

Εξέλιξη και δημιουργία των γαλαξιών

Ως γαλαξίες ορίζουμε την συγκέντρωση αστέρων και άλλης βαρυονικής ύλης στα κέντρα αλεών σκοτεινής ύλης. Οι διαδικασίες που χρειάζονται για την δημιουργία και εξέλιξη των γαλαξιών χωρίζονται σε 3 φάσεις.

1) Οι συμπυκνώσεις (σε σκοτεινή ύλη και βαρυόνια) μεγαλώνουν, αποκόπτονται από την γενική συμπαντική διαστολή και καταρρέουν βαρυτικά. Έτσι δημιουργούνται οι άλως της σκοτεινής ύλης.

2) Τα βαρυόνια ψύχονται μέσω ακτινοβολίας και συγκεντρώνονται στα κέντρα των άλεων. Σε ευνοϊκές συνθήκες δημιουργούνται εκεί αστέρια, που θα αποτελέσουν το ορατό μέρος του γαλαξία. Η σκοτεινή ύλη δεν μπορεί να αποβάλλει θερμοκρασία και έτσι δεν καταρρέει μαζί με την βαρυονική.

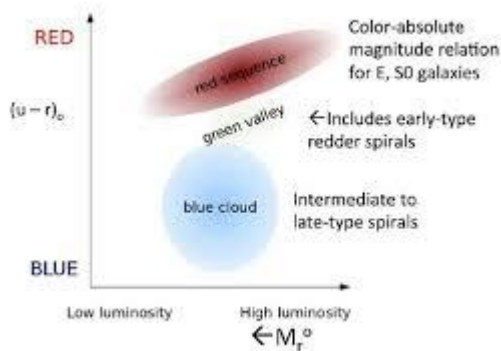
3) Στο ιεραρχικό μοντέλο του σύμπαντος οι μικρές άλως σκοτεινής ύλης συγχωνεύονται, μαζί με το περιεχόμενό τους, σε μεγάλες δομές (merger). Αυτή η διαδικασία δεν οδηγεί μόνο στην δημιουργία μεγάλων γαλαξιών, αλλά μέσω μεγάλων συγχωνεύσεων αλλάζει και την μορφολογία τους (από σπειροειδείς σε ελλειπτικούς).

Αυτές οι διαδικασίες ξεκίνησαν αρκετά νωρίς ($z > 5$), για τους περισσότερους σημερινούς γαλαξίες και είναι ακόμη σήμερα αισθητές. Έτσι δεν έχει νόημα ένας αυστηρός διαχωρισμός ανάμεσα σε δημιουργία και εξέλιξη γαλαξιών. Ιδίως η εξέλιξη της αστρογέννησης μεταξύ $0 < z < 7$ είναι εμπειρικά γνωστή, με κορύφωση της αστρογέννησης την εποχή $2 < z < 4$.

Το 95 % των σημερινών αστέρων δημιουργήθηκε μετά την εποχή $z = 5$.

Οι μικρότεροι σήμερα γνωστοί γαλαξίες περιέχουν μόνο 500 άστρα, λιγότερο από πολλά αστρικά σμήνη. Έτσι το ιστορικό εξέλιξης είναι απαραίτητο για τον χαρακτηρισμό ενός γαλαξία.

Ο γαλαξιακός πληθυσμός του σημερινού σύμπαντος δείχνει μεγάλη κανονικότητα. Η κατανομή σε χαρακτηριστικά όπως η αστρική μάζα, η μάζα της άλω, ο ρυθμός της αστρογέννησης, η μέση μεταλλικότητα των αστέρων, το μέγεθος ενός γαλαξία, η μορφολογία του και η μάζα της κεντρικής μ. τρύπας είναι σχεδόν μονοδιάστατη, με καθοριστική παράμετρο την αστρική μάζα. Η κατάσταση αυτή είναι ακόμα υπό έρευνα και μοιάζει με το διάγραμμα H/R των αστέρων.



