



Γαλαξίες

	Ελλειπτικοί (E)	Σπειροειδείς (S) και (SB)	Ανώμαλοι (Ir)
Χαρακτηριστικά της δομής τους	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν έχουν δίσκο • Έχουν σχήμα ελλειψοειδές που κυμαίνεται από σχεδόν σφαιρικό E0 έως πολύ πλατυσμένο E7. • Έχουν πολύ πυκνό πυρήνα 	<ul style="list-style-type: none"> • Έχουν πολύ λεπτό δίσκο από αστέρες και αέρια, σπείρες και κεντρικό εξόγκωμα. Οι Sa και SBa έχουν το μεγαλύτερο εξόγκωμα και περίπου σφαιρική άλω. • Οι SB έχουν κεντρική ράβδο από αστέρες και αέρια. 	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν έχουν συγκεκριμένη δομή.
Αστέρες	<ul style="list-style-type: none"> • Περιέχουν μόνο παλαιούς αστέρες. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ο δίσκος περιέχει και παλαιούς και νέους αστέρες. • Η άλως περιέχει μόνο παλαιούς αστέρες. 	<ul style="list-style-type: none"> • Περιέχουν και παλαιούς και νέους αστέρες.
Αέρια και σκόνη	<ul style="list-style-type: none"> • Περιέχουν πολύ λίγα ή και καθόλου. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ο δίσκος περιέχει μεγάλες ποσότητες. • Η άλως περιέχει μικρή ποσότητα. 	<ul style="list-style-type: none"> • Περιέχουν άφθονη σκόνη και αέρια.
Δημιουργία αστέρων	<ul style="list-style-type: none"> • Καμιά σημαντική δημιουργία τα τελευταία 10 δισεκατομμύρια χρόνια. 	<ul style="list-style-type: none"> • Αυξανόμενη δημιουργία αστέρων στις σπείρες. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ζωηρή και αυξανόμενη δημιουργία αστέρων
Οι κινήσεις των μελών του γαλαξία	<ul style="list-style-type: none"> • Τυχαίες τροχιές και στις τρεις διευθύνσεις. 	<ul style="list-style-type: none"> • Τα αέρια και οι αστέρες στο δίσκο κινούνται σε τροχιές γύρω από το γαλαξιακό κέντρο. • Οι αστέρες στην άλω έχουν τυχαίες τροχιές και στις τρεις διευθύνσεις. 	<ul style="list-style-type: none"> • Οι αστέρες και τα αέρια έχουν πολύ ανώμαλες τροχιές.
Κατανομή των γαλαξιών	40% - 50%	40% - 50%	~5%
Διάμετρος	$30 \times 10^3 - 150 \times 10^3$ ε.φ.	90×10^3 ε.φ.	20×10^3 ε.φ.
Μάζα (μάζα Ηλίου =1)	10^5 έως 10^{13}	10^{11}	10^5
Λαμπρότητα (Ηλίου =1)	$10^8 - 10^{11}$	10^{10}	10^9

ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΩΝ ΓΑΛΑΞΙΩΝ

Οι ενεργοί γαλαξίες εκπέμπουν τεράστιες ποσότητες ακτινοβολίας, η οποία δεν προέρχεται εξ ολοκλήρου από τους αστέρες τους.

Το σημαντικότερο μέρος της προέρχεται από την έντονη δραστηριότητα που παρατηρείται στους πυρήνες τους.

Οι ιδιότητες που ακολουθούν χαρακτηρίζουν τους ενεργούς γαλαξίες.

1. Έχουν τεράστιες φωτεινότητες, μεγαλύτερες από 10^{37} W, που είναι η ποσότητα ακτινοβολίας ενός αρκετά φωτεινού τυπικού γαλαξία.

2. Η ενέργεια εκπομπής τους είναι κυρίως μη αστρική, δεν προέρχεται, δηλαδή, από τους αστέρες τους, ακόμα και αν υποθεθεί ότι αποτελούνται από τρισεκατομμύρια αστέρες.

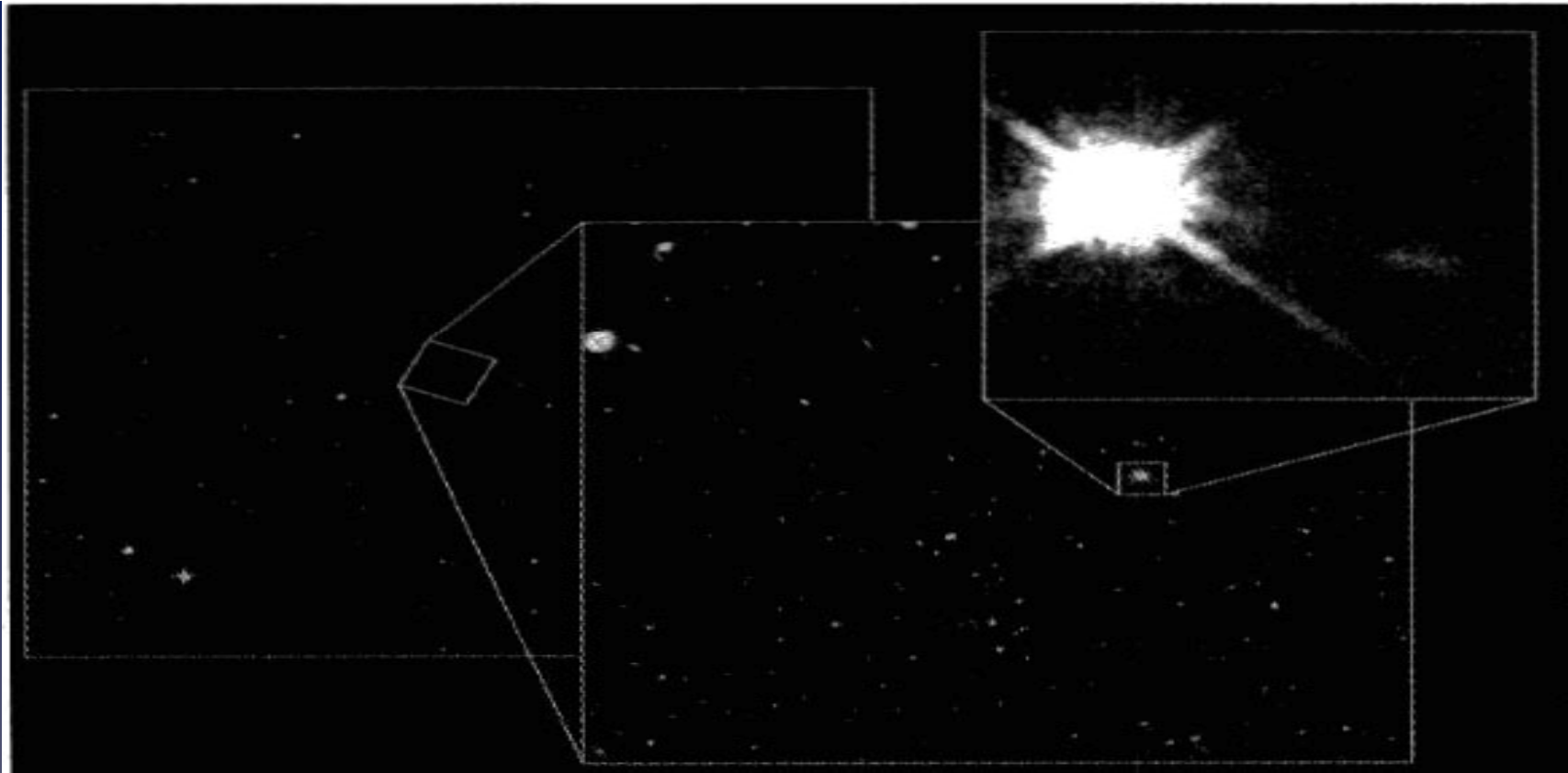
3. Η ενέργεια που εκπέμπεται δεν είναι σταθερή, αλλά μεταβάλλεται και μάλιστα με μεγάλες διακυμάνσεις.

Η ενέργεια αυτή προέρχεται από έναν πυρήνα αρκετά μικρό, που δεν ξεπερνά σε έκταση το 1 pc.

