



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Περιγραφή Χρηματοδοτούμενων Ερευνητικών Έργων
1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.
για την ενίσχυση Μεταδιδακτόρων Ερευνητών/Τριών

Τίτλος Ερευνητικού Έργου

«Κβαντική αυτο-οργανούμενη κρυσμότητα και χωρο-εντοπισμός φωτός εκτός ισορροπίας»

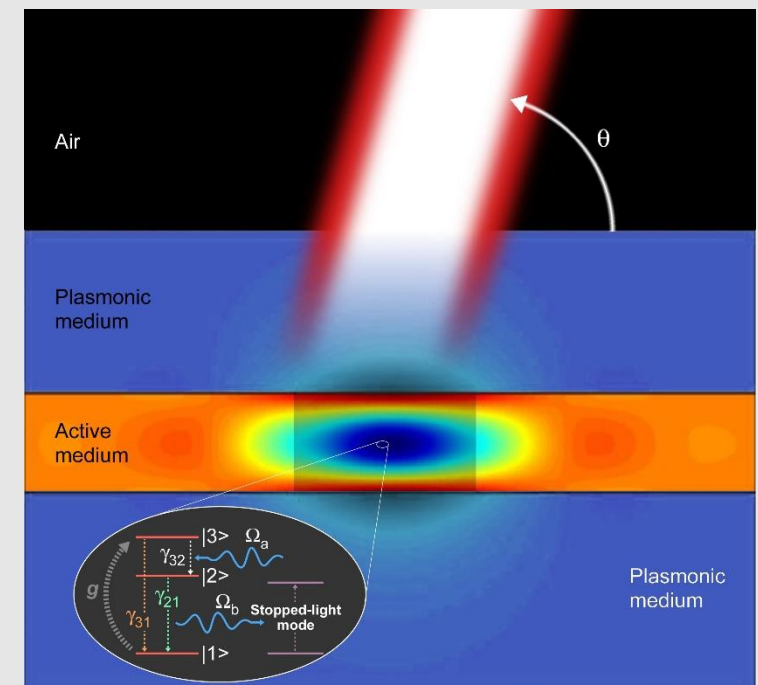
Επιστημονικός Υπεύθυνος: Κοσμάς Λ. Τσακμακίδης

Εκλαϊκευμένος τίτλος: «Η ανάδυση τάξης και οργάνωσης στη Φύση από το κβαντικό «τίποτα», και η μελέτη αυτής από τη νανο-φωτονική»

Επιστημονική Περιοχή: Νανοφωτονική, μεταϋλικά, κβαντική κρυσμότητα, αυτο-οργάνωση

Φορέας Προέλευσης: Ομοσπονδιακή Πολυτεχνική Σχολή της Λωζάνης (EPFL), Ελβετία

Φορέας Υποδοχής: Τμήμα Φυσικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Παν/μιο Αθηνών



Ποσό Χρηματοδότησης: 200.000 €
Διάρκεια Χρηματοδότησης: 36 μήνες
Φορέας Χρηματοδότησης: ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.



Σύνοψη Ερευνητικού έργου

«Κβαντική αυτο-οργανούμενη κρισιμότητα και χωρο-εντοπισμός φωτός εκτός ισορροπίας»

Η ικανότητα διαφόρων τύπων πολύπλοκων συστημάτων εκτός ισορροπίας να μπορούν αυθόρμητα να οργανώνουν τα επί μέρους στοιχεία τους σε μη τυχαίες δομές και να αναπτύσσουν τάξη και οργάνωση είναι ένα γενικό φαινόμενο στις φυσικές και βιολογικές επιστήμες, από τα βιολογικά συστήματα και τα νευρωνικά δίκτυα έως τη φυσική χαλαρών υλικών και τη νανοεπιστήμη. Η αυτοοργάνωση τέτοιων συστημάτων συχνά φτάνει σε ένα «κρίσιμο» σημείο, με αμετάβλητα χαρακτηριστικά κλίμακας, απ' όπου και μετά ξεκινά μία μετάβαση φάσης χωρίς λεπτούς χειρισμούς από εξωγενείς παράγοντες, οδηγώντας έτσι σε μια «αυτοοργανούμενη κρισιμότητα» (ΑΟΚ) - μία θεωρία που, από την ίδρυσή της πριν από 30 περίπου χρόνια, έχει διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο σε ένα ευρύ φάσμα φαινομενικά ανόμοιων πεδίων της επιστήμης. Ωστόσο, μέχρι σήμερα, έχει εντοπιστεί κυρίως σε κλασικά συστήματα, και παραμένει έτσι ένα θεμελιώδες ανοιχτό ερώτημα το κατά πόσο η θεωρία βρίσκει επίσης εφαρμογή σε πολύπλοκα συστήματα διεγείρομενα από κβαντικές διαταραχές.

