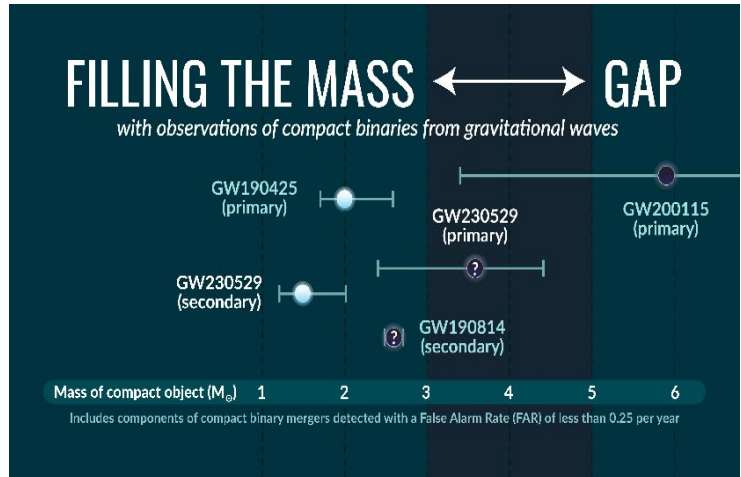


GW230529: ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΧΩΝΕΥΣΗΣ ΕΝΟΣ ΑΣΤΕΡΑ ΝΕΤΡΟΝΙΩΝ ΚΑΙ ΕΝΟΣ ΑΓΝΩΣΤΟΥ ΣΥΜΠΑΓΟΥΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

Η πρώτη άμεση ανίχνευση των **βαρυτικών κυμάτων** (BK) το 2015 από την πηγή **GW150914**, σηματοδότησε την έναρξη μιας νέας εποχής για την αστρονομία. Από τότε, έχουν γίνει πολλές ακόμα ανιχνεύσεις βαρυτικών κυμάτων, προερχόμενες από διαφορετικά είδη πηγών. Όλες αφορούν **συγχωνεύσεις συμπαγών διπλών συστημάτων**, αποτελούμενες από αστέρες νετρονίων (AN) ή/και μελανές σπές (ΜΟ). Εδώ, εστιάζουμε στην **ανίχνευση της πηγής GW230529**, της συγχώνευσης ενός συμπαγούς διπλού συστήματος που παρατηρήθηκε στις 29 Μαΐου 2023, κατά το πρώτο μέρος της τέταρτης περιόδου παρατήρησης (O4a) των ανιχνευτών LIGO-Virgo-KAGRA, όπου το ένα αντικείμενο είναι αμφίβολης φύσης καθώς έχει μάζα μεγαλύτερη από το αναμενόμενο εύρος για τους AN και μικρότερη από το αναμενόμενο εύρος για τις ΜΟ.

ΠΩΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΑΜΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΓΕΓΟΝΟΣ;

Αναλύουμε τα δεδομένα από κάθε ανιχνευτή σε λειτουργία χρησιμοποιώντας την τεχνική της **σύγκρισης με πρότυπες κυματομορφές**. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τη σύγκριση των δεδομένων του ανιχνευτή με προβλεπόμενα σήματα ώστε να βρεθεί μία πρότυπη κυματομορφή που ταιριάζει καλύτερα στην περίπτωση που ένα πραγματικό σήμα κρύβεται στα δεδομένα. Αυτή η διαδικασία αποδίδει μια εκτίμηση της ισχύος του σήματος ως συνάρτηση του χρόνου, δηλαδή μια χρονοσειρά του λόγου σήματος προς θόρυβο. Αν πράγματι υπάρχει αστροφυσικό σήμα στα δεδομένα του ανιχνευτή, η αναλογία σήματος προς θόρυβο θα είναι υψηλή, διαφορετικά θα είναι χαμηλή. Αυτή η τεχνική έχει αποδειχθεί αποδοτική στην αναγνώριση ασθενών σημάτων από BK μέσα στα δεδομένα του ανιχνευτή, αλλά δεν είναι απόλυτα αξιόπιστη. Διάφορες πηγές θορύβου μπορούν να επηρεάσουν τις μετρήσεις μας ή ακόμα και να μιμηθούν σήματα από BK.



Σχήμα 1: Απεικόνιση η οποία αναπαριστά τις συστατικές μάζες για μερικές ανιχνεύσεις βαρυτικών κυμάτων που κυμαίνονται εντός ή γύρω από την περιοχή των 3-5 ηλιακών μαζών, που ονομάζεται και «κατώτερο διάκενο μάζας». Οι γαλάζιοι κύκλοι αντιπροσωπεύουν πηγές που είναι αστέρες νετρονίων, οι μαύροι κύκλοι αντιστοιχούν σε πηγές που είναι μελανές σπές, ενώ οι μαύροι κύκλοι με τα ερωτηματικά υποδεικνύουν ότι η πηγή είναι πιθανό να είναι μελανή σπή αλλά επίσης υπάρχει και η πιθανότητα να είναι αστέρας νετρονίων. Η κύρια μάζα της πηγής GW230529 βρίσκεται σε αυτό το διάκενο μάζας. (Ευχαριστίες: S. Galadage, Observatoire de la Côte d'Azur.)