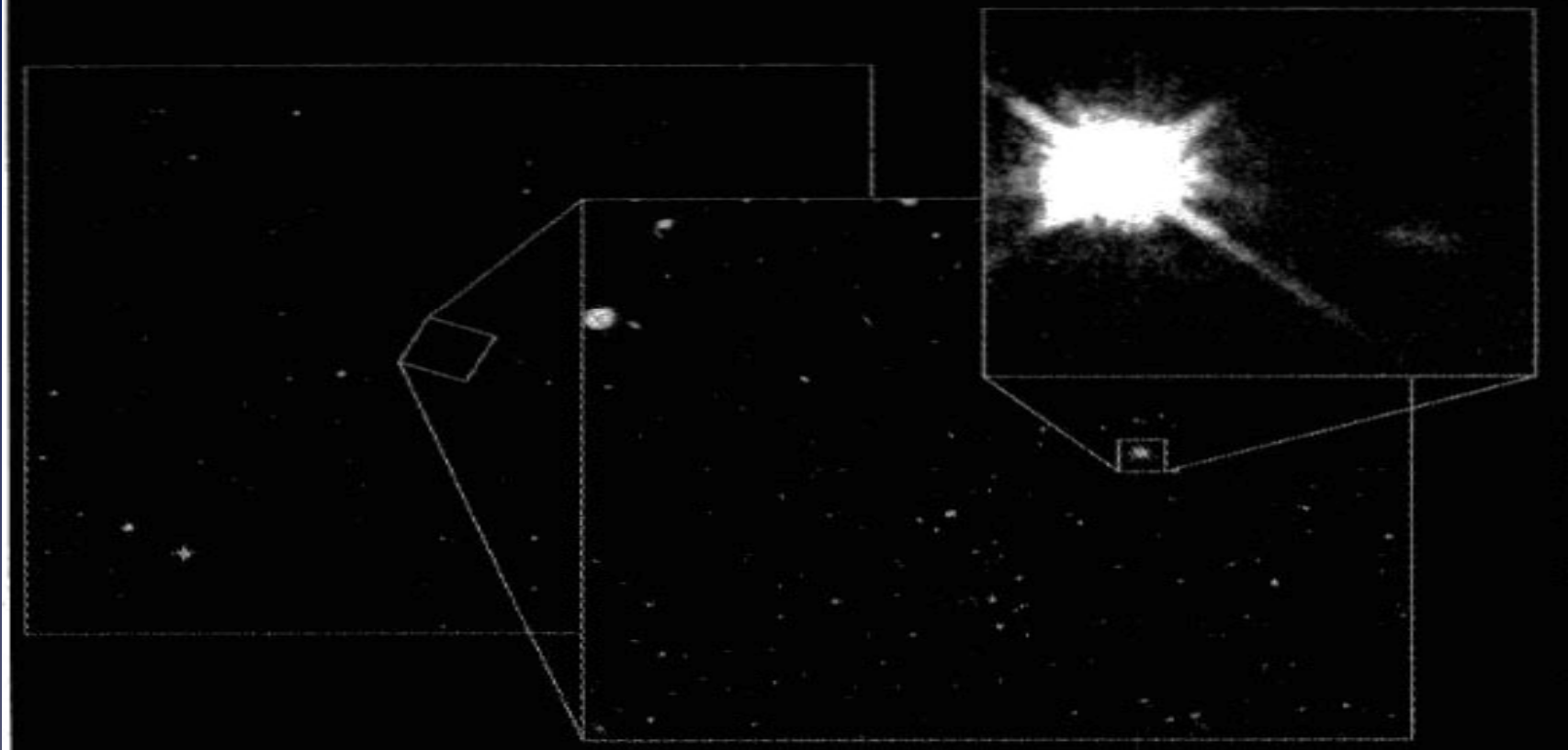
4. Παρατηρούνται συχνά ενδείξεις εκρηκτικής δραστηριότητας στον πυρήνα τους (εμφανίσεις πιδάκων αερίων κ.ά.).

5. Παρατηρούνται συνήθως σε πολύ μεγάλες αποστάσεις από τη Γη.

Η ύπαρξη και η μελέτη των ενεργών
γαλαξιών δημιουργεί μια σειρά από
αναπάντητα ακόμα ερωτήματα:
Πώς μπορούν αυτές οι τεράστιες
ποσότητες ενέργειας να
προέρχονται από τόσο
μικρές περιοχές;
Γιατί τόσο μεγάλη ποσότητα
ενέργειας εκπέμπεται σε μεγάλα
μήκη κύματος, σε ραδιοκύματα και
σε υπέρυθρη ακτινοβολία;



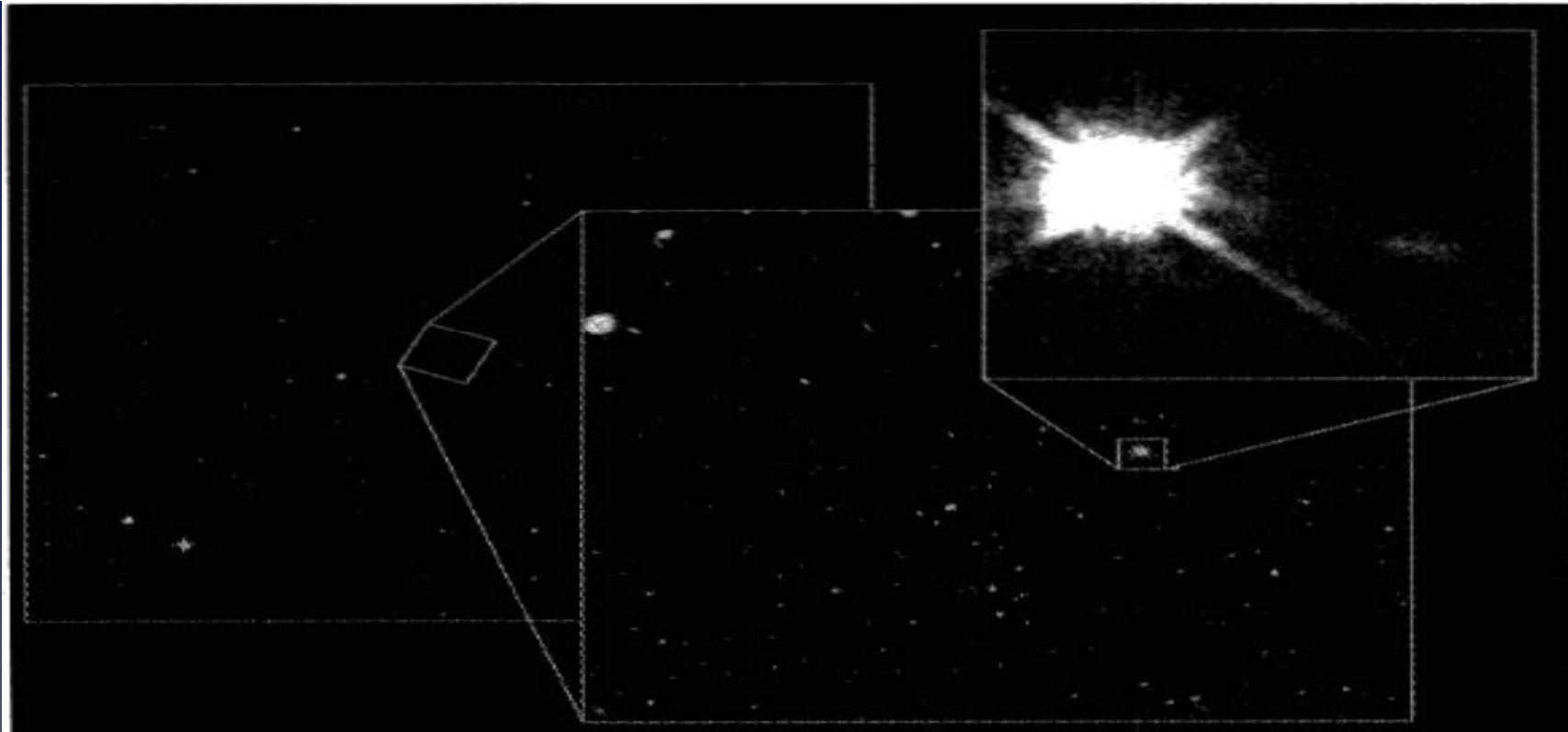
Αριστερά. Η φωτογραφία αυτή εμφανίζει μια πολύ μικρή περιοχή του ουρανού στον αστερισμό του Γλύπτη όπου περιέχεται ένα σμήνος γαλαξιών. Το σμήνος είναι τόσο μακριά που καλύπτει μόλις το 1/10 του δίσκου της πανσέληνου. Τα μέλη του δεν είναι ορατά, επειδή κρύβονται από το φως των αστέρων.



