



---

## Περί Ατόμων και Συμπάντων (#4): «Θεωρία Χορδών (I)»

(επιμέλεια: [Βαγγέλης Αυξωνίδης](#))

Όλοι μας γνωρίζουμε την ύπαρξη των υποατομικών σωματιδίων, δηλαδή των πρωτονίων, νετρονίων, ηλεκτρονίων και άλλων. Αλλά τι γίνεται πέρα από αυτά; Υπάρχει τίποτε πιο μικρό από τα γνωστά μας σωματίδια; Για αρχή θα λέγαμε πως ναι, υπάρχουν τα κουάρκ, τα οποία καταλαμβάνουν μια πολύ σημαντική θέση στην "ανατομία" των σωματιδίων. Τα πρωτόνια και τα νετρόνια δεν είναι στοιχειώδη αλλά έχουν εσωτερική δομή: αποτελούνται δηλαδή από μικρότερα σωματίδια που ονομάστηκαν κουάρκ (quark) .

Τα κουάρκ παρουσιάζονται σε δυο είδη: το άνω (up) κουάρκ και το κάτω (down) κουάρκ. Τα κουάρκ είναι ηλεκτρικά φορτισμένα: το άνω κουάρκ έχει φορτίο  $+2/3$  (σε μονάδες του φορτίου του ηλεκτρονίου που θεωρούμε ότι έχει φορτίο  $-1$ ), ενώ το κάτω κουάρκ έχει φορτίο  $-1/3$ . Το πρωτόνιο αποτελείται από 2 άνω κουάρκ και 1 κάτω κουάρκ, ενώ το νετρόνιο από 2 κάτω κουάρκ και 1 άνω κουάρκ.

Μετά τα κουάρκ όμως τι γίνεται; Εκεί τελειώνει η περιπέτεια της ανακάλυψης σωματιδίων; Για πολλούς όχι, δεν τελειώνει εκεί. Και εδώ έρχονται και παίρνουν θέση οι χορδές και η θεωρία τους. Η Θεωρία των Χορδών είναι μία θεωρία στην Φυσική, στην οποία ολόκληρο το σύμπαν αποτελείται από *παλλόμενες χορδές*, που εκφράζονται ακριβώς στην γλώσσα των μαθηματικών. Αυτές οι ενεργειακές χορδές αντιπροσωπεύουν την πιο θεμελιώδη πλευρά της φύσης. Η θεωρία, επιπλέον, προβλέπει και την ύπαρξη άλλων θεμελιωδών αντικειμένων, των βρανών. Όλη η ύλη που υπάρχει στο σύμπαν αποτελείται, λοιπόν, από παλλόμενες χορδές και βράνες.

Όταν η θεωρία διατυπώθηκε το 1970, οι ενεργειακές χορδές θεωρούνταν μονοδιάστατες (δηλαδή έχουν μόνο μια διάσταση, το μήκος). Αυτές οι χορδές έρχονται σε δύο μορφές. Κλειστές χορδές και ανοιχτές χορδές. Μια ανοιχτή χορδή έχει άκρα, τα οποία δεν έρχονται σε επαφή μεταξύ τους, ενώ μια κλειστή χορδή είναι ένας βρόγχος με κανένα ανοιχτό άκρο. Στην συνέχεια διαπιστώθηκε πως οι συγκεκριμένες χορδές ονομάζονται χορδές Τύπου Ι, οι οποίες μπορούν να έχουν μία από τους παρακάτω τρεις βασικούς τύπους αντίδρασης:

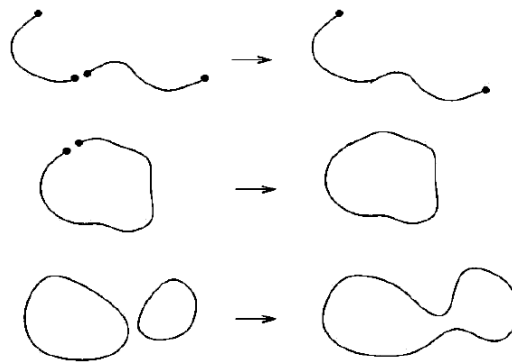


Fig.4: String interactions

Οι αντιδράσεις βασίζονται στην ικανότητα των χορδών να έχουν άκρα που ενώνονται και διασπώνται. Επειδή τα άκρα των ανοιχτών χορδών μπορούν να ενωθούν, ώστε να σχηματίσουν κλειστές χορδές, δεν μπορείς να φτιάξεις μια θεωρία χορδών χωρίς κλειστές χορδές.

Ένας από τους στόχους της Θεωρίας των Χορδών είναι να ενοποιήσει τις τέσσερις θεμελιώδεις δυνάμεις της φύσης (ηλεκτρομαγνητική, ισχυρή πυρηνική, ασθενής πυρηνική και η βαρύτητα), μαζί σε μία ενοποιημένη θεωρία. Στο σύμπαν μας, αυτές οι θεμελιώδεις δυνάμεις εμφανίζονται ως τέσσερα ξεχωριστά φαινόμενα, αλλά πιστεύεται πως στα πρώτα στάδια του σύμπαντος (όταν υπήρχαν τεράστια μεγάλα ποσά ενέργειας) αυτές οι δυνάμεις περιγράφονταν από τις χορδές, οι οποίες αλληλεπιδρούσαν μεταξύ τους.

Ένα ακόμη μαθηματικό αποτέλεσμα της θεωρίας των χορδών είναι ότι η θεωρία βγάζει νόημα μόνο σε έναν κόσμο με περισσότερες από τρεις χωρικές διαστάσεις. (Το σύμπαν μας έχει τρεις χωρικές διαστάσεις - αριστερά/δεξιά, πάνω/κάτω, και μπροστά/πίσω). Δύο πιθανές εξηγήσεις υπάρχουν για το που βρίσκονται οι υπόλοιπες διαστάσεις:

- Οι επιπλέον διαστάσεις ( δηλαδή έξι από αυτές) έχουν κουλουριαστεί σε πολύ μικρά μεγέθη, και με αυτόν τον τρόπο δεν μπορούμε να τις αντιληφθούμε.
- Έχουμε κολλήσει σε μία 3-διάστατη βράνη, και οι επιπλέον διαστάσεις υπάρχουν έξω από αυτήν, άρα είναι απροσπέλαστες.

Ένας μεγάλος τομέας έρευνας ανάμεσα στους θεωρητικούς φυσικούς εμφανίζεται πάνω σε μαθηματικά μοντέλα για το πως αυτές οι επιπλέον διαστάσεις μπορούν να σχετίζονται με το δικό μας σύμπαν. Κάποια από τα πρόσφατα αποτελέσματα προβλέπουν ότι κάποια στιγμή θα μπορέσουν οι επιστήμονες να ανακαλύψουν αυτές τις επιπλέον διαστάσεις (εάν βέβαια υπάρχουν) με πειράματα, επειδή μπορεί να είναι μεγαλύτερες από ότι τις περιμέναμε.

Γενικά, η θεωρία των χορδών θεωρείται μια θεωρία των πάντων. Υπόσχεται πολλά, άλλα για να αποκαλυφθούν όλα θα πρέπει επιστήμονες να ξοδέψουν πολύ από τον χρόνο τους, έτσι ώστε να έχουμε χειροπιαστά αποτελέσματα. Κανείς δεν ξέρει εάν κάποια επιστημονική θεωρία θα ανακαλυφθεί για να οδηγήσει στην κατάρρευση της θεωρίας των χορδών, μέχρι να αναπτυχθεί και να δοκιμαστεί.