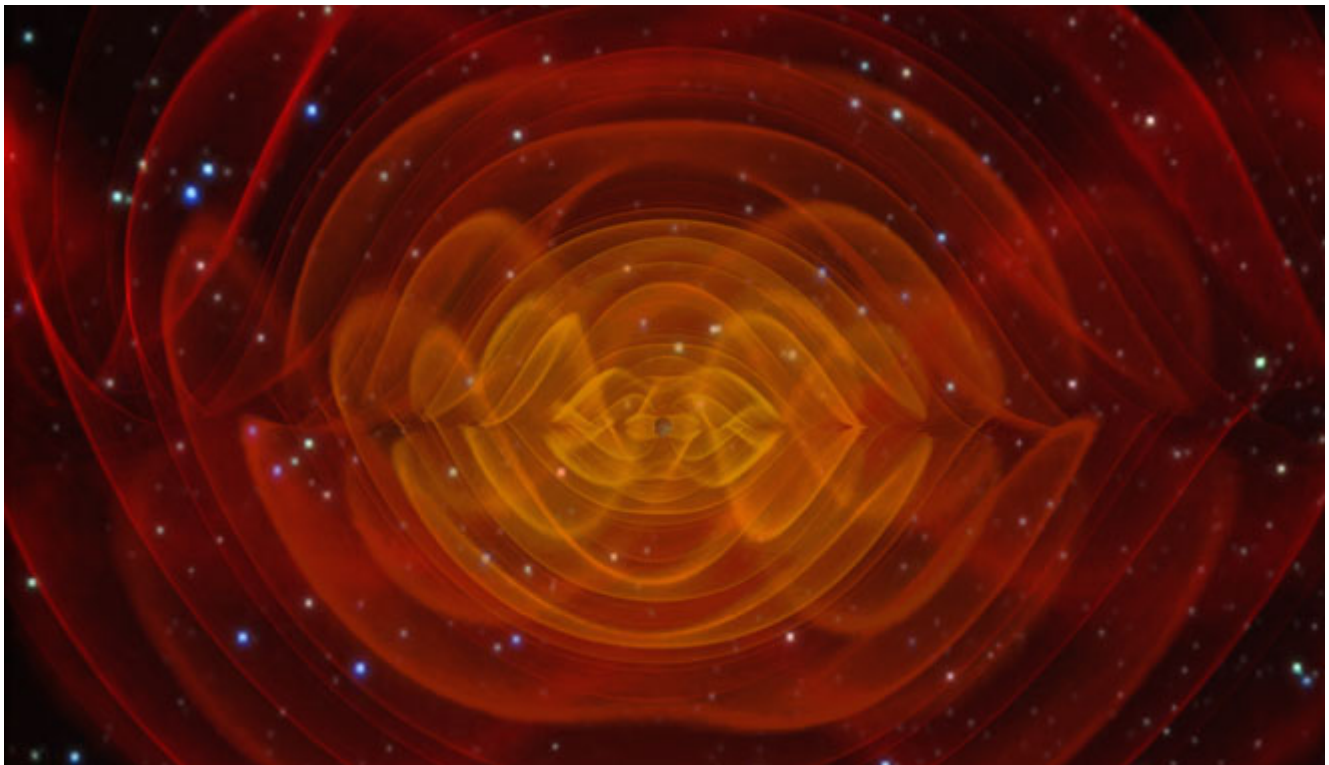


4 Μαρτίου 2016

Βαρυτικά κύματα: η επαναστατική επιβεβαίωση του Αϊνστάιν (Αλέξης Δεληβοριάς, Αστρονόμος του Ευγενιδείου Πλανηταρίου)

/ [Πεμπτούσία](#)



Στιγμιότυπο της προσομοίωσης της σύγκρουσης δύο μαύρων οπών (φωτ. NASA/C. Henze)

Εκατό χρόνια μετά τη διατύπωσή της από τον Αϊνστάιν, η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας εξακολουθεί να στέκεται γερά στα πόδια της, αφού σχεδόν κάθε θεωρητική της πρόβλεψη, έχει επιβεβαιωθεί ξανά και ξανά. Ανάμεσα στις προβλέψεις αυτές περιλαμβάνονται και τα βαρυτικά κύματα, τα οποία ανακαλύφθηκαν λίαν προσφάτως και προσφέρουν έναν εντελώς νέο τρόπο παρατήρησης και μελέτης του Σύμπαντος που πιθανό να δώσει τα έναυσμα για μια νέα επανάσταση στην Αστρονομία.

