

# Τα μυστικά του LASER

Επιστήμονες και ερευνητές μιλούν στα «Επίκαιρα» για τις εφαρμογές του σε σύγχρονες τεχνολογίες

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΟΛΓΑ ΤΑΝΤΟΥ

Ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα της Επιστήμης του 21ου αιώνα υπήρξε το «ενισχυμένο φως από εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας» ή, για να το διατυπώσουμε πιο απλά, το laser, η ονομασία του οποίου προκύπτει από τα αρχικά των λέξεων Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Το θεωρητικό υπόβαθρο του laser οφείλεται στον Άλμπερτ Άϊνσταϊν, χρειάστηκε όμως να περάσει μισός αιώνας έως ότου κατασκευαστεί, το 1960, το πρώτο laser με βάση έναν κύλινδρο από συνθετικό ρουμπίνι από τον Αμερικανό φυσικό Theodore Harold Maiman.

Πλέον τα laser συναντώνται σε πληθώρα διαφορετικών τύπων, όπως στη συγκόλληση και κοπή χάλυβα στην αυτοκινητο-

βιομηχανία, στην ιατρική, στην επιτόπια στοιχειακή ανάλυση επίγειων ορυκτών, ακόμη και στη στοιχειακή ανάλυση των πετρωμάτων που βρίσκονται στην επιφάνεια του πλανήτη Άρη.

Ειδικοί επιστήμονες και ερευνητές εξηγούν στα «Επίκαιρα» τις διαφορές που παρουσιάζει το laser σε σχέση με τις συνηθεις πηγές φωτός, τις εφαρμογές του σε σύγχρονες τεχνολογίες και τον καταλυτικό ρόλο που διαδραμάτισε στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών, καθώς και στην ανάπτυξη των νέων φωτοβολταϊκών συστημάτων, αλλά και τις εφαρμογές του στη Βιοϊατρική, με χαρακτηριστικά παραδείγματα τη φωτοδυναμική θεραπεία στην ογκολογία και σε επεμβάσεις της οφθαλμολογίας.

## ΓΙΑΤΙ ΞΕΧΩΡΙΖΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΠΗΓΕΣ ΦΩΤΟΣ



**Δρ. Ναούμ Μπακάλης**, Ερευνητής στο Ινστιτούτο Θεωρητικής και Φυσικής Χημείας στο Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών «Κάθε άτομο της ύλης αποτελείται από έναν πυρήνα περιβαλλόμενο από ηλεκτρόνια. Ένα ηλεκτρόνιο, απορροφώντας ενέργεια, είτε από τυχαία κρούση είτε από προσπίπτον φως, διεγείρεται σε μια ασταθή κατάσταση μεγαλύτερας ενεργείας, από όπου μπορεί, είτε αυθορμήτως είτε εξαναγκαζόμενο από άλλο φως (π.χ. laser), να αποδιεγερθεί στην προηγούμενη ευσταθή κατάσταση, εκπέμποντας φως αντιστοίχου ενεργείας (χρώματος).

»Στις συνηθεις πηγές φωτός οι διεγέρσεις γίνονται σε τυχαίους χρόνους, σε διάφορες διεγερμένες καταστάσεις οι αποδιεγέρσεις γίνονται αυθορμήτως, κι έτσι εκπέμπεται τυχαίως φως διαφόρων χρωμάτων. Στο laser οι διεγέρσεις γίνονται σε συγκεκριμένες διεγερμένες καταστάσεις και οι αποδιεγέρσεις είναι εξαναγκασμένες, αλλά και συντονισμένες, από το ίδιο φως, εξαναγκασμένο να παλινδρομεί μεταξύ δύο καθρεπτών, του ενός ημιπερατού, από όπου μερικώς εξέρχεται η δέσμη ευθυγραμμισμένη. Σε κάθε παλινδρόμηση γίνονται όλο και νέες συντονισμένες αποδιεγέρσεις, που ενισχύουν τη δέσμη, βγάζοντας έτσι ισχυρό συντονισμένο ("σύμφωνο") μονοχρωματικό φως».

## ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΜΟΝΤΕΡΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

### Δίκτυα Οπτικών Ινών: Υψηλές ταχύτητες επικοινωνίας



**Θάνος Ορφανουδάκης**, M.Sc. «Photonics and Optoelectronic devices» από τα συνεργαζόμενα πανεπιστήμια St. Andrews και Heriot-Watt, M.Sc. «Οικονομική και Διοίκηση των Τηλεπικοινωνιακών Δικτύων», υπεύθυνος Πωλήσεων στον Τομέα Οπτοηλεκτρονικών & Επιστημονικών Οργάνων «Optronics Technologies SA»

