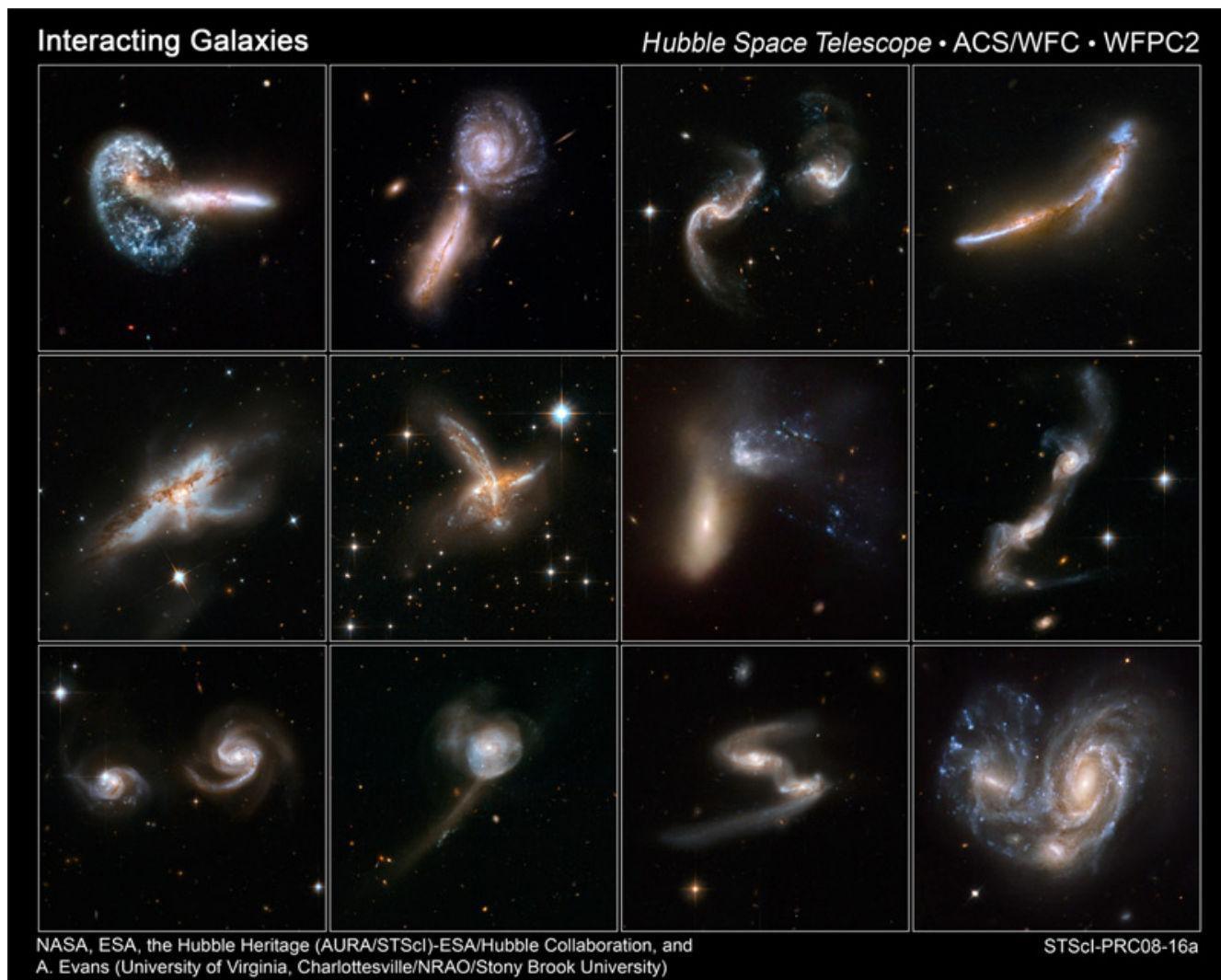


Δρ. Ελένη Χατζηχρήστου, *Μάιος 2008*

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗΣ, ΕΑΑ



Πρόσφατα, δόθηκε στη δημοσιότητα η μεγαλύτερη συλλογή εικόνων απο το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble. Σ' αυτή περιλαμβάνονται 59 φωτογραφίες γαλαξιών που συγκρούονται θεαματικά μεταξύ τους και οι οποίοι αποτέλεσαν αντικείμενο λεπτομερούς μελέτης από δεκάδες επιστήμονες σε όλο τον κόσμο, κατά τη διάρκεια της 18ετούς λειτουργίας του τηλεσκοπίου. Οι περισσότερες από αυτές είναι νέες φωτογραφίες, μέρος της μεγάλης επισκόπησης του ουρανού GOALS που πραγματοποιείται από διαστημικά τηλεσκόπια της ΝΑΣΑ (Hubble, Spitzer, Chandra, GalEx) σε όλα τα μήκη κύματος, από τις ακτίνες X ως το υπέρυθρο.



