

ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ
“ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ LASERS ΣΤΗ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ” 03/03/2015

Τα θέματα είναι ισοδύναμα. Οι βαθμοί των εργασιών θα υπολογισθούν προσθετικά στους βαθμούς της εξέτασης. Κλειστά βιβλία, κινητά και σημειώσεις.

Διδάσκοντες: Μ. Μακροπούλου, Α. Παπαγιάννης

Διάρκεια: 2½ ώρες

Θέμα 1

(α) Περιγράψτε τα παρακάτω φαινόμενα που χαρακτηρίζουν ορισμένες από τις φωτοθερμικές διαδικασίες αλληλεπίδρασης της ακτινοβολίας laser με τους ιστούς: i) Πήξη (για θερμοκρασίες από 60° έως 90° C), ii) Ατμοποίηση (για θερμοκρασία 100° C).

(β) Δίνονται τα παρακάτω laser κατά σειρά αυξανόμενου μήκους κύματος, από το UV έως το IR:
a) ArF excimer laser ($\lambda=193$ nm), b) He-Ne laser, c) Nd:YAG laser ($\lambda=1,06$ μm), d) Er:YAG laser ($\lambda=2,94$ μm), e) CO₂ laser ($\lambda=10,6$ μm).,

Ποια από αυτά τα laser παρουσιάζουν προβλήματα επικινδυνότητας, και γιατί, σε αυχγή έκθεση για κάθε ένα από τα παρακάτω μέρη του ανθρώπινου οφθαλμού:

- τον κερατοειδή χιτώνα του οφθαλμού
- τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του οφθαλμού;

Θέμα 2

(α) Στην Ελλάδα πωλούνται παράνομα δείκτες laser (laser pointer) που παράγουν πράσινη δέσμη φωτός ισχύος ~50 mW. Η δέσμη εισέρχεται στο μάτι ενός ανθρώπου και εστιάζεται με τη βοήθεια του κερατοειδούς και του φακού στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, σε κηλίδα διαμέτρου 16 μm. Θεωρούμε ότι ο χρόνος ανακλαστικού ανοιγοκλεισίματος των οφθαλμών είναι 0,25 s. Υπολογίστε την ακτινοβόληση του αμφιβληστροειδούς. Σας δίνεται ο πίνακας με τιμές μέγιστης επιτρεπτής έκθεσης ή MPE (MPE = Maximum Permissible Exposure, από τα πρότυπα ANSI Z136.1-1993), στον οποίον δεν συμπεριλαμβάνεται το μήκος κύματος του συγκεκριμένου laser pointer. Σχολιάστε το αποτέλεσμά σας με βάση άλλη σχετική τιμή του πίνακα.

Τύπος Laser	Μήκος κύματος (μm)	MPE, (μέση πυκνότητα ισχύος σε watts/cm ²)			
		Χρόνος έκθεσης σε s →	0,25 s	10 s	600 s
CO ₂	10,6	—	0,1 W/cm ²	—	—
Nd:YAG (cw)	1,064	—	5,1×10 ⁻³	—	—
GaAs (diode)	0,840	—	1,9×10 ⁻³	—	—
HeNe	0,633	2,5×10 ⁻³	—	—	293×10 ⁻⁶

(β) Περιγράψτε τη βασική θεωρία της διάγνωσης μέσω ταχυμετρίας laser Doppler (αναφέρετε μερικές βιοϊατρικές εφαρμογές).

Θέμα 3

α) Να περιγραφεί συνοπτικά η αρχή λειτουργίας μιας διάταξης lidar που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου στην τροπόσφαιρα (π.χ. 0.5-5 km). β) Με βάση την εξίσωση lidar (τεχνική DIAL: εφαρμογή σε 2 μήκη κύματος) να υπολογίσετε την εξίσωση της συγκέντρωσης N(z) ενός μοριακού ρυπαντή σαν συνάρτηση της απόστασης z, από το σύστημα lidar, καθώς και άλλων παραμέτρων (σήμα lidar, ενεργός διατομή απορρόφησης, κλπ.). Από ποιούς παράγοντες επηρρεάζεται η ακρίβεια της μέτρησης αυτής; γ) Να εξηγήσετε γιατί στην εξίσωση lidar εμφανίζεται ο όρος A/r², r είναι η απόσταση του στόχου και A η επιφάνεια λήψης του τηλεσκοπίου (οπωσδήποτε να δώσετε το σχετικό Σχήμα).

Θέμα 4

α) Περιγράψτε συνοπτικά το φαινόμενο της νηματοποίησης κατά τη διάδοση υπέρ-στενών (χρονικά) (fs) παλμών laser στην ατμόσφαιρα. Εξηγείστε γιατί κατά το φαινόμενο της δημιουργούνται παλμοί laser «λευκού» φωτός. Ποιούς ρύπους μπορούμε να μετρήσουμε με την τεχνική αυτή και με βάση ποιά εξίσωση; β) Να περιγραφεί συνοπτικά το φαινόμενο της σκέδασης Raman κατά τη διάδοση ισχυρής ακτινοβολίας laser στην ατμόσφαιρα (σχεδιάστε τα διάφορα κβαντικά επίπεδα). Ποιές συνθήκες πρέπει να ικανοποιούνται από τους διάφορους μοριακούς κβαντικούς αριθμούς;

Καλή επιτυχία!