

22 Μαρτίου 2016

Quasars, οι μυστηριώδεις φάροι

/ [Επιστήμες, Τέχνες & Πολιτισμός](#)



Γραφική απεικόνιση του ULAS J1120+0641, του μακρινότερου σήμερα quasar (12,9 δισεκατομμύρια έτη φωτός) που περιέχει μια μελανή οπή (μαύρη τρύπα) μάζας 2 δισεκατομμυρίων ηλιακών μαζών.

Το πλούσιο σε φυσικά φαινόμενα Σύμπαν μάς επιφυλάσσει ανεξάντλητες εκπλήξεις. Σπάνια οι αστροφυσικοί μπόρεσαν να προβλέψουν τα ιδιαίτερα ασυνήθιστα –για εμάς τους μικροσκοπικούς γήινους– φαινόμενα που συμβαίνουν στο Σύμπαν. Η πρόβλεψη της ύπαρξης του ηλιακού ανέμου, δηλαδή της ροής εκατομμυρίων τόνων ιονισμένου αερίου ανά δευτερόλεπτο με την οποία η ηλιακή ατμόσφαιρα «λούζει» το αχανές Διάστημα, ίσως είναι μια από τις ελάχιστες περιπτώσεις όπου η θεωρία προηγήθηκε της παρατήρησης. Τις περισσότερες όμως άλλες φορές οι θεωρητικοί αστροφυσικοί απλά προσπαθούμε εκ των υστέρων να εξηγήσουμε τις αινιγματικές παρατηρήσεις των παρατηρησιακών αστρονόμων, όταν αυτές έχουν ήδη πραγματοποιηθεί. Η ανακάλυψη των quasars το 1963 είναι μια τέτοια περίπτωση. Σε αυτούς συμβαίνουν πρωτοφανή, αινιγματικά και ανήκουστα σε εμάς φαινόμενα, όπως, μια εκτυφλωτική φωτεινότητα που είναι ισοδύναμη αυτής εκατοντάδων γαλαξιών όλων μαζί «στριμωγμένων» μέσα σε μια «μικρή» περιοχή όσο το πλανητικό μας σύστημα, τερατώδεις μαύρες τρύπες δισεκατομμυρίων ηλιακών μαζών που λουφάζουν στο κέντρο τους και «καταβροχθίζουν» χιλιάδες αστέρια κάθε έτος, σχετικιστικοί πίδακες ιονισμένου αερίου που αναβλύζουν από αυτές τις μαύρες τρύπες και σχηματίζουν λαμπρούς κόμβους που «φαίνονται» συχνά να κινούνται με ταχύτητες που υπερβαίνουν ακόμη και την ταχύτητα του φωτός, βαρυτικοί φακοί (όπως ο «σταυρός του Einstein»), αλλά και άλλα ακραία φυσικά φαινόμενα που συμβαίνουν σε αυτά τα ιδιόμορφα αστρονομικά αντικείμενα, που ευρίσκονται κυρίως στις εσχαιές του γνωστού μας Σύμπαντος. Ας δούμε όμως καταρχήν πώς ανακαλύφθηκαν.

Ο πρώτος ραδιογαλαξίας εντοπίστηκε το 1939

Η ενέργεια κοσμικής προέλευσης που φθάνει στη Γη στα ραδιοκύματα είναι εξαιρετικά ασθενική. Για παράδειγμα, όλη η ενέργεια που έχει μέχρι σήμερα συλλεγεί από όλα τα ραδιοτηλεσκόπια δεν υπερβαίνει αυτήν που ελευθερώνει μία νιφάδα χιονιού όταν διασχίζει την ατμόσφαιρα και πέφτει στο έδαφος. Το 1932, ένας Αμερικανός φυσικός-ηλεκτρολόγος μηχανικός στα Εργαστήρια της Bell Telephone, ο Καρλ Τζάνσκι, κατασκεύασε την πρώτη ραδιοφωνική κεραία που χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση μιας αστρονομικής πηγής ραδιοκυμάτων, προπάτορας των σημερινών «πιάτων» τηλεόρασης. Ο Τζάνσκι αναζητούσε πηγές ραδιοθορύβου που θα ήταν δυνατό να επηρεάζουν την ασύρματη επικοινωνία, κάτι που ενδιέφερε την Bell. Η πρώτη τέτοια πηγή που εντόπισε ήταν στην κατεύθυνση του αστερισμού του Τοξότη, όπου βρίσκεται το κέντρο του Γαλαξία μας. Στη συνέχεια, ο Τζάνσκι πρότεινε στα Bell Labs την κατασκευή μιας ευαίσθητης

αντένας 30 μέτρων που όμως δεν έγινε δεκτή, με το σκεπτικό ότι αυτή δεν θα ήταν χρήσιμη για τις διατλαντικές τηλεπικοινωνίες και μετατέθηκε σε άλλο τμήμα της εταιρείας, παρά το γεγονός ότι η ανακάλυψή του εμφανίστηκε στους «New York Times» στις 5 Μαΐου του 1933!

