

ΕΚΤΑΚΤΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 9^{ΗΣ} ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2002

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΟΥ ΠΕΡΓΑΜΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ (ΖΗΖΙΟΥΛΑ)

Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΥΠΕΡΧΟΡΔΩΝ

(Μια πρώτη προσέγγιση)

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ κ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΑΡΤΕΜΙΑΔΗ

Ἐδῶ καὶ 20 περίπου χρόνια μιὰ Νέα Θεωρία κλονίζει μετὴν ἐμφάνισή της τὰ θεμέλια τῆς Σύγχρονης Φυσικῆς, προσπαθώντας νὰ ἀνατρέψει τὶς μέχρι σήμερα ἐπικρατούσες ἀπόψεις καὶ ἔννοιες γιὰ τὸ Σύμπαν, καὶ νὰ τὶς ἀντικαταστήσει μετὴν νέες ἀπόψεις ποὺ βασίζονται σὲ ἐκπληκτικὰ ὠραῖες καὶ κομψὲς μαθηματικὲς ἔννοιες. Τὸ γενικὸ αἶσθημα ποὺ ἐπικρατεῖ στὸν κόσμον τῶν φυσικῶν εἶναι ὅτι γεννιέται μιὰ νέα Φυσικὴ.

Ἡ νέα αὐτὴ θεωρία ὀνομάζεται «Θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν» ἢ, γιὰ συντομία, «Ὑπερχορδές» (Superstrings).

Τὸ ἐν λόγω θέμα δὲν ἐμπίπτει ἄμεσα στὰ ἐρευνητικὰ μου ἐνδιαφέροντα. Παρὰ ταῦτα προβαίνω στὴν παρουσίασή του γιὰ τοὺς ἐξῆς λόγους:

α) Ὁ ὀμιλῶν παραμένει σταθερὸς στὴν ἀποψή του ὅτι ἡ «καλὴ ὑγεία» τῶν θετικῶν ἐπιστημῶν ἐξαρτᾶται πολὺ ἀπὸ τὸ βαθμὸ ἐπιτυχίας κατὰ τὸν ὅποιον μεταφέρουμε τὰ νεώτερα ἐπιτεύγματα τῆς ἐπιστήμης στὸ εὐρὺ κοινό.

β) Τὰ ὑπάρχοντα κείμενα καὶ ὀμιλίες ποὺ ἀναφέρονται στὸ ἐν λόγω θέμα καὶ ποὺ μᾶς προσφέρουν, κατὰ καιροὺς, τὰ ΜΜΕ πολὺ ἀπέχουν ἀπὸ τοῦ νὰ θεωρηθοῦν ικανοποιητικὰ.

γ) Πρόκειται γιὰ ἕνα νέο κλάδο τῆς Ἐπιστήμης στενὰ συνδεδεμένο μετὰ τὰ Μαθηματικά, καὶ ὡς ἐκ τούτου, ἡ παρουσίασή του ἀπὸ τοῦ βήματος τῆς Ἀκαδημίας ἐπιβάλλεται. Ἐξ ἄλλου κύρια ἀποστολὴ τῆς Ἀκαδημίας εἶναι καὶ ἡ διασύνδεση τῶν εἰδικότητων ποὺ ἐκπροσωποῦνται ἀπὸ τὰ μέλη της μετὰ σκοπὸ νὰ ἐπιτευχθεῖ μεγάλυ-

τερη γονιμοποίηση της σκέψης χάρις στην αμοιβαία ανταλλαγή απόψεων από διαφορετικές πηγές.

Πολλοί πιστεύουν ότι η Θεωρία των Ύπερχορδών θα αποτελέσει το γενικό μαθηματικό πλαίσιο που θα συνενώσει και θα έρμηνεύσει όλες τις γνωστές υπάρχουσες δυνάμεις στο Σύμπαν, θα μάς κάνει να αντιληφθούμε, ξεκάθαρα, τις απαντήσεις στα έρωτήματα: τί ακριβώς είναι «χῶρος» και τί «χρόνος»; έρωτήματα που ανέκυψαν με την εμφάνιση της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας του Einstein. Δύο από τους δημιουργούς της θεωρίας των Ύπερχορδών ο John Schwarz του California Institute of Technology και ο Michael Green του Queen Mary College, στο Λονδίνο, αποκαλούν τη θεωρία των Ύπερχορδών a Theory of Everything (TOE).

Στο επίκεντρο της μεγάλης αυτής αναταραχής, που έχει δημιουργήσει η θεωρία, επικρατεί η πεποίθηση ότι οι «Ύπερχορδές» μπορούν να έρμηνεύσουν όλα τα γνωστά φυσικά φαινόμενα, ξεκινώντας από την κίνηση των γαλαξιών μέχρι τις «δυναμικές» που υπάρχουν μέσα στον πυρήνα και στο άτομο. Η θεωρία αρχίζει επίσης να κάμνει προβλέψεις που αφορούν την αρχή του σύμπαντος, την αρχή του χρόνου, καθώς και την ύπαρξη πολυδιάστατων συμπάντων.

Η σκέψη ότι όλες οι πληροφορίες για το φυσικό κόσμο που έναποθηκεύθηκαν κατά τη διάρκεια τόσων αιώνων μπορούν να συνοψισθούν σε μία μόνο θεωρία, βάζει σε βαθιές σκέψεις μερικούς φυσικούς. Π.χ., οι Γερμανοί φυσικοί έχουν καταρτίσει μία έγκυκλοπαίδεια, τη λεγόμενη Handbuch der Physik, ένα πολύ εκτεταμένο έργο το οποίο περιλαμβάνει τις μέχρι σήμερα αποκτηθείσες γνώσεις στη φυσική. Το έργο αυτό που καταλαμβάνει ένα μεγάλο ράφι μιας μεγάλης βιβλιοθήκης, αποτελεί τον κολοφώνα της επιστημονικής γνώσης. "Αν λοιπόν η θεωρία των ύπερχορδών είναι όρθη, αυτό θα σημαίνει ότι το σύνολο των πληροφοριών που περιλαμβάνονται στην έν λόγω έγκυκλοπαίδεια μπορεί ουσιαστικά να παραχθεί από μία μόνο εξίσωση!

Το ενδιαφέρον των επιστημόνων για τη νέα αυτή θεωρία είναι πολύ μεγάλο, επίσης διότι η θεωρία μάς αναγκάζει να επανεξετάσουμε αυτά που γνωρίζαμε για τη φύση της ύλης. Από την εποχή των Αρχαίων Έλλήνων πιστεύεται ότι τα δομικά στοιχεία του Σύμπαντος είναι κάτι πολύ μικροσκοπικά σωματίδια. Ο Δημόκριτος είχε εφεύρει την λέξη άτομο για να περιγράψει τα σωματίδια αυτά ως τις ελάχιστες δυνατές άφθαρτες μονάδες της ύλης.

Η θεωρία όμως των ύπερχορδών μάς πληροφορεί ότι τα ελάχιστα δομικά υλικά της ύλης είναι λεπτότατες παλλόμενες χορδές. "Αν η άποψη αυτή είναι όρθη, αυτό σημαίνει ότι και τα σωματίδια που σήμερα πιστεύουμε ότι αποτελούν την ύλη, τα λεγόμενα πρωτόνια, νετρόνια κ.λπ. είναι και αυτά, σε τελευταία ανάλυση, καμωμένα από παλλόμενες χορδές. Φυσικά κανένας ποτέ δεν έχει δει τις χορδές αυτές, διότι το μέγεθός τους είναι πάρα πολύ μικρό για να γίνουν αυτές αντιληπτές. Οι φυσικοί

μᾶς πληροφοροῦν ὅτι μία ὑπερχορδὴ εἶναι περίπου 100 δισεκατομμύρια δισεκατομμυρίων φορές μικρότερη ἀπὸ ἓνα πρωτόνιο.

Κατὰ τὴ θεωρίᾳ τῶν ὑπερχορδῶν, ὁ λόγος γιὰ τὸν ὁποῖο ὁ κόσμος μᾶς φαίνεται ὅτι εἶναι κατασκευασμένος ἀπὸ ποικιλίμορφα σωματίδια εἶναι ὅτι τὰ μέσα μετρήσεως πού διαθέτομε δὲν εἶναι ἀρκετὰ ἐκλεπτυσμένα καὶ ὡς ἐκ τούτου δὲν μᾶς ἐπιτρέπουν νὰ ἐντοπίσομε τίς λεπτεπίλεπτες αὐτὲς μικροχορδές.