Κέντρο. Το HST φωτογράφησε αυτή την περιοχή και ταυτόχρονα το πιο μακρινό σμήνος γαλαξιών στο Σύμπαν.

Βρίσκεται σε απόσταση $12 \cdot 10^9$ ε.φ.

Επειδή το φως κάνει $12 \cdot 10^9$ χρόνια να φτάσει, αυτή η φωτογραφία δείχνει μια πρώιμη κατάσταση του Σύμπαντος. Είναι μόλις 2 δισεκατομμύρια χρόνια μετά τη Μεγάλη Έκρηξη. Το σμήνος περιέχει 14 γαλαξίες και βρίσκεται μπροστά από ένα κβάζαρ, το Q000-263.



Δεξιά. Η μεγέθυνση αυτή δείχνει έναν από τους πιο μακρινούς τυπικούς γαλαξίες που έχουν ανιχνευτεί μέχρι τώρα. Σε μια απόσταση $12 \cdot 10^9$ ε.φ. ο γαλαξίας βρίσκεται μόλις 300 εκατομμύρια ε.φ. πιο μπροστά από το κβάζαρ και ανιχνεύτηκε, επειδή απορροφά ένα μέρος από το φως του. Το φάσμα του γαλαξία αποκαλύπτει έναν έντονο σχηματισμό αστέρων.

ΕΚΡΗΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ
ΕΝΕΡΓΩΝ ΓΑΛΑΞΙΩΝ

Ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα που απασχολούν τους αστρονόμους είναι οι τεράστιες ποσότητες ενέργειας που παράγονται και εκπέμπονται από τους ενεργούς γαλαξίες με εκρηκτικό τρόπο.

Για παράδειγμα, πώς παράγονται οι τεράστιοι πίδακες αέριας μάζας που εκτινάσσονται με μεγάλη ταχύτητα από τον πυρήνα του ενεργού γαλαξία M87.

Πρόσφατες παρατηρήσεις έδειξαν ότι αυτοί οι πίδακες εκπέμπουν ορατό φως, ακτίνες X και ραδιοκύματα.

Μάλιστα λεπτομερείς ραδιοπαρατηρήσεις στον πίδακα του M87 έδειξαν ότι συγκεντρώσεις αερίων μαζών που προέρχονται από τον πυρήνα τροφοδοτούν συνεχώς τον πίδακα.

Τέτοιου είδους παρατηρήσεις ενισχύουν την άποψη ότι κάποιο ιδιαίτερο φαινόμενο συμβαίνει στο εσωτερικό αυτών των γαλαξιών.

Η συνολική ενέργεια που εκπέμπει ένας τυπικός γαλαξίας, όπως ο δικός μας, είναι περίπου 10^{37} W. Αυτή η ακτινοβολία προέρχεται από 10^{12} περίπου αστέρες, αέρια καθώς και από μεσογαλαξιακή ύλη. Όμως η πολύ περισσότερη ενέργεια που εκπέμπουν οι ενεργοί γαλαξίες αποκλείεται να προέρχεται από τους αστέρες που περιέχουν.

Η έντονη εκπομπή ακτινών Χ ενισχύει την άποψη ότι στο εσωτερικό τους υπάρχει ισχυρό βαρυτικό πεδίο, το οποίο οφείλεται σε μεγάλη συγκέντρωση μάζας, παρόμοια με αυτή των αστέρων νετρονίων και των μελανών οπών.

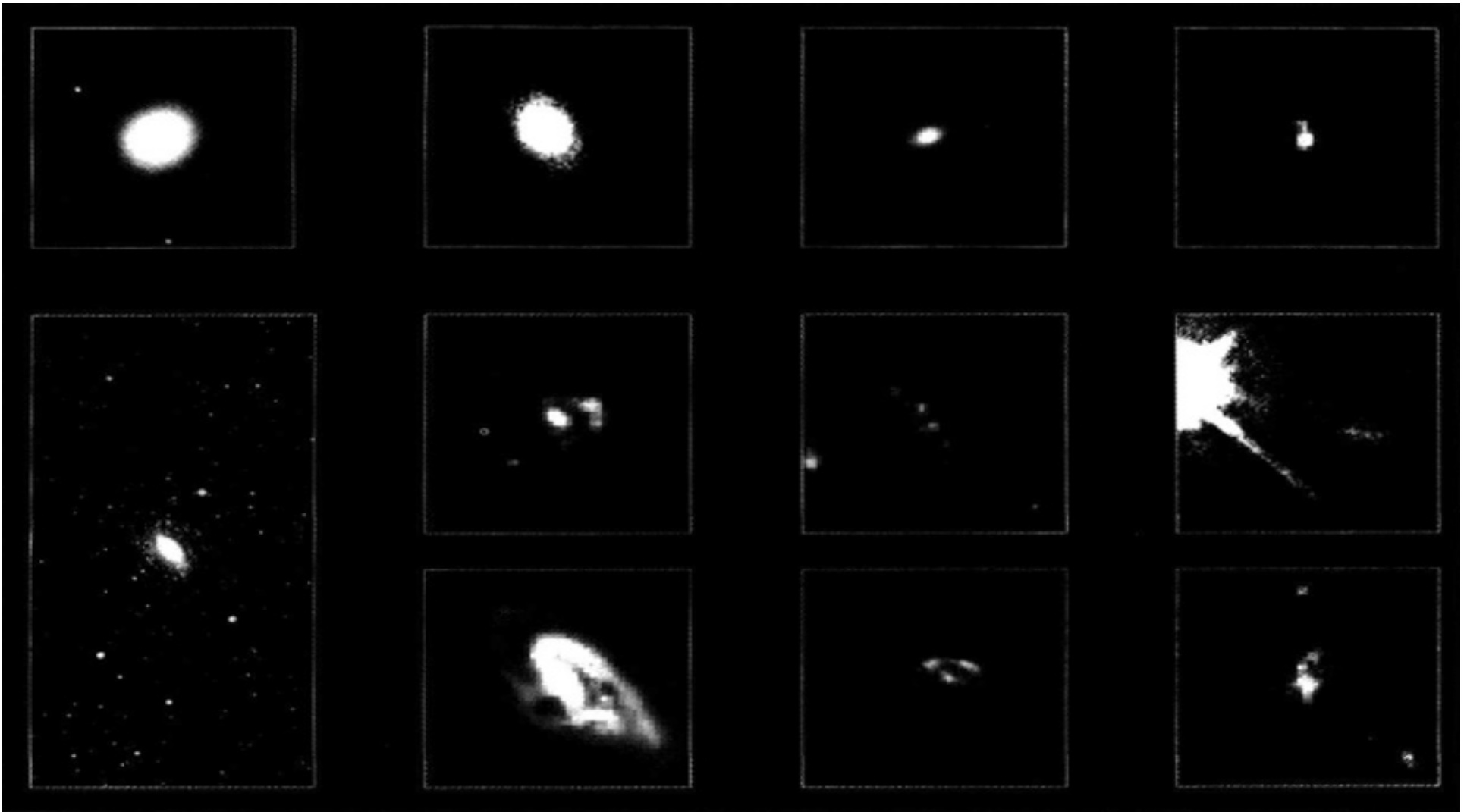
Το κύριο μοντέλο, που σήμερα είναι αποδεκτό για την παραγωγή της ενέργειας των ενεργών γαλαξιών, προβλέπει την ύπαρξη μιας τέτοιας τεράστιας μαύρης τρύπας στο κέντρο τους με μάζα από μερικά εκατομμύρια έως και ένα δισεκατομμύριο ηλιακές μάζες.

Αυτή η μαύρη τρύπα είναι πηγή
ισχυρότατης βαρυτικής έλξης.

Τα αέρια και οι αστέρες που την
περιβάλλουν πέφτουν σε αυτή και
ταυτόχρονα εκλύουν πολύ μεγάλες
ποσότητες ενέργειας υπό μορφή
θερμότητας και ακτινοβολίας.

