

Περί αντιύλης, σκοτεινής μάζας και σκοτεινής ενέργειας

Περί αντιύλης

Η κβαντική φυσική αποκάλυψε μια θεμελιώδη συμμετρία: κάθε στοιχειώδες σωματίδιο συνδέεται συμμετρικά μ' ένα αντισωματίδιο ίδιας μάζας, αλλά με αντίθετο ηλεκτρικό φορτίο. Κατά συνέπεια, το ηλεκτρόνιο έχει ένα αντισωματίδιο με θετικό φορτίο, το ποζιτρόνιο. Το πρωτόνιο έχει το αντιπρωτόνιο κλπ.

Ωστόσο, η ύλη και η αντιύλη δεν είναι δυνατό να συνυπάρξουν σε πολύ κοντινές αποστάσεις μεταξύ τους, παρά μόνο για απειροελάχιστα κλάσματα του δευτερολέπτου, καθώς η αλληλεπίδρασή τους έχει ως τελικό αποτέλεσμα την αμοιβαία εξαϋλώσή τους, με ταυτόχρονη απελευθέρωση τεράστιων ποσών ενέργειας.

Το Σεπτέμβριο του 1995 στο CERN επιτυγχάνεται για πρώτη φορά η σύνθεση αντιύλης και συγκεκριμένα αντι-υδρογόνου.

Το 2001 το CERN ανακοινώνει τα τελικά αποτελέσματα των ερευνών για την άμεση «Charge Parity (CP) – violation», το ιδιαίτερο εκείνο φαινόμενο παραβίασης που εξηγεί γιατί η φύση προτιμά την ύλη από την αντιύλη.

Υπερσυμμετρία

Είναι μια έννοια που επιτρέπει την ερμηνεία μιας από τις πιο περίεργες ανακαλύψεις των τελευταίων ετών: το συμπέρασμα ότι η ορατή ύλη δεν αντιπροσωπεύει παρά το 4% του σύμπαντος. Η σκοτεινή ύλη (23%) και η σκοτεινή ενέργεια (73%) μοιράζονται το υπόλοιπο 96% τα σύμπαντος. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι η σκοτεινή ύλη αποτελείται από υπερσυμμετρικά σωματίδια που ονομάζονται neutralinos.

Παραβίαση της CP συμμετρίας

Πρόκειται ουσιαστικά για τη μελέτη του μυστηρίου στην αναλογία ύλης και αντι-ύλης στο σύμπαν. Όταν η ενέργεια μετατρέπεται σε ύλη, παράγει ένα ζεύγος σωματιδίων: το «υλικό» σωματίδιο και το είδωλό του, ένα αντι-σωματίδιο με αντίθετο ηλεκτρικό φορτίο. Όταν ένα σωματίδιο και το αντι-σωματίδιό του συγκρούονται, αλληλοκαταστρέφονται παράγοντας μια μικρή λάμψη ενέργειας. Τη στιγμή του Big Bang, θεωρείται ότι ύλη και αντι-ύλη παρήχθησαν σε ίσες ποσότητες. Αλλά το σύμπαν αποτελείται μόνο από ύλη. Κατά συνέπεια, προκύπτει το μεγάλο ερώτημα πού βρίσκεται η αντι-ύλη; Ενας από τους ανιχνευτές του Μεγάλου Επιταχυντή Αδρονίων θα ανιχνεύσει ένα σωματίδιο που ονομάζεται meson b και αποτελείται από ένα quark b και το δίδυμό του αντι-ύλης προσπαθώντας μέσω των ιδιοτήτων του σωματιδίου αυτού να δώσει απάντηση στο ζήτημα της παραβίασης της συμμετρίας ύλης – αντιύλης.

Σκοτεινή ύλη

Πρόκειται για υποθετικά σωματίδια ύλης, άγνωστης σύνθεσης, τα οποία δεν εκλύουν ούτε αντανακλούν αρκετή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ώστε να μπορούν να γίνουν άμεσα

ανιχνεύσιμα. Η ύπαρξή τους μπορεί να διαπιστωθεί από τα βαρυτικά αποτελέσματα σε ορατή ύλη, όπως τα αστέρια και οι γαλαξίες.