ΠΩΣ ΓΝΩΡΙΖΟΥΜΕ ΟΤΙ Η ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ GW230529 ΕΙΝΑΙ ΕΝΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΓΕΓΟΝΟΣ;

Συνήθως αναζητούμε σήματα που συμπίπτουν τόσο στο χρόνο όσο και στις παραμέτρους της πηγής στους διάφορους ανιχνευτές. Ωστόσο, η αναζήτηση βαρυτικών σημάτων δεν περιορίζεται μόνο στην εύρεση ταυτόχρονων γεγονότων. Έχουμε αναβαθμίσει τις τεχνικές ανάλυσής μας έτσι ώστε ένας και μόνο ανιχνευτής να είναι αρκετός για να δηλωθεί με βεβαιότητα μια ανίχνευση, γεγονός το οποίο επέτρεψε την ανίχνευση της πηγής GW230529, όταν τα μοναδικά χρήσιμα δεδομένα ήταν από τον ανιχνευτή **LIGO-Livingston**. Τρεις ανεξάρτητοι **κώδικες αναζήτησης** (ή αλγόριθμοι αναζήτησης) ανέφεραν την ανίχνευση της πηγής GW230529. Κάθε αλγόριθμος χρησιμοποιεί την τεχνική της σύγκρισης με πρότυπες κυματομορφές, αλλά την εφαρμόζει διαφορετικά και έχοντας ισχυρά εργαλεία τα οποία διακρίνουν αστροφυσικά γεγονότα από τον θόρυβο. Η επάρκεια αυτών των αλγορίθμων επιτρέπει να ελέγχουμε με βεβαιότητα τα αποτελέσματά τους.

Είναι επομένως εξαιρετικά απίθανο να μπορεί ο θόρυβος του ανιχνευτή να παράγει ένα σήμα όπως το GW230529. Το σήμα ανιχνεύτηκε κατά τη διάρκεια μιας πραγματικής ανάλυσης των δεδομένων του ανιχνευτή και η ανίχνευση επιβεβαιώθηκε στο τέλος της περιόδου παρατήρησης. Το σήμα καταγράφηκε με ένα ρυθμό **ψευδών συναγεργμών** μικρότερο από έναν ανά χίλια χρόνια. Αυτό σημαίνει ότι, εν απουσία οποιουδήποτε σήματος συμπαγούς συστήματος συγχώνευσης στα δεδομένα του ανιχνευτή, περιμένουμε ένα τέτοιο σήμα να εμφανίζεται στο θόρυβο το πολύ μία φορά ανά χίλια χρόνια. Στο **Σχήμα 2** απεικονίζεται πώς αυτό το σήμα ξεχωρίζει από τα υπόλοιπα υποψήφια σήματα.

ΕΠΙΣΚΕΦΘΕΙΤΕ ΤΙΣ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ:

www.ligo.org

www.virgo-gw.eu

gwcenter.icrr.u-tokyo.ac.jp/en/



ΓΙΑΤΙ ΑΥΤΟ ΤΟ ΓΕΓΟΝΟΣ ΕΙΝΑΙ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ;

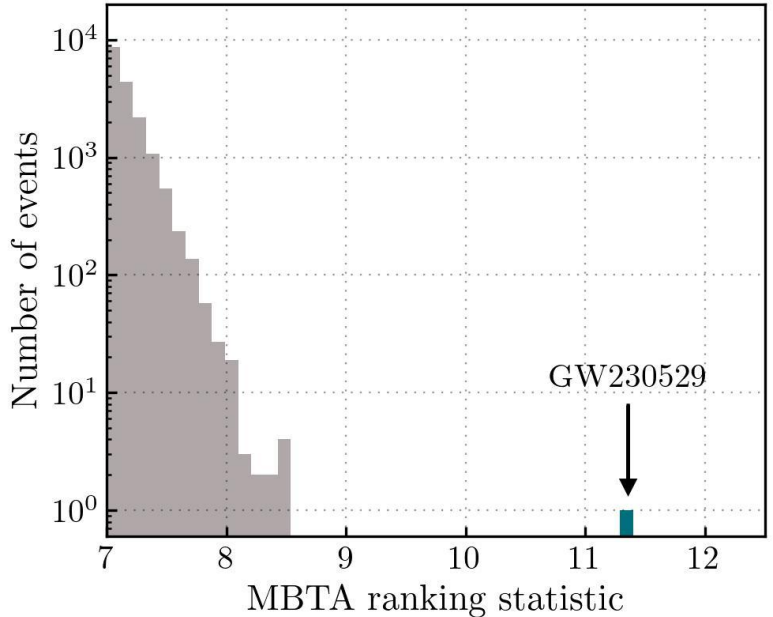
Οι επιστήμονες έχουν προτείνει εδώ και αρκετά χρόνια την ύπαρξη ενός **κατώτερου διάκενου μάζας** στην κατανομή μάζας των συμπαγών αντικειμένων, μεταξύ $3 M_{\odot}$ και $5 M_{\odot}$ (εδώ M_{\odot} αντιπροσωπεύει την **μάζα του Ήλιου**), όπου αναμένουμε λίγα συμπαγή αντικείμενα. Ωστόσο, πρόσφατες παρατηρήσεις διπλών συστημάτων μέσω **ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων** ή BK έχουν προτείνει υποψήφια διπλά συστήματα με ένα συμπαγές αντικείμενο σε αυτό το κατώτερο διάκενο μάζας. Για παράδειγμα, η μάζα του δευτερεύοντος αντικειμένου στο **GW190814** εκτιμήθηκε να βρίσκεται, με πολύ υψηλή πιθανότητα, μεταξύ $2.50 M_{\odot}$ και $2.67 M_{\odot}$ - υψηλότερη από τον βαρύτερο AN που ήταν γνωστό την ώρα της ανίχνευσης, αλλά χαμηλότερη από τις εκτιμώμενες μάζες των MO.