Η ενέργεια απορροφάται από τα σωματίδια
που περιβάλλουν τη μαύρη τρύπα, με
αποτέλεσμα αυτά να αποκτούν πολύ
υψηλές ταχύτητες και έτσι να
ακολουθούν βίαια φαινόμενα.

Οι Θεωρητικές μελέτες,
αλλά και τα νέα πιο
σύγχρονα μέσα παρατήρησης
που σχεδιάζονται,
αναμένεται να φωτίσουν
περισσότερο τα φαινόμενα
των ενεργών γαλαξιών.



Γαλαξίες, ένα φωτογραφικό στιγμιότυπο της εξέλιξης τους. Αυτή η ακολουθία των φωτογραφιών μακρινών χαρακτηριστικών γαλαξιών προσφέρει αξιόπιστες πληροφορίες για την εξέλιξη των γαλαξιών στο Σύμπαν.



Υπάρχουν σπειροειδούς και ελλειπτικού σχήματος γαλαξίες οι οποίοι συγκροτούν τις δύο βασικές ομάδες τις οποίες μπορούμε να παρατηρούμε σήμερα (14 δισεκατομμύρια έτη μετά από τη γέννηση του Σύμπαντος).

Οι ελλειπτικοί γαλαξίες περιέχουν παλαιούς σοτέρες, ενώ οι σπειροειδείς έχουν πολλούς σχηματισμούς νέων αστέρων.

Και οι δύο κατηγορίες γαλαξιών βρίσκονται μερικές δεκάδες εκατομμύρια ε.φ. μακριά μας, κατ, συνεπώς, αντιπροσωπεύουν το σημερινό στάδιο εξέλιξης του Σύμπαντος.



Αυτοί οι γαλαξίες είναι μέλη
πολυπληθών σμηνών, όταν το Σύμπαν
είχε περίπου τα $2/3$
της σημερινής του ηλικίας.
Οι ελλειπτικοί γαλαξίες εμφανίζονται
πλήρως εξελιγμένοι, διότι μοιάζουν με
τους σημερινούς απόγονούς τους.
Σε αντίθεση, μερικοί σπειροειδείς έχουν
πιο ομιχλώδη εμφάνιση με χαλαρά
σχηματισμένες σπείρες.
Ο πληθυσμός των σπειρών εμφανίζεται
περισσότερο διαλυμένος από ό,τι
σήμερα, εξαιτίας πιθανών δυναμικών
επιδράσεων που οφείλονται στο πυκνό
σμήνος που ανήκουν.



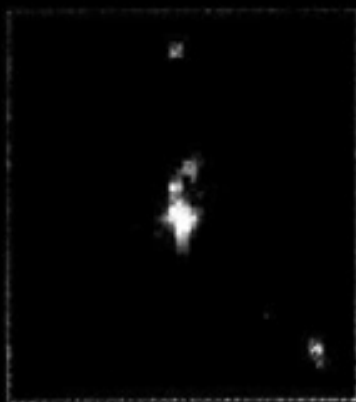
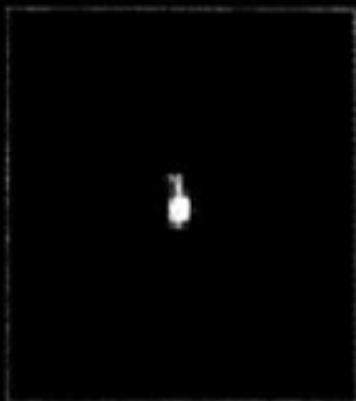
Η διακριτή σπειροειδής δομή φαίνεται περισσότερο αμυδρή και διαλυμένη σε γαλαξίες που υπήρξαν, όταν το Σύμπαν είχε περίπου το $1/3$ της σημερινής του ηλικίας. Αυτά τα αντικείμενα δεν έχουν τη συμμετρία των σημερινών σπειροειδών. Παρατηρούνται εκρηκτικές αστρικές δραστηριότητες. Ωστόσο, και τόσο πίσω, στην αρχή της δημιουργίας οι ελλειπτικοί γαλαξίες είναι ακόμα εύκολα αναγνωρίσιμοι. Παρ' όλα αυτά η διάκριση μεταξύ σπειροειδών και ελλειπτικών γαλαξιών είναι λιγότερο βέβαιη, καθώς η απόσταση μεγαλώνει.

Αυτά τα υπερβολικά απομακρυσμένα πρωταρχικά αντικείμενα υπήρξαν, όταν το Σύμπαν είχε το 1/10 της σημερινής του ηλικίας.

Η διάκριση μεταξύ σπειροειδών και ελλειπτικών γαλαξιών δεν υπάρχει σ' αυτή την πρώιμη εποχή.

Ωστόσο, το αντικείμενο στην κορυφή της στήλης έχει την εμφάνιση ενός ώριμου ελλειπτικού γαλαξία.

Αυτό υπονοεί ότι οι ελλειπτικοί γαλαξίες σχηματίστηκαν πολύ νωρίς στο Σύμπαν, ενώ οι σπειροειδείς σχηματίστηκαν πολύ αργότερα.



ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ
ΚΑΙ
ΕΞΕΛΙΞΗ

Στις προηγούμενες παραγράφους
αναλύσαμε τα χαρακτηριστικά των
γαλαξιών, των σμηνών γαλαξιών και των
ενεργών γαλαξιών.

– Πώς όμως σχηματίστηκαν και πώς
εξελίσσονται οι γαλαξίες;

– Γιατί σχηματίζουν ομάδες, σμήνη
και υπερσμήνη;

Η συγκρότηση μιας θεωρίας, δηλαδή ενός
μοντέλου, που να δίνει απαντήσεις στα
παραπάνω ερωτήματα, είναι
εξαιρετικά δύσκολο θέμα.

Και οι λόγοι είναι οι εξής:

Οι γαλαξίες είναι πολύ πιο περίπλοκα
συστήματα από ό,τι οι αστέρες.

Παρατηρούνται δύσκολα και
δύσκολα ερμηνεύονται τα παρατηρησιακά
δεδομένα που προκύπτουν.

Άμεσες παρατηρήσεις για το σχηματισμό
των γαλαξιών δεν υπάρχουν.

Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι οι γαλαξίες
σχηματίστηκαν όλοι μαζί
μια συγκεκριμένη εποχή στο παρελθόν,
πιθανότατα πριν 10
με 20 δισεκατομμύρια χρόνια.

Πιστεύουν ακόμα ότι οι γαλαξίες εξελίσσονται
σταδιακά,

για τους εξής λόγους:

1) Αποτελούνται από αστέρες
και μεσοαστρική ύλη.

Οι αστέρες, όπως ήδη γνωρίζουμε, γεννιούνται,
εξελίσσονται και πεθαίνουν.

Η διεργασία αυτή τροφοδοτεί
τους γαλαξίες με βαρύτερα χημικά στοιχεία,
και κατά συνέπεια

η χημική σύστασή τους μεταβάλλεται.

Η ίδια διαδικασία μεταβάλλει
και τη λαμπρότητα τους.

2) Εξαιτίας της βαρυτικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των μελών του.

3) Εξαιτίας της βαρυτικής αλληλεπίδρασής τους με άλλους γειτονικούς γαλαξίες.

Παρ' όλο που δεν είναι δυνατό να παρατηρήσουμε άμεσα τις αλλαγές που υφίσταται ένας γαλαξίας, μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για την εξέλιξή του παρατηρώντας και συγκρίνοντας γαλαξίες που βρίσκονται σε διάφορες αποστάσεις.

Όσο πιο μακριά βρίσκεται ένα ουράνιο αντικείμενο τόσο πιο μεγάλη διαδρομή κάνει η ακτινοβολία που εκπέμπει για να φτάσει σε μας.

Άρα, όσο πιο μακριά βρίσκονται τα αντικείμενα που παρατηρούμε τόσο πιο βαθιά βλέπουμε στο παρελθόν. Για παράδειγμα, όταν παρατηρούμε το γαλαξία της Ανδρομέδας, που απέχει 2,5 εκατομμύρια έτη φωτός από τη Γη, στην πραγματικότητα παρατηρούμε το γαλαξία αυτόν, όπως ήταν πριν 2,5 εκατομμύρια χρόνια.