Ἐκ πρώτης ὄψεως φαίνεται νὰ εἶναι παράξενο καὶ παιδαριῶδες ὅτι μία τόσο ἀπλὴ ἰδέα, τὸ νὰ πιστεύομε δηλαδή ὅτι ἀντικαθιστώντας τὰ σωματίδια, πού μέχρι σήμερα θεωροῦσαμε ὅτι ἀποτελοῦν τὰ δομικὰ στοιχεῖα τοῦ σύμπαντος μὲ ὑπερχορδές, μὲ πολὺ δηλαδή μικρότερα σωματίδια, ὅτι ἡ ἰδέα αὐτή, ἀρκεῖ γιὰ νὰ ἐρμηνεύσομε τὴν ὑπαρξὴ μιᾶς τόσο πλούσιας ποικιλίας σωματιδίων καὶ δυνάμεων (οἱ ὁποῖες δημιουργοῦνται διὰ τῆς ἐναλλαγῆς τῶν σωματιδίων) στὴ φύση. Ἀκριβῶς τὴ δημιουργία μιᾶς τέτοιας λανθασμένης ἐντυπώσεως στὸν ἀκροατὴ ἢ στὸν ἀναγνώστη ἔπρεπε καὶ πρέπει νὰ ἀποφεύγουν οἱ διάφοροι ἀρθρογράφοι καὶ ὁμιλητὲς περὶ τὸ θέμα αὐτό.

Ἡ Θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν εἶναι τόσο κομπῆ καὶ περιεκτικὴ ὥστε εἶναι ἱκανὴ νὰ δώσει μία ἀπλὴ ἐξήγηση στοῦ γιατί εἶναι δυνατὴ ἡ ὑπαρξὴ ἑκατομμύρια ἑκατομμυρίων τύπων σωματιδίων στὴ φύση μὲ διαφορετικὰ μεταξὺ τους χαρακτηριστικά.

Ἡ Θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν μᾶς δίδει μία ὁλοκληρωμένη καὶ συνεπὴ εἰκόνα τῆς φύσης μὲ ἓνα τρόπο πού μοιάζει πολὺ μὲ ἐκεῖνον ὁ ὁποῖος περιγράφει: πῶς μιὰ χορδὴ ἐνὸς βιολιοῦ μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθεῖ γιὰ νὰ «συνενώσει», ὅλους τοὺς μουσικοὺς τόνους καὶ ὅλους τοὺς κανόνες τῆς ἁρμονίας. Ἄν κάνομε μιὰ ἱστορικὴ ἀναδρομὴ στὴν ἱστορία τῆς μουσικῆς, θὰ παρατηρήσομε ὅτι γιὰ νὰ δοθεῖ μία τελικὴ διατύπωση τῶν νόμων τῆς μουσικῆς ἔπρεπε νὰ περάσουν χιλιάδες χρόνια πειραματικῶν διερευνήσεων τῶν διαφόρων μουσικῶν ἤχων. Στὴν ἐποχὴ μας, οἱ διάφοροι αὐτοὶ μουσικοὶ κανόνες μποροῦν εὐκόλα νὰ παραχθοῦν ἀπὸ μία μόνο εἰκόνα, δηλαδή ἀπὸ μιὰ μόνο χορδὴ, ἢ ὁποῖα μπορεῖ νὰ ἤχησει μὲ διαφορετικὲς συχνότητες, ἢ κάθε μία ἀπὸ τίς ὁποῖες παράγει ἓνα ξεχωριστὸ τόνο τῆς μουσικῆς κλίμακας. Οἱ τόνοι τοὺς ὁποῖους παράγει μιὰ παλλόμενη χορδὴ ὅπως εἶναι τὸ Do τὸ Re κ.λπ., αὐτοὶ τοῦτοι οἱ τόνοι, δὲν εἶναι πιὸ θεμελιώδεις ἀπὸ κάθε ἄλλο τόνο. Τὸ θεμελιώδες ἐδῶ συνίσταται στοῦ γεγονὸς ὅτι μιὰ μόνο ἔννοια, οἱ παλλόμενες δηλαδή χορδές, μποροῦν νὰ ἐρμηνεύσουν τοὺς νόμους τῆς ἁρμονίας στὴ μουσικὴ.

Ἡ γνώση ὡς ἐκ τούτου τῶν νόμων τῆς φυσικῆς πού διέπουν μιὰ χορδὴ βιολιοῦ, μᾶς δίδει μιὰ καθολικὴ θεωρία τῶν μουσικῶν τόνων καὶ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ προβλέπομε νέες ἁρμονίες καὶ συγχορδίες.

Κατὰ παρόμοιο τρόπο, στὴ θεωρία τῶν ὑπερχορδῶν, οἱ θεμελιώδεις δυνάμεις καὶ τὰ διάφορα σωματίδια πού εὐρίσκονται στὴ φύση δὲν εἶναι παρὰ ὑπερχορδές οἱ ὁποῖες πάλλονται κατὰ πολλοὺς καὶ ποικίλους τρόπους.

Π.χ. ἡ ἀμοιβαία ἔλξη τῶν σωμάτων (ἡ βαρύτητα) ὀφείλεται στοῦ ἡπιότερο εἶδος παλμικῆς κίνησης μιᾶς χορδῆς κυκλικοῦ σχήματος. Ἐντονότερες καὶ ἰσχυρότερες παλμικὲς κινήσεις τῆς ὑπερχορδῆς δημιουργοῦν ὕλη διαφορετικῆς μορφῆς. Ἀπὸ τῆς σκοπιᾶς λοιπὸν τῆς θεωρίας τῶν ὑπερχορδῶν, καμμία δύναμη ἢ κανένα σωματίδιο δὲν θεωρεῖται πιὸ θεμελιώδες ἀπὸ κάποιο ἄλλο. Ὅλα τὰ σωματίδια ἀντιστοιχοῦν ἀπλὰ σὲ διάφορες παλμικὲς ἀντηχήσεις (ἡχηρότητες) παλλομένων χορδῶν. Ἐτσι εἶνα μόνο θεωρητικὸ πλαίσιο, ἢτοι ἡ θεωρία τῶν ὑπερχορδῶν, ἐρμηνεύει γιατί στοῦ σύμπαν ὑπάρχει μία τέτοια πλούσια ποικιλία διαφορετικῶν μεταξύ τους σωματιδίων καὶ ἀτόμων. Σὲ τελευταία ἀνάλυση ὅλα αὐτὰ εἶναι παλλόμενες ὑπερχορδές.

Στῆ Θεωρία τῶν ὑπερχορδῶν ἡ ἀπάντηση στοῦ παμπάλαιο ἐρώτημα: Τί εἶναι ὕλη; εἶναι ἡ ἐξῆς: ἡ ὕλη ἀποτελεῖται ἀπὸ σωματίδια τὰ ὁποῖα δὲν εἶναι τίποτα ἄλλο παρὰ διαφορετικὲς ὄψεις μιᾶς παλλόμενης χορδῆς, ὅπως εἶναι ὁ φθόγγος Do καὶ Re στῆ μουσική. Μὲ ἄλλα λόγια, ἡ «μουσική» τὴν ὁποία δημιουργεῖ ἡ παλλόμενη ὑπερχορδὴ εἶναι αὐτὸ πού ὀνομάζουμε «ὕλη».

Ὅμως ὁ πιὸ σπουδαῖος, ὁ πιὸ θεμελιώδης λόγος γιὰ τὸν ὁποῖο ὁ κόσμος τῶν φυσικῶν εὐρίσκεται σὲ τόση ἐξαίρεση ἐξ αἰτίας τῆς νέας αὐτῆς θεωρίας εἶναι ὅτι ἡ θεωρία φαίνεται νὰ εἶναι σὲ θέση νὰ λύσει τὸ σπουδαιότερο πρόβλημα τοῦ 20οῦ αἰώνα: πῶς δηλαδὴ εἶναι δυνατόν οἱ τέσσερις δυνάμεις πού ὑπάρχουν στῆ φύση νὰ περιληφθοῦν καὶ νὰ ἐρμηνευθοῦν στὰ πλαίσια μιᾶς μόνο ὀλοκληρωμένης καὶ συνεποῦς θεωρίας. Πιστεύεται ὅτι ἡ θεωρία τῶν ὑπερχορδῶν μᾶς βεβαιώνει ὅτι οἱ τέσσερις θεμελιώδεις δυνάμεις οἱ ὁποῖες κυβερνοῦν τὸ σύμπαν δὲν εἶναι τίποτα ἄλλο παρὰ διαφορετικὲς μορφές, διαφορετικὲς ἐκδηλώσεις, μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς ἐνωτικῆς δυνάμεως ἡ ὁποία κυβερνᾶται ἀπὸ τίς Ἰπερχορδές.

Οἱ τέσσερις δυνάμεις

Κάθε αἰτία πού μπορεῖ νὰ μετακινήσει ἓνα ἀντικείμενο τὴν ὀνομάζουμε «δύναμη». Ὁ Μαγνητισμός, π.χ. εἶναι μία δύναμη, διότι μπορεῖ νὰ μετακινήσει τὴν βελόνα τῆς πυξίδας. Ὁ Ἡλεκτρισμός εἶναι μία δύναμη διότι μπορεῖ νὰ κάνει νὰ σηκωθοῦν οἱ τρίχες τῆς κεφαλῆς τοῦ ἀνθρώπου.