Στη συνέχεια, ο Β΄ Παγκόσμιος Πόλεμος ευνόησε την ανάπτυξη της ραδιοαστρονομίας, ιδιαίτερα στην Αγγλία. Έτσι, μέχρι το 1950 οι ραδιοαστρονόμοι είχαν ήδη κατασκευάσει ευαίσθητα ραδιοτηλεσκόπια και είχαν δημιουργήσει εκτεταμένες λίστες ραδιοπηγών. Ο πιο γνωστός κατάλογος ήταν ο 3C του Cambridge. Πολλές ραδιοπηγές αντιστοιχούσαν σε μακρινούς γνωστούς γαλαξίες. Άλλες όχι.

Στον αστερισμό του Κύκνου, που μεσουρανάει το καλοκαίρι ως μέρος του «θερινού τριγώνου», εντοπίστηκε το 1939 ο πρώτος ραδιογαλαξίας (Κύκνος A) σε απόσταση περί τα 600 εκατομμύρια έτη φωτός και είναι ορατός και στο οπτικό μέρος του φάσματος. Το περίεργο όμως με τον Κύκνο A, αλλά και τους άλλους ραδιογαλαξίες ήταν ότι η ραδιοεκπομπή τους προέρχεται από δύο ραδιολοβούς που απέχουν περί τα 300.000 έτη φωτός αναμεταξύ τους (δέκα φορές μακρύτερα από τους εξωτερικούς αστέρες του γαλαξία). Αργότερα ανακαλύφθηκε ότι οι λοβοί αυτοί τροφοδοτούνταν από δύο πολύ λεπτούς πίδακες (βλ. εικόνα) που προέρχονται από έναν ιδιαίτερα συμπαγή πυρήνα ανάμεσά τους, όπου λουφάζει μια θηριώδης μελανή οπή με μάζα περί το ένα δισεκατομμύριο ηλιακές μάζες. Η μεταβλητότητα δε της εκπομπής αυτής στις υψηλές ενέργειες είναι της τάξης των ωρών, ή και λεπτών.

Η συναρμολόγηση ενός δύσκολου παζλ

Ο ακριβής ραδιοεντοπισμός όμως των ραδιογαλαξιών δεν ήταν εύκολος, γι' αυτό οι ραδιοαστρονόμοι επινόησαν διάφορους έξυπνους τρόπους. Ένας εξ αυτών ήταν η επιπρόσθεση της Σελήνης στη ραδιοπηγή, της οποίας η εκάστοτε θέση στον ουρανό είναι γνωστή με μεγάλη ακρίβεια και όταν παρεμβάλλεται στην κατεύθυνση της ραδιοπηγής κόβει την ακτινοβολία της και έτσι μας δίνει την ακριβή της θέση.

Έτσι, μετά τη μέτρηση των ακριβών συντεταγμένων αρκετών ισχυρών ραδιοπηγών, το επίκεντρο για την εξήγησή τους βρέθηκε στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας Caltech. Οι αστροφυσικοί εστίασαν την προσοχή τους σε δύο ισχυρές πηγές του καταλόγου 3C, τους 3C 273 και 3C 48 οι οποίοι φαίνονταν να συμπίπτουν στον ουρανό με δύο σημειακούς μπλε αστέρες. Γι' αυτό και τους ονόμασαν quasars, σύντμηση της φράσης «quas (i-stell)ar radio source». Όμως, μέχρι τότε δεν είχαν ανακαλυφθεί αστέρες να εκπέμπουν στα ραδιοκύματα, με την

εξαίρεση του Ηλίου που η εκπομπή του ωστόσο είναι τόσο ασθενής ώστε δεν θα ήταν ανιχνεύσιμη σε μεγάλες εξωγαλαξιακές αποστάσεις. Εμπειροί αστρονόμοι έλαβαν τα φάσματα αυτών των σημειακών πηγών με το μεγαλύτερο τότε παγκόσμια διαθέσιμο τηλεσκόπιο των 5,1 μέτρων στο Palomar που λειτουργεί το Caltech. Προς μεγάλη τους έκπληξη όμως διαπίστωσαν ότι οι γραμμές εκπομπής τους δεν μπορούσαν να αντιστοιχηθούν με αυτές κάποιου χημικού στοιχείου του γνωστού μας περιοδικού πίνακα. Ήταν γραμμές κάποιου νέου χημικού στοιχείου; Προέρχονταν από κάποιο νέο και εξωτικό είδος ραδιοάστρου μέσα στον Γαλαξία μας ή, ήταν εξωγαλαξιακά αντικείμενα; Μια μεγάλη προσπάθεια χωρίς να λείπουν και οι διαμάχες ξεκίνησε ανάμεσα στους αστρονόμους για να λύσουν αυτό το αίνιγμα.