Μία επίσης ανοιχτή ερώτηση στον τομέα της οπτικής και της φωτονικής είναι αν μπορεί να επιτευχθεί μη-τετριμμένος χωρο-εντοπισμός του φωτός. Ο χωρο-εντοπισμός του φωτός απουσία κοιλοτήτων και ανακλάσεων (μη-τετριμμένος χωρο-εντοπισμός) έχει θεμελιώδη σημασία στη φωτονική, τόσο από θεωρητική όσο και από εφαρμοσμένη προοπτική. Κατά τη διάρκεια της παρούσας πρότασης θα εισαγάγουμε και θα μελετήσουμε μια τάξη νανοδομών όπου, παρόμοια με τον χωρο-εντοπισμό Anderson αλλά μακριά από θερμοδυναμική ισορροπία, μπορεί να επιτευχθεί μια μετάβαση φάσης σε χωρο-εντοπισμένο φως με μινιμαλιστικό τρόπο, όπου όμως - σε αντίθεση με το φαινόμενο του Anderson - ο εντοπισμός θα παραμένει ανθεκτικός σε φαινόμενα απωλειών, μη γραμμικές αλληλεπιδράσεις και χρονικά μεταβαλλόμενα δυναμικά. Μη συντηρητικά δυναμικά συστήματα με τέτοια προσαρμοστικά χαρακτηριστικά εμπίπτουν στο πεδίο της φυσικής εκτός ισορροπίας. Ο τύπος του ισχυρού, εκτός-ισορροπίας χωρο-εντοπισμού φωτός που θα εισαγάγουμε θα διεγείρεται από τις κβαντικές διαταραχές του κενού και θα προσφέρεται για τη μελέτη - για πρώτη φορά - κβαντικών αυτο-οργανούμενων κρίσιμων φαινομένων.

Η εκπληκτικά υψηλή ταχύτητα του φωτός αποτελεί πλεονέκτημα για τα σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, επιτρέποντας την επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο από τη μία πλευρά της Γης στην άλλη. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν σημαντικές εφαρμογές για τις οποίες θα θέλαμε να «παγιδεύσουμε» και να «χωρο-εντοπίσουμε» το φως ώστε να αυξήσουμε την αλληλεπίδρασή του με την ύλη. Στο έργο αυτό θα εισαγάγουμε ένα θεμελιωδώς νέο τρόπο χωρο-εντοπισμού του φωτός, παρουσιάζοντας μία νέα «μετάβαση φάσης» από διάδοση του φωτός σε χωρο-εντοπισμό του. Πιθανές εφαρμογές περιλαμβάνουν υπερταχεία λέιζερ που απαιτούν ισχυρές αλληλεπιδράσεις φωτός-ύλης, ή φωτοβολταϊκά και συσκευές συλλογής φωτός, όπου το φως δεν πρέπει να διέρχεται γρήγορα από το υλικό ώστε να απορροφάται αποτελεσματικά και να μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Μία άλλη εφαρμογή είναι η ανάπτυξη πλήρως-οπτικών βιοαισθητήρων και διαγνωστικών συσκευών, όπου το φως χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό και την ανίχνευση διαφόρων χημικών στοιχείων, και συνεπώς πρέπει να αλληλεπιδρά έντονα με τα στοιχεία αυτά.

Η χρηματοδότηση του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. σημαίνει...



Η τριετής χρηματοδότηση που έλαβα θα μου επιτρέψει να δημιουργήσω τη δική μου ανεξάρτητη ερευνητική ομάδα στο Τμήμα Φυσικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, προσλαμβάνοντας ταλαντούχους νεαρούς ερευνητές για να συνεργαστούν μαζί μου ως διδακτορικοί και μεταδιδακτορικοί επιστήμονες. Δεδομένης της μάλλον δύσκολης οικονομικής κατάστασης στη χώρα αυτήν την περίοδο και των περιορισμένων πόρων – σε εθνικό επίπεδο – που διατίθενται για χρηματοδότηση στη βασική έρευνα, η πρωτοβουλία αυτή είναι ιδιαίτερη και εξαιρετικά αξιόπαινη, καθώς επιτρέπει σε νέους επιστήμονες που διαφορετικά θα παρέμεναν στο εξωτερικό να επιστρέψουν στην Ελλάδα και να διεξάγουν υψηλής ποιότητας έρευνα, ανταγωνιστική διεθνώς. Στην προσωπική μου περίπτωση, στόχος μας είναι να σχεδιάσουμε τον πρώτο πρακτικό «μανδύα αορατότητας», ικανό να αποκρύπτει ένα μακροσκοπικό αντικείμενο σε ολόκληρη την ορατή ζώνη, καθώς και να διασαφηνίσουμε τα «μυστικά» του τρόπου εμφάνισης τάξης και δομής σε σύνθετα – φαινομενικά χαοτικά – συστήματα στη φυσική της συμπυκνωμένης ύλης και στις βιο-/γεω-επιστήμες.

*Ο Επιστημονικός Υπεύθυνος
Κοσμάς Ν. Τσακρακίδης*



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Στηρίζουμε την Έρευνα Ενισχύουμε την Καινοτομία

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Βασιλίσσης Σοφίας 127, 11521, Αθήνα

210 64 12 410, 420

info@elidek.gr

www.elidek.gr

