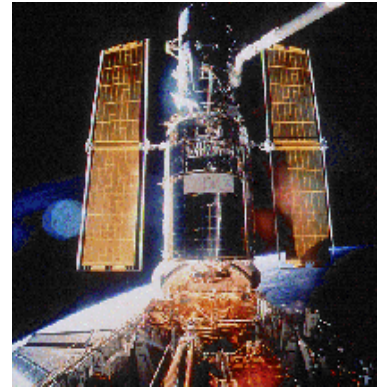


Παιχνίδια Προοπτικής στο Σύμπαν

Ελένη Χατζηχρήστου

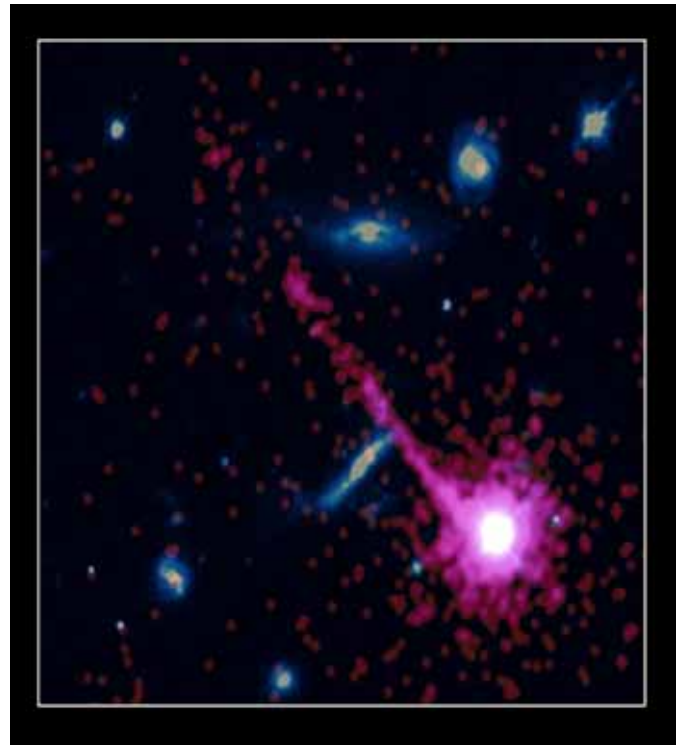
Ινστιτούτο Αστρονομίας & Αστροφυσικής, ΕΑΑ

Όταν δυο ουράνια αντικείμενα βρίσκονται στην ίδια περίπου οπτική γωνία αν και σε πολύ διαφορετικές αποστάσεις ως προς τον παρατηρητή, αλληλεπικαλύπτονται τουλάχιστον εν μέρει. Αυτό μπορεί να είναι προβληματικό για τους αστρονόμους που θα ήθελαν να μελετήσουν το φως από το μακρινότερο αντικείμενο, αλλά ταυτόχρονα προσφέρουν μια μοναδική ευκαιρία για τη μελέτη του παρεμβαλλόμενου αντικειμένου. Στο Σύμπαν υπάρχουν πολλά τέτοια παραδείγματα «κοσμικής προοπτικής»: Ένα κβάζαρ που «κρύβεται» πίσω από ένα κοντινό γαλαξία προσφέρει τη δυνατότητα χαρτογράφησης του ψυχρού αερίου και της χημικής σύστασης που απαρτίζουν τον δίσκο του γαλαξία. Η ακτινοβολία των πολύ μακρινών γαλαξιών περνάει μέσα από ένα γιγάντιο «νηματοειδές» σύστημα υπέρθερμου αερίου που, μαζί με τη σκοτεινή ύλη, αποτελεί το το αόρατο «κοσμικό τοπίο» του Σύμπαντος. Μετρώντας τα χαρακτηριστικά της απορρόφησης του φωτός των γαλαξιών από το παρεμβαλλόμενο αέριο, οι αστρονόμοι μπορούν να εξάγουν τη θερμοκρασία, την πυκνότητα και τη μάζα του αερίου. Τέλος, όταν στα παιχνίδια κοσμικής προοπτικής εμπλέκονται δυο αλληλεπικαλυπτόμενοι γαλαξιακοί δίσκοι, εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα για την πυκνότητα και την κατανομή των μεσοαστρικών νεφών ψυχρού αερίου και σκόνης που τους απαρτίζουν. Σε αυτό το άρθρο περιγράφουμε μερικά χαρακτηριστικά όσο και εντυπωσιακά παραδείγματα προοπτικής στο Σύμπαν.