ΕΙΚΟΝΑ 1. (Δικαιώματα: NASA, ESA)

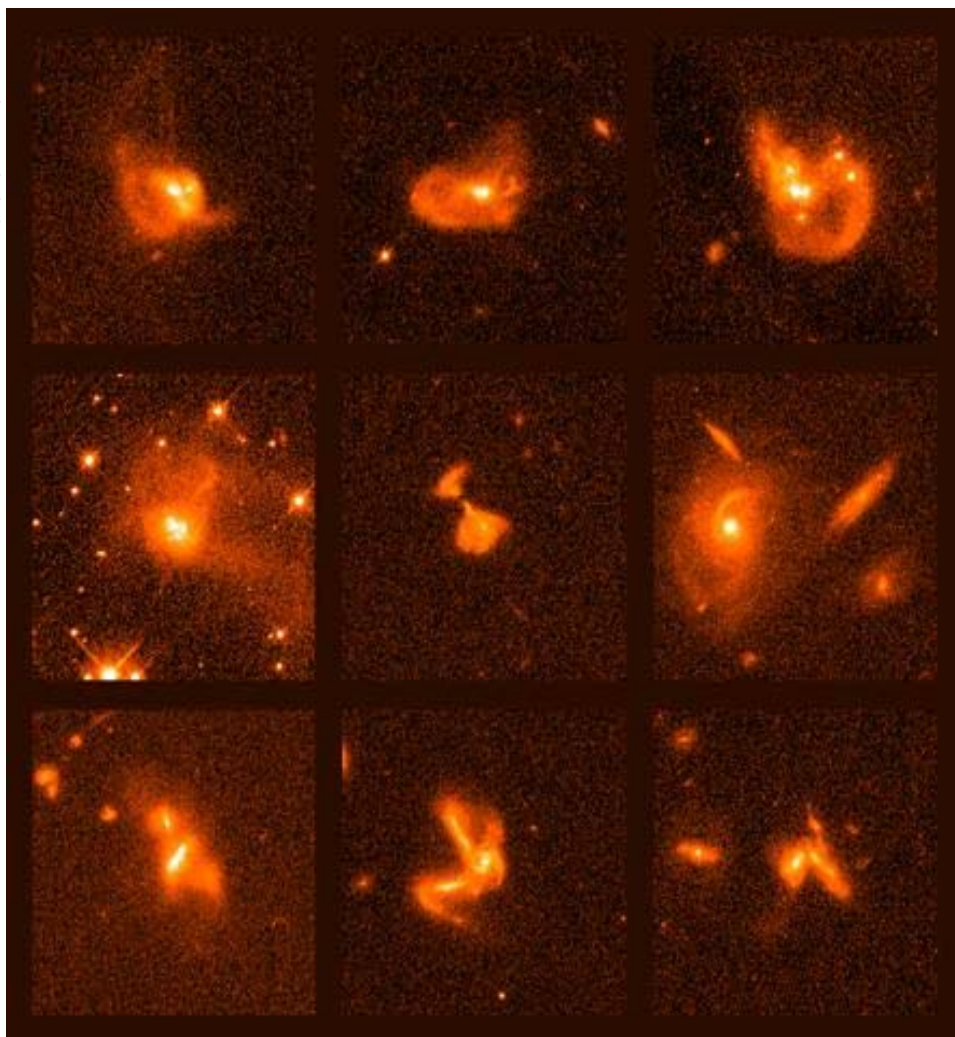
Πρωτοπόροι στη φωτογράφιση και ταξινόμηση «παράξενων» γαλαξιών στον ουρανό ήταν οι Β.Α. Vorontsov-Velyaminov το 1959 και Halton Arp στα μέσα της δεκαετίας 1960. Σήμερα γνωρίζουμε ότι τα ασυνήθιστα σχήματα αυτών των γαλαξιών οφείλονται σε βαρυτικές αλληλεπιδράσεις με γειτονικούς τους γαλαξίες.

