



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Περιγραφή Χρηματοδοτούμενου Ερευνητικού Έργου
2η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την
ενίσχυση Μεταδιδακτορικών Ερευνητών/τριών

Τίτλος Ερευνητικού Έργου: Κβαντικές μετρήσεις με υπέρψυχρα νέφη ατόμων

Επιστημονικός/ή Υπεύθυνος: Βασιλάκης Γεώργιος

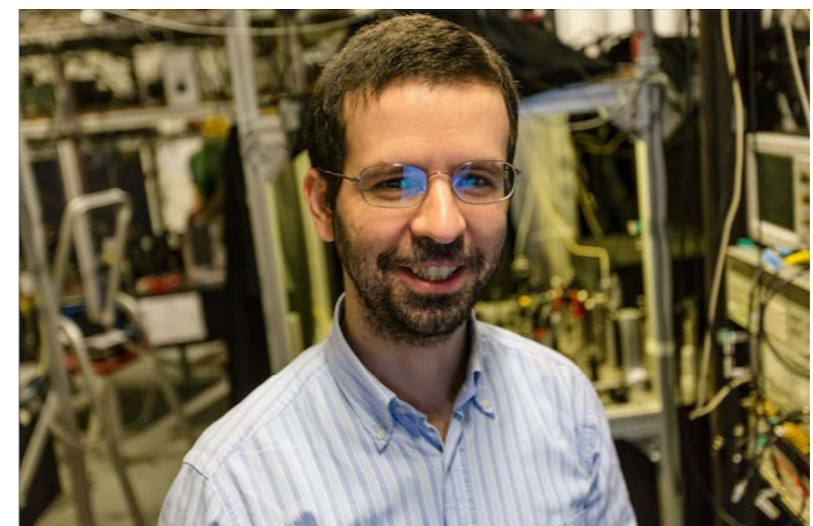
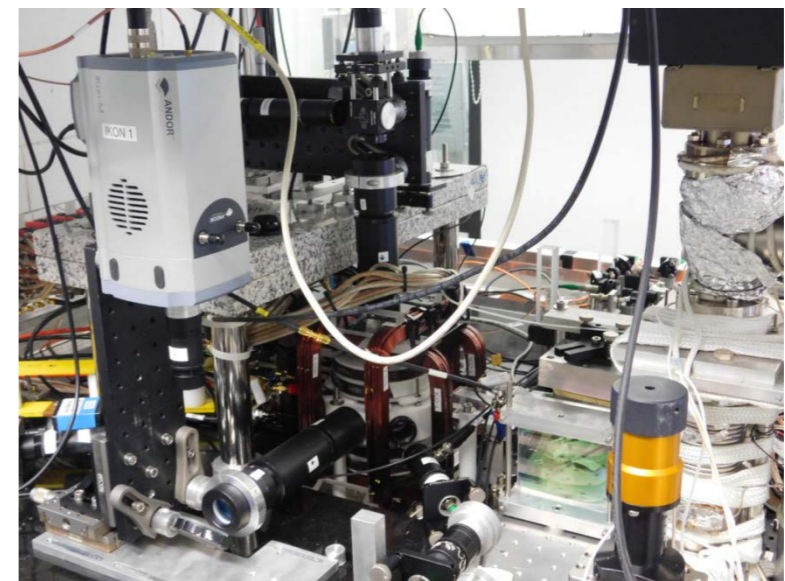
Φιλικός προς τον αναγνώστη τίτλος: QCAT

Επιστημονική Περιοχή: Φυσικές Επιστήμες

Φορέας Προέλευσης και Χώρα: ΙΤΕ-Ελλάδα

Φορέας Υποδοχής: ΙΤΕ

Συνεργαζόμενος Φορέας:-



Ποσό Χρηματοδότησης: 164000 ευρώ

Διάρκεια Χρηματοδότησης: 36 μήνες

Σύνοψη Ερευνητικού Έργου

Τα υπέρψυχρα αέρια έχουν επιδείξει ένα μεγάλο εύρος δυνατοτήτων με προοπτικές εφαρμογών τόσο στην τεχνολογία όσο και στη βασική έρευνα. Για την πλήρη αξιοποίηση των ατόμων απαιτείται δυνατότητα χειρισμού των κβαντικών χαρακτηριστικών τους προκειμένου να αξιοποιηθούν οι κβαντικοί πόροι που διαθέτουν. Η μέτρηση βασίζεται στο φαινόμενο *Faraday*: γραμμικά πολωμένο φως με μήκος κύματος διαφορετικό από τον ατομικό συντονισμό, όταν διέρχεται από ατομικό νέφος με μη-μηδενικό σπιν, υπόκειται σε οπτική περιστροφή κατά γωνία ανάλογης του αριθμού των ατόμων. Η προτεινόμενη μέτρηση δεν καταστρέφει τις κβαντικές συσχετίσεις και έχει πολύ μικρή επίδραση στη θερμοκρασία των ατόμων. Επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πραγματοποίηση κβαντικών μετρήσεων και για την προετοιμασία των ατόμων σε ένα συμβολόμετρο. Το μετρητικό φως εισάγει ένα μηχανισμό απώλειας ατόμων, ο οποίος θα αξιοποιηθεί για τη συρρίκνωση ενός αρχικά μεγάλου νέφους σε συγκεκριμένο μέγεθος. Μέτρηση με ακρίβεια μεγαλύτερη του θορύβου βολής θα οδηγήσει σε κατάσταση συμπίεσης (*squeezing*) του αριθμού ατόμων σε συμπύκνωμα *Bose-Einstein* και θα επιτρέψει την παραγωγή καταστάσεων συμπίεσης και σύμπλεξης (*entanglement*) κατάλληλων για φασματοσκοπία και συμβολομετρία. Η ευαισθησία της μέτρησης περιορίζεται από τον θόρυβο βολής των μετρητικών φωτονίων. Προκειμένου να ξεπεραστεί αυτός ο περιορισμός, θα χρησιμοποιήσουμε μια οπτική κοιλότητα για να ενισχύσουμε το σήμα. Η προτεινόμενη έρευνα μπορεί να βρει εφαρμογή σε ατομικά ρολόγια, αδρανειακούς αισθητήρες, κβαντικούς υπολογιστές, κβαντικές προσομοιώσεις και πειράματα βασικής φυσικής όπως ανιχνευτές βαρυτικών κυμάτων.