1. Μακρινά Κβάζαρς

Οι ακτίνες Χ αντιπροσωπεύουν, μαζί με τις ακτίνες γ, τις πιο ενεργητικές περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Γι' αυτό αποτελούν και τους κύριους ανιχνευτές των πιο ενεργητικών διεργασιών στο Σύμπαν, όπως είναι η εκρηκτική δημιουργία αστέρων, οι ανατινάξεις υπερκαινοφανών αστέρων και βεβαίως η ακτινοβολία των μελανών οπών. Οι γαλαξίες στα κέντρα των οποίων υπάρχουν υπερμεγέθεις μελανές οπές (με μάζα ίση με εκατομμύρια ή και δισεκατομμύρια ηλιακές μάζες) ονομάζονται ενεργοί γαλαξίες. Αυτοί είναι αρκετά σπάνιοι στη σημερινή εποχή, αλλά ήταν σαφώς πιο πολυάριθμοι στο μακρινό παρελθόν, όταν το Σύμπαν ήταν πολύ νεότερο). Οι πιο γνωστοί από τους ενεργούς γαλαξίες είναι τα κβάζαρς, τα οποία ονομάστηκαν έτσι γιατί οι πυρήνες τους ακτινοβολούν τόσο ισχυρά που υπερσκιάζουν όλο τον υπόλοιπο γαλαξία, γι' αυτό και όταν πρωτοπαρατηρήθηκαν μέσα από περιορισμένης ισχύος τηλεσκόπια, θεωρήθηκε ότι πρόκειται για ασυνήθιστα λαμπρούς αστέρες (QUAsi-StellAR objectS). Συχνά οι ενεργοί γαλαξιακοί πυρήνες εμφανίζουν τα λεγόμενα «jets», δηλαδή πίδακες υψηλά ιονισμένου πλάσματος που εκτοξεύονται ευθύγραμμα προς διαμετρικά αντίθετες κατευθύνσεις. Οι πίδακες αυτοί ανιχνεύονται συχνά στα ραδιοκύματα, σπανιότερα στα οπτικά μήκη κύματος και, μετά τις πρόσφατες ραγδαίες εξελίξεις στην κατασκευή υπερευαίσθητων τηλεσκοπίων υψηλών ενεργειών, και στις ακτίνες Χ.



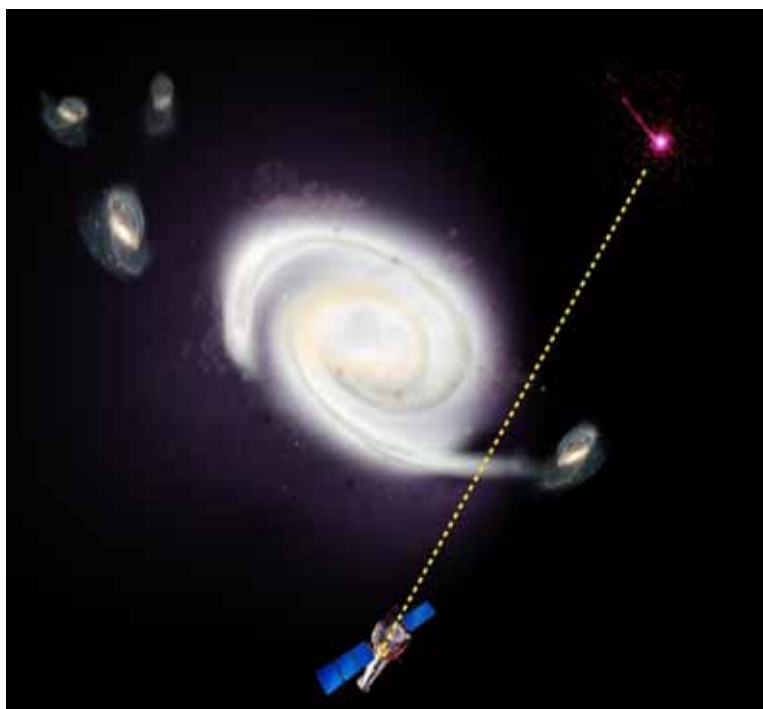
ΕΙΚΟΝΑ No 1: Το κβάζαρ PKS 1127-145 όπως φωτογραφήθηκε από το διαστημικό τηλεσκόπιο ακτίνων Χ της NASA, Chandra.