Κατὰ τὴ διάρκεια τῶν δύο χιλιάδων ἐτῶν πού πέρασαν, ὁ ἀνθρώπος κατέληξε βαθμιαίως νὰ ἀντιληφθεῖ ὅτι ὑπάρχουν τέσσερις μόνο θεμελιώδεις δυνάμεις: ἡ Βαρύτητα, ἡ Ἡλεκτρομαγνητικὴ Δύναμη (φῶς), ἡ Ἰσχυρὴ Πυρηνικὴ Δύναμη καὶ ἡ Ἀσθενὴς Πυρηνικὴ Δύναμη. Ἰπάρχουν βέβαια, καὶ ἄλλες δυνάμεις, τὴν ὕπαρξην τῶν ὁποίων εἶχαν ἐντοπίσει οἱ παλαιότεροι, ὅπως εἶναι τὸ πῦρ ἢ ὁ ἄνεμος, ὅμως οἱ δυνάμεις αὐτὲς μποροῦν νὰ ἐρμηνευθοῦν μὲ τὴ βοήθεια τῶν 4 δυνάμεων πού ἀναφέραμε.

Ένα από τὰ μεγαλύτερα ἐρωτήματα (γρίφους) τὰ ἀναφερόμενα στοῦ σύμπαν στοῦ ὁποῖο ζοῦμε ἦταν καὶ ἐξακολουθεῖ ἀκόμα νὰ εἶναι: γιατί οἱ 4 αὐτές δυνάμεις φαίνεται νὰ εἶναι τόσο διαφορετικές μεταξύ τους;

Κατὰ τὴ διάρκεια τῶν τελευταίων πενήντα ἐτῶν οἱ ἐπιστήμονες ἐρευνητὲς ἀσχολήθηκαν ἐντατικά μὲ τὸ πρόβλημα: πῶς οἱ δυνάμεις αὐτές μποροῦν νὰ ἐνοποιηθοῦν καὶ νὰ ἀποτελέσουν μία συνεπὴ ὁλοκληρωμένη εἰκόνα, νὰ ἀποδειχθεῖ δηλαδή ὅτι εἶναι ἐκδηλώσεις μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς δυνάμεως.

Γιὰ νὰ γίνει καλύτερα ἀντιληπτός ὁ λόγος γιὰ τὸν ὁποῖον ἡ Θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν δημιούργησε μιὰ τόσο μεγάλη ἔξαψη στοῦν κόσμον τῶν φυσικῶν, θὰ προσπαθήσουμε μὲ μεγάλη συντομία νὰ περιγράψουμε τὴν κάθε μία ἀπὸ τὶς τέσσερις δυνάμεις μὲ σκοπὸ νὰ δεῖξουμε πόσο ἀνόμοιες εἶναι αὐτές μεταξύ τους.

Ἡ Βαρύτητα εἶναι ἡ ἐλκτικὴ δύναμη ποὺ συγκερατῆ ἐνωμένο τὸ ἡλιακὸ σύστημα, διατηρεῖ τὴ γῆ καὶ τοὺς πλανῆτες στὶς τροχιές τους καὶ ἐμποδίζει τὰ ἄστρα νὰ ἐκτραποῦν. Στοῦ σύμπαν στοῦ ὁποῖο ἀνῆκομε, ἡ βαρύτητα εἶναι ἡ κύρια δύναμη ἡ ὁποία δρᾷ σὲ ἀπόσταση τρισεκατομμύρια τρισεκατομμυρίων χιλιομέτρων καὶ φθάνει μέχρι τοὺς πιὸ ἀπομακρυσμένους ἀστέρες. Ἡ δύναμη αὐτὴ ἡ ὁποία εἶναι ἡ αἰτία ποὺ κάνει τὸ μῆλο νὰ πέφτει στὴ γῆ καὶ μπορεῖ καὶ κρατᾷ τὰ πόδια μας σὲ ἐπαφὴ μὲ τὸ δάπεδο, εἶναι ἡ ἴδια δύναμη ποὺ ὁδηγεῖ τοὺς γαλαξίες κατὰ τὴν κίνησή τους μέσα στοῦ σύμπαν.

Ἡ Ἡλεκτρομαγνητικὴ Δύναμη εἶναι αὐτὴ ποὺ συγκερατῆ ἐνωμένα τὰ μέρη τοῦ ἀτόμου. Εἶναι αὐτὴ ποὺ ὑποχρεώνει τὰ ἡλεκτρόνια (μὲ τὸ ἀρνητικὸ φορτίο) νὰ περιστρέφονται γύρω ἀπὸ τὸ θετικὰ φορτισμένο πυρήνα. Ἐπειδὴ ἡ ἡλεκτρομαγνητικὴ δύναμη καθορίζει τὴ δομὴ τῶν τροχιῶν τῶν ἡλεκτρονίων, διέπει ἐπίσης καὶ τοὺς νόμους τῆς Χημείας.

Ἐπὶ τῆς γῆς ἡ ἡλεκτρομαγνητικὴ δύναμη συμβαίνει συχνὰ νὰ εἶναι ἰσχυρότερη ἀπὸ τὴ βαρύτητα. Ἄν π.χ. τρίψουμε ἓνα κτένι ἐπάνω σὲ ὕφασμα, εἶναι δυνατόν νὰ σηκώσουμε μὲ αὐτὸ μικρὰ κομμάτια χαρτιοῦ ποὺ βρίσκονται ἐπάνω στοῦ τραπέζι.

Ἡ πιὸ γνωστὴ σὲ ὅλους μας μορφή τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς δυνάμεως εἶναι τὸ φῶς. Ὄταν τὸ ἄτομο ὑποστῆ μιὰ ἀναταραχὴ, ἡ κίνηση τῶν ἡλεκτρονίων ποὺ κινοῦνται γύρω ἀπὸ τὸν πυρήνα τοῦ ἀτόμου καθίσταται ἀνώμαλη, ὁπότε τὰ ἡλεκτρόνια ἐκπέμπουν φῶς καθὼς καὶ ἄλλη μορφή ἀκτινοβολίας. Πρόκειται γιὰ τὴν πιὸ καθαρὴ μορφή ἡλεκτρομαγνητικῆς ἀκτινοβολίας, ὑπὸ τὴ μορφή ἀκτίνων X, radar, μικροκυμάτων ἢ φωτός. Τὸ ραδιόφωνο καὶ ἡ τηλεόραση εἶναι ἀπλῶς διαφορετικὲς μορφές τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς δυνάμεως. Ἐρχόμαστε τώρα στὶς ἄλλες δύο δυνάμεις ποὺ ἀναφέραμε.

Ἐντὸς τοῦ πυρήνα τοῦ ἀτόμου, ἡ ἡλεκτρομαγνητικὴ δύναμη ἐξουδετερώνεται ἀπὸ τὴν ἀσθενὴ πυρηνικὴ δύναμη, καθὼς καὶ ἀπὸ τὴν ἰσχυρὴ πυρηνικὴ δύναμη. «Ἡ

ίσχυρη πυρηνική δύναμη» είναι εκείνη που συγκρατεί τὰ πρωτόνια καὶ τὰ νετρόνια καὶ τὰ ὑποχρεώνει νὰ μένουν ἐντὸς τοῦ πυρήνα. Σὲ κάθε πυρήνα ὅλα τὰ πρωτόνια εἶναι θετικῶς φορτισμένα.

Ἄν αὐτὰ ἀφεθοῦν ἐλεύθερα, ἡ ἀπωθητικὴ ἠλεκτρικὴ δύναμη ποὺ ὑπάρχει μεταξύ τους θὰ ἐπιφέρει τὴν διάσπαση τοῦ πυρήνα.

Αὐτὸ σημαίνει ὅτι ἡ ἴσχυρὴ πυρηνικὴ δύναμη ὑπερισχύει τῆς ἀπωθητικῆς δύναμης ποὺ ὑπάρχει μεταξύ τῶν πρωτονίων.

Ἀπλοποιώντας κάπως τὰ πράγματα, θὰ λέγαμε ὅτι ἓνας μικρὸς μόνο ἀριθμὸς στοιχείων μπορεῖ νὰ διατηρήσει τὴν ὑπάρχουσα εὐπαθὴ ἰσορροπία μεταξύ τῆς ἴσχυρῆς πυρηνικῆς δυνάμεως (ἡ ὁποία ἔχει τὴν τάση νὰ διατηρεῖ τὸν πυρήνα ἀκέραιο) καὶ τῆς ἀπωθητικῆς ἠλεκτρικῆς δυνάμεως (ἡ ὁποία τείνει νὰ διασπάσει τὸ ἄτομο). Τὸ γεγονὸς αὐτὸ (ἡ ὑπαρξὴ δηλαδὴ τῶν ὀλίγων αὐτῶν στοιχείων ποὺ ἐξασφαλίζουν τὴν προαναφερθεῖσα εὐπαθὴ ἰσορροπία) βοηθαίει στὸ νὰ ἐξηγησόμε γιατί ὑπάρχουν περίπου ἑκατὸ μόνο γνωστὰ στοιχεῖα στὴ φύση.

