς του Planck  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{J} \cdot \text{s}$ , της ταχύτητας του φωτός  $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ , και του φορτίου του ηλεκτρονίου  $q_e = 1,602 \cdot 10^{-19}\text{C}$ ]

#### Θέμα 4

Ένα laser αέριου αζώτου έχει τεθεί σε παλμική λειτουργία και παράγει παλμούς διάρκειας  $\Delta t \approx 1ns$ . Το laser αερίου αζώτου είναι σύστημα 3-ενεργειακών επιπέδων, και το ανώτερο ενεργειακό επίπεδο έχει χρόνο ζωής  $\tau \approx 40ns$ . Γνωρίζετε ότι η κοιλότητα του laser έχει μήκος  $L = 1,5m$ . Ζητείται να υπολογιστούν:

(α) Το φασματικό εύρος  $\Delta\nu$  (κατά προσέγγιση) της ακτινοβολίας που εκπέμπει το laser.

(β) Το εύρος της ομοιογενούς (ή φυσικής) διεύρυνσης φάσματος. Με βάση το αποτέλεσμα σας, μπορείτε να αποφανθείτε αν το εκπεμπόμενο φασματικό εύρος οφείλεται σε ομοιογενή ή ανομοιογενή διεύρυνση;

(γ) Το ελεύθερο φασματικό εύρος (F.S.R.) και ο αριθμός των τρόπων που εμφανίζονται στο φάσμα του laser.

#### Θέμα 5

Θεωρήστε laser εγκλείδωσης ρυθμών (mode-locked) το οποίο παράγει παλμούς με διάρκεια  $100fs$  και συχνότητα επανάληψης  $RR = 100MHz$ . Γνωρίζετε ακόμα ότι η μέση οπτική ισχύς του laser είναι ίση με  $1W$ . Ζητείται να υπολογιστούν:

(α) Η ενέργεια των παλμών του laser.

(β) Η μέγιστη ισχύς του laser.

(γ) Ο κύκλος εργασίας (Duty Cycle) του laser.