Η υπόθεση της σκοτεινής ύλης έχει σαν στόχο να εξηγήσει διάφορες αστρονομικές παρατηρήσεις που δεν συμφωνούν με τη θεωρία μας για τη βαρύτητα, όπως ανωμαλίες στην ταχύτητα περιστροφής των αστεριών στις παρυφές των γαλαξιών. Η ταχύτητα αυτή είναι μεγαλύτερη από το αναμενόμενο, πράγμα που εξηγείται είτε με την παραδοχή ότι η θεωρία μας για τη βαρύτητα είναι λάθος (γεγονός όμως για το οποίο υπάρχουν πολλά αντίθετα επιχειρήματα) είτε με τη θεώρηση της ύπαρξης μιας μεγάλης ποσότητας μάζας που, προς το παρόν τουλάχιστον, δεν μπορούμε να δούμε. Η ύπαρξη της σκοτεινής ύλης θα έλυne ένα πλήθος προβλημάτων συνέπειας στη θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης.

Αν η σκοτεινή ύλη υπάρχει, υπερβαίνει σημαντικά σε μάζα το ορατό μέρος του σύμπαντος. Μόνο το 4% της συνολικής μάζας του σύμπαντος μπορεί να γίνει άμεσα ορατό. Περίπου το 22-26% υπολογίζεται ότι αποτελείται από σκοτεινή ύλη. Το υπόλοιπο 70-74% αποτελείται από σκοτεινή ενέργεια, ένα ακόμα πιο περίεργο στοιχείο, διάσπαρτο στο διάστημα, το οποίο πιθανότατα δεν μπορεί να λογιστεί σαν συνήθη σωματίδια. Ο καθορισμός της φύσης αυτής της χαμένης μάζας είναι ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα της σύγχρονης κοσμολογίας και της φυσικής των σωματιδίων.

Η ιστορία ξεκίνησε το 1933, όταν ο αστρονόμος Fritz Zwicky μελετούσε την κίνηση μακρινών σμηνών γαλαξιών μεγάλης μάζας, συγκεκριμένα το Σμήνος της Κόμης κι αυτό της Παρθένου. Ο Zwicky υπολόγισε τη μάζα του κάθε γαλαξία του σμήνους βασιζόμενος στη λαμπρότητα του, κι άθροισε όλες τις γαλαξιακές μάζες για να υπολογίσει τη συνολική μάζα του σμήνους. Στη συνέχεια βρήκε ένα δεύτερο υπολογισμό ανεξάρτητο της συνολικής μάζας, που βασίστηκε στη μέτρηση των ατομικών ταχυτήτων των γαλαξιών του σμήνους. Προς μεγάλη του έκπληξη, αυτός ο δεύτερος υπολογισμός δυναμικής μάζας ήταν 400 φορές πιο μεγάλος από τον υπολογισμό που βασιζόταν στο φως των γαλαξιών.

Αν τα σωματίδια της σκοτεινής ύλης έχουν μάζες, όπως πιστεύεται, της τάξης των μερικών TeV τότε πιθανότατα θα εμφανιστούν κατά τη λειτουργία του LHC, οπότε θα γίνει προσπάθεια να μελετηθούν οι κβαντικές τους ιδιότητες.

Σκοτεινή ενέργεια

Η σκοτεινή ενέργεια είναι ένα υποθετικό είδος ενέργειας που διατρέχει όλο το σύμπαν και θεωρείται ότι μπορεί να εξηγήσει το γεγονός ότι το σύμπαν διαστέλλεται με επιταχυνόμενο ρυθμό. Πιστεύεται ότι αποτελεί το 74% της ολικής μάζας και ενέργειας του σύμπαντος. Η φύση της σκοτεινής ενέργειας αποτελεί μυστήριο καθώς φαίνεται να είναι ομογενής αλλά όχι πολύ πυκνή, ενώ δεν αλληλεπιδρά με καμία από τις θεμελιώδεις δυνάμεις πλην της βαρυτικής.

