

8 Μαρτίου 2016

Βαρυτικά κύματα: ο περίφημος ανιχνευτής LIGO (Αλέξης Δεληβοριάς, Αστρονόμος του Ευγενιδείου Πλανηταρίου)

/ [Πεμπουσία](#)





Αεροφωτογραφία των εγκαταστάσεων του LIGO στο

Η επιστημονική προσπάθεια που διεξάγεται στον ανιχνευτή LIGO για την ανίχνευση των βαρυτικών κυμάτων, στηρίζεται σε μια ευφυέστατη πειραματική διάταξη, με την οποία μπορούν να καταμετρηθούν αυτές οι εναλλασσόμενες επιμηκύνσεις και συστολές που θα προκαλούσε η διέλευσή τους στους κάθετους (δηλαδή σε σχήμα L) βραχίονες ενός γιγάντιου συμβολόμετρου , μήκους 4 km ο καθένας (στην

πραγματικότητα τα συμβολόμετρα του LIGO είναι δύο).

Προκειμένου να υπολογιστεί με την μέγιστη δυνατή ακρίβεια το μήκος των βραχιόνων, χρησιμοποιούνται πανομοιότυπες ακτίνες λέιζερ, οι οποίες ανακλώνται πολλές φορές από καθρέπτες που βρίσκονται εγκατεστημένοι στις άκρες του κάθε βραχίονα (ώστε πρακτικά να αυξάνεται η απόσταση που διασχίζουν από τα 4 km σε εκατοντάδες χιλιόμετρα) και στην συνέχεια επιστρέφουν στο σημείο τομής των 2 βραχιόνων, όπου και αναλύονται. Μ' αυτόν τον τρόπο μπορούν να καταμετρηθούν μεταβολές στο μήκος των βραχιόνων του κάθε ανιχνευτή της τάξης του 1/1.000 της ακτίνας ενός ατομικού πυρήνα, ενώ η ανάλυση των σχετικών δεδομένων μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για τα ουράνια σώματα και τα φυσικά φαινόμενα που δημιούργησαν τα βαρυτικά κύματα.

Στις 14 Σεπτεμβρίου 2015, ώρα Greenwich 09:50:45, τα αυτοματοποιημένα συστήματα του LIGO κατέγραψαν ένα τέτοιο ακριβώς σήμα, η ανάλυση του οποίου έδειξε τελικά ότι επρόκειτο για ένα βαρυτικό κύμα, το οποίο προκλήθηκε από δύο μαύρες τρύπες με μάζες 29 και 36 φορές μεγαλύτερες από την μάζα του Ήλιου, οι οποίες συγχωνεύτηκαν σε μία, με μάζα 62 φορές μεγαλύτερη απ' αυτήν του Ήλιου. Η διαφορά στην συνολική μάζα πριν και μετά την συγχώνευση αντιστοιχεί στην ενέργεια που απελευθερώθηκε κατά την σύγκρουση, με την μορφή βαρυτικών κυμάτων.

Αυτή η απευθείας ανίχνευση βαρυτικών κυμάτων από το LIGO, εάν μάλιστα επιβεβαιωθεί και από άλλους ανιχνευτές στο μέλλον, θα αποτελέσει αναμφίβολα μία από τις κορυφαίες επιστημονικές ανακαλύψεις όλων των εποχών. Η σημασία της ανακάλυψης αυτής δεν μπορεί να υποτιμηθεί.

Πρώτον, αποτελεί την πρώτη άμεση ανίχνευση βαρυτικών κυμάτων, την πρώτη παρατήρηση διπλών αστρικών συστημάτων που αποτελούνται από μαύρες τρύπες και την πρώτη καταγραφή της συγχώνευσης αστρικών μαύρων οπών σε μία.

Δεύτερον, αποτελεί μια ακόμη, εντελώς νέα και εκπληκτική, επαλήθευση της ΓΘΣ και ειδικότερα, της τελευταίας από τις θεμελιώδεις προβλέψεις της, που εξακολουθούσε για δεκαετίες να αντιστέκεται στις προσπάθειες των επιστημόνων να την επιβεβαιώσουν.

Τρίτον, η μελέτη των βαρυτικών κυμάτων θα συμβάλει στις προσπάθειες των επιστημόνων να κατανοήσουν σε ακόμη μεγαλύτερο βάθος, όχι μόνο της φύση της βαρύτητας, αλλά και τους θεμελιώδεις νόμους που διέπουν το Σύμπαν στο σύνολό του, ενώ θα τους βοηθήσει και στην προσπάθειά τους να επιλύσουν ορισμένα από τα μεγαλύτερα και άλυτα ακόμη μυστήρια της σύγχρονης φυσικής, όπως την

ενοποίηση της κβαντικής θεωρίας με την βαρύτητα.