Πρωτοτυπία του Ερευνητικού Έργου

Η βασική καινοτομία του έργου έγκειται στην ενσωμάτωση πολλών τεχνικών από την ατομική-οπτική φυσική, κβαντική οπτική και το πεδίο των μετρήσεων ακριβείας για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που παρουσιάζουν οι κβαντικές μετρήσεις με υπέρψυχρα νέφη ατόμων. Συγκεκριμένα, το QCAT προωθεί για πρώτη φορά μια απλή και στιβαρή τεχνική για τον ακριβή χαρακτηρισμό του αριθμού των ατόμων με έναν ελάχιστα επεμβατικό τρόπο. Ένα νέο σχήμα δύο αισθητήρων εισάγεται για τη μείωση του τεχνικού θορύβου. Επιπλέον, εφαρμόζεται μια νέα προσέγγιση μέτρησης που κωδικοποιεί τη χρήσιμη πληροφορία σε υψηλές συχνότητες, επιτρέποντας έτσι την εισαγωγή τεχνικών εγκλείδωσης φάσης και στροβοσκοπικής ανίχνευσης. Επιπλέον, το QCAT αναπτύσσει εργαλεία για να ξεπεράσει τους υπάρχοντες περιορισμούς στην αλληλεπίδραση Faraday μεταξύ φωτός εκτός συντονισμού και ατόμων. Για πρώτη φορά στο πλαίσιο μεγάλων, υπέρψυχρων ατομικών νεφών, θα πραγματοποιηθεί ανίχνευση με την χρήση οπτικής κοιλότητας προκειμένου να αυξηθεί αποτελεσματικά η ισχύς της μέτρησης και να ενισχυθεί το κβαντική πλεονέκτημα.

Αναμενόμενα αποτελέσματα & Αντίκτυπος του Ερευνητικού Έργου

Το αναμενόμενο αποτέλεσμα του έργου είναι μια απλή και στιβαρή μέθοδος που θα επιτρέψει την ακριβή μέτρηση και έλεγχο του αριθμού των ατόμων σε υπέρψυχρα νέφη ατόμων, με ελάχιστη διαταραχή στην κβαντική τους κατάσταση. Αυτό θα έχει επαναστατικά αποτέλεσμα σε πειράματα με υπέρψυχρα άτομα, τα οποία συχνά περιορίζονται από αβεβαιότητες στο μέγεθος του ατομικού συνόλου. Μια πληθώρα επιστημονικών και τεχνολογικών πεδίων (όπως οι γεωεπιστήμες, η αστρονομία και η πλοήγηση) που μπορούν να επωφεληθούν από τα ψυχρά άτομα θα επωφεληθούν από τα αποτελέσματα του QCAT. Επιπλέον, η προτεινόμενη έρευνα φιλοδοξεί να εφαρμόσει πρωτόκολλα κβαντικής οπτικής και να αξιοποιήσει κβαντικούς πόρους όπως η συμπίεση και το συμπύκνωμα Bose-Einstein. Με αυτόν τον τρόπο θα συμβάλει στην ανάπτυξη των κβαντικών τεχνολογιών, οι οποίες έχουν την προοπτική να οδηγήσουν σε επαναστατικά επιτεύγματα πολλές πτυχές της τεχνολογίας, όπως ο τομέας των αισθητήρων, των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής.

Η σημασία της χρηματοδότησης

Το έργο θα συνεισφέρει στην ανάπτυξη ικανοτήτων που θα βοηθήσουν τον κύριο ερευνητή (ΚΕ) να εξασφαλίσει μια επιτυχημένη ερευνητική σταδιοδρομία. Η ανίχνευση με την χρήση κβαντικών τεχνολογιών, που αποτελεί τον πυρήνα του έργου, βρίσκεται στην πρώτη γραμμή των επιστημονικών στόχων της Ευρώπης. Δεδομένης της εκρηκτικής αύξησης της έρευνας σχετικά με τις κβαντικές τεχνολογίες, αναμένεται ότι στο εγγύς μέλλον αυτές θα έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων. Η ανάγκη για επαγγελματίες στον τομέα είναι επομένως μεγάλη. Η χρηματοδότηση θα βοηθήσει τον ΚΕ να εδραιωθεί ως ένα σημαντικό μέλος σε αυτόν τον ακμάζοντα τομέα. Εκτός από την επιστημονική και τεχνική εξειδίκευση, ο ΚΕ αναμένεται να αναπτύξει ικανότητες διαχείρισης έργων. Επιπλέον, μέχρι την ολοκλήρωση του έργου, ο ΚΕ θα έχει αποκτήσει σημαντική εμπειρία στη διδασκαλία και την επίβλεψη νέων ερευνητών.



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Λ. Συγγρού 185 & Σάρδεων 2
ΤΚ. 17121, Νέα Σμύρνη, Ελλάδα
210 64 12 410, 420
communication@elidek.gr
www.elidek.gr