Οι γαλαξιακές συγκρούσεις ήταν πολύ συχνές στο παρελθόν, όταν το Σύμπαν ήταν νεότερο και γι' αυτό πυκνότερο (όπως ξέρουμε το Σύμπαν ξεκίνησε από μια υπέρπυκνη κατάσταση και διαστέλλεται με την πάροδο του χρόνου, άρα όλα τα ουράνια σώματα στο εσωτερικό του διαρκώς απομακρύνονται αμοιβαία). Επομένως, η πιθανότητα δυο γαλαξίες να βρεθούν ο ένας στο βαρυτικό πεδίο του άλλου ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στο παρελθόν, ενώ σήμερα τέτοιες συγκρούσεις είναι σχετικά σπάνιες. Όταν όμως συμβαίνουν, αποτελούν για τους αστρονόμους ιδανική

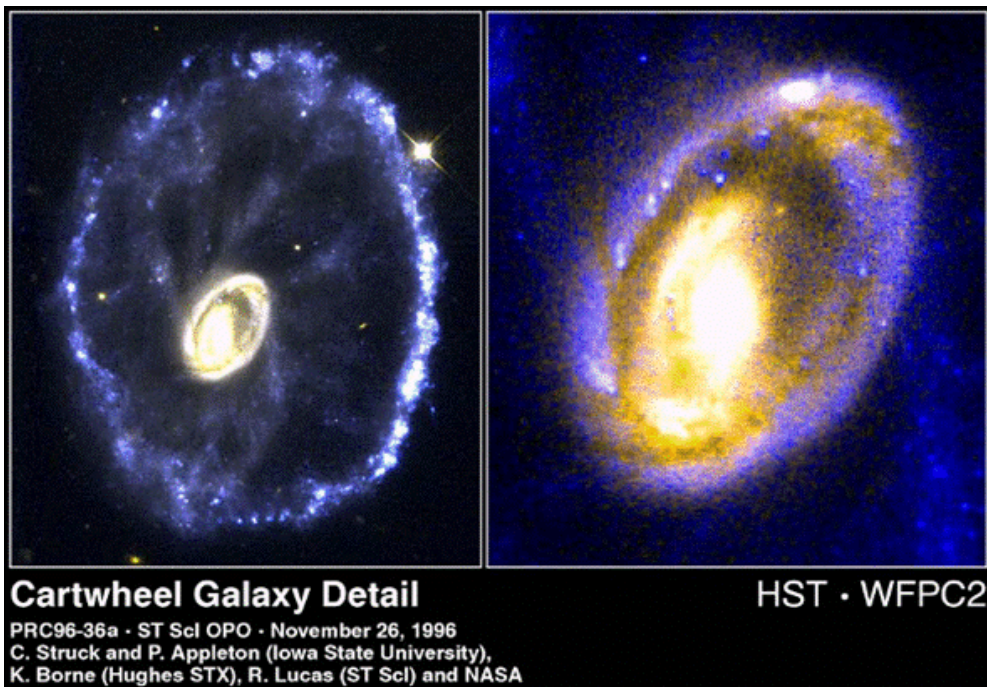
ευκαιρία για τη μελέτη πολλών σημαντικών φαινομένων, όπως τους τρόπους μεταφοράς και συμπίεσης τεράστιων ποσοτήτων αερίου στο κέντρο ενός γαλαξία, τη μαζική γέννηση άστρων και τη δημιουργία υπερβαρέων μελανών οπών στα γαλαξιακά κέντρα.