Με μια εκτιμώμενη κύρια μάζα περίπου στις $3.6 M_{\odot}$, το GW230529 είναι το πρώτο υποψήφιο γεγονός ενός διπλού συστήματος με το **κύριο** συμπαγές αντικείμενο στο κατώτερο διάκενο μάζας, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 3**. Δεδομένης της τρέχουσας εκτίμησής μας για τους πληθυσμούς των AN και των MO, η κύρια μάζα είναι συμβατή (με πιθανότητα 99%) με μια MO μάζας μικρότερη από $5 M_{\odot}$. Ωστόσο, εκτιμήθηκε και η πιθανότητα το κύριο συμπαγές αντικείμενο να είναι ένας AN, λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα γνώση μας από τη θεωρία και τα πειράματα της πυρηνικής φυσικής, καθώς και από τις αστροφυσικές πληθυσμιακές πηγές. Αυτή η πιθανότητα, αν και μη μηδενική είναι μικρή, αλλά αξίζει να σημειωθεί ότι κάτω υπό ορισμένες προϋποθέσεις μπορεί ακόμα και να φτάσει σε μη αμελητέο ποσοστό. Έτσι, δεν μπορούμε να αποκλείσουμε αυτό το ενδεχόμενο με βεβαιότητα. Από την άλλη πλευρά, το δευτερεύον συμπαγές αντικείμενο της πηγής GW230529, η μάζα του οποίου έχει μια πιθανότητα 90% να κυμαίνεται μεταξύ $1.2 M_{\odot}$ και $2.0 M_{\odot}$, είναι σχεδόν με βεβαιότητα ένας AN.

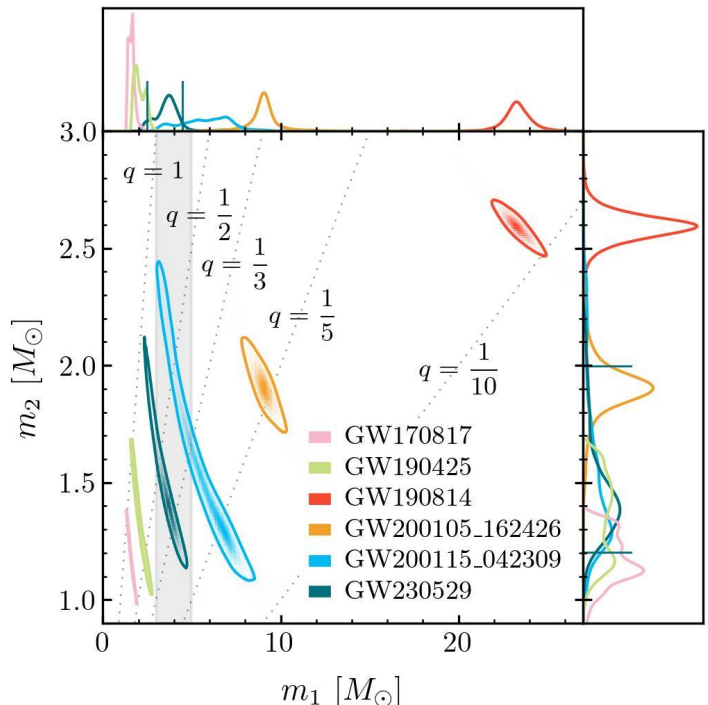
Σχήμα 3: Κατανομή πιθανοτήτων για τις μάζες διάφορων διπλών συστημάτων. Οι πιο πιθανές τιμές για τη μάζα είναι επισημασμένες από τις κορυφές στις συναρτήσεις κατανομής πιθανοτήτων. Το πάνω σχήμα είναι η προβλεπόμενη κατανομή για τη μάζα του κύριου συμπαγούς αντικειμένου και το σχήμα στα δεξιά είναι η προβλεπόμενη κατανομή μάζας του δευτερεύοντος αντικειμένου. Επίσης, απεικονίζονται με διακεκομμένες γραμμές σταθερές τιμές της αναλογίας $q = m_2 / m_1$. Οι πηγές GW170817 (ροζ) και GW190425 (πράσινο) ήταν συμβατές με διπλά συστήματα AN. Οι GW200105_162426 και GW200115_042309 (πορτοκαλί και μπλε αντίστοιχα) ήταν συμβατές με συστήματα AN-MO. Η δευτερεύουσα μάζα της πηγής GW190814 (κόκκινο) μπορεί είτε να αντιστοιχεί είτε σε MO είτε σε AN. Το διάκενο μάζας μεταξύ 3 και $5 M_{\odot}$ εμφανίζεται ως μια σκιασμένη γκρι περιοχή. Βλέπουμε ότι η πηγή GW230529 (τουρκουάζ) βρίσκεται ακριβώς ανάμεσα στα δύο διπλά συστήματα AN και τα δύο συστήματα AN-MO, με την κύρια μάζα να βρίσκεται στην περιοχή του διάκενου μάζας.

