

Τα τελευταία χρόνια, η έρευνα στην θεωρητική φυσική έχει οδηγήσει σε ένα εντελώς καινούργιο τρόπο περιγραφής του σύμπαντος. Εκατόν είκοσι από τους σημαντικότερους ερευνητές στην θεωρία των υπερχορδών, (την απάντηση της φυσικής στο πρόβλημα της ενοποιημένης θεωρίας) συναντούνται το Σεπτέμβριο στην Κρήτη. Το θέμα του συνεδρίου είναι “ Θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις και δομή του χωροχρόνου”.

## **Συνέδριο στη θεωρία των υπερχορδών στην Κρήτη**

Από τις 5 έως τις 10 Σεπτεμβρίου 2004, θα διεξαχθεί συνέδριο, στην Ορθόδοξη Ακαδημία Κρήτης, στο Κολυμβάρι Χανίων, με θέμα τις τελευταίες εξελίξεις της θεωρίας των υπερχορδών, της βαρύτητας και της κβαντικής θεωρίας πεδίων. Πρόκειται για το τέταρτο συνέδριο που οργανώνεται στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Επιστημονικού Δικτύου (RTN, “Quantum Space-time”) το οποίο συνδέει ερευνητές του πεδίου. Τέτοιες συναντήσεις έχουν διεξαχθεί, τα τελευταία χρόνια, σε αρκετά μέρη της Ευρώπης. Τώρα είναι η σειρά της Κρήτης. Είναι επιπλέον το πρώτο συνέδριο στο οποίο είναι συνδιοργανωτής το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα αριστείας (Excellence Grant, EXT) «Θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις και δομή του χωροχρόνου» της Ecole Polytechnique του Παρισιού. Το συνέδριο διοργανώνεται από την ομάδα υπερχορδών και κοσμολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης, σε συνεργασία με την ομάδα υπερχορδών του Κεντρου Θεωρητικής Φυσικής της Ecole Polytechnique.

## **ΓΙΑΤΙ ΥΠΕΡΧΟΡΔΕΣ ;**

Τα τελευταία 25 χρόνια, η έρευνα στη θεωρία των υπερχορδών αναπτύχθηκε σε τέτοιο βαθμό, ώστε να αποτελεί περιοχή αιχμής στην θεωρητική φυσική και να αποκαλείται από πολλούς «η θεωρία της φυσικής του 21<sup>ου</sup> αιώνα». Η θεωρία των υπερχορδών προσπαθεί να ενοποιήσει τις τέσσερις θεμελιώδεις δυνάμεις του

σύμπαντος: τη βαρύτητα, τον ηλεκτρομαγνητισμό, τις ισχυρές και ασθενικές δυνάμεις. Αν αυτή η προσπάθεια επιτύχει, θα μπορέσουμε να εξηγήσουμε την προέλευση του σύμπαντος, τη Μεγάλη Έκρηξη (Big Bang), όπως επίσης και τα φαινόμενα κοντά στα κέντρα των μελανών οπών, περιοχές όπου οι βαρυτικές δυνάμεις είναι πολύ ισχυρές σε μικρές αποστάσεις.

Η καλύτερη θεωρία για τη βαρύτητα - η θεωρία της σχετικότητας του Αϊνστάιν – δεν ισχύει σε πολύ μικρές αποστάσεις ή υψηλές ενέργειες, όπως αυτές που συναντώνται στη Μεγάλη Έκρηξη και στο κέντρο των μελανών οπών. Φαίνεται επίσης να είναι ασύμβατη με την κβαντική μηχανική. Επί σειρά δεκαετιών αναζητήθηκε μια θεωρία βαρύτητας η οποία θα είχε καλή συμπεριφορά σε μικρές αποστάσεις. Η θεωρία των υπερχορδών διαθέτει αυτομάτως την παραπάνω ιδιότητα. Ωστόσο είναι δυσκολότερο να κάνουμε υπολογισμούς στη θεωρία των υπερχορδών παρά στη θεωρία του Αϊνστάιν. Αν μπορούσαμε να κτίσουμε μια γέφυρα ανάμεσα στη θεωρία του Αϊνστάιν και την κβαντική μηχανική, θα ελπίζαμε ότι θα ήταν εφικτή η περιγραφή των πρώτων εξωτικών στιγμών της εξέλιξης του σύμπαντος και η κατανόηση της δυναμικής στο εσωτερικό μιας μελανής οπής. Αυτό είναι μια από τις φιλοδοξίες της θεωρίας των υπερχορδών.

Η θεωρία των υπερχορδών υποθέτει ότι οι θεμελιώδεις λίθοι της φύσης είναι εκτεταμένα αντικείμενα (χορδές) και όχι σημειακά σωματίδια όπως ισχυρίζονταν οι προηγούμενες θεωρίες. Οι χορδές μπορούν να είναι ανοικτές ή κλειστές και να υπάρχουν μόνο σε δέκα διαστάσεις. Άρα, εκτός από τις τρεις διαστάσεις του χώρου και το χρόνο πρέπει να υπάρχουν άλλες έξι. Αυτές οι επιπρόσθετες διαστάσεις είναι τυλιγμένες σαν μέσα σε χαλί. Η θεωρία προβλέπει επιπλέον μια νέα συμμετρία στη φύση, την υπερσυμμετρία, ανάμεσα σε συνήθη σωματίδια ύλης (π.χ το ηλεκτρόνιο) και σωματίδια ακτινοβολίας (δηλαδή φορείς αλληλεπιδράσεων, όπως π.χ το φωτόνιο).

