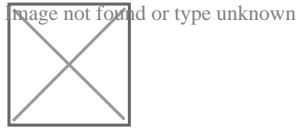


17 Ιανουαρίου 2017

Τα Υλικά του Γαλαξία μας και η Σκοτεινή Ύλη (Διονύσης Π. Σιμόπουλος, Επίτιμος Δ/ντής του Πλανηταρίου του Ιδρύματος Ευγενίδου)

/ [Πεμπτούσια](#)



Καλλιτεχνική απεικόνιση του Γαλαξία μας (Πηγή: NASA JPL)

Όπως είναι γνωστό ο Γαλαξίας μας είναι ένας «ραβδωτός σπειροειδής» γαλαξίας με διάμετρο 100.000 ετών φωτός, που σημαίνει ότι μια ακτίνα φωτός, τρέχοντας με την ταχύτητα του φωτός (300.000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο), χρειάζεται

100.000 χρόνια για να τον διασχίσει. Ο Ήλιος μας βρίσκεται στα δύο-τρίτα περίπου της απόστασης από το κέντρο και προς τα άκρα του γαλαξιακού δίσκου ανάμεσα σε δύο από τους βραχίονές του. Μέχρι τώρα έχουν γίνει πολλές εκτιμήσεις για την περιεκτικότητα των υλικών από τα οποία αποτελείται, αλλά η πιο πρόσφατη φαίνεται ότι έχει αποδώσει τα καλύτερα αποτελέσματα. Ο υπολογισμός αυτός έγινε με μία πολύ πιο λεπτομερή διαδικασία από μια ομάδα αστροφυσικών του Καναδικού Πανεπιστημίου McMaster και ανακοινώθηκε προ ημερών στο Συνέδριο της Αμερικανικής Αστρονομικής Εταιρείας. Σύμφωνα, λοιπόν, με την ανακοίνωση αυτή η περιεκτικότητα των υλικών του Γαλαξία μας υπολογίστηκε ότι φτάνει τα 400-580 δισεκατομμύρια ηλιακές μάζες.

Ο υπολογισμός των υλικών που περιλαμβάνει ένας γαλαξίας είναι ιδιαίτερα δύσκολος αφού εκτός από άστρα και πλανήτες μία τέτοια γιγάντια αστρική πολιτεία περιλαμβάνει επίσης και τεράστιες ποσότητες αερίων και σκόνης. Και όχι μόνο! Γιατί αναμεμιγμένη σ' όλη αυτή την βαρυονική ύλη που εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία περιλαμβάνεται και μία "αόρατη" ύλη πενταπλάσιας ποσότητας που ονομάζεται "σκοτεινή ύλη". Η ύπαρξη της σκοτεινής ύλης άρχισε να γίνεται γνωστή από τις αρχές της δεκαετίας του 1930 χάρη στις πρωτοποριακές μελέτες που πραγματοποίησε ο Ελβετός αστρονόμος Fritz Zwicky στη προσπάθειά του να υπολογίσει τη συνολική μάζα του σμήνους γαλαξιών στον αστερισμό της Κόμης. Χρησιμοποιώντας τις ταχύτητες των επί μέρους γαλαξιών του σμήνους που μέτρησε ο ίδιος, τη διάμετρο του σμήνους που ήταν ήδη γνωστή, καθώς και την απλή Νευτώνεια φυσική υπολόγισε τη συνολική μάζα που θα έπρεπε να έχει το σμήνος, ώστε οι γαλαξίες που το απαρτίζουν να κινούνται με τις ταχύτητες που είχε μετρήσει. Στη συνέχεια, προκειμένου να επιβεβαιώσει το αποτέλεσμα του, υπολόγισε τη συνολική μάζα του σμήνους σε συνάρτηση με τη φωτεινότητα των γαλαξιών του.

Το αποτέλεσμα ήταν παράδοξο όσο και εντυπωσιακό: η μάζα που αντιστοιχούσε στη "φωτεινή" ύλη του σμήνους ήταν κατά πολύ μικρότερη από αυτή που απαιτούνταν προκειμένου να "δικαιολογηθούν" οι ταχύτητες των γαλαξιών του. Κι έτσι το εκπληκτικό συμπέρασμα στο οποίο κατέληξε ήταν ότι το σμήνος γαλαξιών της Κόμης θα πρέπει να εμπεριέχει και τεράστιες ποσότητες ενός άγνωστου είδους ύλης, γιατί διαφορετικά οι μεγάλες ταχύτητες των γαλαξιών που το απαρτίζουν θα το είχαν "διαμελίσει". Η ύλη αυτή, επειδή δεν εκπέμπει κάποιου είδους ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, που θα επέτρεπε την ανίχνευσή της, ονομάστηκε "σκοτεινή ύλη".