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ
ΤΩΝ
ΓΑΛΛΕΙΩΝ

Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι οι
γαλαξίες σχηματίστηκαν σε μια
συγκεκριμένη περίοδο περίπου
πριν από 10 με 20
δισεκατομμύρια έτη
ή μερικές εκατοντάδες
εκατομμύρια έτη μετά τη γένεση
του ίδιου του Σύμπαντος.

Πώς όμως σχηματίστηκαν;
Οι μέχρι σήμερα
παρατηρήσεις και
θεωρητικές μελέτες τείνουν
να διαμορφώσουν μια εικόνα
αρκετά πειστική.

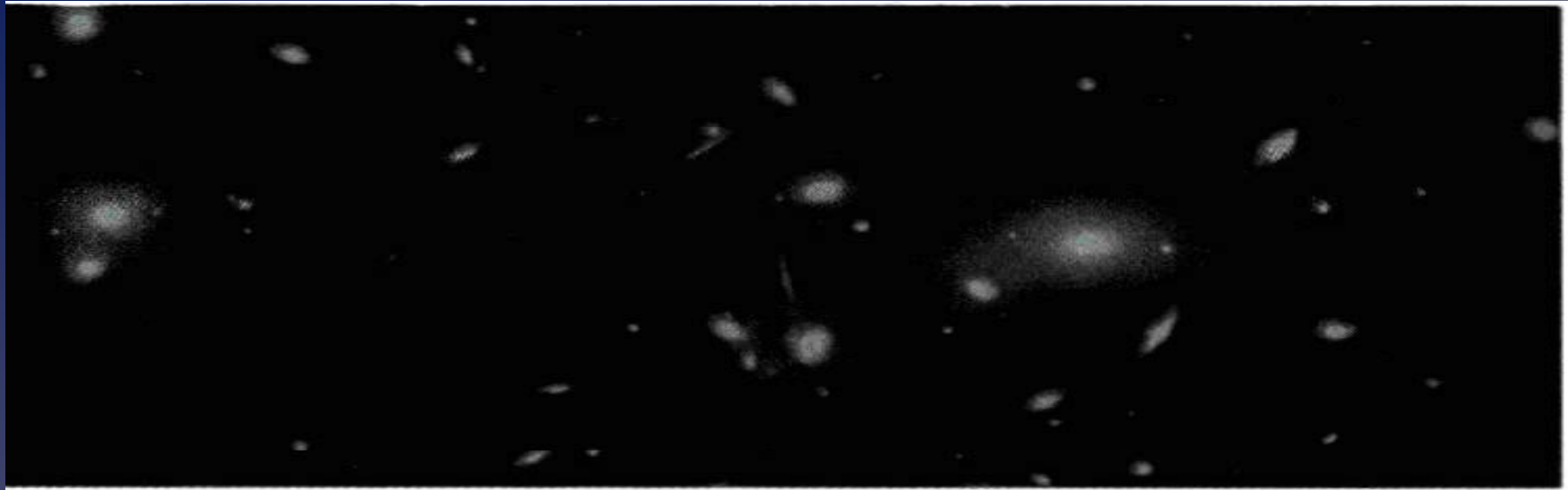
Σύμφωνα με το επικρατέστερο
μοντέλο, αρχικά η ύλη
του Σύμπαντος ήταν
ομοιόμορφα διασπαρμένη.

Ωστόσο, μικρές τυχαίες διαταραχές
στην πυκνότητα της δημιούργησαν
μικρές συγκεντρώσεις ύλης
σαν φουσκάλες αερίων.

Η ισχυρότερη βαρύτητα κάθε τέτοιας συγκέντρωσης ήταν η αιτία που προσέλκυσε και άλλο υλικό από τον περιβάλλοντα χώρο και έτσι συνέχισε να μεγαλώνει. Η διαδικασία της συσσώρευσης όλο και μεγαλύτερης μάζας σε ορισμένες περιοχές με ταυτόχρονη αύξηση της βαρυτικής έλξης, είχε αποτέλεσμα τη δημιουργία σχηματισμών μεγάλου όγκου, τους γαλαξίες.

Η ύλη που παρέμεινε μεταξύ των γαλαξιών ήταν ελάχιστη. Οι μικρότερες συγκεντρώσεις ύλης εξελίχθηκαν σε μεμονωμένους γαλαξίες, ενώ οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις δημιούργησαν τα σμήνη των γαλαξιών.

Η περιστροφή και η
ακτινοβολία αυτών των
σχηματισμών μαζί με τη
συστολή τους λόγω
βαρύτητας προσδιόρισε στη
συνέχεια τη μορφή και την
εξέλιξή τους.



Ένας γαλαξίας που βρίσκεται μπροστά από έναν άλλο γαλαξία ή από ένα κβάζαρ προκαλεί απόκλιση στις ακτίνες φωτός τους. Επίσης σμήνη γαλαξιών, που περιέχουν χιλιάδες γαλαξίες και συνολικές μάζες 10^{14} - 10^{15} ηλιακές μάζες, κατανεμημένα μέσα σε μια ακτίνα πολλών Mpc δρουν ως βαρυτικοί φακοί και προκαλούν μεγέθυνση και παραμόρφωση των γαλαξιών και των κβάζαρς, που βρίσκονται πίσω τους. Το Hubble Space Telescope (HST) έχει πάρει μερικές θεαματικές φωτογραφίες βαρυτικών φακών στο σμήνος Abell 2218.

Η ΣΚΟΤΕΙΝΗ ΥΛΗ
ΣΤΟ ΣΥΜΠΛΗΝ

Ο υπολογισμός της μάζας της ύλης του Σύμπαντος, όπως προκύπτει από τα δεδομένα των κινήσεων των γαλαξιών, έδειξε ότι είναι πολύ μεγαλύτερη από την παρατηρούμενη συνολικά.

Προκειμένου οι επιστήμονες να
εξηγήσουν την αντίφαση αυτή,
δέχτηκαν στη δεκαετία του 1970
την ύπαρξη

μη παρατηρούμενης ύλης.

Η ύλη αυτή μπορεί να είναι
πλανήτες ή πάρα πολύ αμυδροί
αστέρες διασκορπισμένοι στο
διάστημα ή ακόμα και μια τεράστια
μάζα από υποατομικά σωματίδια.

Είναι γνωστό ότι οι σπειροειδείς γαλαξίες, όπως ο δικός μας, περιβάλλονται από άλω, η οποία εκτείνεται μέχρι και 50 Kpc από το κέντρο τους.

Τα γεγονόσ αυτό απαιτεί η μάζα κάθε τέτοιου γαλαξία να είναι 3 έως 10 φορές περισσότερη απ' όση μπορεί να μετρηθεί.

Το ίδιο ισχύει και για τους ελλειπτικούς γαλαξίες.

Κάτι ανάλογο, αλλά σε μεγαλύτερο βαθμό, ισχύει και για τα σμήνη των γαλαξιών.

Δηλαδή, για να συγκρατούνται οι
γαλαξίες στα σμήνη τους, πρέπει
αυτά να έχουν 10 έως 100 φορές
μεγαλύτερη μάζα από αυτή που
παρατηρείται.

Τελικά σε ολόκληρο το Σύμπαν
υπάρχει σκοτεινή ύλη, η οποία,
όπως πιστεύεται,
καλύπτει το 90% αυτού.