Η δημιουργία και εξέλιξη των άλεων σκοτεινής ύλης.

Η εξέλιξη μιας σφαιρικής συμπύκνωσης μπορεί να περιγραφεί με τους εξής τρόπους.

Μια μη γραμμική συμπύκνωση οδηγεί την ύλη από την κατάσταση της μέγιστης διαστολής σε κατάρρευση, με πυκνότητα 5,5 φορές την τότε μέση πυκνότητα του σύμπαντος. Το μέγεθος μετά την συμπύκνωση είναι το μισό της μέγιστης διαστολής της ύλης και η μέση πυκνότητα είναι 8 φορές μεγαλύτερη.

Συγκέντρωση βαρυονίων στην άλω σκοτεινής ύλης και αστρογέννηση.

Αυτή αποτελεί ένα σύνθετο πρόβλημα που η λύση του απαιτεί μεγάλη κλίμακα μαζών (από 10 τρις ηλιακές μάζες της γαλαξιακής άλως μέχρι 1 ηλιακή μάζα για το κάθε άστρο).

Μέχρι σήμερα έχουμε λύσεις κατά προσέγγιση, κατανοώντας πολλά σχετιζόμενα φυσικά φαινόμενα στη βάση τους. Το ενεργειακό ισοζύγιο των αερίων έχει κεντρικό ρόλο.

Οι διαδικασίες θέρμανσης έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά

-Ο ιονισμός μετά από την εποχή $z=6$ εμποδίζει το αέριο να βυθιστεί στο κέντρο των άλεων.

- Η αστρογέννηση σε πολύ μικρές άλως είναι αναποτελεσματική ή και αδύνατη.
- Ο χρόνος που χρειάζεται για την ψύξη αερίων σε πολύ μεγάλης μάζας άλως (γαλαξιακά σμήνη) υπερβαίνει τον χρόνο Hubble (ηλικία του σύμπαντος).
- Υπάρχει ανώτατο όριο μάζας στους γαλαξίες.

Η ψύξη των αερίων

- Η ακτινοβολία επιβράδυνσης είναι σημαντική στις υψηλές θερμοκρασίες, όπου η ακτινοβολία μέσω γραμμών εκπομπής είναι αναποτελεσματική λόγω του πλήρους ιονισμού του αερίου.
- Οι γραμμές επανασύνδεσης δείχνουν συνήθως απότομη διέγερση και συνδέονται με την ψύξη.
- Η ικανότητα του αερίου να ψύχεται μέσω ακτινοβολίας εξαρτάται από την πυκνότητα, την χημική του σύσταση και την θερμοκρασία του. Αέριο με θερμοκρασία ανάμεσα σε 10000 και 100000 βαθμούς ψύχεται αποτελεσματικά.
- Ο συνδυασμός της βαρυονικής φυσικής με την σε εξέλιξη άλω σκοτεινής ύλης γίνεται με ημι-αναλυτικά μοντέλα ή άμεσες υδροδυναμικές προσομοιώσεις. Αυτά τα μοντέλα έχουν ελεύθερες παραμέτρους που περιγράφουν π. χ. την αποτελεσματικότητα αστρογέννησης. Σε μερικές περιοχές η ψύξη είναι τόσο αποτελεσματική ώστε η αστρογέννηση έπρεπε να γίνει γρηγορότερα από ότι μπορούμε να παρατηρήσουμε (θα έπρεπε να έχουμε πιο μεγάλη μετατόπιση στο ερυθρό). Άρα πρέπει να υπάρχουν ανασταλτικοί παράγοντες της ψύξης (εκρήξεις σουπερνόβα, αστρικοί άνεμοι, ιονισμένες ακτινοβολίες, κεντρικές μαύρες τρύπες).

Η στροφορμή και το μέγεθος των γαλαξιών.