Ἄν ὁ πυρήνας περιελάμβανε περισσότερα ἀπὸ ἑκατὸ πρωτόνια, τότε ἀκόμα καὶ ἡ ἴσχυρὴ δύναμη τοῦ πυρήνα δύσκολα θὰ μπορούσε νὰ ἀνταπεξέλθει στὴν ὑπάρχουσα μεταξύ τῶν στοιχείων ἀπωθητικὴ δύναμη.

Ἄν γιὰ κάποιον λόγο ἡ ἴσχυρὴ πυρηνικὴ δύναμη καταστεῖ ἐλεύθερη, τὸ ἀποτέλεσμα μπορεῖ νὰ εἶναι καταστρεπτικόν. Π.χ. ὅταν ὁ πυρήνας τοῦ οὐρανίου σὲ μία ἀτομικὴ βόμβα διασπασθεῖ σκοπίμως, τότε οἱ τεράστιες ἐνέργειες ποὺ ὑπάρχουν μέσα στὸν πυρήνα ἐλευθερώνονται μὲ ἔκρηξη ὑπὸ μορφή πυρηνικῆς ἐκτόνωσης. Ἄν συγκρίνομε τὴν ἐνέργεια ποὺ ἐκλύει ἓνα χιλιόγραμμα δυνάμιτη μὲ τὴν ἐνέργεια ποὺ ἐκλύει ἓνα χιλιόγραμμα ἀτομικῆς βόμβας, τότε ἡ δευτέρη ἐνέργεια εἶναι ἓνα ἑκατομμύριο φορές μεγαλύτερη ἀπὸ ἐκείνη ποὺ ἐκλύει ὁ δυνάμιτης. Ἡ ἴσχυρὴ πυρηνικὴ δύναμη παρέχει πολὺ μεγαλύτερη ἐνέργεια ἀπὸ μία χημικὴ ἐκρηκτικὴ ὕλη, ἡ ὁποία ὅπως ἀναφέραμε προηγουμένως διέπεται ἀπὸ τὴν ἠλεκτρομαγνητικὴ δύναμη.

Ἡ ὑπαρξὴ τῆς ἴσχυρῆς πυρηνικῆς δυνάμεως ἐξηγεῖ ἐπίσης γιατί τὰ ἄστρα λάμπουν. Βασικὰ ἓνα ἄστρο εἶναι ἓνας τεράστιος πυρηνικὸς κλίβανος ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἡ ἴσχυρὴ πυρηνικὴ δύναμη εἶναι ἀδέσμευτη.

Ἄν λ.χ. ἡ ἐνέργεια τοῦ Ἥλιου παρήγετο ἀπὸ τὴν καύση κάρβουνου ἀντὶ νὰ παράγεται ἀπὸ πυρηνικὸ ὕλικόν, τότε ἓνα ἐλάχιστον κλάσμα τοῦ ἠλιακοῦ φωτὸς θὰ παράγονταν. Ὁ Ἥλιος τότε θὰ ἔσθηνε πολὺ γρήγορα καὶ θὰ μεταβάλλονταν σὲ στάχτη, ἡ Γῆ χωρὶς ἠλιακὸ φῶς θὰ ἐψύχετο καὶ ἐνδεχομένως δὲν θὰ ὑπῆρχε ζωὴ σ' αὐτήν.

Ἄν ἡ ἴσχυρὴ πυρηνικὴ δύναμη ἦταν ἡ μόνη δύναμη ποὺ δρᾷ μέσα στὸν πυρήνα, τότε οἱ περισσότεροι πυρῆνες θὰ ἦταν εὐσταθεῖς. Ὅμως γνωρίζομε ἐκ πείρας ὅτι μερικοὶ πυρῆνες (ὅπως ἐκεῖνος τοῦ οὐρανίου, ὁ ὁποῖος περιλαμβάνει 92 πρωτόνια)

εἶναι τόσο μεγάλης μάζας ὥστε αὐτομάτως κατακερματίζονται ἐκλύοντας μικρὰ τεμαχίδια καὶ τρίμματα, τὰ ὁποῖα οἱ εἰδικοί ὀνομάζουν «ραδιενέργεια». Ὁ πυρήνας τῶν στοιχείων αὐτῶν εἶναι ἀσταθής καὶ ὡς ἐκ τούτου θρυμματίζεται.

Γιὰ τὸν λόγο αὐτό, μία δεύτερη δύναμη εἶναι ἀναγκαία, μία δύναμη δηλ. ποὺ διέπει (κανονίζει) τὴν ραδιενέργεια καὶ εὐθύνεται γιὰ τὸν θρυμματισμὸ τῶν πολὺ βαρέων πυρήνων. Ἡ δεύτερη αὐτὴ δύναμη εἶναι ἡ **ἀσθενὴς πυρηνικὴ δύναμη**, ἡ τέταρτη ἐξ ὅσων ἀναφέραμε.

Ἡ ἀσθενὴς πυρηνικὴ δύναμη εἶναι μία δύναμη τόσο πρόσκαιρη καὶ φευγαλέα, ὥστε δὲν ἔχουμε ἄμεση ἐμπειρία αὐτῆς στὴν καθημερινή μας ζωὴ. Αἰσθανόμαστε ὅμως τὴν ἔμμεση ἐπίδρασή της. Ὅταν ἓνας ἀνιχνευτὴς (μετρητὴς Geiger) τοποθετηθεῖ δίπλα σὲ ἓνα κομμάτι οὐρανίου, οἱ μικροὶ θόρυβοι ποὺ ἀκούγονται καὶ ὀφείλονται στὴν ἀσθενὴ πυρηνικὴ δύναμη μετροῦν τὴ ραδιενέργεια τοῦ πυρήνα. Ἡ ἐνέργεια τὴν ὁποῖαν ἐκλύει ἡ ἀσθενὴς πυρηνικὴ δύναμη μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθεῖ γιὰ παραγωγή θερμότητας. Π.χ. ἡ τεραστίας ἐντάσεως θερμότητα ἡ ὁποία ὑπάρχει στὸ ἐσωτερικὸ τῆς γῆς ὀφείλεται ἐν μέρει στὴ φθορὰ τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ποὺ εὐρίσκονται βαθιὰ μέσα στὴ γῆ.

Ἡ τεραστία αὐτὴ θερμότητα μπορεῖ μὲ τὴ σειρά της νὰ ἐξελιχθεῖ σὲ ἡφαιστειακὴ ἔκρηξη ἂν φθάσει στὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς. Ἐπίσης ἡ θερμότητα, τὴν ὁποῖα ἐκλύει ἓνα πυρηνικὸ ἐργοστάσιο τὸ ὁποῖο ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ παράγει ἀρκετὴ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια γιὰ νὰ φωτίσει μία πόλη, ὀφείλεται καὶ αὐτὴ στὴν ἀσθενὴ πυρηνικὴ δύναμη (καὶ στὴν ἰσχυρὴ πυρηνικὴ δύναμη).

Χωρὶς τὴν ὑπαρξὴ τῶν 4 αὐτῶν δυνάμεων ἡ ὑπαρξὴ ζωῆς θὰ ἦταν μᾶλλον ἀδύνατη: Τὰ ἄτομα τοῦ σώματός μας θὰ εἶχαν ἀποσυντεθεῖ, ὁ ἥλιος θὰ εἶχε ἐκραγεῖ, ἡ δὲ λάμψη τῶν ἀστρῶν καὶ οἱ γαλαξίες θὰ εἶχαν σβήσει.

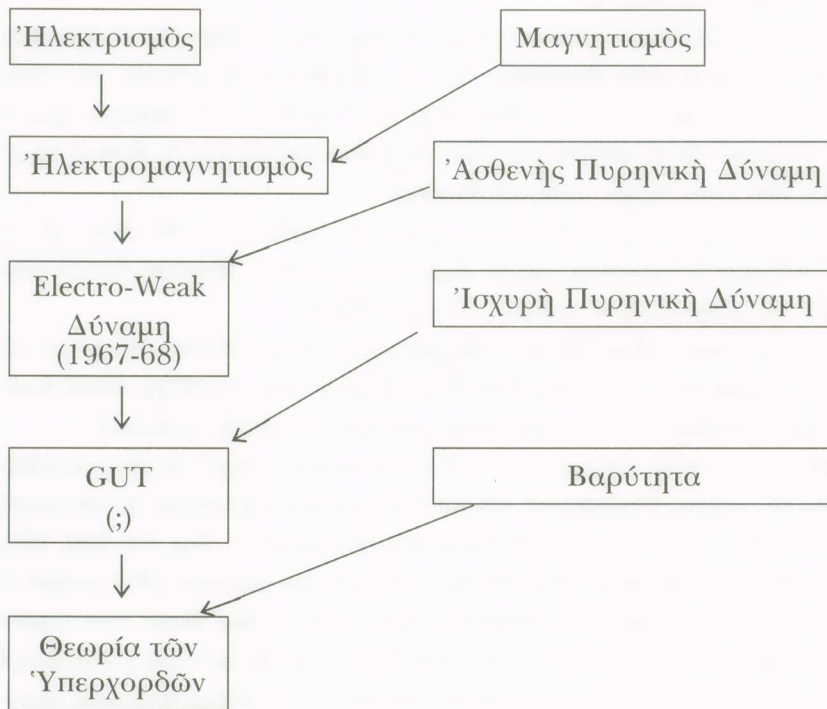
Ἡ ἔννοια «δύναμη» εἶναι βέβαια πανάρχαια καὶ εἶναι γνωστὴ ἀπὸ τὴν ἐποχὴ τοῦ Newton καὶ παλαιότερα. Αὐτὸ ποὺ εἶναι ΝΕΟ εἶναι τὸ ὅτι οἱ τέσσερις αὐτὲς δυνάμεις δὲν εἶναι παρὰ διαφορετικὲς ἐκδηλώσεις μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς δυνάμεως.

