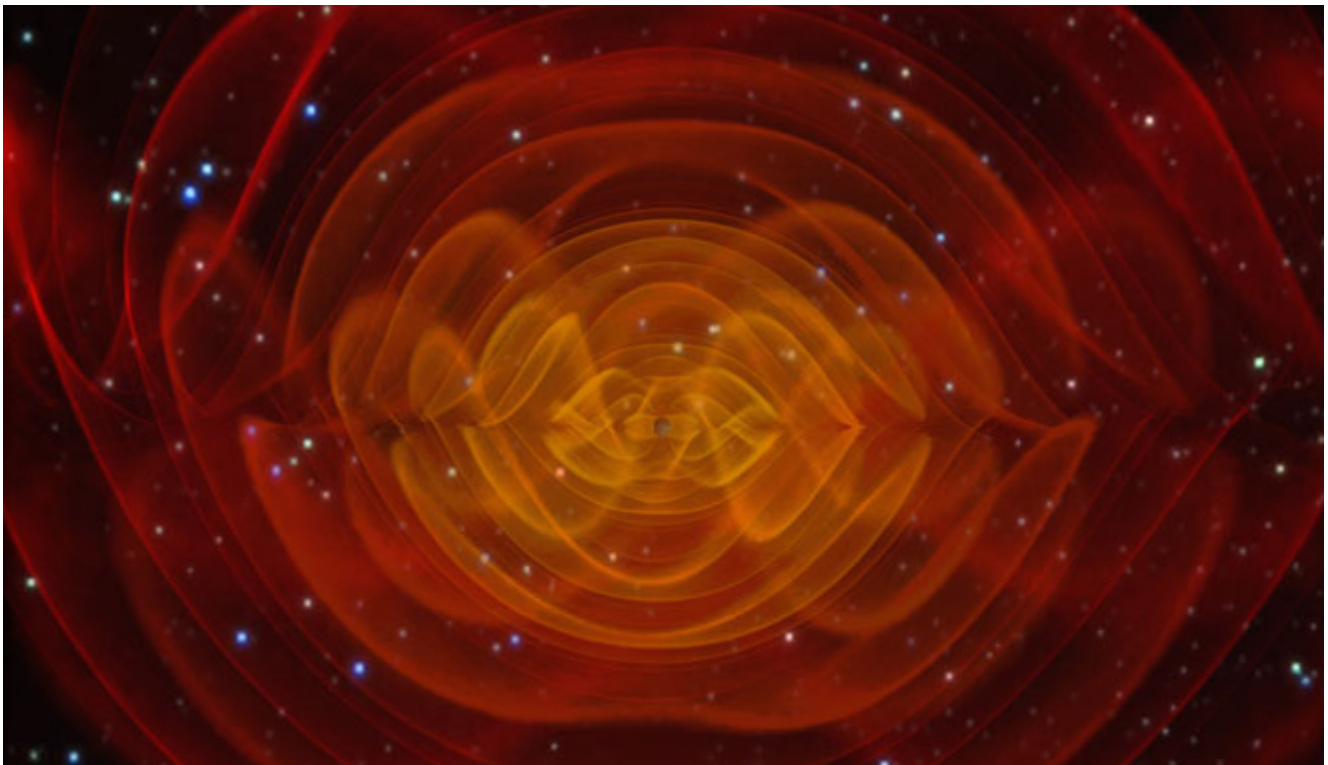


Βαρυτικά Κύματα: ο Αϊνστάιν είχε δίκιο! (Αλέξης Δεληβοριάς, Αστρονόμος του Ευγενιδείου Πλανηταρίου)