- Η ψύξη των αερίων μέσω ισότροπης ακτινοβολίας μειώνει την θερμική ενέργεια του γαλαξία, αλλά όχι και την στροφορμή του. Όπως και σε άλλες περιπτώσεις (πρωτοπλανητικοί δίσκοι) πετυχαίνεται η κατάσταση ελάχιστης ενέργειας σε δεδομένη στροφορμή, με αποτέλεσμα τη δημιουργία δίσκου.
- Με την αστρογέννηση από τα αέρια στον δίσκο διαμορφώνεται η μορφολογία των γαλαξιών σε σπειροειδείς (χωρίς την επίδραση γαλαξιακής συγχώνευσης).

Αποτίμηση της στροφορμής.

- Η στροφορμή δημιουργείται από διαστήματα περιστροφής στην αρχή του σχηματισμού του γαλαξία, που οφείλονται σε γειτονικές τυχαίες συμπυκνώσεις (ασύμμετρη κατανομή μάζας). Αυτά τα διαστήματα είναι πιο αποτελεσματικά αν οι συμπυκνώσεις είναι μεγάλες και η ύλη της μελλοντικής άλως έχει διασταλεί πολύ.
- Η μάζα ενός γαλαξιακού δίσκου ακτίνας 10 kpc πρέπει να προέρχεται από μια αρχική ακτίνα 100kpc, την ακτίνα της άλω. Το μέγεθος των σπειροειδών γαλαξιών καθορίζεται από την στροφορμή της μάζας στην άλω. Να σημειώσουμε ότι σε αριθμητικές προσομοιώσεις η διατήρηση της στροφορμής δεν είναι δεδομένη.

Συγχώνευση γαλαξιών και μορφολογία τους.

- Οι άλως σκοτεινής ύλης των γαλαξιών και οι γαλαξίες στα κέντρα τους συγχωνεύονται λόγω της δυναμικής τριβής. Η τελική φάση μιας τέτοιας συγχώνευσης μπορεί να περιγραφεί από έντονη χαλάρωση (ισορροπία). Αυτή η διαδικασία είναι καθοριστική για την ανάπτυξη των γαλαξιών και την μορφολογία τους. Στην προσομοίωση Λ CDM (ψυχρή σκοτεινή ύλη) αναμένουμε οι σημερινοί γαλαξίες να έχουν περάσει μια σειρά από συγχωνεύσεις. Αυτές μπορούμε να τις παρατηρήσουμε καλά. Σε μια σημαντική συγχώνευση (σχέση μαζών 4-1 ή μικρότερη) οι δίσκοι σχεδόν καταστρέφονται και εξελίσσονται σε σφαίρες (οι σπείρες γίνονται ελλείψεις). Μικρότερες συγχωνεύσεις είναι πιο συνηθισμένες και έχουν ως αποτέλεσμα μόνο μια κινητική θέρμανση του δίσκου του μεγαλύτερου γαλαξία.
- Οι συγχωνεύσεις δημιουργούν, λόγω της διατάραξης, δυναμικά κρουστικά κύματα και συμπίεση του ψυχρού αερίου, με αποτέλεσμα την έναρξη ισχυρής αστρογέννησης.
- Τα αστέρια σε ελλειπτικούς γαλαξίες δημιουργήθηκαν (κυρίως) πριν την τελευταία περίοδο συγχώνευσης (παλαιός αστρικός πληθυσμός), ενώ σε γαλαξίες όπου τα περισσότερα άστρα βρίσκονται στον δίσκο, όπως ο δικός μας, αυτά δημιουργήθηκαν (κυρίως) μετά την τελευταία γαλαξιακή συγχώνευση (παλαιός και νέος αντρικός πληθυσμός).

Καθορισμός αποστάσεων των γαλαξιών.

- Δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε άμεσες μεθόδους. Χρησιμοποιούμε μια κλίμακα

αποστάσεων, δηλαδή διάφορες μεθόδους με αυξανόμενη εμβέλεια μαζί. Το μειονέκτημα είναι ότι έτσι το σφάλμα είναι μεγαλύτερο. Βασικά μεγέθη αποτελούν η μέτρηση της λαμπρότητας και του γεωμετρικού μεγέθους, και η μετατόπιση στο ερυθρό.