Το κβάζαρ που ακούει στο όνομα PKS 1127-145 είναι μια τέτοια περίπτωση πολύ φωτεινής πηγής ορατού φωτός και ακτίνων Χ, που βρίσκεται σε απόσταση 10 δισεκατομμυρίων ετών φωτός από τη Γή (εικόνα 1). Ένα τεράστιο jet

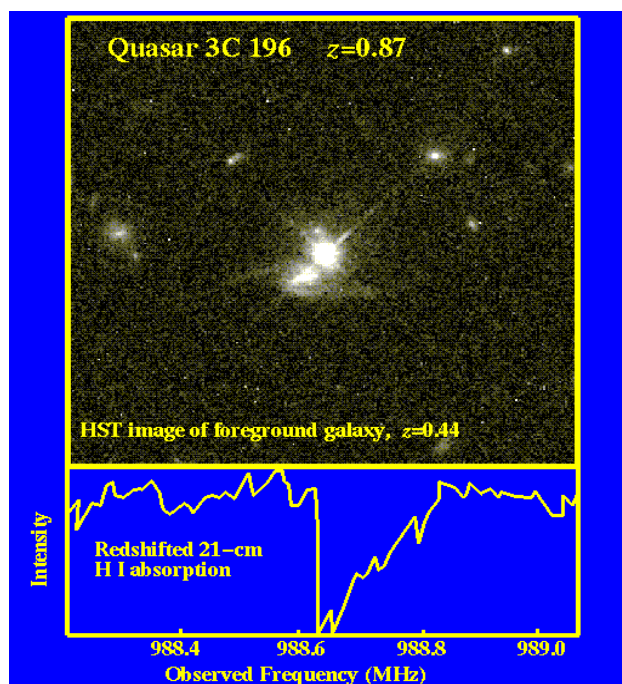
μήκους τουλάχιστον ενός εκατομμυρίου ετών φωτός εκτείνεται αριστερά επάνω στην εικόνα. Κατά πάσα πιθανότητα πρόκειται για ένα πίδακα ηλεκτρονίων υψηλών ενεργειών, τα οποία συγκρούονται με φωτόνια της ακτινοβολίας μικροκυμάτων, που παραμένει διάχυτη στο Σύμπαν από τις πρώτες στιγμές της δημιουργίας του. Εκτός από το κβάζαρ, στην εικόνα βλέπουμε και σωρεία γαλαξιών οι οποίοι φαίνεται να βρίσκονται πολύ κοντά στο κβάζαρ, αν και στην πραγματικότητα μπορεί να απέχουν τεράστιες αποστάσεις (αυτό οφείλεται στο φαινόμενο της προβολής, αφού οι εικόνες που φωτογραφίζουμε είναι δι-διάστατες, δηλ. τους λείπει η τρίτη διάσταση: το βάθος).