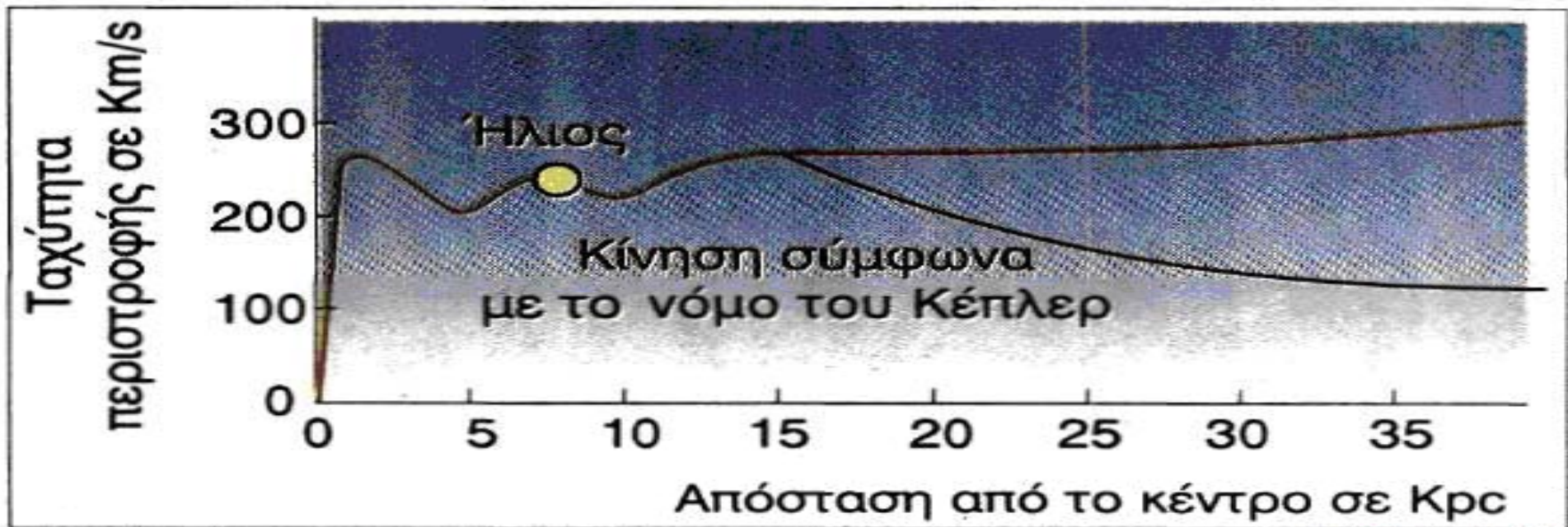
Οι επιστήμονες έχουν ένα αρκετά
δύσκολο πρόβλημα να λύσουν.
Πρέπει να ανακαλύψουν, δηλαδή
να «παρατηρήσουν» αυτήν την
αόρατη ύλη.

Και δεν είναι μόνο το πρόβλημα
της παρατήρησής της.

Πρέπει να εξηγηθεί
και η έκτασή της.

Ίσως στα επόμενα χρόνια
καταφέρουν να τη
χαρτογραφήσουν μέσω της
εκπομπής ακτίνων X από
θερμά αέρια ή
χρησιμοποιώντας το
φαινόμενο των βαρυτικών
φακών.

Στο εσωτερικό των
γαλαξιακών σμηνών έχει
ανιχνευθεί από διαστημικά
τηλεσκόπια ακτινοβολία X,
η οποία προέρχεται από
αέριο υψηλής θερμοκρασίας
(1.000 K) και πολύ
μεγάλης μάζας.



Το διάγραμμα αυτό δείχνει την ταχύτητα περιστροφής των μελών του Γαλαξία και αυτή που θα έπρεπε να ήταν, σύμφωνα με τους νόμους του Κέπλερ. Η διαφορά αυτή εξηγείται μόνο αν δεχτούμε την ύπαρξη σκοτεινής ύλης στο Γαλαξία.

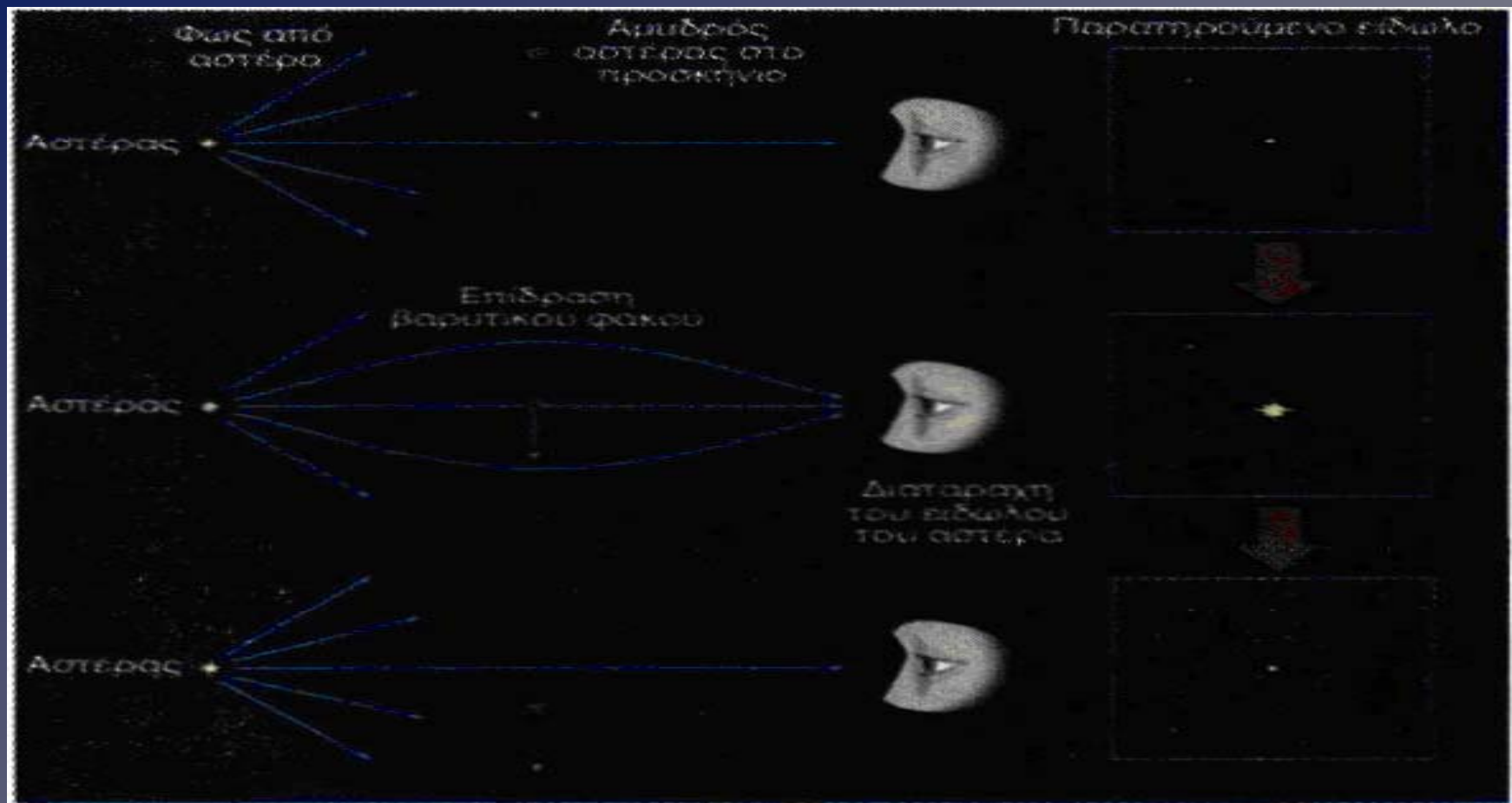
Το αέριο αυτό είναι τόσο θερμό,
που θα έπρεπε να είχε
διασκορπιστεί στο
εσωτερικό των σμηνών.
Ωστόσο, παραμένει
συγκεντρωμένο, εξαιτίας της
βαρυτικής έλξης
που ασκεί η σκοτεινή ύλη.

Η μελέτη του αερίου θα προσδιορίσει ακριβώς τη δύναμη της βαρύτητας που το συγκρατεί και στη συνέχεια το ποσοστό της που αναλογεί στη σκοτεινή ύλη.

Το τελευταίο θα δώσει και την κατανομή της σκοτεινής ύλης στο σμήνος.

Όταν το φως ενός μακρινού αντικειμένου ταξιδεύει προς εμάς, δέχεται την επίδραση της βαρύτητας οποιασδήποτε συγκεντρωμένης μάζας συναντά κατά τη διαδρομή του, όπως ακριβώς γίνεται και με τα υλικά σωματίδια.

Έτσι οι φωτεινές ακτίνες εκτρέπονται από την αρχική τους πορεία, όπως εκτρέπονται, όταν περνούν μέσα από ένα φακό.



Το διάγραμμα δείχνει τη διαταραχή (αναλαμπή) του ειδώλου ενός αστέρα, όταν το φως του διέρχεται από ένα βαρυτικό φακό.

Το φαινόμενο αυτό
ονομάζεται
«βαρυτικός φακός»
και οι επιστήμονες ελπίζουν
ότι θα τους βοηθήσει να
ανιχνεύσουν την ύπαρξη
της σκοτεινής ύλης.