Τέταρτον, και εξίσου σημαντικό, με τα βαρυτικά κύματα δεν αποκτούμε απλά ένα μοναδικό εργαλείο για την μελέτη των μαύρων οπών, των αστέρων νετρονίων και των άλλων βίαιων φαινομένων του Σύμπαντος, αλλά με την βοήθειά τους ανοίγει ένα εντελώς νέο «παράθυρο» για την μελέτη του βρεφικού Σύμπαντος, που από τη φύση του είναι αδιαφανές στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Καθώς ήδη ανατέλλει μια νέα εποχή στην αστρονομική έρευνα, η Αστρονομία των Βαρυτικών Κυμάτων θα επιτρέψει στους αστρονόμους να συλλέξουν πληροφορίες για τα βίαια φαινόμενα του Σύμπαντος ή για το αρχέγονο παρελθόν του, που η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αδυνατεί, από τη φύση της, να μας μεταφέρει.

Σημειώσεις

1. Το συμβολόμετρο είναι μια πειραματική διάταξη με την οποία μπορεί να μελετηθεί το φαινόμενο της συμβολής κυμάτων, δηλαδή το φαινόμενο που παρατηρείται όταν δύο ή περισσότερα φωτεινά κύματα που διαδίδονται στο ίδιο μέσο, αλληλεπιδρούν (δηλαδή συμβάλλουν) μεταξύ τους. Η συμβολή τους μπορεί να είναι είτε ενισχυτική είτε αποσβεστική, δηλαδή το νέο φωτεινό κύμα που θα προκύψει από την συμβολή των δύο αρχικών κυμάτων μπορεί να είναι είτε μεγαλύτερο από τα αρχικά κύματα ή πολύ μικρότερο ή και μηδενικό.

2. Στην πραγματικότητα, τα συμβολόμετρα του LIGO είναι δύο, ένα εγκατεστημένο στην Ουάσινγκτον και ένα άλλο στην Λουιζιάνα, περίπου 3.000 km μακριά. Υπάρχουν δύο λόγοι γι' αυτό. Ο πρώτος λόγος είναι ότι οι ανιχνευτές αυτοί είναι τόσο ευαίσθητοι, ώστε μπορούν να καταγράψουν ακόμη και τις πιο ανεπαίσθητες ταλαντώσεις, από έναν μικροσεισμό χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά μέχρι την διέλευση ενός φορτηγού από έναμν γειτονικό δρόμο. Αυτές οι παρεμβολές, ωστόσο, θα «έπνιγαν» ή ακόμη και θα «μιμούνταν» το σήμα ενός βαρυτικού κύματος. Εάν, λοιπόν, οι δύο ανιχνευτές βρίσκονταν ο ένας δίπλα στον άλλον, θα ανίχνευαν τις ίδιες ακριβώς παρεμβολές την ίδια ακριβώς χρονική στιγμή (είτε αυτές προέρχονταν από ταλαντώσεις σαν κι αυτές που μόλις περιγράψαμε είτε προέρχονταν από βαρυτικά κύματα), με αποτέλεσμα να είναι αδύνατο το «φιλτράρισμα» ενός «θορύβου» από την ανεπαίσθητη ταλάντωση που θα προκαλούσε η διέλευση ενός «πραγματικού» βαρυτικού κύματος. Ο δεύτερος λόγος είναι ότι επειδή τα βαρυτικά κύματα ταξιδεύουν με την ταχύτητα του φωτός και οι δύο ανιχνευτές απέχουν 3.000 km, η διέλευση βαρυτικών κυμάτων δεν θα είναι ταυτόχρονη, αλλά θα παρατηρείται με χρονική καθυστέρηση περίπου ενός εκατοστού του δευτερολέπτου. Αυτή η χρονοκαθυστέρηση, όμως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους αστρονόμους, προκειμένου να προσδιορίσουν την ακριβή θέση στον ουρανό της πηγής ενός βαρυτικού κύματος. Επομένως, εάν ένα πιθανό σήμα παρατηρηθεί στον έναν ανιχνευτή, αλλά όχι στον άλλον μέσα

στο χρονικό διάστημα που χρειάζεται το φως για να διασχίσει την απόσταση που χωρίζει τους δύο ανιχνευτές, το σήμα αυτό απορρίπτεται.

Παρατήρηση: το παρόν κείμενο είναι το τρίτο και τελευταίο μέρος του άρθρου του κ. Αλέξη Δεληβοριά με τίτλο «Ο Αϊνστάιν επιβεβαιώνεται ξανά: τα βαρυτικά κύματα υπάρχουν!» (πηγή: Ίδρυμα Ευγενίδου, Πλανητάριο)