Όταν ένας γαλαξίας που βρίσκεται μεταξύ του κβάζαρ και της Γης είναι περίπου στην ίδια οπτική γωνία με το κβάζαρ ως προς τον γήινο παρατηρητή, τότε μέρος του γαλαξιακού δίσκου αλληλεπικαλύπτεται με το κβάζαρ. Πράγματι, υπάρχει ένας γαλαξίας σε απόσταση 4 δισεκατομμυρίων ετών φωτός από τη Γη, που τυχαίνει να βρίσκεται στην οπτική γωνία του κβάζαρ PKS 1127-145 ως προς το γήινο παρατηρητή. Οι αστρονόμοι, εκμεταλλευόμενοι αυτή τη σύμπτωση, μπόρεσαν ταυτόχρονα με την ανίχνευση του κβάζαρ να μελετήσουν "δωρεάν" και τον γαλαξία που παρεμβάλλεται και ειδικά την χημική σύσταση του αερίου του. Πράγματι, τα άτομα των διαφόρων στοιχείων που αποτελούν τον δίσκο αερίου του παρεμβαλλόμενου γαλαξία, απορροφούν μέρος των ακτίνων Χ που προέρχονται από το κβάζαρ, δημιουργώντας ένα είδος σκιάς σε εκείνο το σημείο (με τον ίδιο τρόπο που τα οστά μας αφήνουν το αποτύπωμα τους στην πλάκα μιας ακτινογραφίας). Στον παραπάνω γαλαξία οι αστρονόμοι ανακάλυψαν με αυτό τον τρόπο ότι πριν 4 δισεκατομμύρια χρόνια το αέριο του νεογέννητου τότε γαλαξία περιείχε πολύ λιγότερο οξυγόνο από το αναμενόμενο με βάση την περιεκτικότητα σε υδρογόνο, σε σύγκριση με το αέριο του Γαλαξία μας. Κάτι που έχει ιδιαίτερη σημασία για την κατανόηση της δημιουργίας και εξέλιξης των γαλαξιών.



EIKONA No 2

Ένα ακόμα σύστημα γαλαξία-κβάζαρ, αποτελεί το 3C 196. Στην εικόνα 3 μόλις που ξεχωρίζουμε τον παρεμβαλλόμενο γαλαξία (κάτω αριστερά στην εικόνα) λόγω της υπερβολικής λαμπρότητας του κβάζαρ (κέντρο). Όταν όμως καταγράψουμε το φάσμα του φωτός που έρχεται από το κβάζαρ (κίτρινο σχήμα στο κάτω μέρος της εικόνας) βλέπουμε γραμμές απορρόφησης που οφείλονται στο υδρογόνο και άλλα βαρύτερα στοιχεία στον δίσκο του παρεμβαλλόμενου σπειροειδούς γαλαξία. Με τη βοήθεια αυτού του φάσματος, οι αστρονόμοι υπολόγισαν τη μετατόπιση στο ερυθρό (το «z» που αναγράφεται στην εικόνα) και άρα τις αποστάσεις του κβάζαρ και του γαλαξία από την Γη. Επί πλέον κατάφεραν να χαρτογραφήσουν την κατανομή του υδρογόνου και των άλλων στοιχείων και να κατανοήσουν πώς αυτά συνδέονται με την κατανομή των αστέρων στον δίσκο του γαλαξία