«Η εφεύρεση του laser και η κατασκευή των οπτικών ινών αποτέλεσαν βασικά συστατικά στοιχεία για τη δημιουργία και την ανάπτυξη των οπτικών δικτύων, που θεωρούνται μία από τις μεγαλύτερες εξελίξεις στην ιστορία των τηλεπικοινωνιών. Τα σύγχρονα συστήματα οπτικών τηλεπικοινωνιών περιλαμβάνουν –σε απλοποιημένη μορφή– έναν οπτικό πομπό laser για τη μετατροπή του ηλεκτρικού σήματος σε οπτικό, ένα οπτικό καλώδιο, ενδιάμεσους ενισχυτές - αναγεννητές σήματος και έναν οπτικό δέκτη - φωτοανιχνευτή για τη μετατροπή του οπτικού σήματος σε ηλεκτρικό στο σημείο της λήψης. Με τον τρόπο αυτό η πληροφορία μπορεί να μεταδοθεί σε πολύ μεγάλες αποστάσεις, λόγω των μικρών απωλειών που παρουσιάζουν οι οπτικές ίνες σε σχέση με τα συστήματα καλωδίων χαλκού, ενώ η Πολυπλεξία Μήκους Κύματος επιτρέπει την αποστολή ακόμη περισσότερης πληροφορίας μέσω της μετάδοσης πολλαπλών διαφορετικών μηκών κύματος μέσα από την ίδια ίνα».

## ΟΜΙΛΙΕΣ ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΕΙΕ)

Στο πλαίσιο των μορφωτικών εκδηλώσεων του Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών «Επιστήμης Κοινωνία», μέχρι και τις 4 Ιουνίου πραγματοποιείται ο Ε΄ Κύκλος Ομιλιών με θέμα «Laser... μια ακτίνα φωτός για την Έρευνα, την Τεχνολογία και τον Άνθρωπο», με ομιλητές τους συμμετέχοντες στο συγκεκριμένο ρεπορτάζ, καθώς και άλλους πανεπιστημιακούς και επιστήμονες που είναι εξειδικευμένοι σε αυτό το θεματικό αντικείμενο.

Μιλώντας στα «Επίκαιρα» η υπεύθυνη του προγράμματος, κυρία Ελένη Γραμματικοπούλου, αναφέρει:

«Το πρόγραμμα αυτό του ΕΙΕ συμπληρώνει φέτος είκοσι χρόνια συνεχούς πολιτιστικής και εκπαιδευτικής προσφοράς προς το επιστημονικό και ευρύτερο κοινό του τόπου μας. Στο συγκεκριμένο κύκλο θα παρουσιαστούν μερικές από τις πιο σημαντικές εφαρμογές των laser, που συμβάλλουν πολυεπίπεδα στη βελτίωση της καθημερινότητάς μας».

## ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗ

### Μια πολλά υποσχόμενη ιατρική εφαρμογή: «Οπτική βιοψία» και φωτοδυναμική θεραπεία στην ογκολογία



**Δρ. Ελένη Δρακάκη**, Επιστημονική συνεργάτις ΤΕΙ Αθηνών και Νοσοκομείου «Α. Συγγρός»

«Οι θεραπευτικές ιδιότητες του φωτός είναι γνωστές εδώ και χιλιάδες χρόνια, αλλά μόνο μετά την ανακάλυψη του laser αναπτύχθηκε η έρευνα και η εφαρμογή του σε μη επεμβατική διαγνωστική και θεραπευτική τεχνική στην ογκολογία – “οπτική βιοψία” και φωτοδυναμική θεραπεία (ΦΔΘ) αντίστοιχα. Η φασματοσκοπική καταγραφή του φθορισμού που προκαλεί κατάλληλο φως laser χρησιμοποιείται για διάγνωση πολλών τύπων προκαρκινικών και καρκινικών αλλοιώσεων.

»Η φωτοδυναμική θεραπεία βασίζεται στην επιλεκτική απορρόφηση φωτός από κατάλληλες ενώσεις - φωτοευαίσθητοποιητές, παρουσία οξυγόνου, οι οποίες ενεργοποιούν έτσι φωτοχημικές αντιδράσεις που καταστρέφουν επιλεκτικά τα καρκινικά κύτταρα. Η ΦΔΘ εφαρμόζεται ήδη σε Ιαπωνία, ΗΠΑ, Καναδά, Αυστραλία και στην Ευρώπη. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική όπου ενδείκνυται, ιδίως στα πρώτα στάδια ορισμένων όγκων, αλλά και ως συμπληρωματική τεχνική για την ανίχνευση και τη θεραπεία συγκεκριμένων πιθανών υπολειμματικών όγκων μετά από χειρουργείο. Αυτή η μη επεμβατική θεραπεία παρουσιάζει ελάχιστη τοξικότητα στο φυσιολογικό ιστό, αμελητέα μακροπρόθεσμη νοσηρότητα και είναι άριστη από αισθητικής απόψεως, ενώ –σε αντίθεση με την ακτινοθεραπεία και τη χειρουργική επέμβαση– μπορεί να επαναληφθεί πολλές φορές στο ίδιο σημείο».

