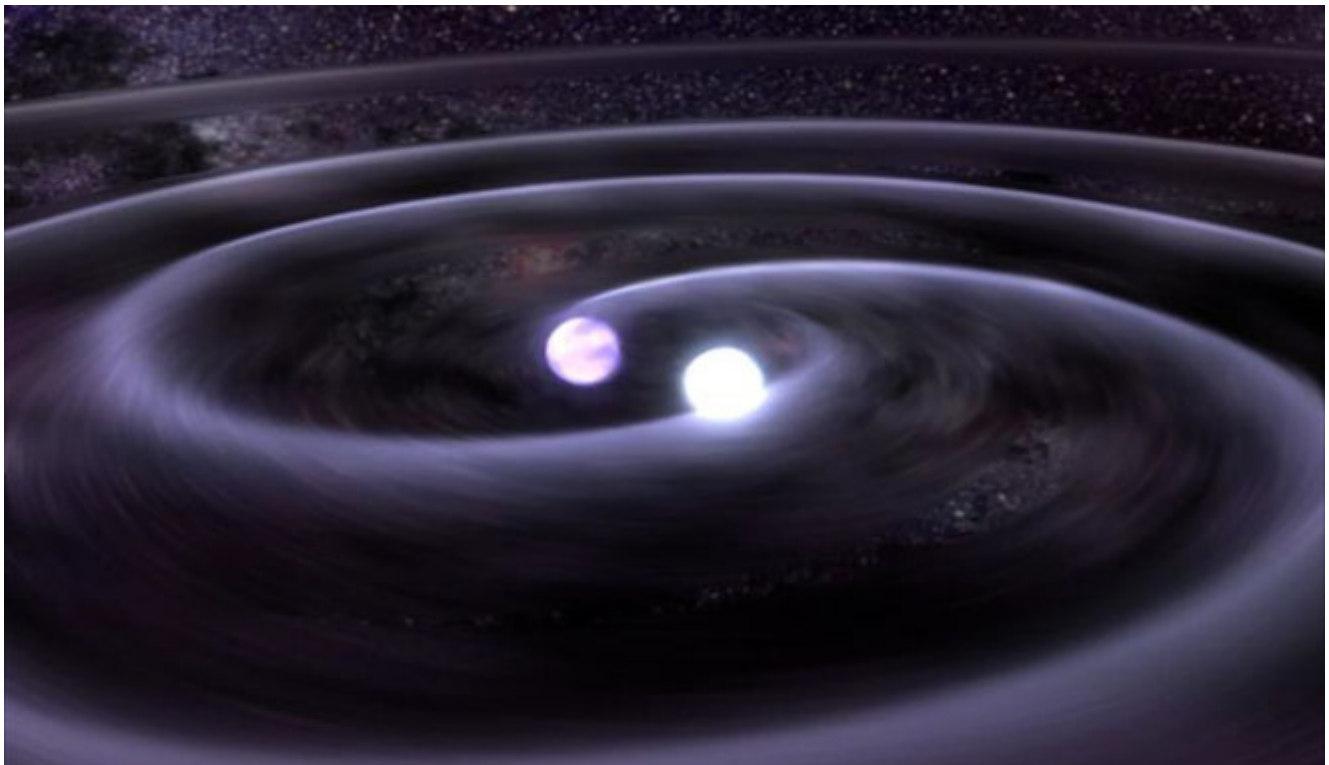


Βαρυτικά Κύματα: ένα νέο παράθυρο στο Σύμπαν... (Αλέξης Δεληβοριάς, Αστρονόμος του Ευγενιδείου Πλανηταρίου)

/ [Πεμπτούσια](#)



Κατακλυσμικά γεγονότα, όπως η η συγχώνευση ενός δυαδικού συστήματος άστρων που βλέπουμε εδώ σε καλλιτεχνική απεικόνιση, πιστεύεται ότι δημιουργούν βαρυτικά κύματα που προκαλούν κυματισμούς στο χωροχρόνο. (Πηγή: NASA)

Η τεράστια σημασία της ανίχνευσης των βαρυτικών κυμάτων έγκειται όχι μόνο στο γεγονός ότι αποτελούν μία πανηγυρική επιβεβαίωση της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας, αλλά και στο ότι ανοίγουν ένα ακόμη παράθυρο στο Σύμπαν, επιτρέποντας στους αστρονόμους να συλλέξουν πληροφορίες για φαινόμενα που η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αδυνατεί να μας μεταφέρει.