Στον Ευρωπαϊκό Κέντρο Υψηλών Ενεργειών (CERN) ετοιμάζεται ένας επιταχυντής σωματιδίων (LHC, Large Hadron Collider) στον οποίο θα συγκρούονται δύο δέσμες από πρωτόνια και όπου, μεταξύ άλλων, θα αναζητηθούν υπερσυμμετρικές ενδείξεις. Εάν η υπερσυμμετρία υπάρχει στη φύση, μία πλειάδα νέων σωματιδίων θα φανεί στον επιταχυντή. Η θεωρία των υπερχορδών υποκίνησε πειράματα τα οποία θα

προσδιορίσουν εάν υπάρχουν επιπλέον διαστάσεις. Στά πειράματα που έγιναν έως τώρα, δεν έχουμε δει υπερσυμμετρικές ενδείξεις ή επιπλέον διαστάσεις. Ωστόσο, πειράματα που θα λάβουν χώρα στο CERN τα επόμενα χρόνια πιθανόν να εντοπίσουν τις παραπάνω ενδείξεις και άλλα φαινόμενα, ή θα ανεβάσουν το όριο της χαρακτηριστικής μάζας των υπερχορδών.

### **Θέματα της έρευνας σήμερα : μεμβρανώδη σύμπαντα, ιπτάμενα χαλιά και θεωρίες βαθμίδας στην άκρη του κόσμου.**

Τα τελευταία χρόνια έχει αποδειχθεί ότι η θεωρία των υπερχορδών περιέχει όχι μόνο μονοδιάστατες χορδές αλλά και υψηλότερων διαστάσεων αντικείμενα, τις «*n*-βράνες» (με τον όρο *n*-βράνη εννοούμε μια *n*-διάστατη επιφάνεια, π.χ. για *n*=2 έχουμε μια μεμβράνη) Ειδικότερα, τρία αποτελέσματα προκύπτουν από τις εξελίξεις που χρησιμοποιούν αυτά τα μεμβρανώδη αντικείμενα. Σύμφωνα με το μοντέλο του λεγόμενου «σύμπαντος-βράνη», ζούμε σε ένα υποτιθέμενο ιπτάμενο χαλί μέσα σε ένα χώρο με παραπάνω διαστάσεις. Το Καθιερωμένο Πρότυπο των Θεμελιωδών Αλληλεπιδράσεων περιγράφει τις εκατοντάδες σωματιδίων που παρατηρούνται σήμερα στα πειράματα. Νέα αποτελέσματα δείχνουν ότι το Καθιερωμένο Πρότυπο μπορεί να περιγραφεί ποιοτικά από το παράδειγμα ενός σύμπαντος-βράνη. Σύμφωνα με αυτό, ζούμε πάνω σε μια «3-βράνη», σε αναλογία με «ένα χαλί που βρίσκεται πάνω από τη γη». Ακόμα κι αν φαίνεται ότι οι ερευνητές «έχουν χάσει την επαφή με τη γη», υπάρχει σημαντική αισιοδοξία στο πεδίο.

Πέρα από τη φιλοδοξία της ενοποίησης των θεμελιωδών δυνάμεων, βρέθηκε ότι υπάρχουν στενές σχέσεις μεταξύ των διαφορετικών δυνάμεων που ονομάζονται «δυσισμοί». Με αυτά τα εργαλεία, μπορούμε να θεωρήσουμε δύο διαφορετικούς τύπους δυνάμεων, σαν «δύο όψεις του ίδιου νομίσματος». Με την κοσμολογία υπήρξαν απρόσμενα αποτελέσματα : σωματίδια τα οποία αισθάνονται τη βαρύτητα μπορούν να φύγουν από τον κόσμο μας προς τις έξι επιπλέον διαστάσεις, δίνοντας

την εντύπωση ότι η ενέργεια χάνεται. Αυτό μπορεί ίσως να εξηγήσει γιατί η βαρύτητα είναι σε τέτοιο βαθμό πιο ασθενική από τις άλλες δυνάμεις.

Κοσμολογικοί δορυφόροι, όπως ο αμερικανικός WMAP και ο ευρωπαϊκός PLANCK θα λειτουργήσουν ως εργαστήρια για τη Μεγάλη Έκρηξη και οι μετρήσεις τους θα χρησιμοποιηθούν για να επαληθεύσουν προβλέψεις από τη θεωρία των υπερχορδών.

Έχει αρχίσει επίσης πρόσφατα να κατανοείται μια βαθιά σχέση ανάμεσα στην θεωρία των χορδών σε χώρους με όρια, και σε θεωρίες βαρύτητας που είναι ορισμένες, σε μια διάσταση λιγότερο, πάνω στο όριο του χωροχρόνου. Αυτή η σχέση έχει ήδη ρίξει αρκετό φως τόσο στη φύση της βαρύτητας όσο και στις θεωρίες βαθμίδας.

### **Σύνδεσμοι στο Διαδίκτυο**

- Το πρόγραμμα του συνεδρίου <http://hep.physics.uoc.gr/RTN2004/>
- Η ιστοσελίδα της ομάδα υπερχορδών και κοσμολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης <http://hep.physics.uoc.gr/>
- RTN-δίκτυο "The quantum structure of spacetime and the geometric nature of fundamental interactions", <http://itf.fys.kuleuven.ac.be/~tmr/rtn.html>
- "The Official String Theory Web Site", <http://www.superstringtheory.com>

### **Σύνδεσμος για περισσότερες πληροφορίες:**

Ηλίας Κυρίτσης

Καθηγητής Φυσικής

Φυσικό Τμήμα, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Τηλ: 2810 394 209, 6947 605 372

Webpage: <http://hep.physics.uoc.gr/~kiritsis/>

Email από την παραπάνω ιστοσελίδα.