### Η διόρθωση της μυωπίας και άλλες επεμβάσεις της οφθαλμολογίας

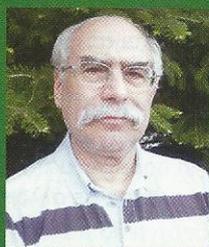


**Δρ. Κωνσταντίνος Μπαχάρης**, Καθηγητής στο Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, μεταδιδακτορικός ερευνητής της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών του ΕΜΠ και επιστημονικός συνεργάτης στο Αθηναικό Διαθλαστικό Laser

«Το ανθρώπινο μάτι λειτουργεί όπως μια φωτογραφική μηχανή. Τις περισσότερες φορές το σχήμα του κερατοειδούς και του ματιού δεν είναι τέλειο, με συνέπεια να έχουμε θολή όραση. Οι διαθλαστικές ανωμαλίες διακρίνονται στη μυωπία, στην υπερμετρωπία και στον αστιγματισμό. Το excimer laser τροποποιεί το σχήμα του κερατοειδούς, αντικαθιστώντας πλήρως τα υαλιά όρασης και τους φακούς επαφής. Τα femtosecond laser

επίσης προσφέρουν ένα τεράστιο πεδίο νέων δυνατοτήτων. Οι τομές στον κερατοειδή γίνονται πλέον με τη χρήση τους αντί του μηχανικού μαχαίριδιου, με μεγαλύτερη ακρίβεια και ασφάλεια, γεγονός που ανοίγει νέους ορίζοντες στη μικροχειρουργική του κερατοειδούς, στη δημιουργία τοξοειδών τομών για τη διόρθωση πολύ υψηλών αστιγματισμών, στη δημιουργία τομών για την ένθεση ενδοκερατοειδικών δακτυλίων ή ενδοκερατοειδικών φακών, στη μερική ή ολική κερατοπλαστική (μεταμόσχευση κερατοειδούς) και, πρόσφατα, στη χειρουργική του καταράκτη».

## Εφαρμογές σε φωτοβολταϊκά συστήματα 2ης γενιάς



**Δρ. Μιχάλης Κομπιάς**, Διευθυντής Ερευνών στο Ινστιτούτο Θεωρητικής και Φυσικής Χημείας του Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών

«Τις τελευταίες δεκαετίες, η αγορά των φωτοβολταϊκών (Φ/Β) πλαισίων κυριαρχείται από κυψελίδες μονοκρυσταλλικού πυριτίου (c-Si) πάχους περίπου 1 χιλιοστού. Αυτό οφείλεται στη σχετικά μεγάλη (20%) απόδοση μετατροπής του φωτός σε ηλεκτρικό

ρεύμα. Τέτοια πλαίσια έχουν όμως αρκετά μειονεκτήματα, όπως μεγάλο βάρος, υψηλό κόστος παραγωγής και, επομένως, μακρύ χρόνο απόσβεσης της επένδυσής.

»Πρόσφατα, οι ερευνητές στράφηκαν στην ανάπτυξη Φ/Β πλαισίων λεπτών υμενίων από άμορφο ή/και μικροκρυσταλλικό πυρίτιο με πάχος το 1 χιλιοστό αυτών του c-Si. Το στρώμα πυριτίου εγκλωβίζεται σε δύο υμένα οξειδίου του ψευδαργύρου, που αποτελούν τα ηλεκτρόδια της κυψελίδας. Οι αποδόσεις τους φθάνουν

σήμερα το περίπου 10%, αλλά έχουν μικρότερο βάρος και, επομένως, χαμηλό κόστος παραγωγής, λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, όπου επικρατεί έντονη ηλιοφάνεια, αποδίδουν και σε διάχυτο φως, μπορούν να εναποτεθούν πάνω σε εύκαμπτα και ελαφριά υποστρώματα και, συνεπώς, μπορούν να τοποθετηθούν σε μη επίπεδες επιφάνειες. Η διαδικασία παραγωγής δεν χρησιμοποιεί τοξικά υλικά, το δε απαιτούμενο πυρίτιο υπάρχει σε τεράστιες ποσότητες στη φύση. Οι εφαρμοζόμενες τεχνικές laser στοχεύουν στην αύξηση της απόδοσης των πλαισίων. Αφενός, η εμφύτευση νανοσωματιδίων μετάλλων μεταξύ των διεπιφανειών των υμενίων αυξάνει την τραχύτητά τους, γεγονός που οδηγεί στην αύξηση της απορρόφησης του ηλιακού φωτός μέσα στην κυψελίδα και βελτιώνει την απόδοσή της. Αφετέρου, με μια συγκεκριμένη διαδικασία μικροεγχάραξης των αλληπάλληλων λεπτών υμενίων με laser, επιτυγχάνεται η ηλεκτρική διασύνδεση εν σειρά των κυψελίδων ήδη κατά τη διαδικασία παραγωγής των υμενίων».