ΕΙΚΟΝΕΣ ΑΠΟ ΤΗ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ

Για περισσότερη πληροφορία πάνω στις εικόνες και πως παρήχθησαν μπορεί ο αναγνώστης να ανατρέξει στη [δημοσίευση](#).

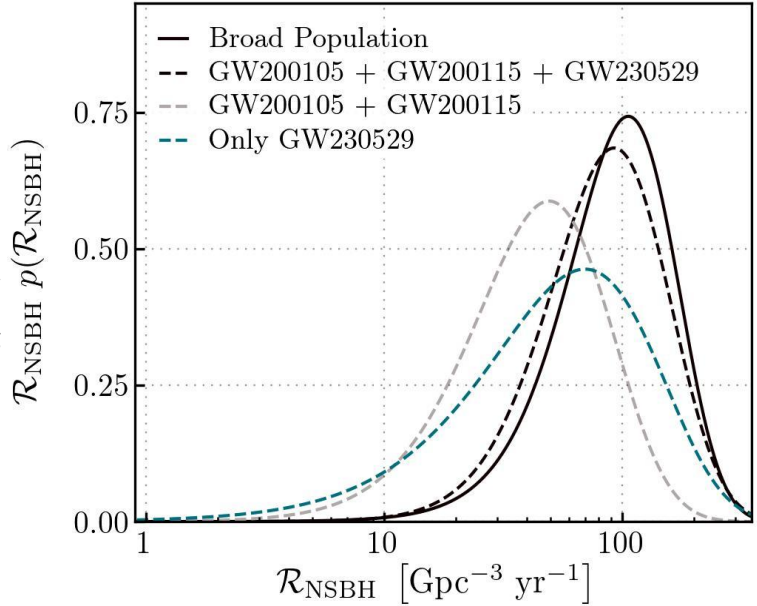


Σχήμα 2: Η κατανομή της κατάταξης συμβάντων για έναν από τους αλγόριθμους αναζήτησης (επονομαζόμενος MBTA) για όλα τα υποψήφια συμβάντα στον ανιχνευτή LIGO Livingston κατά τις πρώτες δύο εβδομάδες της τέταρτης περιόδου παρατήρησης (O4a). Ο οριζόντιος άξονας δίνει την τιμή της κατάταξης η οποία χρησιμοποιείται για την κατάταξη υποψήφιων σημάτων του αλγορίθμου αναζήτησης περιλαμβάνοντας επίσης και διάφορες δοκιμές για την διάκριση του θορύβου. Όσο μεγαλύτερη είναι η κατάταξη, τόσο πιο δυνατό είναι το συμβάν και τόσο πιο συμβατό είναι με αστροφυσικό σήμα. Η γκρι κατανομή είναι για συμβάντα που δεν ήταν αρκετά σημαντικά για να ταξινομηθούν ως γεγονότα αστροφυσικής προέλευσης. Το μπλε ιστόγραμμα αντιστοιχεί στο GW230529. Παρατηρούμε ότι η κατάταξη για την ανίχνευση GW230529 είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτήν των υπολοίπων συμβάντων, χωρίς να έχουν ανιχνευθεί συμβάντα με κατάταξη μεγαλύτερη από περίπου 8.5, εκτός από την ανίχνευση GW230529, που έχει 11.4.



ΤΙ ΜΑΣ ΔΙΔΑΣΚΕΙ ΑΥΤΟ;