Η ιστορία με τη σκοτεινή ενέργεια αρχίζει το 1998, όταν δύο ανεξάρτητες ομάδες αστρονόμων ερευνούσαν για μακρινούς σούπερ νόβα, προσδοκώντας να μετρήσουν τον ρυθμό ελάττωσης της διαστολής του σύμπαντος. Ένοιωσαν λοιπόν σοκ όταν διαπίστωσαν

ότι η διαστολή επιταχυνόταν. Πράγματι, το σύμπαν άρχισε να επιταχύνει τη διαστολή του, πριν από πολύ καιρό, κάπου μέσα στα 10 δισεκατομμύρια τελευταία χρόνια.

Οι παρατηρήσεις των σούπερ νόβα απαιτούν την ύπαρξη μιας ουσίας που να προκαλεί την βαρυτική επιταχυνόμενη άπωση. Οι αστρονόμοι ξέρουν από παλιά το πρόβλημα της ενέργειας που εμφανίζεται να λείπει από το σύμπαν: η συνολική μάζα των γαλαξιών και των σμηνών τους είναι σημαντικά λιγότερη από τη μάζα που απαιτείται για να εξηγηθούν οι ταχύτητες των γαλαξιών.

Η σκοτεινή ενέργεια, οτιδήποτε και αν είναι αυτό, έχει εμφανιστεί αρκετές φορές στην κοσμολογία. Ο Einstein αρχικά εισήγαγε την κοσμολογική σταθερά Λ , καθώς δημιούργησε το πρώτο κοσμολογικό μοντέλο στη σύγχρονη θεωρία της βαρύτητας. Η κοσμική διαστολή δεν είχε ακόμη ανακαλυφθεί, και οι υπολογισμοί του σωστά έδειχναν ότι ένα σύμπαν που περιείχε ύλη δεν μπορούσε να παραμένει στατικό χωρίς την μαθηματική πρόσθεση του $-\Lambda$.

Στα 1980 αναπτύχθηκε η θεωρία του πληθωρισμού: στη θεωρία αυτή το αρχικό σύμπαν υφίσταται μια σύντομη περίοδο εκθετικά επιταχυνόμενης διαστολής, με την αρνητική πίεση που προκαλούσε τη διαστολή, να προέρχεται από ένα νέο σωματίδιο, το ίνφλατον, αντί για τη σταθερά Λ . Ο πληθωρισμός αποδείχτηκε μια πολύ πετυχημένη θεωρία. Επιλύει πολλά παράδοξα που σχετίζονται με το μοντέλο του Big bang, όπως είναι τα προβλήματα του ορίζοντος και της επιπεδότητας, και οι προβλέψεις της είναι συνεπείς με τις μετρήσεις της δομής σε πολύ μεγάλη κλίμακα καθώς και με τις μετρήσεις της κοσμικής ακτινοβολίας υποβάθρου.

Θεωρίες για την εξήγηση της σκοτεινής ύλης (επιγραμματικά):

- **Κοσμολογική σταθερά:** Εισήχθη αρχικά από τον Albert Einstein, και αργότερα υποστηρίχτηκε από τον Yakov Zel'dovich ότι η κβαντική ενέργεια του κενού θα παρήγαγε μια σταθερή πυκνότητα ενέργειας και πίεση.
- **Πεμπτούσια:** Ένας τύπος ενέργειας με αρνητική πίεση που μεταβάλλεται στο χώρο και το χρόνο.
- **Άλλου τύπου ενέργεια κενού** (άγνωστα φαινόμενα που θα οδηγούσαν σε αναθεώρηση της θεωρίας της γενικής σχετικότητας)

Πηγές: <http://www.focusmag.gr/articles/view-article.rx?oid=148220>

http://el.wikipedia.org/wiki/Σκοτεινή_ύλη

http://www.uslhq.us/LHC_Science/Questions_for_the_Universe/Dark_Matter

http://en.wikipedia.org/wiki/Dark_energy

<http://www.physics4u.gr/articles/2004/darkenergy1.html>