Πρωτογενείς μέθοδοι είναι αυτές που εφαρμόζονται στον δικό μας Γαλαξία και μεταφέρονται στα εξωγαλαξιακά συστήματα. Αυτές είναι

.Τα λαμπρά, μη μεταβλητά άστρα, που όμως μπερδεύονται με περιοχές (HII).

.Οι κλασικοί Κηφείδες, με σχέση περιόδου- λαμπρότητας.

.Τα άστρα RR Λύρας που δεν έχουν γραμμική εξάρτηση από τις αναλογίες των στοιχείων τους (άστρα του ασυμπτωτικού κλάδου).

.Οι μεταβλητοί απόκρυψης, που μας δίνουν την επιφανειακή θερμοκρασία τους από το φάσμα και το χρώμα τους, ενώ η καμπύλες φωτός μας δίνουν τις διαμέτρους τους σε κλάσματα της περιφοράς τους. Έτσι μπορούμε να υπολογίσουμε, βάσει των νόμων του Κεπλερ και της σχέσης μάζας-λαμπρότητας, τη σχετική συμβολή του κάθε μέλους του συστήματος στην λαμπρότητα, άρα και την απόσταση. Αυτή η τεχνική εφαρμόζεται μέχρι τώρα μόνο ως τα Μαγγελανικά νέφη.

.Οι Νόβα, όπου οι γρήγοροι Νόβα έχουν γρήγορη πτώση λαμπρότητας. Οι αργοί και οι γρήγοροι ξεχωρίζουν 15 ημέρες μετά από το μέγιστο λαμπρότητας (έχουν ορισμένη λαμπρότητα).

.Τα πλανητικά νεφελώματα, όπου υπάρχει σχέση της λαμπρότητας του κεντρικού αστέρα με την λαμπρότητα του νεφελώματος.

Δευτερογενείς μέθοδοι είναι αυτές που εφαρμόζονται μόνο σε εξωγαλαξιακά συστήματα και είναι ιδανικές για κοντινούς γαλαξίες.

.Η διάμετρος των περιοχών (HII).

.Οι σουπερνόβα, όπου οι τύπου Ia έχουν πάντα (σχεδόν) την ίδια απόλυτη λαμπρότητα ($-19,3\text{mag} \pm 0,12$). Από την διαστολή των υπολειμμάτων και από την ταχύτητα διαστολής που μετράμε φασματοσκοπικά συμπεραίνουμε γεωμετρικά την απόσταση. Οι τύπου II μας δίνουν την απόσταση από το θεώρημα περιόδου- λαμπρότητας (Stefan -Boltzmann).

.Οι κλιμακωτές σχέσεις. Αποτελούν μέτρηση της ολικής λαμπρότητας ενός γαλαξία με μεθόδους ανεξάρτητες από την απόσταση. Αυτές είναι οι διάμετροι των φασματικών γραμμών, η διασπορά ταχυτήτων και το θεμελιώδες επίπεδο.

.Η λαμπρότητα των πλανητικών νεφελωμάτων παρουσιάζει εκθετική μείωση σε χαρακτηριστική λαμπρότητα, που αποτελεί οδηγό απόστασης.

.Η λαμπρότητα των σφαιρωτών σμηνών ενός γαλαξία δείχνει το μέγιστο σταθερής απόλυτης λαμπρότητας.

.Η διακύμανση της επιφανειακής λαμπρότητας. Η κατανομή αστρικών συγκεντρώσεων σε ένα γαλαξία φαίνεται όλο και πιο ομοιόμορφη σε δεδομένη γωνιακή ανάλυση, όσο πιο μακριά είναι αυτός.

.Η μέτρηση του λαμπρότερου αντικειμένου του γαλαξία (ο μέσος όρος 7 γαλαξιακών σμηνών για αυτήν την μέθοδο είναι τα -21mag).