Η λύση του αινίγματος

Τα διασκορπισμένα κομμάτια του παζλ τελικά συναρμολόγησε επιτυχώς ένας νεαρός Ολλανδός αστροφυσικός το 1963, ο Maarten Schmidt, ο οποίος αφού εκπόνησε τη διατριβή του με την επίβλεψη του διάσημου αστρονόμου Oort το 1956 στο αστεροσκοπείο του Leiden, μετακόμισε στο Caltech το 1959. Εκεί, το καθαρό μυαλό του παρατήρησε κάτι πολύ απλό: ότι οι τέσσερις εντονότερες γραμμές εκπομπής του 3C 273 είχαν την ίδια σχετική απόσταση ανάμεσά τους με τις πασίγνωστες αλλά θεμελιώδεις γραμμές του ατόμου του Υδρογόνου. Μόνο που τα μήκη κύματος που εμφανίζονταν στο φάσμα της ραδιοπηγής ήταν μετατοπισμένα προς το ερυθρό κατά ένα σημαντικό ποσοστό, περί το 16%! Αν αυτή η μετατόπιση οφειλόταν στο φαινόμενο Doppler, τότε σήμαινε ότι το αντικείμενο αυτό απομακρυνόταν από εμάς με ταχύτητα 45.000 χιλιομέτρων το δευτερόλεπτο, ή 1,6 δισεκατομμυρίων χιλιομέτρων την ώρα! Οι ίδιες γραμμές στο φάσμα του 3C 48 ήταν μετατοπισμένες προς το ερυθρό ακόμη περισσότερο και η ραδιοπηγή απομακρυνόταν με τη διπλάσια ταχύτητα αυτής του 3C 273. Οι αστροφυσικοί έμειναν έκθαμβοι προσπαθώντας να κατανοήσουν πώς είναι δυνατόν να απομακρύνονται από εμάς αυτά τα αντικείμενα με ταχύτητες πολλών δισεκατομμυρίων χιλιομέτρων την ώρα.

Με επιπλέον συστηματική παρατήρηση και συστηματική ανάλυση, ο Schmidt και οι συνεργάτες του έδειξαν ότι οι 3C 48 and 3C 273 δεν ήταν ακριβώς σημειακές πηγές, αλλά καθεμιά τους περιβαλλόταν από μια θαμπή άλω. Αυτή η άλως υπεδείκνυε ότι εκεί υπήρχε κάποιος μακρινός γαλαξίας. Σύμφωνα δε με τον νόμο διαστολής του Hubble's που συνδέει απόσταση και ταχύτητα σε γαλαξίες, αυτά τα αινιγματικά αντικείμενα ευρίσκονταν σε αποστάσεις δισεκατομμυρίων ετών φωτός, δηλαδή το φως τους ταξίδεψε δισεκατομμύρια έτη φωτός για να φθάσει σε εμάς!

Ο Schmidt απέδειξε έτσι ότι οι quasars δεν ήταν ραδιοαστέρες αλλά οι πιο μακρινοί ραδιογαλαξίες στο Σύμπαν. Και για να έχουν φαινόμενη αστρική φωτεινότητα σε αυτές τις τεράστιες αποστάσεις, πρέπει να έχουν εξαιρετικά μεγάλη ιδιοφωτεινότητα. Περαιτέρω, αν η άλως προέρχεται από το φως του περιβάλλοντος μακρινού γαλαξία, τότε η λαμπρή καρδιά του εκπέμπει πολύ ισχυρότερη ακτινοβολία. Τότε όμως, τι είδους φαινόμενα συμβαίνουν στον πυρήνα αυτού του γαλαξία ώστε να εκπέμπει εκατοντάδες φορές τη φωτεινότητα ενός γαλαξία; Όπως συνήθως συμβαίνει στην έρευνα, η λύση ενός αινίγματος οδηγεί στην εμφάνιση άλλων! Σήμερα γνωρίζουμε χιλιάδες quasars. Ο μακρινότερος που έχει εντοπιστεί ως τώρα, ευρίσκεται σε απόσταση από την οποία το φως ταξίδεψε 12,9 δισεκατομμύρια έτη, δηλαδή περί τα 800 εκατομμύρια έτη μετά τη γέννηση του Σύμπαντος στη Μεγάλη Εκρηξη (Big Bang).