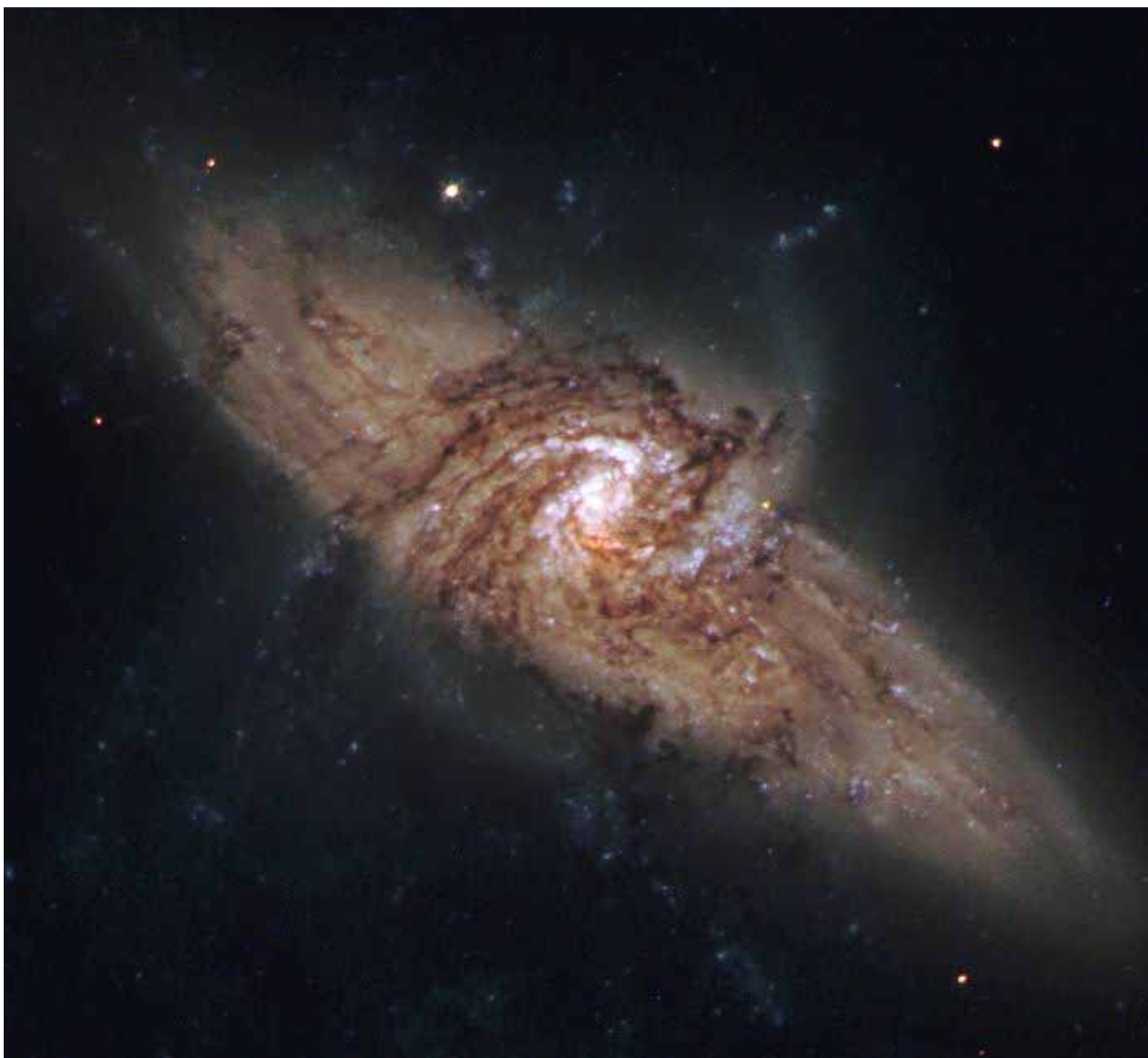


EIKONA No 3

2. Αλληλοεπικαλύψεις

Στο Σύμπαν υπάρχουν πολλά παραδείγματα αλληλοεπικαλύψεων, και κάθε φορά αποτελούν μια μοναδική ευκαιρία