.Η επίδραση Sunjanjew- Seldowitsch. Εξαρτάται από την πυκνότητα των ηλεκτρονίων και την θερμοκρασία των ηλεκτρονίων του πλάσματος σε γαλαξιακά σμήνη. Και η λαμπρότητα στις ακτίνες X εξαρτάται από αυτές τις παραμέτρους. Από την ισχύ αυτής της επίδρασης και την λαμπρότητα στις ακτίνες X μπορούμε να συμπεράνουμε την γωνιακή διάμετρο, άρα και την απόσταση.

.Τέλος, η κοσμολογική μετατόπιση στο ερυθρό z.

Η τοπική γαλαξιακή ομάδα

Πρόκειται για ένα μικρό γαλαξιακό σμήνος, στο οποίο ανήκει και ο Γαλαξίας μας.

Λόγω μικρής απόστασης μπορούμε να εξετάσουμε τους γαλαξίες της και την αλληλεπίδρασή τους σε μεγάλο βαθμό, και να αποτελέσουν δείγμα για τη μελέτη πιο μακρινών γαλαξιών. Οι γαλαξίες μιας ομάδας πρέπει να είναι βαρυτικά δεμένοι μεταξύ τους.

Αυτό μας επιτρέπει να γνωρίζουμε τις αποστάσεις και τις ταχύτητές τους, καθώς και τις μάζες τους. Την μεγαλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις την πετυχαίνουμε για τον Γαλαξία μας και τον γαλαξία της Ανδρομέδας.

Μας είναι γνωστά 50 μέλη της τοπικής ομάδας. Οι 3 είναι σπειροειδείς (οι μεγαλύτεροι) και οι

υπόλοιποι είναι νάνοι και ανώμαλοι, και δεν έχουμε ελλειπτικό γαλαξία (αυτό έχει να κάνει με το ότι η ομάδα μας είναι στις παρυφές του γαλαξιακού σμήνους). Οι περισσότεροι είναι νάνοι με πολύ μικρή επιφανειακή λαμπρότητα, άρα εντοπίζονται και μελετώνται δύσκολα. Πρέπει να υπάρχουν και άλλοι πολλοί νάνοι που είναι αθέατοι από εμάς, λόγω της απορρόφησης του φωτός τους από την σκόνη του Γαλαξία μας. Έτσι υπάρχει το πρόβλημα των αγνοουμένων γαλαξιών- δορυφόρων (missing satellite problem). Η θεωρία της ιεραρχικής δημιουργίας δομής στην Λ CDM κοσμολογία προβλέπει για άλως μεγάλης μάζας πολλούς γαλαξίες-δορυφόρους μικρής μάζας. Αυτό δεν έχει επιβεβαιωθεί μέχρι σήμερα. Η ανακάλυψή τους στην τοπική ομάδα θα αποτελούσε τη λύση του προβλήματος. Υπάρχει συγκέντρωση γαλαξιών σε τρεις υποομάδες, τη γαλαξιακή (του δικού μας Γαλαξία), την ομάδα της Ανδρομέδας και την NGC 3109, και μερικά διάχυτα κατανεμημένα συστήματα (LGC= local group cloud). Οι νάνοι γαλαξίες τύπου dE και dSph βρίσκονται συνήθως κοντά σε έναν μεγάλο σπειροειδή, ενώ οι Irr είναι σχετικά απομονωμένοι (εξαιρέση αποτελούν τα νέφη του Μαγγελάνου). Οι μικρής μάζας dIrr είναι χαμηλής μεταλλικότητας, άρα και σε σχετικά μη εξελίξιμη κατάσταση. Ο IC10 είναι ο κοντινότερος γαλαξίας μας που παρουσιάζει ξέσπασμα αστρογέννησης (Starburst galaxy).

Οι κινήσεις των γαλαξιών.