Χρειάστηκε να περάσουν περίπου 40 χρόνια προκειμένου η επαναστατική αυτή θέση να γίνει ευρέως αποδεκτή από την αστρονομική κοινότητα, και ίσως γι' αυτό

να έφταιγε ο εκκεντρικός και εριστικός χαρακτήρας του ίδιου του Zwicky. Στη διάρκεια της δεκαετίας του 1970 όμως η αμερικανίδα αστρονόμος Vera Rubin με τις πρωτοποριακές της παρατηρήσεις της ταχύτητας με την οποία περιφέρονται τα άστρα γύρω από τους γαλαξιακούς πυρήνες κατέληξε στο ίδιο συμπέρασμα. Επειδή η κεντρική περιοχή ενός σπειροειδούς γαλαξία εμπεριέχει και τη μεγαλύτερη συσσώρευση ορατών άστρων, οι περισσότεροι αστρονόμοι της εποχής εκείνης πίστευαν ότι το μεγαλύτερο μέρος της μάζας ενός γαλαξία ήταν συγκεντρωμένο σε αυτήν ακριβώς τη κεντρική περιοχή που περιβάλλει το πυρήνα του γαλαξία, όπου η βαρυτική του έλξη είναι και ισχυρότερη. Αυτό σήμαινε ότι όσο μακρύτερα βρισκόταν ένα άστρο από το κέντρο του γαλαξία, τόσο μικρότερη θα ήταν και η ταχύτητα περιφοράς του.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της Rubin όμως έδειχναν ακριβώς το αντίθετο: αντί οι ταχύτητες περιφοράς των άστρων σε κάθε γαλαξία να μειώνονται όσο απομακρυνόμαστε από το κέντρο του, παρέμεναν σταθερές σε μεγάλες αποστάσεις. Με άλλα λόγια, τα άστρα στις παρυφές των γαλαξιών διέγραφαν τροχιές με πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες από αυτές που θα «έπρεπε» να είχαν, εάν η ορατή γαλαξιακή ύλη, τα αναρίθμητα δηλαδή αστέρια και τα αέρια που εμπεριείχαν, αντιστοιχούσε επακριβώς και στη συνολική τους μάζα. Σύμφωνα με τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας του Αϊνστάιν οι γαλαξίες αυτοί θα έπρεπε να είχαν “διαμελιστεί”, αφού η βαρυτική τους έλξη δεν ήταν τόσο μεγάλη όσο θα έπρεπε για να συγκρατήσει τα άστρα στις τροχιές τους.

Η διαπίστωση αυτή, εκ πρώτης όψεως, φαίνεται να έρχεται σε αντίθεση με την κοινή λογική, αφού σύμφωνα με τη Νευτώνεια φυσική η ταχύτητα περιφοράς των άστρων θα έπρεπε να μειώνεται όσο απομακρυνόμαστε από το γαλαξιακό κέντρο, όπως περίπου μειώνονται και οι ταχύτητες των πλανητών του Ηλιακού μας Συστήματος όσο μακρύτερα αυτοί βρίσκονται από τον Ήλιο. Ο μόνος τρόπος που θα μπορούσαν τα άστρα αυτά να περιφέρονται σε τόσο μεγάλες αποστάσεις από τους γαλαξιακούς πυρήνες με αυτές τις ταχύτητες θα ήταν να εμπεριέχει ο κάθε γαλαξίας πολύ μεγαλύτερη ποσότητα ύλης απ’ αυτήν που μπορούμε να δούμε. Κάθε γαλαξίας με άλλα λόγια θα πρέπει να περιβάλλεται από μια σφαιρική άλω αόρατης, σκοτεινής ύλης, που αντιστοιχεί και στο μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής του μάζας. Όμως, ακόμα και σήμερα η φύση της εξακολουθεί να παραμένει άγνωστη. Τι θα μπορούσε άραγε να είναι;

Σύμφωνα με τους περισσότερους ερευνητές η σκοτεινή ύλη του Σύμπαντος θα πρέπει να αντιστοιχεί σε παράξενα στοιχειώδη σωματίδια, εξωτικές μορφές ύλης, που δεν έχουν ακόμα ανιχνευθεί στο εργαστήριο, όπως είναι τα WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles, δηλαδή Ασθενώς Αλληλεπιδρώντα Σωματίδια με

Μάζα) και τα αξιόνια. Η ύπαρξη των WIMPs προβλέπεται από ορισμένες θεωρίες στοιχειωδών σωματιδίων και, θεωρητικά τουλάχιστον, η παραγωγή τους μετά τη Μεγάλη Έκρηξη είναι αυτή που απαιτείται για να εξηγήσει τη σκοτεινή ύλη του Σύμπαντος. Το πρόβλημα με τα WIMPs είναι ότι δεν αλληλεπιδρούν με τη βαρυονική ύλη παρά μόνο διά μέσου της ασθενούς και της βαρυτικής αλληλεπίδρασης (δύναμης) και κατά συνέπεια, εάν όντως υπάρχουν, είναι ιδιαίτερα δύσκολο να ανιχνευτούν.

Τα αξιόνια από την άλλη πλευρά είναι κι αυτά υποθετικά σωματίδια, τα οποία προτάθηκαν ότι υπάρχουν προκειμένου να “καθαρίσουν” ένα σοβαρό πρόβλημα της θεωρητικής φυσικής που αφορά στον διαφορετικό τρόπο με τον οποίο οι ισχυρές και οι ασθενείς αλληλεπιδράσεις αντιμετωπίζουν την ύλη και την αντιύλη. Θεωρητικά η μάζα τους υπολογίζεται ότι είναι απειροελάχιστη, ακόμη και σε σχέση με το ηλεκτρόνιο, ενώ σε αντίθεση με αυτά δεν φέρουν ηλεκτρικό φορτίο, γεγονός που καθιστά την ανίχνευσή τους εξαιρετικά δύσκολη. Παρ’ όλα αυτά είναι δυνατό να δημιουργήθηκαν στο αρχέγονο Σύμπαν σε τόσο μεγάλες ποσότητες, που να τα καθιστά σοβαρό υποψήφιο για το επικρατέστερο είδος της σκοτεινής ύλης.