Από τις παραμορφώσεις των
ειδώλων των μακρινών
αντικειμένων ελπίζουν να
καταφέρουν να αποκαλύψουν
και να χαρτογραφήσουν
την αόρατη αυτή ύλη.

Μέχρι σήμερα έχουν
ανακαλυφτεί τουλάχιστον
35 τέτοιοι φακοί.

**Πώς μετράμε την ταχύτητα με την
οποία απομακρύνεται ένας
γαλαξίας από τη Γη;**

Όπως είδαμε στο προηγούμενο
κεφάλαιο, η μέτρηση της
ακτινικής ταχύτητας ενός
ουράνιου σώματος
ως προς τη Γη γίνεται με βάση
το φαινόμενο Doppler.

Σύμφωνα με αυτό, αν το μήκος κύματος λ_0 μιας φασματικής γραμμής του φάσματος ενός γαλαξία βρίσκεται μετατοπισμένο κατά $\Delta\lambda$ προς την περιοχή του ερυθρού, τότε ο γαλαξίας απομακρύνεται από τη Γη με ταχύτητα

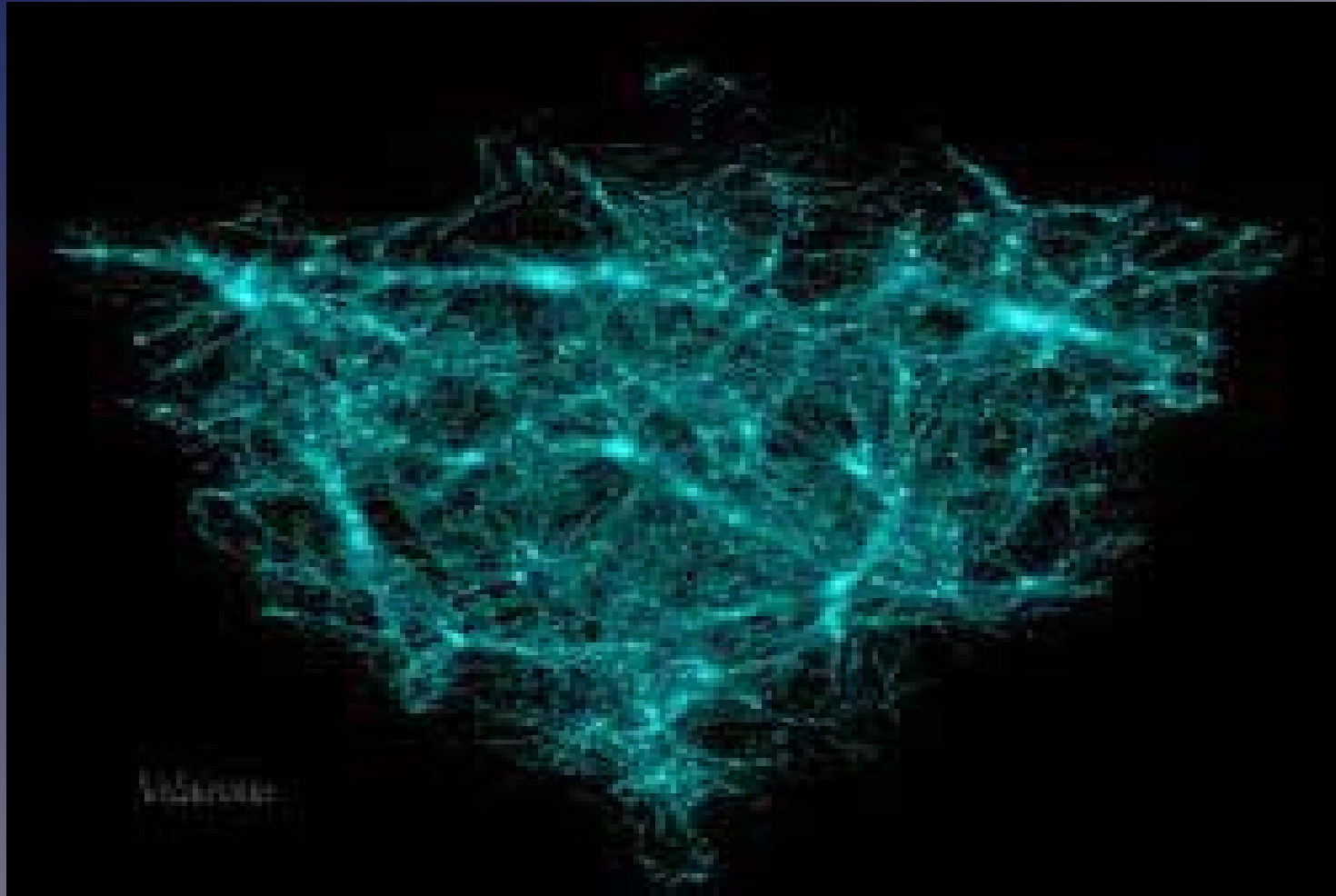
$$V_R = (\Delta\lambda/\lambda_0) \cdot c$$

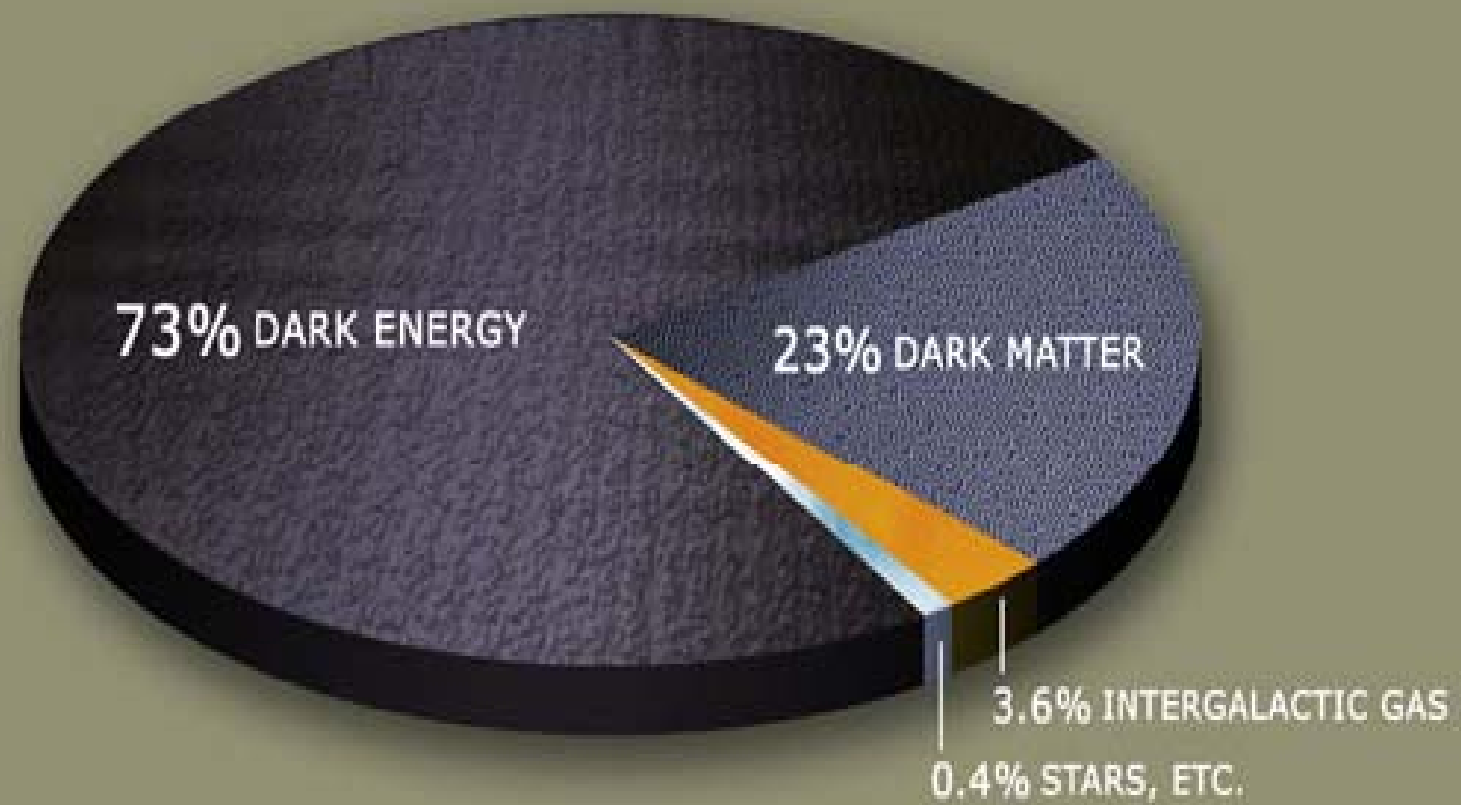
όπου c είναι η ταχύτητα του φωτός στο κενό.