Ο M31 κινείται προς τον Γαλαξία μας, λόγω της βαρυτικής τους αλληλεπίδρασης. Με τις κινήσεις τους υπολογίζουμε τις μάζες τους, και από αυτές της σχέση μάζας- λαμπρότητας των 50 γαλαξιών της τοπικής ομάδας. Το συμπέρασμα είναι ότι η τοπική ομάδα κυριαρχείται από τη σκοτεινή ύλη που είναι συγκεντρωμένη στους μεμονωμένους γαλαξίες.

Αλληλεπίδραση του Γαλαξία μας με μεγάλης μάζας μέλη της ομάδας.

Ο γαλαξίας του Τοξότη έχει παραμορφωθεί σε τόξο που καλύπτει σχεδόν όλο τον ουρανό. Μας δυσκολεύει έτσι να διακρίνουμε άλλους γαλαξίες-μέλη της ομάδας, αλλά μας επιτρέπει την μελέτη της ιεραρχικής δημιουργίας των γαλαξιών μεγάλης μάζας. Η αναθεώρηση της δημιουργίας των αστέρων είναι πιθανή, αφού οι γαλαξίες αναλύονται σε αστρικούς πληθυσμούς, που σημαίνει ότι η διαδικασία της δημιουργίας αστέρων είναι πολύπλοκη.

Μικρό και μεγάλο Μαγγελανικό νέφος.

Είναι συνοδοί του Γαλαξία μας στον νότιο ουρανό. Είναι τόσο μακριά ώστε να τους βλέπουμε ολόκληρους, αλλά και τόσο κοντά ώστε να έχουμε λεπτομερείς παρατηρήσεις. Αναλύονται σε εκατομμύρια αστέρια, σμήνη, μεταβλητούς και μεσοαστρική ύλη. Από πρώτη άποψη είναι ανώμαλοι γαλαξίες (η κατηγορία νάνων που θεωρούνται οι θεμέλιοι λίθοι του Γαλαξία μας).

Το μεγάλο δείχνει σημάδια σπείρας με ράβδο. Ο δίσκος του έχει κλίση 45 μοίρες στο οπτικό μας πεδίο. Το μικρό έχει σχήμα πούρου, και βλέπουμε τον 20 κpc μακρύ άξονά του. Οι κινήσεις των αστέρων του είναι ακανόνιστες, ενώ αυτές του μεγάλου δείχνουν περιφορά με 80 km/s. Οι δύο νάνοι περιφέρονται σε απόσταση 20kpc ο ένας γύρω από τον άλλον και κινούνται μαζί σε σχεδόν πολική τροχιά γύρω από τον Γαλαξία μας. Η δομή και των δύο έχει διαταραχτεί από την βαρυτική επίδραση του δικού μας.

Ένας βραχίονας από τον μεγάλο εκτείνεται προς τον δικό μας Γαλαξία. Μεταξύ τους υπάρχει μία γέφυρα από αέριο και νέα σμήνη, και πίσω από τον μικρό εκτείνεται το Μαγγελανικό ρεύμα κατά μήκος ενός μεγάλου κύκλου που καταλαμβάνει πάνω από το 1/3 του ουρανού. Στα ραδιοκύματα μετράμε τα 2 νέφη να είναι πολύ πιο μεγάλα από ότι παρατηρούμε στο οπτικό. Και τα 2 έχουν το ίδιο μέγεθος, με το μικρό να έχει μεγαλύτερο ποσοστό σε μεσοαστρική ύλη.

Το σύστημα της Ανδρομέδας M31.

Οι διαστάσεις, η δομή, η μάζα, τα μεμονωμένα αντικείμενα, η περιστροφή και η ραδιοακτινοβολία του M31 μοιάζουν πολύ με του δικού μας Γαλαξία. Στο κέντρο του έχει 3 πυρήνες. Οι Π1 και Π2 έχουν μεταξύ τους απόσταση ένα εκατοστό της μοίρας και κυριαρχούνται από ερυθρούς γίγαντες. Μέσα στον Π2 βρίσκεται ο Π3 με μπλε φάσμα (καυτά αστέρια). Η κινητική του είναι σύμφωνη με κίνηση γύρω από μια πολύ μεγάλης μάζας μαύρη τρύπα. Επίσης παρατηρούμε εσωτερικούς δίσκους αστρογέννησης, με τον σημαντικότερο στα 10 κpc από το κέντρο του γαλαξία.