Προκαλούν εξωτικά φυσικά φαινόμενα

Οι βαρυτικοί φακοί είναι μία πρόβλεψη της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας που έγινε από τον Einstein το 1912, πριν από τη δημοσίευση της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας το 1916, κατά την οποία όταν το φως μιας φωτεινής πηγής διέρχεται από το ισχυρό βαρυτικό πεδίο ενός Γαλαξία ή μελανής οπής (βαρυτικός φακός), οι φωτεινές ακτίνες κάμπτονται, δημιουργώντας έναν κυκλικό δακτύλιο –όταν το quasar, ο παρατηρητής και ο φακός είναι ευθυγραμμισμένοι– ή κάποιο άλλο σχήμα, όταν δεν είναι, π.χ. ένας σταυρός. Ο Einstein το 1936 σημείωσε ότι το φαινόμενο αυτό δεν είναι παρατηρήσιμο. Λάθος του (και ο Αϊνστάιν έκανε λάθος προβλέψεις). Σήμερα, ωστόσο, γνωρίζουμε εκατοντάδες βαρυτικούς φακούς στην Αστροφυσική που συνδέονται με μακρινούς quasars. Για παράδειγμα, ο «σταυρός του Αϊνστάιν» είναι ένα quasar που με τη βοήθεια ενός ενδιάμεσου βαρυτικού φακού δίδει ένα τετραπλό είδωλο, σχηματίζοντας έναν σχεδόν τέλειο σταυρό (εξ ου και το όνομά του), με τον ενδιάμεσο γαλαξία να παίζει τον ρόλο του φακού στο κέντρο του. Το quasar αυτό βρίσκεται περίπου 8 δισεκατομμύρια έτη φωτός από τη Γη, ενώ ο γαλαξίας-φακός βρίσκεται σε απόσταση 400 εκατομμυρίων ετών φωτός.

Στα quasars παρατηρούμε και το φαινόμενο της υπέρφωτης κίνησης, κατά το οποίο έχουμε φαινομενική κίνηση κάποιων νεφών πλάσματος που παρατηρούνται να κινούνται με ταχύτητες μεγαλύτερες εκείνης του φωτός στο κενό. Η υπέρφωτη κίνηση εξηγείται όμορφα (βλ. Καν. Τσίγκανος, Αστροφυσική Πλάσματος, σελ. 445, 2015) και οφείλεται σε φαινόμενα προβολής και όχι σε παραβίαση της Θεωρίας της Σχετικότητας, σύμφωνα με την οποία η μέγιστη ταχύτητα με την οποία μπορεί να μεταδοθεί πληροφορία είναι η ταχύτητα του φωτός. Βασικά απαιτεί σχετικιστική κίνηση σχεδόν προς την κατεύθυνση του παρατηρητή.

Επίλογος

Όσο περισσότερα γνωρίζουμε για το Σύμπαν, τόσο περισσότερα αινίγματα αναφύονται και επομένως τόσο λιγότερο το κατανοούμε. Ατέρμονη η διαδικασία. Ωστόσο, είναι μια αληθινά μεγαλειώδης διαδικασία, γιατί ο μικρός και «εφήμερος» άνθρωπος τόσο περισσότερο πλησιάζει τον Νου του Δημιουργού του Σύμπαντος. Για παράδειγμα, και μόνο το γεγονός ότι σήμερα παρατηρούμε περίπου το 4% της ύλης που περιέχει το Σύμπαν, ενώ το υπόλοιπο 26% και 70% και μόνο από την ονομασία του «σκοτεινή ύλη» και «σκοτεινή ενέργεια», αντίστοιχα, υποδηλώνει ότι έχουμε κυριολεκτικά «σκοτεινά μεσάνυχτα», αγνοώντας το μεγαλύτερο μέρος της σύστασής του. Αυτό και βέβαια έχει σημαντικές προεκτάσεις και στην ανθρώπινη πνευματική στάση: Όσο περισσότερο κατανοούμε τη ζωή, τόσο λιγότερο παντογνώστες φαινόμεσθε και τόσο περισσότερο εχέφρονες, σωστοί πολίτες και άνθρωποι αναδεικνυόμαστε. Ιδιαίτερα στη χώρα μας!

** Ο κ. Κανάρης Τσίγκανος είναι καθηγητής της Θεωρητικής Αστροφυσικής στο Πανεπιστήμιο Αθηνών και διευθυντής του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.*

Πηγή: kathimerini.gr