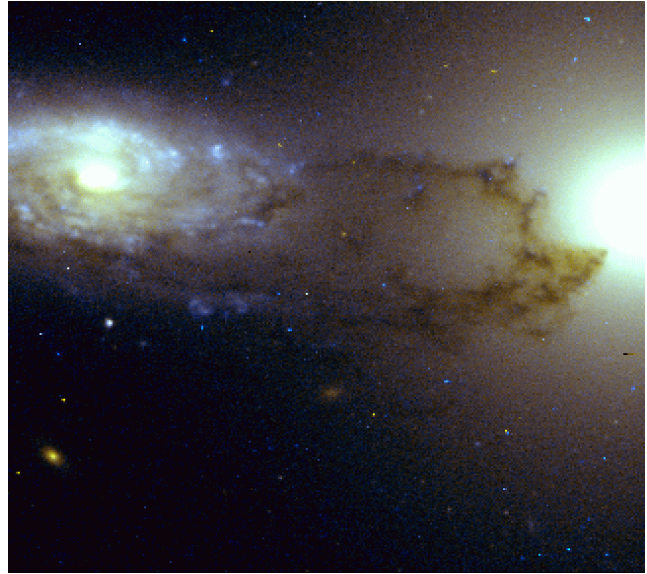
μελέτης και ταυτόχρονα ένα εντυπωσιακό θέαμα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το ζευγάρι γαλαξιών NGC 3314, που φαίνονται στην εικόνα 4 όπως φωτογραφήθηκαν από το τηλεσκόπιο Hubble. Αποτελούν μια εκπληκτική σύμπτωση προοπτικής δύο σπειροειδών γαλαξιών με κατευθύνσεις σχεδόν κάθετες μεταξύ τους, ως προς τον γήινο παρατηρητή. Ταυτόχρονα αποτελούν μια μοναδική ευκαιρία για να μελετήσουν οι αστρονόμοι την περιεκτικότητα σε ψυχρό αέριο και σκόνη του κοντινότερου από τους δυο γαλαξίες. Πράγματι στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε ότι η σκοτεινή ύλη στους βραχίονες του κοντινότερου γαλαξία γίνεται «ορατή» επειδή απορροφά το φως που προέρχεται από το μακρινότερο γαλαξία. Το παιχνίδι της προοπτικής κάνει τα εξωτερικά τμήματα των βραχιόνων να φαίνονται φωτεινά καθώς προβάλλονται στο σκοτεινό διάστημα και τα εσωτερικά τμήματα σκοτεινά καθώς προβάλλονται στο φωτεινό υπόβαθρο του μακρινότερου γαλαξία. Στο κέντρο του συστήματος αυτού, που βρίσκεται σε απόσταση περίπου 140 εκατομμυρίων ετών φωτός από τη Γη, βλέπουμε ακόμη μια φωτεινή κυκλική περιοχή θερμών αστέρων, που ανήκει στον κοντινότερο από τους δύο γαλαξίες, και πρόκειται για αστέρες που δημιουργήθηκαν πολύ πρόσφατα, από μεσοαστρικό αέριο και σκόνη. Η μικρότερη κοκκινωπή περιοχή ανήκει στον πυρήνα του μακρινότερου γαλαξία, του οποίου το φως απορροφάται και επανεκπέμπεται από το υλικό του γαλαξία που παρεμβάλλεται. Η μελέτη αυτού του συστήματος γαλαξιών, μέσω της μερικής τους αλληλοεπικάλυψης, βοήθησε στην αποκάλυψη της ποσότητας, της πυκνότητας και της κατανομής των μεσοαστρικών νεφών ψυχρού αερίου σε ένα τυπικό σπειροειδή γαλαξία, όπως είναι ο NGC 3314.



ΕΙΚΟΝΑ No 4: Το ζευγάρι γαλαξιών NGC 3314

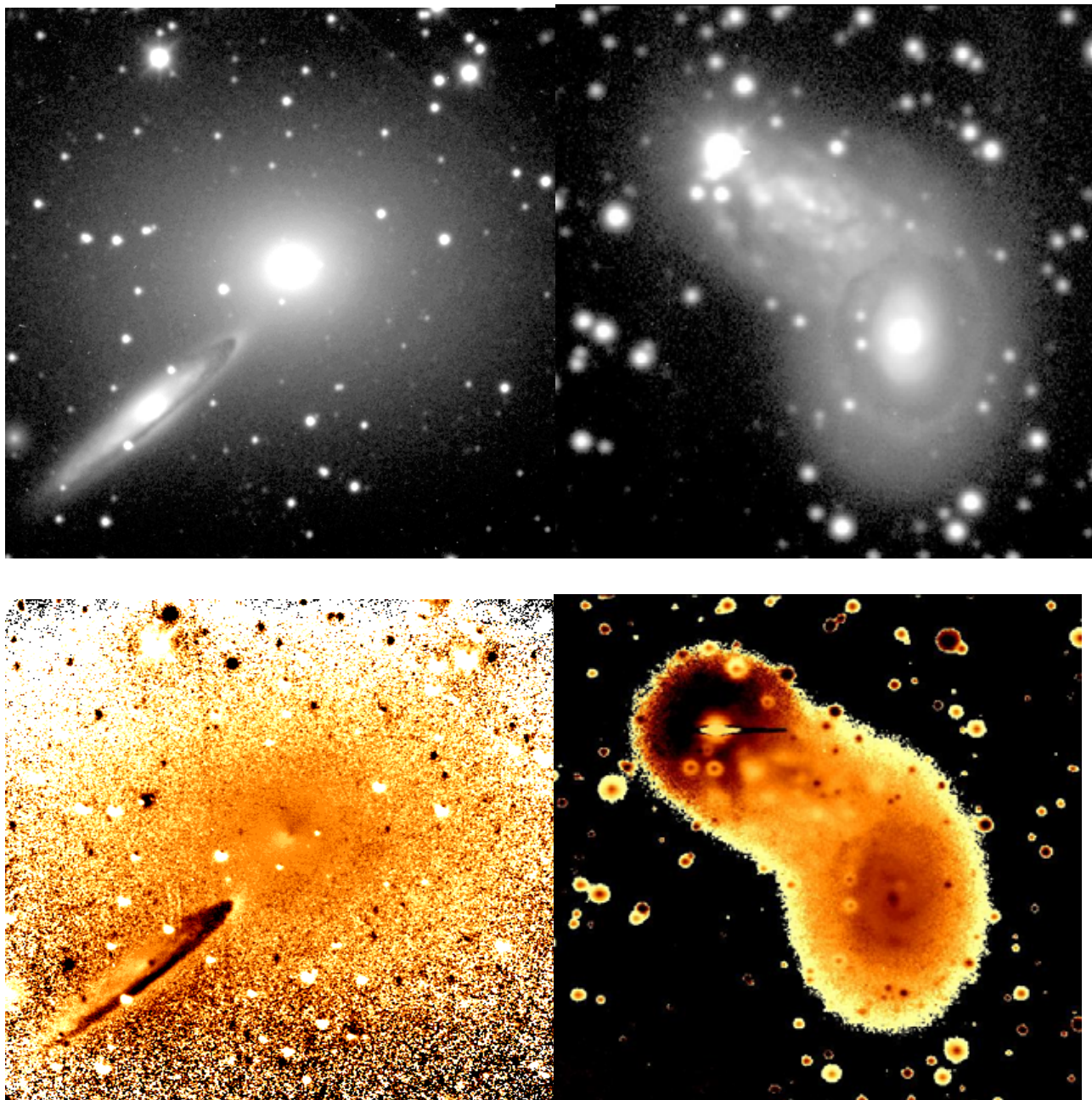
Το AM 1316 είναι ένα ζεύγος γαλαξιών που βρίσκονται σε απόσταση 400 εκατομμυρίων ετών φωτός από τη Γη. Το ζεύγος αποτελείται από ένα