Συγχώνευσεις AN-MO είναι σπάνια γεγονότα. Συνεπώς, κάθε επιπρόσθετη ανίχνευση είναι εξαιρετικά πολύτιμη για τη μελέτη των ρυθμών συγχώνευσης, καθώς επίσης και για τον χαρακτηρισμό των πληθυσμών των MO και των AN που είναι ένας από τους στόχους της αστρονομίας βαρυτικών κυμάτων. Αυτό σημαίνει ότι, εκτιμώντας το σχήμα των κατανομών των μαζών τους μπορεί να εξαχθεί η μέγιστη και η ελάχιστη μάζα για τις MO και τους AN και να μελετηθεί η πληθώρα περιστρεφόμενων συμπαγών αντικειμένων διαφορετικών μαζών. Χρησιμοποιώντας μόνο την ανίχνευση GW230529, ο εκτιμώμενος ρυθμός συγχώνευσης για παρόμοια συμβάντα είναι περίπου 39 γεγονότα ανά έτος σε έναν όγκο περίπου 3.5×10^{28} κυβικά έτη φωτός. Μια ανάλυση που περιλαμβάνει άλλα [υποψήφια γεγονότα AN-MO](#) που ανιχνεύθηκαν κατά τη διάρκεια της τρίτης περιόδου παρατήρησης (O3) δίνει περίπου 61 συμβάντα ανά έτος σε έναν όγκο περίπου 3.5×10^{28} κυβικά έτη φωτός. Ακόμα, μια άλλη ανάλυση που περιλαμβάνει επιπλέον, λιγότερο σημαντικά, υποψήφια γεγονότα δίνει έναν ρυθμό συγχώνευσης περίπου 95 συμβάντα ανά έτος σε έναν όγκο περίπου 3.5×10^{28} κυβικά έτη φωτός. Συμπεραίνουμε ότι ο εκτιμώμενος ρυθμός συγχώνευσης για διπλά συστήματα παρόμοια με το GW230529 είναι συγκρίσιμος με τον ρυθμό συγχώνευσης που είχε εκτιμηθεί κατά τη διάρκεια της περιόδου O3 για άλλα συμβάντα όπου το κύριο συμπαγές αντικείμενο ήταν χωρίς αμφιβολία μια MO. Αυτό ενισχύει την υπόθεση ότι το κύριο συμπαγές αντικείμενο του διπλού συστήματος GW230529 ήταν μια MO. Η κατανομή πιθανότητας του ρυθμού συγχώνευσης των AN-MO απεικονίζεται στο **Σχήμα 4**.

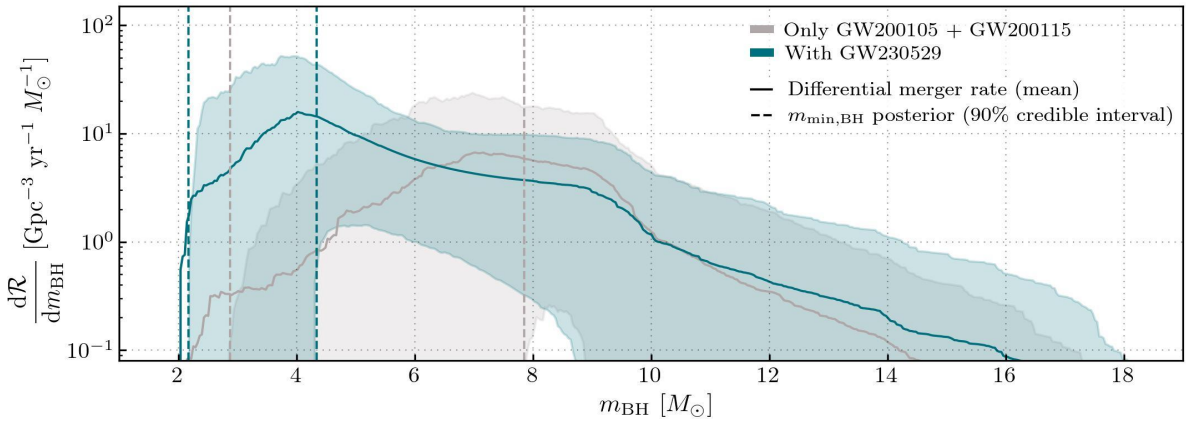


Σχήμα 4: Κατανομές πιθανοτήτων για τον ρυθμό συγχώνευσης των συστημάτων AN-MO. Οι συναρτήσεις κατανομής πιθανοτήτων έχουν κορυφές στην πιο πιθανή τιμή του ρυθμού συγχώνευσης που εμφανίζεται στον οριζόντιο άξονα. Οι διακεκομμένες γραμμές έχουν εξαχθεί χρησιμοποιώντας πληθυσμιακά μοντέλα μόνο για AN-MO, όπως επισημαίνεται στη λεζάντα. Η συνεχής γραμμή για τον "ευρύ πληθυσμό", παράγεται χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο πληθυσμού που περιλαμβάνει λιγότερο σημαντικά γεγονότα, όπως αναλύεται στο κείμενο. Παρατηρούμε ότι οι τιμές των κορυφών για τις διάφορες κατανομές είναι σχετικά κοντά μεταξύ τους, υπο την έννοια ότι όλοι οι πληθυσμοί επικαλύπτονται σε κάποιο βαθμό. Ειδικότερα, η τιμή κορυφής που βρέθηκε χρησιμοποιώντας μόνο το GW230529 είναι συγκρίσιμη με την αντίστοιχη τιμή που βρέθηκε όταν περιλαμβάνονταν και άλλα γεγονότα AN-MO.