Τύποι γαλαξιών και τα φυσικά τους χαρακτηριστικά.

Κανονικοί σπειροειδείς. Πολύ επίπεδοι δίσκοι που υποστηρίζονται από την περιστροφή τους, με σπειροειδείς βραχίονες (όπου έχουμε αστρογέννηση) και μια κεντρική ράβδο (απαλλαγμένη από νεαρά άστρα). Μάζα 1 δισ.- 1 τρις ηλιακές, μέγεθος 6-100 κpc, λαμπρότητα 100 εκ.- 100 δις ηλιακές.

Νεότερου τύπου. Με πολύ λίγη σκόνη και αέριο, κυριαρχούνται από μεγάλης ηλικίας αστέρια. Μάζα 1 εκ.- 100 τρις ηλιακές, μέγεθος 1- 150 κpc και λαμπρότητα 1 εκ.- 1 τρις ηλιακές.

Ραβδωτοί. Σπειροειδείς με σπείρες αερίων και σκόνης που καταλήγουν σε μπάρα που διασχίζει τον πυρήνα. Όμοιες μάζες και λαμπρότητες με τους σπειροειδείς.

Ανώμαλοι. Δεν κυριαρχεί ένας δίσκος ή μια μπάρα, με το 10%- 20% της μάζας τους να είναι αέριο. Μάζα 1 εκ.- 100 δις ηλιακές, διάμετρος 1- 10 κpc και λαμπρότητα 1 εκ.- 1 δις ηλιακές.

Αστρογέννησης. Με μεγάλο απόθεμα αερίων και υψηλό βαθμό αστρογέννησης. Μπορεί να είναι κανονικοί ή ακανόνιστοι στο σχήμα. Μάζα 1 εκ.- 10 δις ηλιακές, μέγεθος 100-1000 κpc, λαμπρότητα 1 δις- 100 τρις ηλιακές.

ULIRG. Με πολύ σκόνη, πιθανώς περιέχουν ισχυρούς AGN, και μεγαλύτερης λαμπρότητας από 1 τρις ηλιακές.

Νάνοι. Πολύ αμυδροί γαλαξίες, μάζας 1 εκ. ηλιακής και έκτασης 1000 pc

Σημείωση 1

Αρχαίοι σπειροειδείς γαλαξίες

Πρόσφατα παρατηρήσαμε έναν βαρυτικό φακό, που μας έδωσε πολύ καλή εικόνα (ενίσχυση του σήματος κατά 10 φορές), για τους σπειροειδείς γαλαξίες S0901 και <the clone> με $z = 2,3$ και 2 αντίστοιχα (το φως τους μας έρχεται μετά από 10 δις έτη φωτός περίπου). Εκείνη την εποχή η αστρογέννηση στο σύμπαν ήταν στο αποκορύφωμα ;135 νέα αστέρια κάθε χρόνο στον πρώτο και 35 στον δεύτερο γαλαξία, ενώ σήμερα στον δικό μας έχουμε περίπου 1 κάθε έτος.

Κανονικά οι γαλαξίες αυτής της εποχής μας δίνουν μια εικόνα τυρβώδους κίνησης αερίων και όχι <κανονικής> περιφοράς όπως σε σπειροειδείς γαλαξίες της εποχής μας. Το συμπέρασμα αυτό προέρχεται από την γραμμή εκπομπής του ιονισμένου άνθρακα (CII). Αυτή κάνει 2 κορυφές, μια για το μέρος του γαλαξία που μας πλησιάζει και μια για αυτό που απομακρύνεται λόγω της περιστροφής του. Σε περίπτωση τυρβώδους κίνησης θα είχαμε μόνο μια κορυφή. Μένει η επιβεβαίωση αυτής της ανακάλυψης από τα νέα ισχυρότερα τηλεσκόπια.