Ο αστρονόμος Slipher κατέγραψε
τα φάσματα της ακτινοβολίας
αρκετών γαλαξιών.

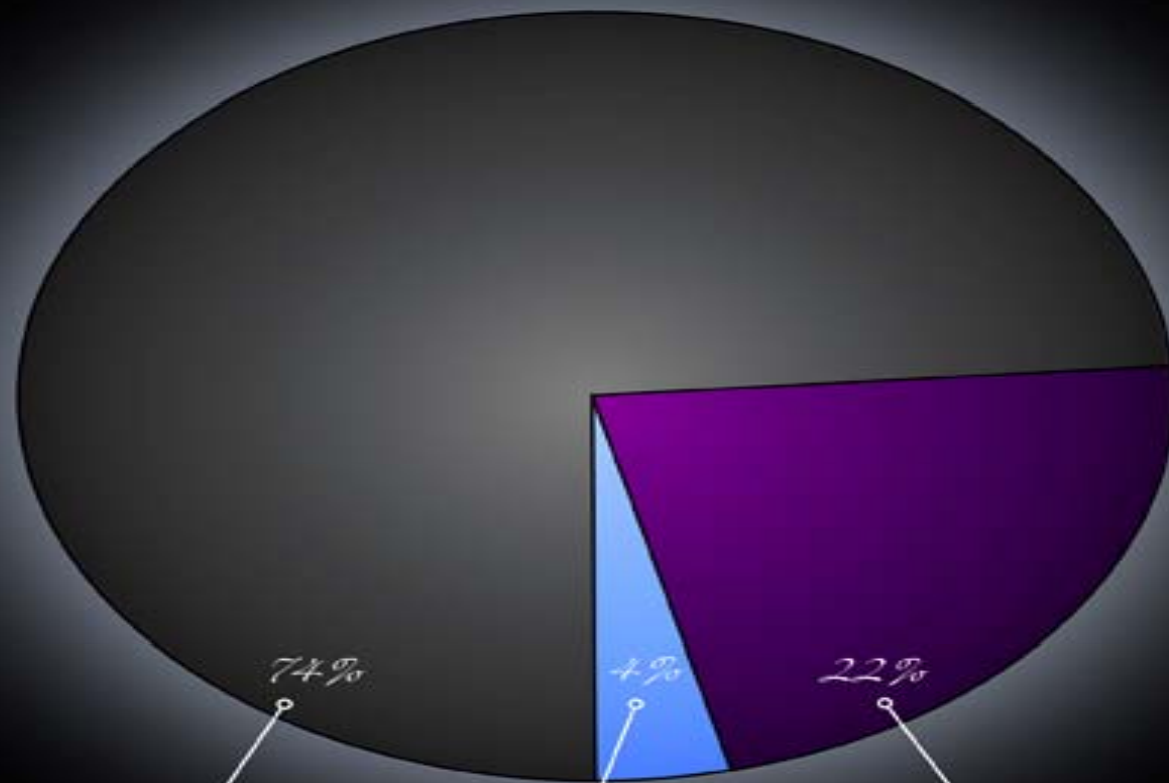
Διαπίστωσε μια σημαντική
μετατόπιση των φασματικών
γραμμών προς το ερυθρό για
όλους τους γαλαξίες που είναι
εκτός της τοπικής ομάδας.

Η μετατόπιση αυτή,
σύμφωνα με το φαινόμενο
Doppler, σημαίνει ότι οι
γαλαξίες απομακρύνονται
ταχύτατα από το
Γαλαξία.





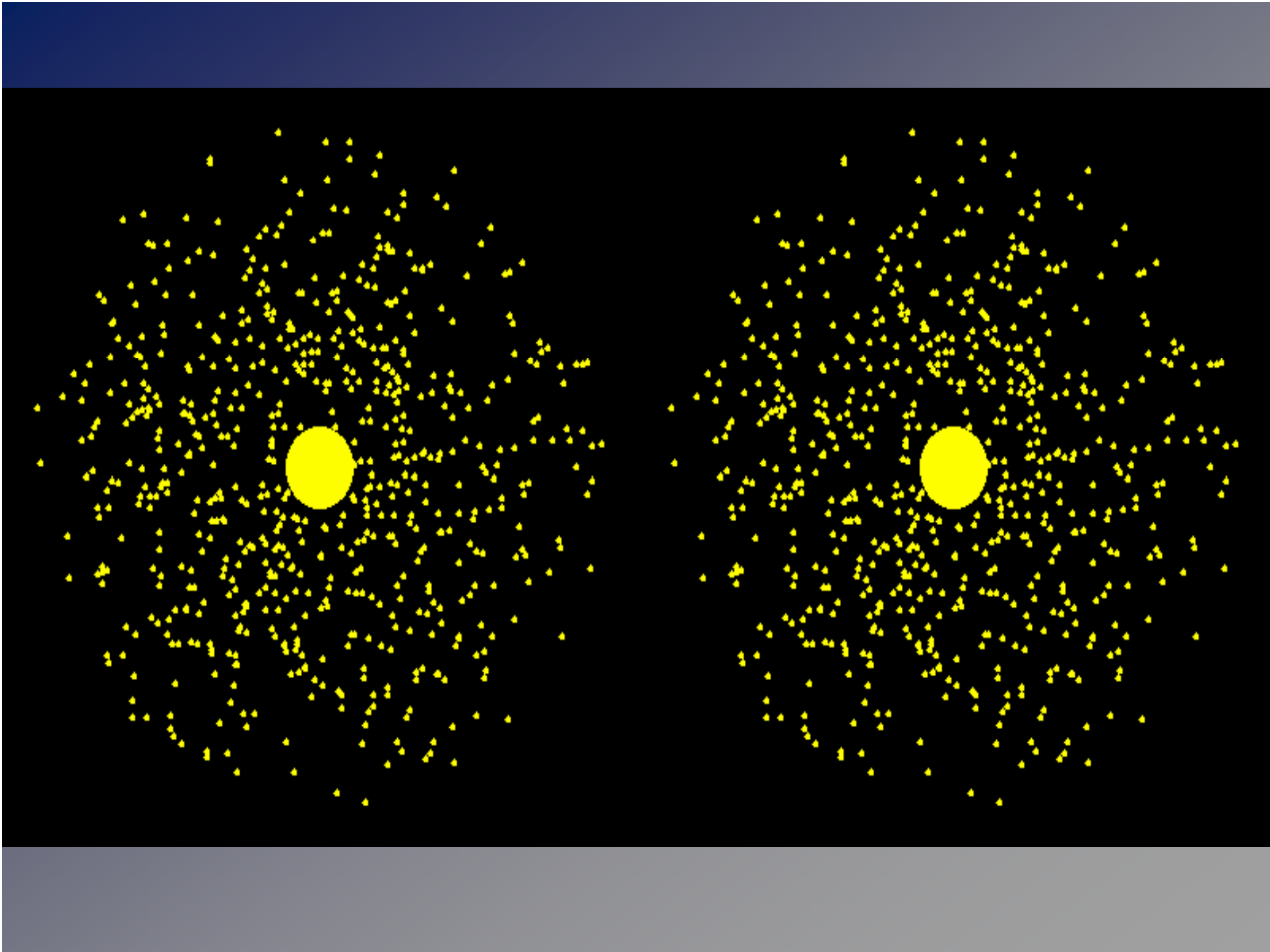




DARK ENERGY

**EVERYTHING ELSE,
INCLUDING ALL STARS,
PLANETS, AND US**

DARK MATTER



A vibrant, pixelated space scene featuring a blue and purple nebula with a bright star in the upper right. The background is filled with numerous small white stars.

Τ Ε Λ Ο Σ