

Τα θέματα είναι ισοδύναμα. Απαντήστε σε δύο από τα θέματα 1, 2 και 3. Κλειστά βιβλία και σημειώσεις.

Διδάσκοντες: Μ. Μακροπούλου, Α. Παπαγιάννης

Διάρκεια: 2½ ώρες

Θέμα 1

(2,5 μονάδες)

Περιγράψτε: (α) τη βασική αρχή της οπτικής τομογραφίας με δέσμη laser και (β) το μηχανισμό επαγωγής «οπτικής» δύναμης στη τεχνική της οπτικής παγίδευσης μικροδομών με laser.

Θέμα 2

(2,5 μονάδες)

Περιγράψτε τα παρακάτω φαινόμενα που χαρακτηρίζουν ορισμένες από τις φωτοβιολογικές διαδικασίες αλληλεπίδρασης της ακτινοβολίας laser με τους ιστούς. Αναφέρατε από μία τουλάχιστον ιατρική εφαρμογή των lasers που βασίζεται στα παρακάτω φαινόμενα.

- (α) φωτοθερμική δράση - ατμοποίηση (για θερμοκρασία 100° C),
- (β) φωτομηχανική δράση με δέσμες υψηλής ισχύος από lasers Nd:YAG.

Θέμα 3

(2,5 μονάδες)

Στο χώρο ενός χειρουργείου λειτουργεί ένα laser CO₂, μέγιστης ισχύος εξόδου 40 W. Ο φυσικός-υπεύθυνος για τα laser κάνει υπολογισμούς ασφαλείας υποθέτοντας ότι η ανακλαστικότητα του δέρματος είναι 0.1 και ότι τα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια για έκθεση του δέρματος στη συγκεκριμένη ακτινοβολία είναι 1000 Wcm⁻². Εκτιμήστε τα προβλήματα επικινδυνότητας που προκαλούνται από το παραπάνω laser για το δέρμα και τους οφθαλμούς (κερατοειδή και αμφιβληστροειδή χιτώνα) του προσωπικού και των ασθενών. Θεωρείστε ότι οι επεμβάσεις γίνονται μέσω οπτικού μικροσκοπίου. Τι μέτρα ασφαλείας προτείνετε;

Θέμα 4

(2,5 μονάδες)

Ένα παλμικό laser Nd:YAG εκπέμπει στην τρίτη του αρμονική συχνότητα με επαναληπτικότητα 10 Hz. Ο εκπεμπόμενος παλμός laser έχει ενέργεια 300 mJ και διάρκεια 8 ns. Το laser αυτό χρησιμοποιείται σε μια διάταξη LIDAR με χωρική διακριτική ικανότητα δειγματοληψίας 10 m. Στην διάταξη αυτή χρησιμοποιείται το 10% της εκπεμπόμενης δέσμης για βαθμονόμηση. Έτσι, το 10% της ενέργειας της δέσμης ανιχνεύεται από μία φωτοδίοδο και το υπόλοιπο εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα που θεωρείται ομοιόμορφη. Η διάταξη LIDAR είναι εφοδιασμένη με ένα τηλεσκόπιο διαμέτρου 500 mm: Ο συντελεστής οπτο-ηλεκτρονικής απόδοσης του συστήματος είναι 12%, ενώ ο γεωμετρικός συντελεστής επικάλυψης θεωρείται ίσος με 1. Ο ολικός συντελεστής οπισθοσκέδασης είναι ίσος 0.01 km⁻¹sr⁻¹, ενώ ο ολικός συντελεστής εξασθένησης της ατμόσφαιρας είναι ίσος με 0.1 km⁻¹. Να υπολογισθούν: 1) ο αριθμός των εκπεμπόμενων φωτονίων/παλμό και η αντίστοιχη ισχύς κορυφής P του κάθε ενός παλμού, 2) ο αριθμός φωτονίων που προσπίπτουν στη φωτοδίοδο βαθμονόμησης ανά λεπτό της ώρας, 3) ο αριθμός των ανιχνευόμενων φωτονίων που προέρχονται από μια απόσταση 1 km και 15 km, αντίστοιχα. Στο ερώτημα 3, ποιές τεχνικές ανίχνευσης σήματος LIDAR θα χρησιμοποιήσετε; Δικαιολογήστε την απάντησή σας. Υπόδειξη: Χρησιμοποιήστε την βασική εξίσωση LIDAR και υπολογίστε πρώτα τη στερεά γωνία (A₀/R²) σε sr, που είναι η γωνία αποδοχής του τηλεσκοπίου λήψης.

(Δίνεται η σταθερά του Planck $h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js)

Θέμα 5

(2,5 μονάδες)

Σας ζητείται να σχεδιάσετε ένα σύστημα LIDAR που θα έχει τη δυνατότητα να μετρά δεκάδες αέριους ρύπους στη φασματική περιοχή 260-10.000 nm. 1) Να καταχωρήσετε σε ένα πίνακα την κατηγορία αλληλεπίδρασης ακτινοβολίας laser-ατμόσφαιρας και τον αντίστοιχο μετρούμενο ρύπο. Αναφέρατε τουλάχιστον 10 αέριους ρύπους και σε ποιά φασματική περιοχή μετράται ο καθένας τους. 2) Τι διάταξη laser προτείνετε και σχεδιάστε την. Δώστε τις απαραίτητες εξηγήσεις.