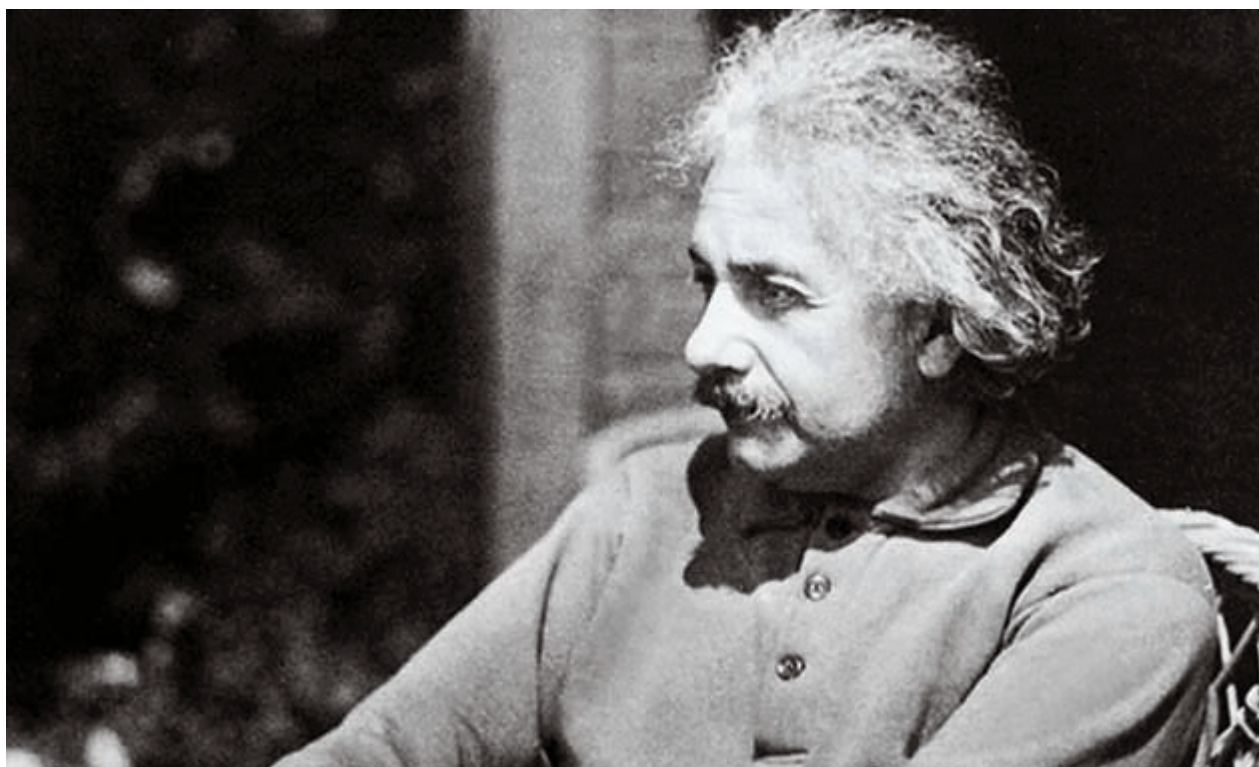
/ [Πεμπτουσία](#)



Ο συντριπτικός όγκος των πληροφοριών που συλλέγουν τα επίγεια και τα διαστημικά μας τηλεσκόπια για το Σύμπαν και τα αναρίθμητα ουράνια σώματα που εμπεριέχει, διαδίδεται και είναι κωδικοποιημένος με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Θα ήταν άραγε ποτέ δυνατό να «δούμε» το Σύμπαν με άλλα «μάτια» και να συλλέξουμε πληροφορίες, οι οποίες δεν μεταδίδονται με τη μορφή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας; Θεωρητικά, τουλάχιστον, ναι. Η συναρπαστική αυτή πιθανότητα οφείλεται, όπως άλλωστε και τόσες άλλες, στην ιδιοφυΐα του Αϊνστάιν και πρόκειται για τα βαρυτικά κύματα.

Ο Αϊνστάιν, έχοντας μεταβάλει ριζικά την αντίληψή μας για τον χώρο και τον χρόνο, την ύλη και την ενέργεια ήδη από το 1905, όταν δημοσίευσε την Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας, περίπου 10 χρόνια αργότερα αναμόρφωσε πλήρως και

την εικόνα μας για τη βαρύτητα.



Και πραγματικά, με τη δημοσίευση της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας, ο Αϊνστάιν έδωσε το έναυσμα για μια επιστημονική επανάσταση, ο απόηχος της οποίας κρατά μέχρι σήμερα. Μέσα σε αυτό το νέο θεωρητικό πλαίσιο, ο χώρος και ο χρόνος παύουν πλέον να είναι εκείνες οι απόλυτες και «άκαμπτες» δομές της κλασικής, νευτώνειας φυσικής, μέσα στις οποίες υλοποιούνται, ανεπηρέαστα απ' αυτές, τα φυσικά φαινόμενα, και η βαρύτητα παύει να είναι απλά αυτή η μυστηριώδης δύναμη που έλκει ένα σώμα, δρώντας ακαριαία από απόσταση. Αντίθετα, μέσα από μια σειρά πολύπλοκων και ιδιαίτερα δύσκολων στην επίλυσή τους εξισώσεων, **ο Αϊνστάιν θα περιγράψει τη βαρύτητα ως τη στρέβλωση που προκαλεί η παρουσία της ύλης στη δομή του τετραδιάστατου χωροχρόνου.**