Η βαρυτική αλληλεπίδραση μεταξύ δυο (ή περισσότερων) γαλαξιών τυπικά χρειάζεται πολλά εκατομμύρια χρόνια για να ολοκληρωθεί, δηλαδή πολύ περισσότερο από τη ζωή και του μακροβιότερου αστρονόμου. Ευτυχώς οι επιστήμονες δεν χρειάζεται να περιμένουν τόσο για να απολαύσουν παρόμοια πυροτεχνήματα: για να μελετήσουν λεπτομερώς τα διάφορα στάδια μιας γαλαξιακής σύγκρουσης απλώς συγκεντρώνουν εικόνες από ένα μεγάλο αριθμό αλληλεπιδρώντων γαλαξιών, με τον ίδιο τρόπο που ένας βιολόγος θα συγκεντρώνε παρατηρήσεις ανθρώπων διαφόρων ηλικιών από τον πληθυσμό μιας χώρας, προκειμένου να μελετήσει φαινόμενα σε κλίμακα συγκρίσιμη με τη διάρκεια της ανθρώπινης ζωής. Μια τέτοια προσπάθεια ταξινόμησης αποτελεί και η ταυτόχρονη έκδοση από το Hubble τώσων εικόνων γαλαξιακών συγκρούσεων.

ΕΙΚΟΝΑ 2. Χαρακτηριστικά παραδείγματα πολλαπλών γαλαξιακών συγκρούσεων στο νεαρό Σύμπαν οι οποίες ανακαλύφθηκαν χάρη στους τεράστιους πληθυσμούς νεογέννητων άστρων που λάμπουν στα υπέρυθρα μήκη κύματος. Οι φωτογραφίες αυτές αποτελούν τμήματα μιας τριετούς μελέτης 123 γαλαξιών που βρίσκονται σε ακτίνα τριών δισεκατομμυρίων ετών φωτός από τη Γη.

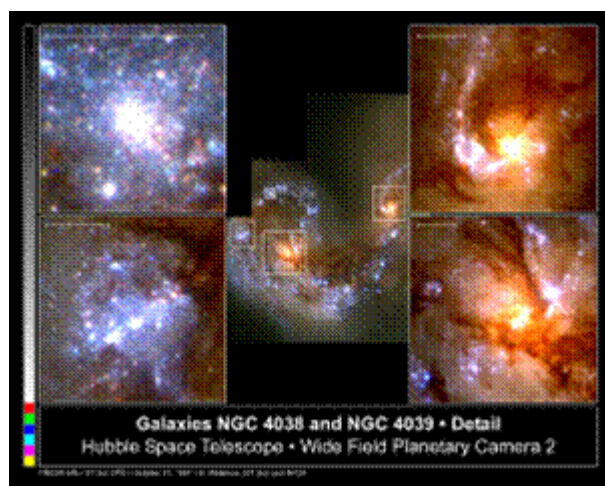
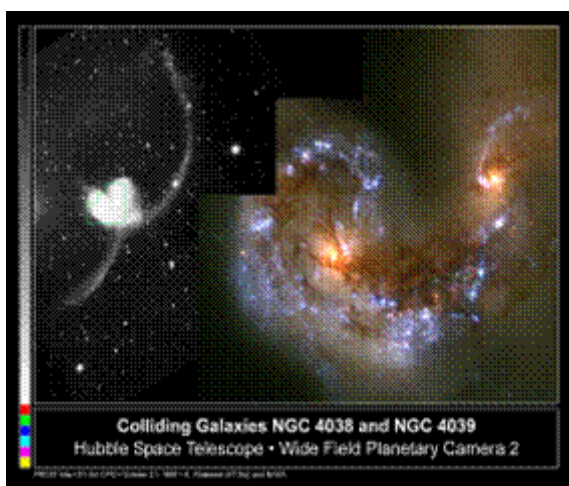