Ἡ καθημερινὴ πείρα ἀποδεικνύει ὅτι ἓνα ἀντικείμενο μπορεῖ νὰ μᾶς παρουσιάσθῃ σὲ ποικίλες μορφές. Παράδειγμα ἀποτελεῖ τὸ νερὸ ποὺ παρουσιάζεται ὑπὸ μορφή ἀτμοῦ καὶ πάγου. Ἄλλο παράδειγμα, ἴσως πιὸ ἐντυπωσιακὸ, εἶναι ὅτι ἓνας λίθος μπορεῖ νὰ μετατραπεῖ σὲ φῶς. Ὑπὸ εἰδικὲς συνθῆκες ἓνα κομμάτι λίθου μπορεῖ νὰ μετατραπεῖ σὲ μεγάλες ποσότητες ἐνεργείας, ἰδίως ὅταν ὁ λίθος αὐτὸς εἶναι οὐράνιο ἢ δὲ ἐνέργεια μπορεῖ νὰ μετατραπεῖ σὲ ἀτομικὴ βόμβα. Μὲ ἄλλα λόγια ἡ ὕλη μπορεῖ νὰ λάβῃ τὴ μορφή ἑνὸς στερεοῦ ἀντικειμένου (οὐράνιο) ἢ τὴ μορφή ἐνεργείας (ἀκτινοβολία). Κατὰ τρόπο ἀνάλογο, οἱ ἐπιστήμονες κατὰ τὰ τελευταῖα ἑκατὸ χρόνια ἀντιλήφθηκαν ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς καὶ ὁ μαγνητισμὸς εἶναι ἐκδηλώσεις μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς δυνάμεως. Μόνο ὅμως τὰ τελευταῖα 25 χρόνια οἱ ἐπιστήμονες ἀντιλήφθηκαν

ὅτι καὶ ἡ ἀσθενῆς πυρηνικὴ δύναμη εἶναι μία μορφή τῆς ἴδιας αὐτῆς δυνάμεως (τοῦ ἠλεκτρισμοῦ δηλ. καὶ τοῦ μαγνητισμοῦ). Τὸ βραβεῖο Nobel τὸ 1979 ἀπονεμήθηκε σὲ τρεῖς φυσικοὺς (Steven Weinberg-Sheldon Glashow καὶ Abdus Salam), οἱ ὁποῖοι ἀπέδειξαν: Πῶς εἶναι δυνατόν νὰ συνενώσουμε τὴν ἀσθενῆ πυρηνικὴ δύναμη καὶ τὴν ἠλεκτρομαγνητικὴ δύναμη σὲ μία μόνο δύναμη, τὴν λεγόμενη «Electro-Weak» δύναμη.

Οἱ φυσικοὶ πιστεύουν ἐπίσης ὅτι μία ἄλλη θεωρία (καλούμενη GUT, πού σημαίνει «Grand Unified Theory») μπορεῖ νὰ συνενώσει τὴν «electro-weak» δύναμη μὲ τὴν ἰσχυρὴ πυρηνικὴ δύναμη.

Ὅμως ἡ τελευταία ἐναπομένουσα δύναμη, ἡ Βαρύτητα, γιὰ πολὺ μακρὸ χρονικὸ διάστημα καταπονεῖ ἀφάνταστα τοὺς ἐπιστήμονες, οἱ ὁποῖοι προσπαθοῦν νὰ συνενώσουν καὶ αὐτὴν μὲ τις ἄλλες τρεῖς δυνάμεις. Μολονότι μία θεωρία καλούμενη Κβαντικὴ Μηχανικὴ, συνένωσε κατὰ τρόπο θεαματικὸ τὶς ἄλλες τρεῖς δυνάμεις, δυστυχῶς δὲν κατέστη δυνατόν νὰ εφαρμοσθεῖ αὐτὴ ἐπιτυχῶς στὴ βαρύτητα.



Τὸ διάγραμμα παρουσιάζει τὴν ἱστορικὴ εξέλιξη τῆς Grand Unified Theory, ἀρχίζοντας ἀπὸ τὸ 1860 μὲ τὴν ἀνακάλυψη τοῦ Maxwell ὅτι ὁ Ἡλεκτρισμὸς καὶ ὁ Μαγνητισμὸς ἀποτελοῦν τὴν Ἡλεκτρομαγνητικὴ Δύναμη.

Κατά τὸν 20ό αἰ. επικράτησαν δύο μεγάλες θεωρίες: ἡ **Κβαντική Μηχανική**, ἡ ὁποία ἐπέτυχε νὰ ἀποδείξει ὅτι οἱ τρεῖς ἀπὸ τίς τέσσερις δυνάμεις ποὺ ἀναφέραμε παραπάνω εἶναι ἐκδηλώσεις μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς δυνάμεως, καὶ ἡ **Θεωρία τῆς Βαρύτητας** τοῦ Einstein ἡ ὁποία συχνὰ ἀποκαλεῖται **Γενικὴ Θεωρία τῆς Σχετικότητας**. Κατὰ κάποια ἔννοια, οἱ δύο αὐτὲς θεωρίες θεωροῦνται «ἀντίθετες» μεταξύ τους. Ἡ μὲν Κβαντικὴ μηχανικὴ ἀσχολεῖται μὲ τὸν κόσμον τῶν ἀτόμων, τῶν μορίων, τῶν πρωτονίων καὶ τῶν νετρονίων, δηλ. μὲ τὸ μικρόκοσμον, ἡ δὲ Γενικὴ Θεωρία τῆς Σχετικότητας ἀσχολεῖται μὲ τὴ φυσικὴ τῶν μεγάλων ἀντικειμένων ὅπως εἶναι τὰ ἄστρα καὶ οἱ γαλαξίες, δηλ. τὸν μακρόκοσμον.

Τὸ μεγάλο πρόβλημα ποὺ ἀντιμετώπισαν οἱ φυσικοὶ τοῦ 20οῦ αἰώνα εἶναι: πῶς εἶναι δυνατόν οἱ δύο αὐτὲς θεωρίες ἀπὸ τίς ὁποῖες πηγάζει ἡ ὅλη ἀνθρώπινη γνώση τοῦ φυσικοῦ μας σύμπαντος νὰ εἶναι τόσο ἀσυμβίβαστες. Ἡ ὑπαγωγή, ἡ συνένωση τῶν δύο αὐτῶν θεωριῶν σὲ μία μόνο θεωρία ἀπασχόλησε ἀνεπιτυχῶς τίς μεγαλύτερες διάνοιες τοῦ τελευταίου αἰώνα. Ὁ ἴδιος ὁ Einstein ἀσχολήθηκε, ἀνεπιτυχῶς ὅμως, τίς τελευταῖες τρεῖς δεκαετίες τῆς ζωῆς του μὲ τὴν εὔρεση μιᾶς θεωρίας ποὺ θὰ συνένωνε τίς δύο προαναφερθεῖσες θεωρίες, σὲ μία μόνο, ἡ ὁποία θὰ περιελάμβανε τὴν βαρύτητα καὶ τὸ φῶς.

Κάθε μία ἀπὸ τίς δύο θεωρίες, στὸ χωρὸ ὅπου ἰσχύουν, εἶχαν μεγάλη ἐπιτυχία. Ἡ Κβαντικὴ Μηχανὴ π.χ. ἐρμηνεύει τὰ μυστικὰ τοῦ ἀτόμου. Ἦτοι ἀπεκάλυψε τὰ μυστικὰ τῆς πυρηνικῆς φυσικῆς, κατάφερε νὰ ἀποδεδειχθεῖ τὴ δυνάμη τῆς βόμβας ὑδρογόνου καὶ ἐξήγησε μὲ σαφήνεια τὸν τρόπο λειτουργίας τῶν διαφόρων μηχανισμῶν, ἀπὸ τὰ τρανζίστορ μέχρι καὶ τὰ λέιζερ. Ἡ θεωρία αὐτὴ εἶναι τόσο ἰσχυρὴ ὥστε εἶναι σὲ θέση νὰ προβλέψει τίς ιδιότητες τῶν χημικῶν στοιχείων μὲ τὴ βοήθεια τῶν H/Y χωρὶς νὰ χρειασθεῖ καμία ἐργαστηριακὴ προεργασία. Ἡ ἴδια ὅμως αὐτὴ θεωρία, δηλ. ἡ Κβαντομηχανικὴ, ἀδυνατεῖ νὰ ἐρμηνεύσει τὴ δυνάμη τῆς Βαρύτητας.