Και ο χωροχρόνος, δυναμικός πλέον και όχι απόλυτος, καθορίζει με τη σειρά του την τροχιά κάθε αντικειμένου, που κινείται εντός του, από αυτόν ακριβώς τον βαθμό της καμπύλωσής του. Όπως το έθεσε αρκετά χρόνια αργότερα ο φυσικός John Wheeler, **«η ύλη υπαγορεύει στον χωροχρόνο πώς θα καμπυλωθεί και ο βαθμός καμπύλωσης του χωροχρόνου υπαγορεύει στην ύλη πώς θα κινηθεί».**

Πολλές από τις θεμελιώδεις προβλέψεις της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας, από τη μετάπτωση του περιηλίου του Ερμή στην καμπύλωση του φωτός και από την ύπαρξη των μαύρων τρυπών στη διαστολή του Σύμπαντος, έχουν ήδη

επιβεβαιωθεί. Ωστόσο, μία ακόμη από αυτές, στην οποία κατέληξε ο ίδιος ο Αϊνστάιν ελάχιστους μήνες μετά τη δημοσίευση της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας, εξακολουθεί να αντιστέκεται στις προσπάθειες των επιστημόνων να την επιβεβαιώσουν. Η πρόβλεψη αυτή δεν είναι άλλη από την ύπαρξη των βαρυτικών κυμάτων. *

Τα βαρυτικά κύματα είναι διαταραχές ή διακυμάνσεις στον ίδιο τον ιστό του χωροχρόνου, οι οποίες διαδίδονται κατά τρόπο ανάλογο περίπου με τους κυματισμούς που δημιουργούνται όταν πετάξουμε ένα βότσαλο μέσα σε μια λίμνη. Σχεδόν κάθε μεταβολή στην κινητική κατάσταση ενός σώματος (εκτός από την περίπτωση που η μεταβολή αυτή είναι σφαιρικά συμμετρική, όπως κατά την σφαιρικά συμμετρική κατάρρευση ενός άστρου), αφήνει το «αποτύπωμά» της στον χωροχρόνο με τη μορφή ενός βαρυτικού κύματος, το οποίο απομακρύνεται από την «πηγή» του με την ταχύτητα του φωτός. Κάθε βαρυτικό κύμα, κατά τη διάδοσή του, μεταβάλλει με συγκεκριμένο και ρυθμικό τρόπο (επιμήκυνση σε μία διεύθυνση και συρρίκνωση κατά την κάθετη διεύθυνση) τις αποστάσεις μεταξύ των ελεύθερων σωμάτων, σε ένα επίπεδο κάθετο στη διεύθυνση διάδοσής του.

Προκειμένου να οπτικοποιήσουμε όσο είναι δυνατόν αυτές τις ταλαντώσεις της ύλης που προκαλούνται από τα βαρυτικά κύματα, ας υποθέσουμε αρχικά ότι παρατηρούμε από το πλάι ένα πλοίο που βρίσκεται στη θάλασσα και ότι μία σειρά από κύματα το προσεγγίζουν επίσης από το πλάι. Καθώς η κορυφή ενός θαλάσσιου κύματος διέρχεται κάτω από το πλοίο, παρατηρούμε ότι το πλοίο «ανεβαίνει» σε ένα μέγιστο ύψος και στη συνέχεια «κατεβαίνει», για να καταλήξει σε ένα ελάχιστο ύψος, όταν ακριβώς από κάτω του βρίσκεται η «κοιλιά» του κύματος κ.ο.κ.. Σε κάθε περίπτωση, όμως, οι διαστάσεις του πλοίου παραμένουν αμετάβλητες.

Εάν, όμως, σε αυτό το «νοητικό» μας πείραμα αντικαθιστούσαμε τα κύματα της θάλασσας με τα βαρυτικά κύματα, θα βλέπαμε κάτι εντελώς διαφορετικό. Όταν, για παράδειγμα, η «κορυφή» του βαρυτικού κύματος διερχόταν από το πλοίο, θα το «ξεχείλωνε», προκαλώντας διαστολή στο μήκος του και ταυτόχρονη συρρίκνωση στο ύψος του. Στη συνέχεια, όταν η «κοιλιά» του βαρυτικού κύματος διερχόταν από το πλοίο, θα προκαλούσε την αντίθετη μεταβολή, δηλαδή συρρίκνωση στο μήκος του και επιμήκυνση στο ύψος του. Με δυο λόγια, εκείνες οι διαστάσεις του πλοίου, οι οποίες είναι κατακόρυφες στη διεύθυνση διάδοσης του βαρυτικού κύματος, θα μεταβάλλονταν περιοδικά.

(συνεχίζεται)

**Παρατήρηση: το παρόν άρθρο συντάχθηκε πριν την πρόσφατη ανακοίνωση της ανακάλυψης των βαρυτικών κυμάτων*