Την Πέμπτη 11 Φεβρουαρίου 2016, περίπου 100 χρόνια μετά την πρόβλεψη του Αϊνστάιν για την ύπαρξη των βαρυτικών κυμάτων, το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών των ΗΠΑ, τα Πανεπιστήμια Caltech και MIT και η ερευνητική κοινοπραξία LIGO

ανακοίνωσαν την ανακάλυψη βαρυτικών κυμάτων, ανεπαίσθητων ρυτιδώσεων στον «ιστό» του χωροχρόνου, τα οποία δημιουργήθηκαν από την σύγκρουση δύο μαύρων οπών, περίπου 1 δισ. έτη φωτός μακριά.

Η ανακάλυψη αυτή, εάν μάλιστα επιβεβαιωθεί τους επόμενους μήνες και από ανεξάρτητους ανιχνευτές, θα δώσει το έναυσμα για μια νέα εποχή στην Αστρονομία. Όπως δήλωσε χαρακτηριστικά ο Karsten Danzmann, διευθυντής στο Ινστιτούτο Max Planck Βαρυτικής Φυσικής, αλλά και στο Ινστιτούτο Βαρυτικής Φυσικής του Πανεπιστημίου Leibniz της Γερμανίας, «πρόκειται για την πρώτη στα χρονικά απευθείας ανίχνευση βαρυτικών κυμάτων, για την πρώτη στην ιστορία άμεση ανίχνευση μαύρων οπών και συνάμα μία ακόμη επαλήθευση της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας, αφού οι ιδιότητες αυτών των μαύρων οπών συμφωνούν επακριβώς με όσα προβλέπει γι' αυτές η θεωρία του Αϊνστάιν που διατυπώθηκε σχεδόν 100 χρόνια πριν». Δεδομένης της τεράστιας σημασίας που έχει η ανακάλυψη αυτή, θα προσπαθήσουμε να περιγράψουμε τι είναι τα βαρυτικά κύματα και γιατί η ανίχνευσή τους αποτελεί μία από τις κορυφαίες επιστημονικές ανακαλύψεις όλων των εποχών [στην εικόνα διακρίνεται στιγμιότυπο της προσομοίωσης της σύγκρουσης δύο μαύρων οπών (φωτογρ. NASA/C. Henze)].

Η ιστορία μας ξεκινά με την δεκαετή διανοητική προσπάθεια του Άλμπερτ Αϊνστάιν, η οποία κορυφώθηκε τον Νοέμβριο του 1915, όταν ο κορυφαίος αυτός φυσικός παρουσίασε σε μια σειρά διαλέξεων την νέα θεωρία του για την βαρύτητα, που έκτοτε έχει μείνει γνωστή ως η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας (ΓΘΣ, για περισσότερες πληροφορίες στο θέμα Νοεμβρίου 2015, Τα Εκατοστά Γενέθλια της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας). Η θεωρία αυτή μετέβαλε ριζικά τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τον χώρο, τον χρόνο και την βαρύτητα και μας έδωσε ένα πανίσχυρο θεωρητικό εργαλείο για την μελέτη Σύμπαντος και της εξέλιξής του. Πολύ περισσότερο, μαζί με την Κβαντική Φυσική, αποτελούν τα θεμέλια πάνω στα οποία χτίστηκε το λαμπρό οικοδόμημα της σύγχρονης φυσικής επιστήμης.