σπειροειδή γαλαξία (αριστερά) που παρεμβάλλεται εμπρός από ένα ελλειπτικό γαλαξία (φαίνεται εν μέρει δεξιά). Μια εξαιρετικά πλούσια νηματοειδής κατανομή σκοτεινών ζωνών που ανήκουν στους βραχίονες του σπειροειδούς, προβάλλονται στο φωτεινό υπόβαθρο του ελλειπτικού, δίνοντας τη δυνατότητα λεπτομερούς μελέτης των συστατικών και της πυκνότητας της μεσοαστρικής σκόνης σε αυτό το γαλαξία.



ΕΙΚΟΝΑ Νο 5: Το ζεύγος γαλαξιών AM1316

Άλλα δύο εκπληκτικά παραδείγματα αλληλεπικαλυπτόμενων γαλαξιών αποτελούν τα συστήματα NGC 5090 (αριστερά) και AM 1311 (δεξιά). Σε κάθε μία από αυτές τις περιπτώσεις βλέπουμε το σύστημα γαλαξιών έτσι όπως φωτογραφήθηκε στο ορατό φως (επάνω) και τον αντίστοιχο χάρτη απορρόφησης (κάτω) όπως αποκρυπτογραφήθηκε από τους αστρονόμους. Υπενθυμίζουμε ότι η κατανόηση της ύπαρξης σκόνης και ψυχρού (μη ακτινοβολούντος) αερίου στο Σύμπαν είναι μεγάλης σημασίας γιατί επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε το Σύμπαν και τον τρόπο που ερμηνεύουμε διάφορα φαινόμενα, όπως την ύπαρξη σκοτεινής μη βαρυονικής ύλης στο Σύμπαν, την εποχή και το ρυθμό δημιουργίας των μελανών οπών από την εποχή της Μεγάλης Έκρηξης και το πώς τα συστατικά στοιχεία της μεσοαστρικής ύλης αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με τους αστέρες από τα πρώτα στάδια της δημιουργίας τους.



ΕΙΚΟΝΑ Νο 6: Τα συστήματα NGC 5090 (αριστερά) και AM 1311 (δεξιά).