Λόγω του ότι η μάζα του κύριου συμπαγούς αντικειμένου βρίσκεται πιθανότατα στο κατώτερο διάκενο μάζας, η ανίχνευση GW230529 είναι σημαντική για την βελτίωση των **πληθυσμιακών μοντέλων**. Τρία πληθυσμιακά μοντέλα λαμβάνονται υπόψη προκειμένου να μελετηθεί το πώς επηρεάζονται από την παρατήρηση της πηγής GW230529. Στα δύο πρώτα μοντέλα περιλαμβάνονται όλα τα είδη διπλών συστημάτων συμπαγών αντικειμένων (AN-AN + MO-MO + AN-MO), ενώ στο τρίτο λαμβάνεται υπόψη μόνο ο πληθυσμός AN-MO. Η συμπερίληψη της ανίχνευσης GW230529 στα δύο πρώτα μοντέλα δεν αλλάζει σημαντικά τα αποτελέσματα, πράγμα που σημαίνει ότι η ανίχνευση GW230529 δεν αποτελεί εξαίρεση ή σφάλμα γι' αυτά τα μοντέλα. Στο τρίτο μοντέλο, όμως, τα πράγματα αλλάζουν σημαντικά, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 5**. Παρατηρούμε ότι σε αυτήν την περίπτωση το πλήθος των χαμηλών μαζών MO αυξάνεται και η ελάχιστη μάζα μιας MO μετατοπίζεται προς χαμηλότερες τιμές. Όταν συμπεριλάβουμε την ανίχνευση GW230529, βρίσκουμε μια ελάχιστη μάζα περίπου $3.36 M_{\odot}$ σε σύγκριση με την προηγούμενη τιμή που αντιστοιχεί σε περίπου $6.04 M_{\odot}$ γι' αυτό το μοντέλο.

Η διαδικασία σχηματισμού που οδήγησε στο GW230529 είναι αβέβαιη. Η τρέχουσα γνώση από τις **εκρήξεις υπερκαινοφανών** σε υπερμεγέθη αστέρια δεν υποστηρίζει ένα τέτοιο σενάριο ως την προέλευση του κύριου αντικειμένου στο διπλό σύστημα, λόγω της μικρής του μάζας. Ένα πιο πιθανό σενάριο είναι ο **σχηματισμός μιας MO να συμβαίνει μετά την έκρηξη υπερκαινοφανούς** λόγω προσαύξησης της εναπομείνουσας υπολειμματικής ύλης στον αστρικό πυρήνα. Πρόσφατα αποτελέσματα από αριθμητικά μοντέλα προέβλεψαν τη δημιουργία MO στο εύρος μαζών $3 - 6 M_{\odot}$ μέσω αυτού του μηχανισμού σχηματισμού. Οι προσομοιώσεις από εκρήξεις υπερκαινοφανών για αστέρες αποτελούμενους από ήλιο έχουν προβλέψει μάζες MO τόσο χαμηλές όσο η μέγιστη μάζα ενός AN, αν και το εύρος μαζών κάτω από τις $5 M_{\odot}$ είναι πληθυσμιακά μικρότερο. Μέχρι και σήμερα, τα μοντέλα εκρήξεων υπερκαινοφανών έχουν μεγάλη αβεβαιότητα όσον αφορά τα αποτελέσματα της διαδικασίας, κάτι που καθιστά δύσκολο τον ακριβή καθορισμό των ορίων για τις μάζες των συμπαγών αντικειμένων. Συνεπώς, η ανίχνευση GW230529 αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τον περιορισμό αυτών των μοντέλων.

Ένα άλλο πιθανό σενάριο για τον σχηματισμό του κύριου συμπαγούς αντικειμένου είναι μέσω της συγχώνευσης ενός διπλού συστήματος AN. Σε αυτήν την περίπτωση μπορούμε να φανταστούμε ότι το δευτερεύον αντικείμενο είναι μέλος μιας προηγούμενης τριπλής ή τετραπλής συστοιχίας, ή ακόμα ότι αιχμαλωτίστηκε από το κύριο αντικείμενο ενώ εξελίσσονταν σε νεαρή αστρική συστοιχία σε ένα ενεργό γαλαξιακό πυρήνα. Επίσης, δεν μπορούμε ακόμα να αποκλείσουμε μια μη αστρική προέλευση, όπως μια **αρχέγονη MO**.



Σχήμα 5: Ρυθμός συγχώνευσης διπλών συστημάτων AN-MO (κάθετος άξονας) συναρτήσει της μάζας της MO του συστήματος (οριζόντιος άξονας). Οι συνεχείς καμπύλες δείχνουν τους ρυθμούς συγχώνευσης για δύο διαφορετικά μοντέλα και οι σκιασμένες περιοχές δείχνουν τις αβεβαιότητες που αντιστοιχούν σε αυτά τα μοντέλα. Οι διακεκομμένες οριζόντιες γραμμές δείχνουν το αναμενόμενο εύρος για την ελάχιστη μάζα μιας MO με πιθανότητα 90%. Το γκρι χρώμα αντιστοιχεί σε ένα μοντέλο πληθυσμού που περιλαμβάνει ένα γεγονός AN-MO, αποκλείοντας την ανίχνευση GW230529. Η μπλε σκιασμένη περιοχή αντιστοιχεί στο μοντέλο πληθυσμού AN-MO που περιλαμβάνει την ανίχνευση GW230529. Παρατηρούμε ότι η συμπερίληψη της GW230529 αυξάνει την πληθώρα των διπλών συστημάτων με χαμηλή μάζα MO καθώς μετατοπίζει την ελάχιστη μάζα για τις MO προς χαμηλότερες μμές.

ΜΑΘΕΤΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ:

Επισκεφθείτε τις ιστοσελίδες μας: www.ligo.org, www.virgo-gw.eu, gwcenter.icrr.u-tokyo.ac.jp/en/

Διαβάστε μια δωρεάν εκδοχή του πλήρους επιστημονικού άρθρου [εδώ](#).

Απόδοση στα Ελληνικά: Γ. Παπικιώτης, Α. Σασλή, Ν. Στεργιούλας

Η περαιτέρω έρευνα διπλών συστημάτων στο κατώτερο διάκενο μάζας, όπως η ανίχνευση GW230529, θα μας επιτρέψει να διευρύνουμε την κατανόησή μας για τους πληθυσμούς των μελανών οπών και των αστέρων νετρονίων. Το γεγονός αυτό με τη σειρά του θα δώσει τη δυνατότητα καλύτερης κατανόησης των μηχανισμών σχηματισμού αυτών των αντικειμένων, και ειδικά για τους αστέρες νετρονίων, την εσωτερική τους δομή.

ΛΕΞΙΚΟ ΟΡΩΝ

Συγχώνευση ενός συμπαγούς διπλού συστήματος: Αποτελείται από δύο MO, δύο AN ή μια MO και ένα AN που κινούνται σπειροειδώς και τελικά ανιχνεύονται. Ολόκληρη η διαδικασία παράγει βαρυτικά κύματα που αυξάνονται σε συχνότητα και πλάτος, καθώς τα δύο αντικείμενα πλησιάζουν μεταξύ τους και επιταχύνονται. Το αποτέλεσμα της συγχώνευσης μπορεί να είναι είτε ένας AN είτε μια MO, ανάλογα με το αρχικό σύστημα. Τα αντικείμενα που αποτελούν το διπλό σύστημα ονομάζονται επιμέρους συστατικά αυτού, με πρωταρχικό συστατικό να ορίζεται εκείνο το οποίο έχει τη μεγαλύτερη μάζα.

Μελανή οπή: Συμπαγές αντικείμενο τόσο πυκνό που η ταχύτητα που απαιτείται για την διαφυγή από την εμβέλεια του είναι μεγαλύτερη από εκείνη της ταχύτητας του φωτός. Αυτό το καθιστά ορατό ως μια μαύρη περιοχή του διαστήματος καθώς φως από αυτήν την περιοχή δεν μπορεί να φτάσει προς εμάς.

Αστέρες νετρονίων: Εξαιρετικά πυκνό συμπυκνωμένο αντικείμενο που αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από νετρόνια με μια μικρή πρόσμιξη πρωτονίων και ηλεκτρονίων, καθώς τα άτομα δεν μπορούν να αντέξουν τις συνθήκες πίεσης. Προκύπτουν από την κατάρρευση αστέρων μεγάλης μάζας μετά από μια διαδικασία που ονομάζεται έκρηξη υπερκαινοφανούς. Η μέγιστη αναμενόμενη μάζα για τους αστέρες νετρονίων είναι περίπου $3 M_{\odot}$.

Αρχηγία μελανή οπή: Υποθετική μελανή οπή που ενδέχεται να έχει διαμορφωθεί στον πρώιμο σύμπαν, λίγο μετά την Μεγάλη Έκρηξη. Οι προβλεπόμενες μάζες κυμαίνονται περίπου από $10^{-18} M_{\odot}$ έως $10^{38} M_{\odot}$.

LIGO, Virgo και KAGRA: Βρίσκονται αντίστοιχα στις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ιταλία και την Ιαπωνία, και είναι ανιχνευτές που μας επιτρέπουν τον εντοπισμό βαρυτικών κυμάτων. Οι ανιχνευτές αυτοί αποτελούνται από δύο βραχίονες με μήκους μερικώς χιλιόμετρα, οι οποίοι σχηματίζουν σχήμα "L". Στο τέλος κάθε βραχίονα έχουν τοποθετηθεί καθρέπτες στους οποίους προσπίπτει δέσμη λέιζερ. Το λέιζερ χρησιμοποιείται για την μέτρηση της σχετικής μεταβολής στο μήκος των βραχίων που προκαλείται όταν τα βαρυτικά κύματα διασχίζουν τη Γη. Η απόσταση μεταξύ των βραχίων δεν ανιχνεύεται παρακολουθείται συνεχώς και αντιστοιχεί στη καταγραφή δεδομένων στα οποία αναζητούμε ενδείξεις βαρυτικών κυμάτων.

Σύγκριση πρότυπων κυματομορφών: Μέθοδος που χρησιμοποιείται για την ανάλυση των δεδομένων του ανιχνευτή και του εντοπισμό γεγονότων συγχώνευσης διπλών συμπαγών συστημάτων. Περιλαμβάνει τη σύγκριση κάθε χρονική στιγμή των δεδομένων από τους ανιχνευτές με θεωρητικά προβλεπόμενα σήματα βαρυτικών κυμάτων που εξαρτώνται από τις ιδιότητες του διπλού συστήματος αναζητώντας συσχετίσεις. Όταν ένα πραγματικό βαρυτικό κύμα διασχίζει τη Γη αναμένεται να βρεθεί μια καλή αντιστοιχία μεταξύ των δεδομένων του ανιχνευτή και του προβλεπόμενου σήματος.