Σύμφωνα με τον Αϊνστάιν, λοιπόν, ο χώρος και ο χρόνος δεν είναι πλέον αυτές οι σταθερές, αμετάβλητες και απόλυτες δομές της κλασικής Νευτώνειας φυσικής, εντός των οποίων κινούνται τα υλικά σώματα και υλοποιούνται, ανεπηρέαστα απ' αυτές, τα φυσικά φαινόμενα. Την ίδια στιγμή, η βαρύτητα δεν είναι απλά μια μυστηριώδης δύναμη που δρα ακαριαία από απόσταση, έλκοντας το ένα σώμα προς το άλλο. Αντίθετα, ο χώρος και ο χρόνος ενοποιούνται σε έναν ενιαίο, δυναμικό και τετραδιάστατο χωροχρόνο και η βαρύτητα είναι μια εγγενής ιδιότητα της γεωμετρίας του. Στο θεωρητικό πλαίσιο της ΓΘΣ, δηλαδή, ο Αϊνστάιν περιγράφει την βαρύτητα ως την καμπύλωση που προκαλεί η παρουσία της ύλης

στην δομή του τετραδιάστατου χωροχρόνου και ο χωρόχρονος καθορίζει με την σειρά του την τροχιά του κάθε αντικειμένου που κινείται εντός του απ' αυτόν ακριβώς τον βαθμό της καμπύλωσής του.

Εκατό χρόνια αργότερα, η ΓΘΣ, όχι μόνο εξακολουθεί να στέκεται γερά στα πόδια της, αλλά με εξαίρεση την ανίχνευση των βαρυτικών κυμάτων, κάθε άλλη θεωρητική της πρόβλεψη, έχει επιβεβαιωθεί ξανά και ξανά με όλο και μεγαλύτερη ακρίβεια. Η ανακάλυψη των βαρυτικών κυμάτων, που μόλις ανακοινώθηκε, αποτελεί την τελευταία και πιο εντυπωσιακή επιβεβαίωσή της. Όπως δήλωσε χαρακτηριστικά ο Steven Hawking στο BBC, «τα βαρυτικά κύματα μας προσφέρουν έναν εντελώς νέο τρόπο παρατήρησης και μελέτης του Σύμπαντος. Η ικανότητα να τα ανιχνεύουμε μπορεί να δώσει τα έναυσμα για μια νέα επανάσταση στην Αστρονομία».

Τα βαρυτικά κύματα είναι μικροσκοπικές διαταραχές στην ίδια την υφή του χωροχρόνου, ρυτιδώσεις του δυναμικού χωροχρονικού συνεχούς, οι οποίες προκαλούνται κάθε φορά που αντικείμενα του Σύμπαντος με μεγάλες μάζες επιταχύνονται. Όπως περίπου τα επιταχυνόμενα ηλεκτρικά φορτία παράγουν ηλεκτρομαγνητικά κύματα, κάθε επιταχυνόμενο υλικό σώμα παράγει βαρυτικά κύματα. Ενώ όμως η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία διασχίζει τον χωροχρόνο με την ταχύτητα του φωτός, η βαρυτική ακτινοβολία, τα βαρυτικά κύματα δηλαδή, αποτελούν διακυμάνσεις του ίδιου του χωροχρόνου, που κι αυτές εικάζεται ότι διαχέονται με την ταχύτητα του φωτός.

Πώς, όμως, είναι δυνατόν να «ρυτιδώνει» ο ίδιος ο χώρος; Η βαρύτητα, σύμφωνα με τον Αϊνστάιν, είναι ο τρόπος που ένα υλικό σώμα με μάζα στρεβλώνει τον χωροχρόνο γύρω του. Η στρέβλωση αυτή, όμως, δεν παραμένει στατική, αλλά μπορεί υπό προϋποθέσεις να διαχέεται στο Σύμπαν με την μορφή βαρυτικών κυμάτων. Σύμφωνα, λοιπόν, με τον Αϊνστάιν, τα βαρυτικά κύματα είναι διαταραχές ή διακυμάνσεις στον ίδιο τον ιστό του χωροχρόνου, οι οποίες διαδίδονται προς όλες τις κατευθύνσεις στο Διάστημα, όπως περίπου διαχέονται στην επιφάνεια μιας λίμνης οι κυματισμοί που προκαλεί ένα βότσαλο που πέφτει σε μια λίμνη.

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