Τι όμως συμβαίνει κατά τη διάρκεια των δεκάδων εκατομμυρίων ετών που τυπικά διαρκεί ένας πλήρης κύκλος (από το πρώτο πλησίασμα μέχρι την τελική συγχώνευση) μιας γαλαξιακής αλληλεπίδρασης; Μετά το πρώτο πλησίασμα των δυο γαλαξιών, που μπορεί να διαρκέσει πολλά εκατομμύρια χρόνια, αέριο και άστρα ξεριζώνονται από τους δίσκους τους, και υπό την επίδραση των βαρυτικών δυνάμεων «παλίρροιας» δημιουργούν θεαματικούς σχηματισμούς, που διαφέρουν ανάλογα με τη γεωμετρία της αλληλεπίδρασης (παράλληλη ή υπό γωνία) και ανάλογα με τη μάζα και τον τύπο των γαλαξιών (π.χ. ελλειπτικοί ή σπειροειδείς). Νέφη αερίου υδρογόνου (το πιο άφθονο στοιχείο στο Σύμπαν) συμπιέζονται σε τέτοιες πυκνότητες και θερμοκρασίες που «αναφλέγονται» γεννώντας εκατομμύρια νέα άστρα. Οι αλληλεπιδρώντες γαλαξίες ακτινοβολούν τεράστια ποσά ενέργειας στα υπέρυθρα κυρίως μήκη κύματος. Μετά από έναν ή περισσότερους τέτοιους κύκλους πλησιάσματος και εκ νέου απομάκρυνσης, οι αλληλεπιδρώντες γαλαξίες έχουν πλέον παραμορφωθεί πέραν αναγνώρισεως, ενώ αέριο ανάμικτο με σκόνη έχει συγκεντρωθεί στους πυρήνες τους δημιουργώντας εύφορο περιβάλλον για την εκρηκτική δημιουργία νέων άστρων και την δημιουργία (ή την αναζωπύρωση μιας ήδη υπάρχουσας) μαύρης τρύπας στο κέντρο του ενός ή και των δυο γαλαξιών. Η τελική συγχώνευσή τους είναι πλέον αναπόφευκτη και στις περισσότερες περιπτώσεις επέρχεται σε λίγα εκατομμύρια χρόνια.



ΕΙΚΟΝΑ 3. Ο γαλαξίας - «τροχός» βρίσκεται σε απόσταση 500 εκ. ετών φωτός, στον αστερισμό Γλύπτης. Οι «ακτίνες» του τροχού είναι ροές ύλης που συνδέουν τον πυρήνα με το εξωτερικό δακτυλίδι το οποίο αποτελείται από νεογέννητα άστρα. Το κέντρο του γαλαξία φαίνεται σε μεγέθυνση δεξιά. Το ασυνήθιστο σχήμα του οφείλεται στην πρόσφατη (πριν 200 εκ. χρόνια) κατά μέτωπο σύγκρουσή του με ένα μικρότερο γαλαξία, μέλος μιας τετράδας γαλαξιών που αλληλεπιδρούν βαρυτικά.

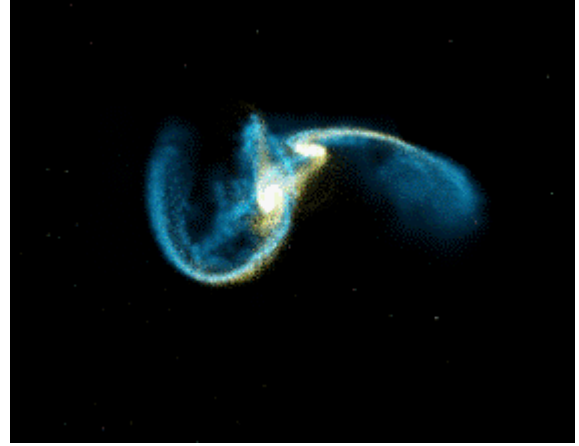
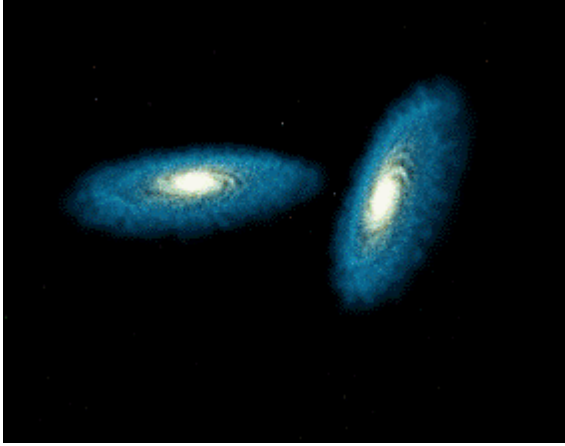
Μελετώντας τους μηχανισμούς δημιουργίας άστρων, μελανών οπών και νέων γαλαξιών που προήλθαν από γαλαξιακές συγκρούσεις, μπορούμε καλύτερα να καταλάβουμε πώς δημιουργήθηκε και εξελίχθηκε το Σύμπαν στα πρώτα του βήματα, τότε που οι βίαιες συγκρούσεις ήταν «καθημερινό» φαινόμενο. Πολλά ακόμη ερωτήματα παραμένουν: Για παράδειγμα, γιατί μερικοί γαλαξίες είναι σπειροειδείς και άλλοι ελλειπτικοί; Αποτελούνται τα σφαιρωτά σμήνη από τα παλαιότερα άστρα ενός γαλαξία ή είναι απολιθώματα πιο πρόσφατων αλληλεπιδράσεων;