Ἀπὸ τὴν ἄλλη μεριὰ ἡ Γενικὴ Θεωρία τῆς Σχετικότητας ἐπέτυχε λαμπρὰ ἀποτελέσματα στὸ μακρόκοσμον, στὸν κόσμον τῆς κλίμακας μεγέθους τῶν γαλαξιῶν. Ἡ λεγόμενη «μαύρη ὀπή» γιὰ τὴν ὁποία οἱ φυσικοὶ πιστεύουν ὅτι εἶναι ἡ ἐσχάτη κατάσταση ὅπου καταλήγει ἓνας μεγάλος ἀριθμὸς ἀστέρων ποὺ σβήνουν, ἀποτελεῖ πρόβλεψη τῆς Γενικῆς Θεωρίας τῆς Σχετικότητας.

Ἐπίσης, ἡ Γενικὴ Θεωρία τῆς Σχετικότητας προέβλεψε ποῖα ἦταν ἡ ἀρχὴ τοῦ Σύμπαντος, τὸ Big Bang, γιὰ τὸ ὁποῖο θὰ μιλήσουμε παρακάτω. Ὅμως, ἡ Γενικὴ Θεωρία τῆς Σχετικότητας ἀδυνατεῖ νὰ ἐρμηνεύσει τὸ πῶς συμπεριφέρονται τὰ ἄτομα καὶ τὰ μόρια τῆς ὕλης.

Ὑπάρχουν λοιπὸν δύο θεωρίες τελείως διαφορετικῆς, ἡ κάθε μία ἀπὸ τίς ὁποῖες χρησιμοποιεῖ διάφορες μαθηματικῆς θεωρίες, κάνοντας ὅμως ἡ κάθε μία τεράστιες προόδους στὸν τομέα της. Εἶναι ὡς ἐὰν ἡ φύση νὰ δημιουργήσῃ κάποιο ON μὲ δύο

χέρια, όπου το δεξί χέρι είναι τελείως διαφορετικό, και λειτουργεί τελείως ανεξάρτητα από το αριστερό χέρι. Όμως ο κοινός νους υπαγορεύει ότι η Φύση σε τελευταία ανάλυση είναι απλή και κομψή, και δεν μπορεί αυτή, να λειτουργεί, κατά τέτοιον παράξενο τρόπο.

Ακριβώς στο σημείο αυτό εμφανίζεται επί σκηνης ή Θεωρία των Ύπερχορδών, ή όποια ισχυρίζεται ότι είναι ικανή να λύσει το υπάρχον πρόβλημα, και εξηγεί ότι μπορεί να συνενώσει τις δύο «δισταμένες» αυτές μεγάλες θεωρίες. Εξάλλου οι φυσικοί μας βεβαιώνουν ότι η Κβαντομηχανική και η Σχετικότητα όχι μόνο μπορούν να συνυπάρξουν αλλά είναι αμφοτέρως απαραίτητες για να καταστεί δυνατή η λειτουργία των «Ύπερχορδών». Οί Ύπερχορδές είναι το μοναδικό μαθηματικό πλαίσιο εντός του οποίου μία Κβαντική Θεωρία της Βαρύτητας (ο συνδυασμός δηλαδή των δύο δισταμένων θεωριών) αποκτά νόημα. Είναι ως εάν οι επιστήμονες κατά τα τελευταία εξήντα χρόνια να προσπαθούσαν να συναρμολογήσουν ένα «κοσμικό γρίφο» και ξαφνικά παρατήρησαν ότι το κομμάτι που τους έλειπε ήταν οι «Ύπερχορδές».

Οί φυσικοί, συνήθως, είναι συντηρητικοί. Διστάζουν να αποδεχθούν νέες θεωρίες και ειδικότερα εκείνες τις θεωρίες που κάνουν παράξενες προβλέψεις. Η θεωρία των υπερχορδών κάνει προβλέψεις που είναι πιο παράξενες από εκείνες που κάμνει οποιαδήποτε άλλη θεωρία.

Όποιαδήποτε θεωρία, που έχει τη δυνατότητα να συμπυκνώσει την ουσία μεγάλου μέρους της φυσικής σε μια μόνο εξίσωση, έχει βαθιές φυσικές συνέπειες, ή δε θεωρία των υπερχορδών δεν αποτελεί από τη σκοπιά αυτή εξαίρεση.

Το 1958 ο μέγας κβαντικός φυσικός Niels Bohr ήταν παρών σε μια όμιλία του φυσικού Wolfgang Pauli. Στο τέλος της όμιλίας, ή όποια δεν είχε γίνει ευμενώς αποδεκτή από το ακροατήριο, ο Bohr είπε: Συμφωνούμε όλοι ότι ή θεωρία σας είναι παρανοϊκή, τρελή. Το έρώτημα που μας κάνει να διαφωνούμε μεταξύ μας είναι αν ή θεωρία σας είναι αρκετά τρελή.

Δεν γνωρίζω αν στο μέλλον θα υπάρξουν όμιλίες από ειδικούς έρευνητές περί το θέμα, οι όποιες θα αποτελέσουν μία δεύτερη ή τρίτη προσέγγιση της Θεωρίας των Ύπερχορδών. Όμως σήμερα θα προσπαθήσω να τονίσω έστω και μερικά μόνο σημεία της θεωρίας αυτής για να δώσω μία ιδέα του τί εννοούν μερικοί όταν ισχυρίζονται ότι αψινδιώς ή Θεωρία των Ύπερχορδών προσδίδει στη Φυσική μία εικόνα πιο παράξενη από εκείνη που μας δίδουν μυθιστορήματα επιστημονικής φαντασίας.

Το 1920 ο Einstein με τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας έδωσε μία ικανοποιητική έρμηνεία για το πώς δημιουργήθηκε το Σύμπαν.

Κατά τη θεωρία του Einstein το Σύμπαν γεννήθηκε περίπου πριν από 10 έως 20 δισεκατομμύρια χρόνια, όταν έλαβε χώρα μία γιγαντιαία έκρηξη, αυτή που ονομάζουμε Big Bang. Όλη ή ύλη του Σύμπαντος, συμπεριλαμβανομένων των άστρων

των γαλαξιών και των πλανητών, ἦταν τότε συγκεντρωμένη και ἀποτελοῦσε μία μικρὴ σφαῖρα τεράστιας πυκνότητος, ἡ ὁποία ἐξερράγη βίαια, δημιουργώντας τὸ σημερινὸ διαστελλόμενον Σύμπαν. Ἡ Θεωρία τοῦ Einstein ἐξηγεῖ τὴ διαστολὴ αὐτῆ τοῦ σύμπαντος, τὴν ἀπομάκρυνση δηλαδὴ τῶν ἀστέρων και τῶν γαλαξιών ἀπὸ τῆ γῆ, ἀπομάκρυνση ποὺ ὀφείλεται στὴν προωθητικὴ δύναμη ποὺ ἐξαπέλυσε τὸ Big Bang.

Ἐπῆρχαν ὅμως πολλὰ χάσματα στὴ θεωρία τοῦ Einstein. Κατ' ἀρχὴν τίθεται τὸ ἐρώτημα γιατί τὸ σύμπαν ἐξερράγη; Τί συνέβη πρὶν ἀπὸ τὸ Big Bang? Τόσο οἱ θεολόγοι ὅσο και οἱ ἐπιστήμονες ἔχουν ἀπὸ ἐτῶν ἀντιληφθεῖ ὅτι ἡ θεωρία γιὰ τὸ Big Bang δὲν εἶναι πλήρης, διότι δὲν ἐξηγεῖ ποιά εἶναι ἡ ἀρχὴ και ἡ φύση αὐτοῦ τούτου τοῦ Big Bang.

Ὅμως, ὅσο κι ἂν φαίνεται ἀπίστευτο, ἡ θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν ἰσχυρίζεται ὅτι ἐξηγεῖ τί συνέβη πρὶν ἀπὸ τὸ Big Bang. Κατὰ τὴ Θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν, τὸ Σύμπαν στὴν Ἀρχὴ ὑφίστατο και εἶχε 10 διαστάσεις και ὄχι 4 διαστάσεις (οἱ τρεῖς δηλ. διαστάσεις τοῦ χώρου ποὺ ζοῦμε και μία ἀκόμα διάσταση τὴν ὁποίαν ἀποτελεῖ ὁ χρόνος) ποὺ ἔχομε σήμερα. Ἐπειδὴ ὅμως τὸ σύμπαν τῶν 10 διαστάσεων δὲν ἦταν εὐσταθές, διεσπάσθη αὐτὸ σὲ δύο μέρη, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ ἓνα εἶναι τὸ τετραδιάστατο Σύμπαν τὸ ὁποῖο γνωρίζομε.