Καθώς ένα βαρυτικό κύμα διαδίδεται στον χωροχρονικό ιστό του Σύμπαντος, όσο περισσότερο απομακρύνεται από τη φυσική αιτία που το δημιούργησε, τόσο περισσότερο εξασθενεί και τόσο περισσότερο ελαχιστοποιούνται οι ταλαντώσεις

που προκαλεί στην ύλη. Αυτή η αλληλεπίδραση των βαρυτικών κυμάτων με την ύλη είναι μάλιστα τόσο αμελητέα, που εάν κάποιο βαρυτικό κύμα, προερχόμενο από έναν γειτονικό μας γαλαξία, διερχόταν από το Ηλιακό μας σύστημα, θα μετέβαλλε τη μέση απόσταση της Γης από τον Ήλιο κατά απόσταση μικρότερη από τη διάμετρο ενός ατόμου. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει και πόσο δύσκολο είναι να ανιχνευθούν στην πράξη τα βαρυτικά κύματα.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα φαινομένων που, όπως πιστεύουν οι επιστήμονες, είναι δυνατό να δημιουργήσουν βαρυτικά κύματα ικανά να προκαλέσουν μετρήσιμες ταλαντώσεις στην ύλη, αποτελούν και τα διπλά συστήματα άστρων νετρονίων, οι εκρήξεις υπερκαινοφανών που δεν είναι σφαιρικά συμμετρικές, οι συγκρούσεις μεταξύ αστέρων νετρονίων και οι συγχωνεύσεις γιγάντιων μαύρων τρυπών στους γαλαξιακούς πυρήνες.

Παρόλο που τα βαρυτικά κύματα δεν έχουν ανιχνευθεί μέχρι σήμερα*, υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις για την ύπαρξή τους. Η ισχυρότερη, ίσως, απ' αυτές προέκυψε το 1974 με την ανακάλυψη ενός παράξενου αστρικού συστήματος από τους Αμερικανούς αστροφυσικούς Russel Hulse και Joseph Taylor, οι οποίοι για την ανακάλυψή τους αυτή τιμήθηκαν το 1993 με το Νόμπελ Φυσικής. Με τη βοήθεια του γιγάντιου ραδιοτηλεσκοπίου Arecibo στο Πόρτο Ρίκο, οι δύο επιστήμονες διαπίστωσαν ότι το σύστημα αυτό, 20.000 έτη φωτός μακριά από τη Γη, στον Αστερισμό Αετός, αποτελείται από έναν πάλσαρ καθώς και από έναν ακόμη αστέρα, ο οποίος εικάζεται ότι είναι αστέρας νετρονίων.

Οι αστέρες νετρονίων είναι τα αστρικά λείψανα, τα οποία «επιβιώνουν» του εκρηκτικού διαμελισμού άστρων με μάζα πολλαπλάσια απ' αυτήν του Ήλιου, κατά τη διάρκεια εκρήξεων σουπερνόβα. Οι πάλσαρ, από την άλλη, είναι ταχύτατα περιστρεφόμενοι αστέρες νετρονίων με πανίσχυρο μαγνητικό πεδίο, οι οποίοι εκπέμπουν από τους μαγνητικούς τους πόλους στενές δέσμες ακτινοβολίας. Καθώς ένας πάλσαρ περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό του, οι δύο κώνοι ακτινοβολίας που εκπέμπει, «σαρώνουν» το Διάστημα, ακριβώς όπως και το περιστρεφόμενο «μάτι» ενός φάρου. Εάν η ακτινοβολία αυτή «τυχαίνει» να σαρώνει στο πέρασμά της τη Γη, την αντιλαμβανόμαστε ως μια παλλόμενη πηγή ακτινοβολίας που αναβοσβήνει, δηλαδή ως ένα παλλόμενο αστέρι (pulsating star, pulsar).

Ο πάλσαρ των Hulse-Taylor, όπως είναι σήμερα γνωστός, έδωσε στους επιστήμονες ένα μοναδικό «εργαστήριο», με τη βοήθεια του οποίου μπορούσαν να ελέγξουν συγκεκριμένες προβλέψεις της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας. Η συστηματική του παρακολούθηση τα χρόνια που ακολούθησαν, οδήγησε τους αστρονόμους στο συμπέρασμα ότι τα δύο αυτά ουράνια σώματα περιστρέφονται με όλο και μεγαλύτερη ταχύτητα το ένα γύρω από το άλλο, καθώς αργά αλλά

σταθερά η μέση απόστασή τους μειώνεται, έτσι ώστε υπολογίζεται ότι τελικά θα συγκρουστούν σε περίπου 300 εκατομμύρια χρόνια.

Γιατί όμως συμβαίνει αυτό; Σύμφωνα με τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, **όταν ένα διπλό αστρικό σύστημα εκπέμπει βαρυτικά κύματα, αποβάλλει ενέργεια, με αποτέλεσμα η τροχιά του να συρρικνώνεται και κατά συνέπεια η περίοδός της να μειώνεται.** Οι μεταβολές αυτές, αν και ελάχιστες, έχουν ήδη μετρηθεί και αντιστοιχούν με μεγάλη ακρίβεια στις τιμές που προβλέπει η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, γεγονός που αποτελεί μια ισχυρή, αλλά παρόλ' αυτά έμμεση ένδειξη ότι τα βαρυτικά κύματα που προέβλεψε ο Αϊνστάιν όντως υπάρχουν.