ΕΙΚΟΝΑ 4. Αριστερά: Το διάσημο ζευγάρι γαλαξιών NGC 4038 και NGC 4039, «Οι Κεραίες», όνομα εμπνευσμένο από τους δυο τεράστιους παλιροειδείς σχηματισμούς φωτεινής ύλης που εκτοξεύονται από το κέντρο της σύγκρουσης και μοιάζουν με κεραίες εντόμου. Οι δυο γαλαξίες απέχουν 63 εκατομμύρια έτη φωτός από τη Γη. Πάνω από 1000 νέα αστρικά σμήνη είναι ορατά σε αυτή την εικόνα του διαστημικού τηλεσκοπίου Hubble.

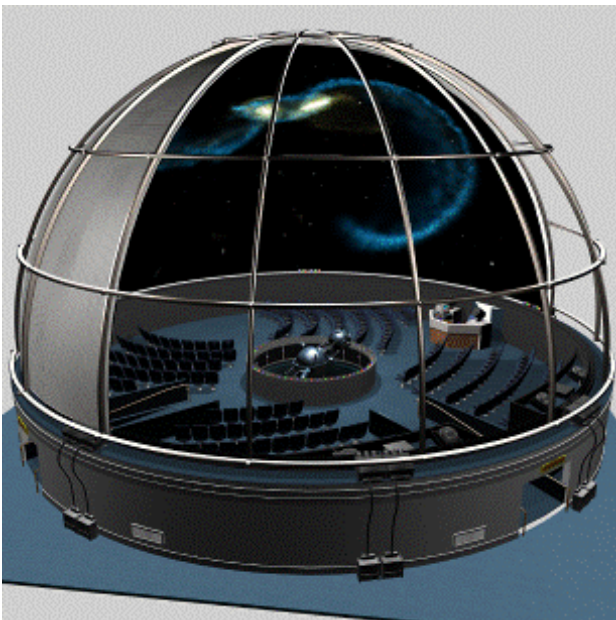
Δεξιά: Μεγέθυνση της κεντρικής περιοχής του ίδιου συστήματος, με τους πυρήνες των δυο γαλαξιών (δεξιά) να διατρέχονται από σκούρα “νήματα” σκόνης και κρύας ύλης που εισρέει στα δυο γαλαξιακά κέντρα. Οι φωτεινοί σπειροειδείς σχηματισμοί (αριστερά) αποτελούνται από νεογέννητα αστρικά σμήνη. Κάθε αστρικό σμήνος περιέχει 1 εκ. άστρα ηλικίας μερικών εκ. ετών.

Χρησιμοποιώντας όλα τα δεδομένα των παρατηρήσεών τους οι αστρονόμοι μπορούν τώρα να προχωρήσουν ένα βήμα παραπέρα και να μιμηθούν τη φύση, φτιάχνοντας διάφορα μοντέλα που αναπαράγουν με κάθε λεπτομέρεια τις παρατηρήσεις. Είναι οι λεγόμενες «γαλαξιακές προσομοιώσεις», παραδείγματα των οποίων βλέπουμε στην εικόνα 5.



ΕΙΚΟΝΑ 5. "Γαλαξιακές προσομοιώσεις".

