



**ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ “ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ LASERS ΣΤΗ
ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ”**

14/5/2007

Τα θέματα είναι ισοδύναμα και χωρίζονται σε 2 μέρη (Μέρος Α: Εφαρμογές των laser στη Βιοϊατρική, Μέρος Β: Εφαρμογές των laser στο Περιβάλλον.).

Απαντήστε σε ξεχωριστές κόλλες για κάθε μέρος. Κλειστά βιβλία και σημειώσεις.

Διδάσκοντες: Α. Σεραφετινίδης, Α. Παπαγιάννης

Διάρκεια: 2 ώρες και 45 λεπτά

Μέρος Α'

Θέμα 1

(25 μονάδες)

Α) Ποιά τα πλεονεκτήματα και ποιά τα μειονεκτήματα της χρήσης του οπτικού νυστεριού laser; - 5 μονάδες. Β) Σε ένα νοσοκομείο διαθέτουν τα παρακάτω laser: παλμικό laser μέσου υπέρυθρου Er:YAG, ($\lambda=2,94 \mu\text{m}$), παλμικό laser κοντινού υπέρυθρου Nd:YAG ($\lambda=1,06 \mu\text{m}$), laser διηγεμένων διμερών (ArF) ($\lambda=193 \text{ nm}$) και laser αργού/κρυπτού ($\lambda=488$ ή 514 ή 647 nm). Ποιό laser θα διαλέγατε για χειρουργική επέμβαση στον κερατοειδή χιτώνα του ανθρώπινου οφθαλμού και γιατί θα αποκλείσετε κάποια ή όλα τα υπόλοιπα; Ποιό laser θα διαλέγατε για επέμβαση στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ανθρώπινου οφθαλμού και γιατί θα αποκλείσετε κάποια ή όλα τα υπόλοιπα; Ποιό laser θα διαλέγατε για φωτοδυναμική θεραπεία σε δέρμα ανθρώπου και γιατί; - 10 μονάδες. Γ) Ποια είναι η απάντηση στα ερωτήματα « χρήση laser συνεχούς ή παλμικής λειτουργίας; » και « χρήση laser υπέρυθρου ή μέσου υπέρυθρου; » σε περιπτώσεις μικροχειρουργικής; Απαντήστε με θεωρητικές σκέψεις και όχι με παράδειγμα κλινικής εφαρμογής. - 10 μονάδες.

Θέμα 2

(25 μονάδες)

Α) Το χειρουργικό laser CO₂ (συνεχές ή παλμικό) εκπέμπει στο υπέρυθρο τμήμα του φάσματος. Είναι αυτό το laser επικίνδυνο για το δέρμα; Για τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του οφθαλμού; Για τον κερατοειδή χιτώνα του οφθαλμού; Δικαιολογείστε με συντομία την απάντησή σας. Τι είδους γυαλιά χρειάζονται για προστασία από το συγκεκριμένο laser; Β) Περιγράψτε τη βασική αρχή της διαγνωστικής τεχνικής LIF (Laser Induced Fluorescence) και δώστε τουλάχιστον ένα παράδειγμα πρακτικής εφαρμογής της. Γ) Ποιές οι βασικές δύο θερμικές και ποιές οι βασικές δύο μη θερμικές διαδικασίες αλληλεπίδρασης ακτινοβολίας και έμβιας ύλης; Περιγράψτε τις συνοπτικά με παράλληλη αναφορά στις ιδιότητες (μήκος κύματος, διάρκεια παλμού) της ακτινοβολίας laser που εμπλέκεται στις αντίστοιχες αλληλεπιδράσεις. - 10 μονάδες.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

Θεμα 4
(25 μονάδες)
A) Να περιγράψει συνοπτικά ο μηχανισμός της σκέδασης Raman (Stokes, anti-Stokes) στην ατμόσφαιρα. Να αναφερθείτε και στην ικανοποίηση των συνθηκών: $\Delta v = \dots$ και $\Delta l = \dots$ Πόσο ασθενέστερη είναι η σκέδαση Raman από τη σκέδαση Rayleigh; B) Εξηγήστε το φαινόμενο της νηματοποίησης κατά τη διάδοση υπερ-στενών (fs) παλμών laser στην ατμόσφαιρα. Σε ποια φυσικά φαινόμενα οφείλεται αυτή η νηματοποίηση;

Θεμα 3
(25 μονάδες)
A) Ένα παλμικό laser Nd:YAG εκπέμπει στα 355 nm με επαναληπτικότητα 10 Hz. Ο εκπεμπόμενος παλμός laser έχει ενέργεια 100 mJ και διάρκεια 10 ns. Το laser αυτό χρησιμοποιείται σε μια διάταξη lidar με χωρική διακριτική ικανότητα δείγματος 15 m. Στην διάταξη αυτή χρησιμοποιείται το 10% της εκπεμπόμενης δέσμης για βαθμονόμηση. Έτσι, το 10% της ενέργειας της δέσμης ανιχνεύεται από μια φωτόδιοδο και το υπόλοιπο εκπέμπεται σε μια ομοιογενή (χωρο-χρονικά) ατμόσφαιρα. Η διάταξη lidar είναι εφοδιασμένη με ένα ηλεσκόπιο διέγερσης 300 mm με οπτικό πεδίο 1 mrad. Ο συντελεστής οπτο-ηλεκτρονικής απόδοσης του συστήματος είναι 12%, ο συντελεστής ανακλαστικότητα του ηλεσκόπιου είναι 95% και ο γεωμετρικός συντελεστής επικάλυψης είναι ίσος με 1 σε όλα τα ύψη z, όπου $z > 300$ m. Ο ολικός συντελεστής απόδοσης της ατμόσφαιρας είναι ίσος 0.01 km⁻¹sr⁻¹, ενώ η ολική συντελεστής εξασθένισης της ατμόσφαιρας είναι ίσος με 1 km⁻¹. Να υπολογισθούν: 1) ο αριθμός των εκπεμπόμενων φωτονίων/παλμό και η αντίστοιχη ισχύς κορυφής F του κάθε ενός παλμού, 2) ο αριθμός φωτονίων που προσπίπτουν στη φωτόδιοδο βελτιολογμένης από λαστ, 3) ο αριθμός φωτονίων που ανιχνεύονται από το σύστημα lidar προερχόμενα από μια απόσταση 1 km και 30 km. Στο ερώτημα 3, ποιές τεχνικές ανιχνεύσης θα χρησιμοποιήσετε; B) Να αναφερθούν τα πλεονεκτήματα της τεχνικής lidar έναντι των συμβατικών τεχνικών μέτρησης της ατμοσφαιρικής βύσσης.