Πιο πρόσφατα, η ανακάλυψη του πρώτου διπλού πάλσαρ, του πρώτου δηλαδή διπλού αστρικού συστήματος που αποτελείται από δύο πάλσαρ, έχει δώσει την ευκαιρία στους αστρονόμους να ελέγξουν τις προβλέψεις της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας με περισσότερη ακρίβεια από ποτέ. Αυτό το μοναδικό διπλό σύστημα πάλσαρ ανακαλύφθηκε το 2003 σε απόσταση μόλις 2.000 ετών φωτός μακριά, προς την κατεύθυνση του Αστερισμού Πρύμνη. Σύμφωνα με τις έως τώρα παρατηρήσεις, η τροχιά του συστήματος συρρικνώνεται κατά 7 χιλιοστά τον χρόνο, ακριβώς όπως προβλέπει και η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας.

Οι προσπάθειες των αστρονόμων για την απευθείας ανίχνευση των βαρυτικών κυμάτων έχουν ήδη αρχίσει. Γιγάντιοι ανιχνευτές βαρυτικών κυμάτων, όπως ο γαλλοϊταλικός VIRGO και ο αμερικανικός LIGO, έχουν ήδη τεθεί σε λειτουργία, ενώ μια από τις βασικές προτεραιότητες της ESA (Ευρωπαϊκή Διαστημική Υπηρεσία) και της NASA, τουλάχιστον μέχρι πρόσφατα, ήταν να μεταφερθεί η αναζήτηση των βαρυτικών κυμάτων και στο διάστημα, με την υλοποίηση της διαστημικής αποστολής LISA.

Η LISA θα προσπαθούσε να ανιχνεύσει βαρυτικά κύματα, καταγράφοντας συστηματικά και με μεγάλη ακρίβεια την απόσταση μεταξύ τριών πανομοιότυπων διαστημοσυσκευών, τοποθετημένων σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο, με τρόπο που να σχηματίζουν ένα ισόπλευρο τρίγωνο πλευράς 5 εκατομμυρίων χιλιομέτρων. Οι τεχνολογικές προκλήσεις του συγκεκριμένου εγχειρήματος είναι πολύ μεγάλες, ενώ με δεδομένη τη διεθνή οικονομική συγκυρία, η μελλοντική υλοποίηση αυτού του προγράμματος είναι τουλάχιστον αβέβαιη, καθώς η NASA δήλωσε ότι αποσύρεται απ' τη χρηματοδότησή του, γεγονός που εξανάγκασε και την ESA να ξεκινήσει τη μελέτη υλοποίησης ενός οικονομικότερου διαστημικού προγράμματος ανίχνευσης βαρυτικών κυμάτων.

Εάν, όμως, δούμε την εξελικτική πορεία που ακολούθησε η Παρατηρησιακή

Αστρονομία από το 1609, τη χρονιά δηλαδή που ο Γαλιλαίος έστρεψε για πρώτη φορά το τηλεσκόπιό του προς τον έναστρο ουρανό, μέχρι σήμερα, που τα επίγεια και διαστημικά μας τηλεσκόπια μπορούν και ανιχνεύουν ολόκληρο το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, θα διαπιστώσουμε κάτι εξαιρετικά ενδιαφέρον. Θα παρατηρήσουμε ότι κάθε φορά που άνοιγε για τους αστρονόμους ένα νέο ηλεκτρομαγνητικό παράθυρο στο Σύμπαν, εκτός από τη διεύρυνση των γνώσεων που τους προσέφερε για ήδη γνωστά αστρονομικά αντικείμενα και φαινόμενα, συχνά οδηγούσε και στην ανακάλυψη νέων και απροσδόκητων αστρονομικών αντικειμένων και φαινομένων. Εδώ έγκειται και η τεράστια σημασία της ανίχνευσης των βαρυτικών κυμάτων, αφού, εκτός από μία ακόμη πανηγυρική επιβεβαίωση της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας, θα ανοίξει ένα ακόμη παράθυρο στο Σύμπαν, επιτρέποντας έτσι στους αστρονόμους να συλλέξουν πληροφορίες για φαινόμενα που η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αδυνατεί να μας μεταφέρει.

Πολύ περισσότερο, **η κατασκευή ενός ανιχνευτή βαρυτικών κυμάτων θα τους επέτρεπε να μελετήσουν το πολύ νεαρό Σύμπαν, που από τη φύση του είναι αδιαφανές στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.** Δεδομένων των παραπάνω, η απογοήτευση και οργή των επιστημόνων για την υποβάθμιση του προγράμματος LISA είναι κατανοητή. Όπως και να 'χει, πάντως, η εποχή της Αστρονομίας των Βαρυτικών Κυμάτων έχει ήδη ανατείλει. Και ανεξάρτητα από τα όποια εμπόδια, θα οδηγήσει την επιστημονική έρευνα σε νέα, ανεξερεύνητα ακόμη, μονοπάτια. Γιατί, παραφράζοντας τον Άμλετ του Σαίξπηρ, «υπάρχουν πολλά περισσότερα πράγματα στον ουρανό και τη Γη, απ' όσα μπορούμε να φανταστούμε».

**Παρατήρηση: το παρόν άρθρο συντάχθηκε πριν την πρόσφατη ανακοίνωση της ανακάλυψης των βαρυτικών κυμάτων και δημοσιεύεται στην Πεμπτουσία σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος μπορείτε να το διαβάσετε εδώ: <http://bitly.com/24a6Kwh>*