Στὸ σημεῖο αὐτὸ ὁ ἀκροατὴς ὅταν ἀκούει γιὰ κάποιο Σύμπαν μὲ 10 διαστάσεις, ἂν δὲν εἶναι εἰδικὸς στὸ θέμα, παραμένει σκεπτικὸς, μὴ δυνάμενος νὰ ἀντιληφθεῖ τὴν ἔννοια αὐτῆ.

Γιὰ νὰ γίνεῖ αὐτὴ ἀντιληπτὴ, τουλάχιστον διαισθητικὰ ἀπὸ τὸν ἀκροατὴ ποὺ ἀνήκει στὸ εὐρὸ κοινὸ, ὅπως ὁ ὀμιλῶν, θὰ μιλήσομε μὲ παραβολές. Φαντασθῆτε μιὰ μεγάλη σαπουνόφουσκα ἡ ὁποία εὐρίσκεται σὲ ἡπιες, ἀργές, παλμικὲς κινήσεις. Ἄν οἱ παλμικὲς αὐτὲς κινήσεις γίνουν ἐντονότερες και ταχύτερες, τότε ἡ ἐν λόγω σαπουνόφουσκα καθίσταται ἀσταθὴς και διασπᾶται σὲ δύο ἢ περισσότερες μικρότερες σαπουνόφουσκες.

Φαντασθῆτε ἐπιπλέον ὅτι ἡ ἀρχικὴ μεγάλη σαπουνόφουσκα παριστάνει τὸ Σύμπαν τῶν 10 διαστάσεων και ὅτι ἡ μία ἀπὸ τίς μικρότερες σαπουνόφουσκες ποὺ σχηματίσθηκαν μετὰ τὴν ἔκρηξη τῆς μεγάλης σαπουνόφουσκας παριστάνει τὸ δικό μας Σύμπαν.

Ἄν ἡ Θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν ἀληθεύει, αὐτὸ σημαίνει ὅτι τὸ δικό μας Σύμπαν πρέπει νὰ ἔχει ἓνα «ἀδελφὸ Σύμπαν», τὸ ὁποῖο συνυπάρχει μὲ τὸ δικό μας.

Ἔτσι ἡ Θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν ἐξηγεῖ ὅτι τὸ Big Bang εἶναι ἓνα ὑποπρῶϊόν τῆς διασπάσεως τοῦ 10-διάστατου Σύμπαντος σὲ δύο μέρη.

Οἱ φυσικοὶ μᾶς βεβαιώνουν, πάντως, ὅτι δὲν πρέπει νὰ ἀνησυχοῦμε, μήπως κάποια μέρα περπατώντας στὸ δρόμο πέσομε ἐπάνω σὲ κάποιο ἄλλο σύμπαν ἄλλης διαστάσεως, ὅπως θὰ μπορούσε κανεὶς νὰ διαβάσει ὅτι συμβαίνει σὲ μυθιστορήματα

ἐπιστημονικῆς φαντασίας. Ἡ Θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν μᾶς βεβαιώνει ὅτι τὸ ἄλλο πολυδιάστατο σύμπαν πού προέκυψε κατὰ τὴ μεγάλη ἔκρηξη ἔχει συρρικνωθεῖ τόσο πολὺ (ἔγινε 100 δισεκατομμύρια δισεκατομμυρίων φορές μικρότερο ἀπὸ ἓνα ἄτομο) πού ἀποκλείεται νὰ τὸ συναντήσῃ ἄνθρωπος. Ἐπομένως ἀποτελεῖ θέμα θεωρητικῆς μόνο συζητήσεως τὸ τί μορφή ἔχει ἓνα πολυδιάστατο σύμπαν.

Κατ' αὐτὴ τὴν ἔννοια ἢ προοπτικὴ νὰ ταξιδεύομε μεταξὺ πολλῶν διαστάσεων ἦταν δυνατὴ μόνο στὴν ἀρχὴ τῆς γένεσης τοῦ σύμπαντος, ὅταν δηλαδὴ αὐτὸ ἦταν 10 διαστάσεων, τὸ δὲ ταξίδι μεταξὺ πολλῶν διαστάσεων ἦταν φυσικῶς δυνατό.

Σκοτεινὴ Ὕλη. Ἐκτὸς ἀπὸ τοὺς πολυδιάστατους χώρους, οἱ συγγραφεῖς μυθιστορημάτων ἐπιστημονικῆς φαντασίας μιλοῦν πότε-πότε, στὰ μυθιστορήματά τους γιὰ τὴ λεγόμενη «σκοτεινὴ ὕλη», μία δηλαδὴ μυστηριώδους μορφῆς ὕλη, τῆς ὁποίας οἱ ιδιότητες δὲν μοιάζουν μὲ ἐκεῖνες τῆς γνωστῆς μας ὕλης.

Οἱ παλαιότεροι εἶχαν ἐπίσης μιλήσει γιὰ τὴν ὕπαρξιν τῆς «σκοτεινῆς ὕλης», ὅμως κάθε φορά πού οἱ ἐπιστήμονες ἔστρεφαν τὰ τηλεσκόπιά τους καὶ τὰ ἄλλα ὄργανα παρατηρήσεως στὸν Οὐρανό, δὲν εὑρίσκαν παρὰ τὰ περίπου 100 γνωστὰ χημικὰ στοιχεῖα πού ὑπάρχουν στὴ γῆ. Ἀκόμα καὶ τὰ πιὸ ἀπομακρυσμένα στὸ σύμπαν ἄστρα ἀποτελοῦνται ἀπὸ ὕδρογόνο, ἥλιο, ὀξυγόνο, ἀνθρακα κ.λπ.

Ἀπ' τὴ μιὰ μεριά αὐτὸ βέβαια μᾶς καθησυχάζει γιατί, ὅπου καὶ νὰ ταξιδέψῃ κανεὶς στὸ διάστημα, τὸ διαστημόπλοιό του θὰ συναντήσῃ τὰ γνωστὰ σὲ ὅλους στοιχεῖα πού ἔχουμε στὴ γῆ. Ἀπ' τὴν ἄλλη μεριά ὅμως γιὰ μερικοὺς εἶναι ἀπογοητευτικὸ τὸ γεγονός ὅτι δὲν θὰ ὑπάρχουν ἐκπλήξεις στὸ διάστημα!

Ἡ θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν μπορεῖ ἴσως νὰ ἀνατρέψῃ τὴν κατάστασιν αὐτή, διότι πιθανὸν ἢ διαδικασία τῆς διάσπασης τοῦ 10διάστατου σύμπαντος σὲ σύμπαντα ὀλιγότερων διαστάσεων νὰ δημιουργήσῃ μιὰ νέα μορφή ὕλης. Ἡ σκοτεινὴ ὕλη ἔχει βάρος, ὅπως κάθε ὕλη, εἶναι ὅμως ἀόρατη (ὅπως τὸ λέει καὶ τὸ ὄνομά της). Ἡ σκοτεινὴ ὕλη εἶναι ἄγευστη καὶ ἄοσμη. Τὰ πλέον εὐαίσθητα ὄργανα πού διαθέτομε δὲν εἶναι ἱκανὰ νὰ ἀνιχνεύσουν τὴν παρουσίαν της. Ἄν ἦταν δυνατόν νὰ κρατήσετε τὴ σκοτεινὴ ὕλη στὸ χέρι σας, τότε θὰ νοιώθατε ὅτι ἔχει βάρος. Ἄλλος τρόπος δὲν ὑπάρχει. Δὲν παρουσιάζει ἄλλες ἀντιδράσεις μὲ τίς γνωστὲς μορφές τῆς ὕλης.

Ἡ ὕπαρξιν τῆς σκοτεινῆς ὕλης μπορεῖ ἐπίσης νὰ βοηθήσῃ στὸ νὰ ἐρμηνεύσῃ ἓνα πολὺ σπουδαῖο πρόβλημα τῆς κοσμολογίας. Ἄν ὑπάρχει ἀρκετὴ σκοτεινὴ ὕλη στὸ σύμπαν, τότε ἢ ἔληξεν τὴν ὁποῖαν ἀσκοῦν λόγω τῆς βαρύτητας οἱ γαλαξίες, μπορεῖ νὰ ἐπιβραδύνῃ τὴν παρατηρούμενη διαστολὴ τοῦ σύμπαντος καὶ ἐνδεχομένως νὰ τὴν ἀνατρέψῃ, προκαλώντας ἔτσι τὴ συρρίκνωσιν, ἢτοι τὴν καταστροφὴ τοῦ σύμπαντος. Τὰ δεδομένα ὅμως πού ἔχουν στὴν κατοχὴ τους οἱ ἀστρονόμοι ὀδηγοῦν σὲ ἀντιφατικὰ συμπεράσματα ὡς πρὸς τὴν ὕπαρξιν ἀρκετῆς ὕλης στὸ σύμπαν ὥστε νὰ προκληθεῖ ἢ ὄχι ἢ προαναφερθεῖσα καταστροφὴ.