Ο Γαλαξίας μας πλησιάζει το δίδυμο γειτονικό του γαλαξία Ανδρομέδα με ταχύτητα της τάξης των 450 χιλιάδων χιλιομέτρων την ώρα. Κάποια μέρα θα πλησιάσουν τόσο που θα είναι πια αδύνατο να αποφύγουν την καταστροφική σύγκρουση που θα παραμορφώσει και θα συγχωνεύσει τους δίσκους τους, έτσι ώστε στο τέλος τίποτα πια δεν θα θυμίζει την αρχική τους μορφή. Η ισχυρή βαρυτική αλληλεπίδραση θα προκαλέσει σταδιακά την συμπίεση των δίσκων αερίου που περιβάλλουν τους πυρήνες τους, ανάβοντας εκατομμύρια νέα άστρα και εκτοξεύοντας στο διάστημα τεράστιες ουρές αερίου και σκόνης. Κατά πάσα πιθανότητα οι γαλαξίες θα ξεφύγουν από τον πρώτο τους έναγκαλισμό απομακρυνόμενοι γρήγορα ο ένας από τον άλλο. Όχι για πολύ όμως, σε 100 εκατομμύρια χρόνια η Ανδρομέδα θα κάνει στροφή επί τόπου και θα «επιτεθεί» κυριολεκτικά κατά μέτωπο στον Γαλαξία μας. Η δεύτερη σύγκρουση αναπόφευκτα θα οδηγήσει στη συγχώνευση σε ένα μόνο εναπομείναντα γαλαξία με μορφή ελλειψοειδούς και μάζα περίπου ίση με το άθροισμα των μαζών των δυο γαλαξιών, και πιθανότατα με μια ενεργοποιημένη μαύρη τρύπα στο κέντρο. Ευτυχώς κάτι τέτοιο δεν θα συμβεί παρά σε πέντε περίπου δισεκατομμύρια χρόνια, χρονικό διάστημα τεράστιο για την κλίμακα ζωής στη Γη, αλλά μέρος μόνο της ζωής ενός γαλαξία.



ΕΙΚΟΝΑ 6. Τρισδιάστατη προσομοίωση γαλαξιακών συγκρούσεων, όπως προβάλλεται στο Πλανητάριο Einstein του National Air and Space Museum στη Washington DC των ΗΠΑ. Καθώς οι γαλαξίες πλησιάζουν και απομακρύνονται στον αυτοκαταστροφικό χορό τους, οι ουρές τους περιβάλλουν τους θεατές δημιουργώντας την ψευδαίσθηση ότι βρίσκονται αιωρούμενοι στο διάστημα στο κέντρο της τρομακτικής αυτής σύγκρουσης. Για την πρωτοποριακή αυτή παρουσίαση, συνεργάστηκαν επιστήμονες από το Space Telescope Science Institute της Βαλτιμόρης των ΗΠΑ με τεχνικούς υπολογιστών γραφικών του Hollywood, με τελικό αποτέλεσμα μια συγκλονιστική εμπειρία για τους χιλιάδες επισκέπτες του μουσείου.



ΕΙΚΟΝΑ 7. Αριστερά: Μια εντυπωσιακή γαλαξιακή σύγκρουση στο σύστημα γαλαξιών NGC 6745. Οι αστρονόμοι το παρομοιάζουν με ένα πουλί - ο μεγάλος γαλαξίας στο κέντρο - που ετοιμάζεται να καταβροχθίσει τη λεία του - ένα μικρό περαστικό γαλαξία (μόλις φαίνεται κάτω δεξιά). Το λαμπρό μπλέ «ράμφος» και τα «φτερά» στην κορυφή, είναι νεογέννητα άστρα, ίχνη που άφησε πίσω του ο μικρός γαλαξίας μετά την σύγκρουσή του με τον μεγάλο σπειροειδή γαλαξία.

Δεξιά: Το τελευταίο στάδιο της συγχώνευσης των πυρήνων δυο γαλαξιών στο σύστημα Arp 220. Ο ένας πυρήνας, με μάζα ενός δισεκατομμυρίου ηλιακών μαζών, μοιάζει με ημισέληνο (το άλλο μισό καλύπτεται από δίσκο σκόνης). Ο δεύτερος φαίνεται στα αριστερά του σε απόσταση 1200 ετών φωτός. Προφανώς οι δυο πυρήνες περιστρέφονται ο ένας γύρω από τον άλλον σε σπειροειδή τροχιά που φθίνει συνεχώς, μέχρι την τελική τους συγχώνευση. Ο Arp 220 βρίσκεται στον αστερισμό Οφιούχος σε απόσταση 250 εκ. ετών φωτός από τη Γη. Φωτογραφία του Διαστημικού Τηλεσκοπίου Hubble χρησιμοποιώντας τρία υπέρυθρα φίλτρα. Οι απόχρωσεις από το μπλε στο κόκκινο υποδεικνύουν μετάβαση από μικρότερα σε μεγαλύτερα μήκη κύματος, αντίστοιχα.