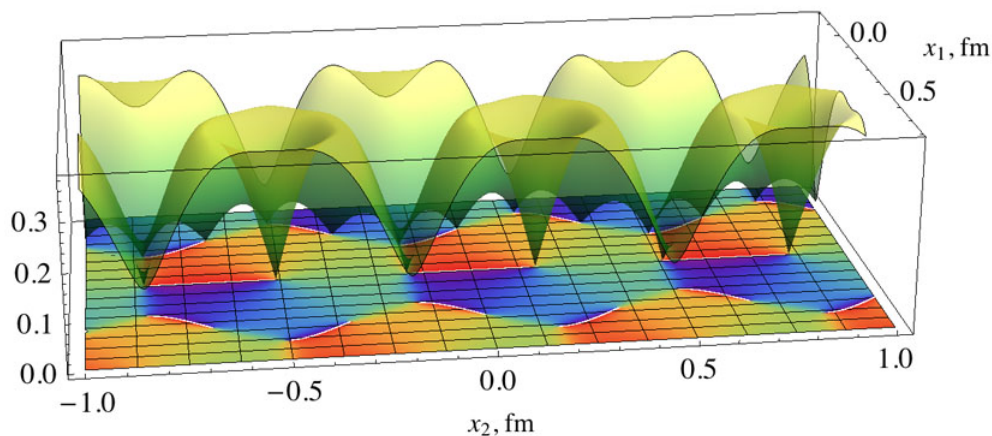


Αρχέγονο κενό και «μεταϋλικά»

/ Πεμπτούσια



Φορτισμένα (αριστερά) και ουδέτερα (δεξιά) συμπυκνώματα ρ - μεσονίων στην κατάσταση $B = 1.01B_c$. Τα 3D διαγράμματα δείχνουν τη συμπεριφορά των απόλυτων τιμών (σε MeV) των συμπυκνωμάτων.

Σε μια πρόσφατη εργασία του, ένας φυσικός στις ΗΠΑ μελετά το αρχέγονο κενό στα πρώτα στάδια του Σύμπαντος σαν ένα μεταϋλικό. Η πιο σημαντική προϋπόθεση είναι η ύπαρξη ενός πολύ ισχυρού μαγνητικού πεδίου. Η ιδέα αυτή στηρίζεται στην πρόβλεψη του Maxim Chernodub του Γαλλικού Εθνικού Κέντρου για την Επιστημονική Έρευνα, ότι κάτω από την επίδραση εξαιρετικά ισχυρών μαγνητικών πεδίων στο κενό εμφανίζονται κβαντικές καταστάσεις παρόμοιες με αυτές των υπεραγωγών.

Στην εργασία αυτή που παρουσιάστηκε τον Απρίλιο του 2011 ο Chernodub υποστήριξε ότι σε εξαιρετικά ισχυρά μαγνητικά πεδία το κενό γίνεται κατά μήκος του άξονα του πεδίου υπεραγώγιμο, ενώ παραμένει μονωτικό σε διευθύνσεις κάθετες στο πεδίο. Η πρόβλεψη αυτή του Chernodub στηρίχθηκε στην κβαντική χρωμοδυναμική και στις αλληλεπιδράσεις κουάρκς, αντικουάρκς και γλουονίων.

Η κβαντική χρωμοδυναμική θεωρεί ότι το κενό είναι μια σούπα από δυνητικά κουάρκς, και αντικουάρκς τα οποία συνεχώς εμφανίζονται και εξαφανίζονται.

Όμως καθώς αυτά τα κουάρκς έχουν εμφανιστεί μπορούν να συνδυαστούν μεταξύ τους. Αν συνδυαστεί ένα up και ένα down κουάρκ, τότε δημιουργείται ένα ρ-μεσόνιο. Αυτά τα μεσόνια είναι εξαιρετικά ασταθή και διασπώνται σχεδόν αμέσως.

Ο Chernodub όμως πρόβλεψε ότι σε εντάσεις της τάξης των 1016 T (σχεδόν 100 τρισεκατομμύρια φορές μεγαλύτερες από τα ισχυρότερα πεδία που μπορούμε να κατασκευάσουμε σήμερα) τα μεσόνια αυτά γίνονται άμαζα και μετατρέπονται σε σταθερά. (Εδώ θα πρέπει να θυμηθούμε ότι η υπεραγωγιμότητα είναι ένας μηχανισμός που δίνει ουσιαστικά μάζα στα φωτόνια μετατρέποντας την ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση σε πεπερασμένης εμβέλειας). Η μετατροπή λοιπόν των μαζικών μεσονίων σε άμαζα δημιουργεί υπεραγώγιμες καταστάσεις.

Ο Igor Smolyaninov του Πανεπιστημίου του Maryland, συνεχίζοντας την ιδέα του Chernodub, έδειξε ότι οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές στο κενό θα οργανωθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργήσουν ένα τριγωνικό πλέγμα στο κάθετο στο πεδίο επίπεδο. Το πλέγμα αυτό θυμίζει πολύ το πλέγμα Abrikosov σε έναν υπεραγωγό. Το κενό κοντά στην κάθε μαγνητική δυναμική γραμμή θα είναι υπεραγωγός, ενώ μακριά από τις δυναμικές γραμμές μονωτής. Η δομή αυτή θυμίζει πολύ τις δομές των τεχνητών υλικών που είναι γνωστά σαν μεταϋλικά.

Αν και ακόμα δεν γνωρίζουμε αρκετά για τα μαγνητικά πεδία στις πρώτες στιγμές του Σύμπαντος, υποθέτουμε όμως ότι μπορεί να ήταν αρκετά ισχυρά ώστε να εμφανισθούν οι υπεραγώγιμες καταστάσεις που προβλέπει αυτή η θεωρία. Σε αυτή την περίπτωση (γνωρίζοντας ότι τα μεταϋλικά που εμείς φτιάχνουμε έχουν αρνητικό δείκτη διάθλασης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε φακούς για να μεγαλώσει η διακριτική ικανότητα τους), το Σύμπαν ολόκληρο θα είχε μετατραπεί σε έναν υπερφακό. Ίσως να μπορούμε να ελέγξουμε αυτή την ιδέα ψάχνοντας για τα αποτελέσματα ενός τέτοιου φακού στο Σύμπαν.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα πάντως είναι ότι δεν γνωρίζουμε αρκετά για τις πρώτες εκείνες στιγμές του Σύμπαντος, ώστε να είμαστε σίγουροι για το αν οι προϋποθέσεις που έθεσαν οι δύο εργασίες για να έχουν ισχύ τα αποτελέσματά τους ίσχυαν εκείνη την περίοδο.

Πηγές: Igor I. Smolyaninov, Vacuum in a Strong Magnetic Field as a Hyperbolic Metamaterial , Phys. Rev. Lett. 107, 253903 (2011) & M. N. Chernodub, Spontaneous Electromagnetic Superconductivity of Vacuum in a Strong Magnetic Field: Evidence from the Nambu-Jona-Lasinio Model Phys. Rev. Lett. 106, 142003 (2011).

Σημείωση: το παρόν άρθρο δημοσιεύεται σε συνεργασία με το περιοδικό Physics News -<http://www.physicsnews.gr> - και την Ένωση Ελλήνων Φυσικών