Οἱ ἀστρονόμοι πού ἐπεχείρησαν νὰ ὑπολογίσουν τὴν ὅλική μάζα τοῦ ὄρατοῦ σύμπαντος ἀποφαίνονται ὅτι δὲν ὑπάρχει ἀρκετὴ ἀστρική καὶ γαλαξιακὴ μάζα ἢ ὁποῖα θὰ μπορούσε νὰ προκαλέσει τὴν καταστροφή τοῦ σύμπαντος. Ὅμως ὑπολογισμοὶ ἄλλου εἴδους, στοὺς ὁποίους δὲν θὰ ὑπείσέλθω, δείχνουν ὅτι τὸ σύμπαν πράγματι μπορεῖ νὰ καταρρεύσει.

Τὸ ἐν λόγῳ πρόβλημα εἶναι γνωστὸ ὡς «πρόβλημα ἐλλείπουσας μάζας» (missing mass problem).

Ἄν ἡ Θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν εἶναι ὀρθή, τότε αὐτὴ μπορεῖ νὰ ἐξηγήσει τὸ γιατί οἱ ἀστρονόμοι ἀποτυγχάνουν στὶς προσπάθειές τους νὰ δοῦν τὴ σκοτεινὴ ὕλη στὰ τηλεσκοπίά τους καὶ στὰ ἄλλα ὄργανα παρατηρήσεώς τους.

Ἐπιπλέον, ἂν ἡ θεωρία περὶ σκοτεινῆς ὕλης εἶναι ὀρθή, τότε ἡ ὕλη αὐτὴ μπορεῖ νὰ δεσπόζει παντοῦ στὸ σύμπαν. Μπορεῖ δηλαδή νὰ ὑπάρχει περισσότερὴ σκοτεινὴ ὕλη ἀπὸ τὴν ἄλλη ὕλη. Ἀπὸ τῆς πλευρᾶς αὐτῆς λοιπὸν ἡ θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν ὄχι μόνον διευκρινίζει τί ἔγινε πρὶν ἀπὸ τὸ Big Bang ἀλλὰ προλέγει τί μπορεῖ νὰ συμβεῖ στὴν περίπτωσιν καταστροφῆς τοῦ σύμπαντος.

Μερικὲς σκέψεις ἐπὶ τοῦ θέματος

Κάθε θεωρία τέτοιας σπουδαιότητος, μία θεωρία πού ἀντικαθιστᾷ τὰ σωματίδια μὲ ὑπερχορδές καὶ τὸν τετραδιάστατο χῶρο μὲ ἓνα 10-διάστατο ἐμβάλλει πολλοὺς σὲ πολλὰ καὶ βαθεῖς σκέψεις. Μολονότι ἡ Θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν ἀνοίγει μπροστὰ μας ἓνα μεγάλο ὀπτικὸ πεδίο καὶ ἔχει τόσο ξαφνιάσει καὶ τοὺς μαθηματικοὺς καὶ ἔχει ἐξάψει τοὺς φυσικοὺς σὲ ὅλον τὸν κόσμον, μπορεῖ νὰ χρειασθοῦν πολλὰ ἀκόμα δεκαετίες προτοῦ κατασκευασθοῦν ἀρκετὰ ἰσχυρὲς μηχανές γιὰ νὰ ἐλέγξουν τὴν ὀρθότητα τῆς θεωρίας τελεσίδικα. Ἐν τῷ μεταξύ, ὅσο δὲν ὑπάρχει πειραματικὴ ἀπόδειξις, οἱ διάφοροι «σκεπτικιστὲς» ἀρνοῦνται νὰ ἀσπασθοῦν τὴ θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν, παρὰ τὸ γεγονός ὅτι αὐτὴ εἶναι ὠραία, κομψὴ καὶ μοναδική.

Πολύχρονες προσπάθειες, λέγει ὁ φυσικὸς τοῦ Harvard, Sheldon Glashow, ἀπὸ δωδεκάδες ἀρίστων ἐπιστημόνων δὲν κατόρθωσαν νὰ δώσουν, οὔτε ἀναμένεται ὅτι θὰ δώσουν κάποια πειραματικὰ ἀποδεικτικὰ ἀποτελέσματα σύντομα.

Μερικοὶ (ὑπὲρ) σκεπτικιστὲς ὅπως οἱ ἀκόλουθοι δύο δηλώνουν:

Ὁ διάσημος φυσικὸς Gerard't Hoot, σὲ ὁμιλία του στὸ Argonne National Laboratory (κοντὰ στὸ Chicago) παρομοιάζει τὰ περὶ «Ὑπερχορδῶν» μὲ τηλεοπτικὲς ἐμπορικὲς διαφημίσεις ἀμερικανικῶν ἐταιρειῶν, οἱ ὁποῖες εἶναι διαφημίσεις μόνον καὶ τίποτα τὸ οὐσιαστικόν.

Ὁ καθηγητὴς Freeman Dyson ἀναφερόμενος στὶς προσπάθειες ἀνευρέσεως ἔστω καὶ ἐνὸς μαθηματικοῦ προτύπου πού θὰ μπορούσε νὰ περιγράψει τὴν «ἐνοποίηση-

στη τῶν 4 δυνάμεων» λέγει: «Τὸ ἔδαφος τῆς Φυσικῆς γέμισε ἀπὸ σκουπίδια πού συνίστανται ἀπὸ κουφάρια ἐνοποιοουσῶν θεωριῶν.

Οἱ ὑπέρμαχοι ὅμως τῆς Θεωρίας τῶν Ὑπερχορδῶν ὑποστηρίζουν ὅτι, παρὰ τὸ ὅτι ἡ πειραματικὴ «ἀπόδειξη» τῆς θεωρίας εὐρίσκεται ἀκόμα μακριά, δὲν ὑπάρχει ὅμως καμία ἄλλη Θεωρία πού νὰ ἀντιστρατεύεται τὶς «Ὑπερχορδές». Ἀντιθέτως ἡ λεγομένη M-theory (γιὰ τὴν ὁποία δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ μιλήσουμε ἐδῶ ἔστω καὶ σὲ γενικὲς γραμμές), ἐνισχύει τὶς ἐλπίδες τῶν ὑποστηρικτῶν τῶν «Ὑπερχορδῶν», ὅτι ἡ ἀκολουθούμενη ὁδὸς εἶναι ἡ πρέπουσα.

Αὐτὸ εἶναι, Κυρίες καὶ Κύριοι, περίπου τὸ σκηνακὸ γύρω ἀπὸ τὶς Ὑπερχορδές. Ὅλα αὐτὰ φυσικὰ πρέπει νὰ ἀναλυθοῦν λεπτομερῶς γιὰ νὰ γίνουν καλύτερα ἀντιληπτά. Πρὶν κανεὶς χτίσει ἓνα οἰκοδόμημα, πρέπει πρῶτα νὰ φροντίσει νὰ θάλει ἰσχυρὰ θεμέλια.

Θὰ προσέξατε, Κυρίες καὶ Κύριοι, ὅτι, μολονότι στὴν ἀρχὴ τῆς ὁμιλίας ἀνέφερα ὅτι ἡ Νέα Θεωρία προσπαθεῖ νὰ ἀντικαταστήσει τὶς ὑπάρχουσες γιὰ τὸ Σύμπαν ἀπόψεις μὲ νέες κομψές καὶ ἐκπληκτικὰ ὠραῖες μαθηματικὲς ἔννοιες καὶ ἀπόψεις, δὲν ἔκανα μέχρι στιγμῆς τὴν παραμικρὴ νύξη γιὰ τὴν μαθηματικὴ αὐτὴ γλώσσα. Ἡ παράλειψη αὐτὴ ἦταν ἡθελημένη διότι κατὰ τὴν πρώτη αὐτὴ προσέγγιση ἐπεδίωξα νὰ γίνῃ ἀντιληπτὴ ἡ θεωρία, διαισθητικὰ μόνο ὡς μιὰ φυσικὴ ἀρχή! Τὰ μαθηματικὰ θὰ κάνουν τὴν ἐμφάνισή τους ἀργότερα. Γιὰ νὰ γίνῃ ὅμως αὐτό, ἀπαιτεῖται μεγάλος ἀριθμὸς ὁμιλιῶν ὥστε νὰ προκύψει μιὰ πλήρης καὶ σαφὴς εἰκόνα τῆς Θεωρίας τῶν Ὑπερχορδῶν.

Ὁ ὁμιλιῶν ὡς μὴ εἰδικὸς δὲν μπορεῖ νὰ ἀσκήσει θετικὴ ἢ ἀρνητικὴ κριτικὴ ἐπὶ τοῦ θέματος. Πρὸς τὸ παρὸν αὐτὰ κατέγραψε καὶ αὐτὰ σᾶς μετέφερε.

Σᾶς εὐχαριστῶ.

Πρόσφατη Βιβλιογραφία

Paul Renteln: «Three Roads to Quantum Gravity», Lee Smolin.viii+232 pp. Basic Books, 2001.