Σημείωση 2.

Το εξωγαλαξιακό φως υποβάθρου.

Το πείραμα CIBER (Cosmic Infrared Background Experiment) μελέτησε το εξωγαλαξιακό φως υποβάθρου (στο υπέρυθρο). Αυτή η ακτινοβολία είναι διάχυτη, δεν φαίνεται να προέρχεται από κάποια συγκεκριμένη πηγή, και συμβάλλει στον θόρυβο του υποβάθρου. Ανακαλύφτηκε από το τηλεσκόπιο υπέρυθρων Spitzer. Στην αρχή υποψήφιας πηγής ήταν μακρινοί αμυδροί γαλαξίες και αρχέγονες μαύρες τρύπες. Το σημερινό σενάριο είναι ότι η ακτινοβολία αυτή προέρχεται από άστρα που εξοστρακίστηκαν από τους γαλαξίες τους κατά τη διάρκεια συγχωνεύσεων ή δημιουργίας γαλα-

ξιών.

Η χωρική διασπορά και κυρίως οι φασματικές ιδιότητες επιβιβαιώνουν αυτήν την θεωρία. Στις παρατηρήσεις μεταξύ μήκος κύματος 1.1 και 1.6 μικρόμετρα πρέπει να ξεχωρίζουν οι προερχόμενες από μεγάλης μετατόπισης στο ερυθρό πηγές του πρώιμου σύμπαντος από τα μεμονομενα αστέρια. Από αυτές τις μετρήσεις έπρεπε να αφαιρεθούν το ζωδιακό φως και τα γνωστά άστρα και γαλαξίες. Η ανάλυση των φασμάτων μας δείχνει ότι το υπόβαθρο αυτό προέρχεται από αστέρια που έχουν διασκορπιστεί σε γαλαξιακές κλίμακες και δεν αναγνωρίζονται ως μεμονωμένες πηγές εκπομπής. Ετσι είναι πιθανό τα μισά αστέρια του σύμπαντος να βρίσκονται εκτός γαλαξιών!

Σημείωση 3

Νέος τύπος γαλαξία.

Στην κώμη της Βερενίκης ανακαλύψαμε 47 πολύ αμυδρά και εκτεταμένα αντικείμενα. Πρόκειται για πολύ αμυδρούς γαλαξίες σε απόσταση 300 εκ. ετών φωτός από εμάς στο σμήνος της κώμης. Λόγω της ασθενούς λαμπρότητας και της μεγάλης έκτασης που καταλαμβάνουν ονομάστηκαν UDK (Ultra diffuse Galaxies).

Πολλοί από αυτούς καταλαμβάνουν χωρική έκταση όση και ο γαλαξίας μας, ή ακόμη μεγαλύτερη. Η μάζα τους είναι όμως μόλις ένα μικρό κλάσμα αυτή του Γαλαξία μας, μόλις 60 εκ. ηλιακές (έναντι 400 δις ηλιακών μαζών του Γαλαξία μας). Τα <κόκκινα> φάσματά τους δείχνουν ότι περιέχουν μεγάλης ηλικίας, μικρής μάζας αστέρια, σαν τον Ήλιο μας ή ακόμη μικρότερα.

Παραμένει μυστήριο το πώς δημιουργήθηκαν. Εικάζεται ότι αυτοί οι γαλαξίες έχασαν πριν 13 δις έτη το μεγαλύτερο μέρος σκόνης και αερίων από αλληλεπιδράσεις με άλλους γαλαξίες και έτσι δημιουργήσαν μόνο περιορισμένο αριθμό αστεριών. Ένας χάρτης της σκοτεινής τους ύλης θα ήταν πολύ αποκαλυπτικός.