Κατώτερο Διάκενο μάζας: Εύρος μάζας όπου αναμένεται να μην υπάρχουν ή να υπάρχουν λίγα συμπαγή αντικείμενα. Αυτό το εύρος εκτείνεται από περίπου $3 M_{\odot}$ για τη μέγιστη μάζα ενός AN, έως $5 M_{\odot}$ για την ελάχιστη μάζα μιας MO.

Ηλιακή μάζα ή M_{\odot} : Η μάζα του Ήλιου. Χρησιμοποιείται ως συνήθης μονάδα μάζας στην αστρονομία. Ισοδύναμο περίπου με 2×10^{30} χιλιόγραμμα.

Έτος φωτός: Μονάδα απόστασης. 1 έτος φωτός είναι η απόσταση που διανύει το φως σε ένα έτος υπολογισμένη με βάση την ταχύτητα του φωτός στο κενό και ισοδύναμο περίπου με 9.5×10^{12} χιλιόμετρα.

Πληθυσμιακό μοντέλο: Θεωρητικό μοντέλο που δίνει τον πληθυσμό των συμπαγών αντικειμένων ενός συγκεκριμένου τύπου ως συνάρτηση οποιοδήποτε συνδυασμού παραμέτρων του διπλού συστήματος.

Έκρηξη υπερκαινοφανούς: Σε έναν αστέρα, η πίεση του αερίου αντισταθμίζει συνεχώς τη βαρυτική έλξη από τον αστρικό πυρήνα. Κατά τα τελευταία στάδια της ζωής του, η πίεση πέφτει και ο αστέρας δεν μπορεί πλέον να αντέξει τη βαρυτική έλξη. Έτσι, υφίσταται μια εξαιρετικά γρήγορη βαρυτική κατάρρευση προς τον πυρήνα του. Η απότομη κατάρρευση μπορεί να δημιουργήσει μια εξαιρετικά υψηλή πίεση στον αστέρα οδηγώντας τον σε έκρηξη σουπερνόβα. Η έκρηξη αυτή μπορεί να αφήσει πίσω της έναν AN ή μια MO. Αν ο αστέρας είναι υπερβολικά υπερμεγέθης, θα καταρρεύσει απευθείας στο σχηματισμό MO, παρακάπτοντας το σουπερνόβα.

Σχηματισμός MO μέσω έκρηξης υπερκαινοφανούς: Σε ένα σενάριο έκρηξης υπερκαινοφανούς που δημιουργεί έναν AN, τα υπολείμματα ύλης μπορούν να "επιστρέψουν" προς τον AN. Αυτή η προσαύθηση ύλης μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση της μάζας του AN πάνω από τη μέγιστη μάζα του και να οδηγήσει στο σχηματισμό μιας MO.

Αλγόριθμος αναζήτησης: Πρόγραμμα υπολογισμού αποτελούμενο από μια δομή με αρκετές λειτουργίες. Προετοιμάζει τα δεδομένα για ανάλυση, τα φιλτράρει και υπολογίζουν διάφορες ποσότητες προκειμένου να απορρίψουν όσο το δυνατόν περισσότερα γεγονότα θορύβου και να εκτιμήσουν τη σημαντικότητα των υποψιφών αστροφυσικών συμβάντων. Μερικοί αλγόριθμοι λειτουργούν σε πραγματικό χρόνο, κάποιοι λειτουργούν μεταγενέστερα (εκτός σύνδεσης), και κάποιοι επτελούν και τις δύο λειτουργίες. Περισσότερες πληροφορίες μπορούν να βρεθούν στον οδηγό χρήσης δημοσίων ειδοποιήσεων του IGWN.

Αναζήτηση εκτός σύνδεσης: Αναλύσεις που πραγματοποιούνται σε δεδομένα που αντιστοιχούν σε ένα προηγούμενο χρονικό διάστημα παρατήρησης. Συνήθως, το χρονικό αυτό διάστημα αντιστοιχεί στην περίοδο πάυσης λειτουργίας των ανιχνευτών για λόγους συντήρησης και αναβάθμισης. Συμπληρώνουν τις αναλύσεις που πραγματοποιούνται σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια των περιόδων παρατήρησης.

Ρυθμός ψευδών συναγερμών: Χρησιμοποιείται για να καθοριστεί πόσο πιθανό είναι ένα συμβάν να έχει προκληθεί από θόρυβο. Υπολογίζεται μέσω της διασταύρωσης γεγονότων που προέρχονται από θόρυβο και διερευνώντας την έντασή τους ώστε να προκύψει μια κατανομή του αναμενόμενου ρυθμού τέτοιων συμβάντων σαν συνάρτηση της έντασης του σήματος. Πιο συγκεκριμένα, αν ένα συμβάν έχει έναν ρυθμό ψευδών συναγερμών 1 ανά ημέρα, αυτό σημαίνει ότι περιμένουμε ο θόρυβος του ανιχνευτή μας να παράγει ένα τέτοιο συμβάν περίπου μια φορά την ημέρα. Επομένως, θα είχαμε λίγη εμπιστοσύνη ότι αυτό το συμβάν είναι αστροφυσικής προέλευσης.