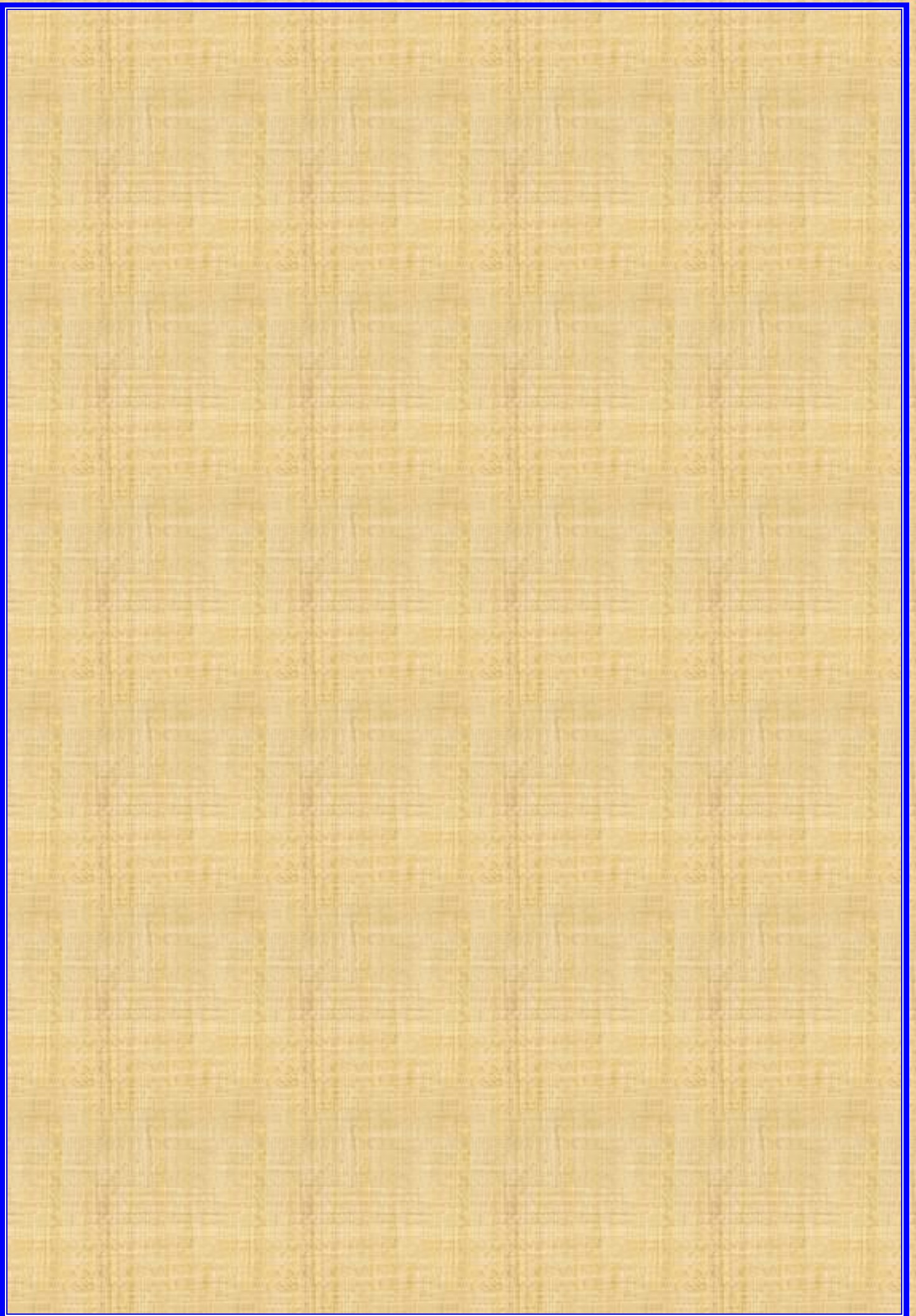


ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ







Τι είναι η Αστρονομία;

Αστρονομία είναι γενικά η επιστήμη που μελετά το Σύμπαν. Ένας αυστηρότερος ορισμός καθορίζει ότι Αστρονομία είναι η επιστήμη που μελετά τα αντικείμενα πέρα από τη γήινη ατμόσφαιρα καθώς και τις διαδικασίες αλληλεπίδρασης μεταξύ τους.

Η μελέτη αυτή περιλαμβάνει και την κατανομή της ύλης και της ενέργειας στο Σύμπαν με σκοπό την κατανόηση της φύσης του, της προέλευσης και της εξέλιξης του.

Ποια είναι τα ερωτήματα που απασχολούν την Αστρονομία σήμερα;

Μερικά **κεντρικά** και **θεμελιώδη ερωτήματα** που απασχολούν σήμερα την Αστρονομία – Αστροφυσική είναι και τα ακόλουθα:

- Πώς δημιουργήθηκε και εξελίχτηκε το Σύμπαν στα πρώτα κλάσματα του δευτερολέπτου; Ποιο είναι το μέλλον του Σύμπαντος;
- Πώς σχηματίστηκαν οι γαλαξίες και τα σμήνη γαλαξιών και πώς εξελίχθηκαν στις σημερινές τους μορφές;
- Θα χρειαστούμε νέους νόμους της Φυσικής για την εξήγηση των παρατηρούμενων αστρονομικών φαινομένων;
- Πώς καταρρέουν τα άστρα με μεγάλες μάζες ή οι γαλαξίες, για να σχηματιστούν μελανές οπές, ελευθερώνοντας τεράστια ποσά ενέργειας;
- Πώς γεννιούνται και πώς πεθαίνουν τα άστρα και πώς αλληλεπιδρούν με τη μεσοαστρική ύλη; Τι είναι η λεγόμενη σκοτεινή ύλη του Σύμπαντος;
- Πώς σχηματίζονται τα πλανητικά συστήματα; Τι ποσοστό αστερών έχουν πλανητικά συστήματα και τι ποσοστό είναι φιλόξενο στην ανάπτυξη ζωής;
- Υπάρχουν πολιτισμοί αλλού στο Σύμπαν;

Από πού αντλούνται οι πληροφορίες για τα διάφορα ουράνια σώματα;

Στην Αστρονομία οι πληροφορίες και τα δεδομένα αντλούνται από τις ακτινοβολίες που φτάνουν στη Γη από τα ουράνια σώματα.

Ποια είναι τα είδη των ακτινοβολιών που μπορεί να εκπέμπει ένα ουράνιο σώμα;

Ένα ουράνιο σώμα μπορεί να εκπέμπει ακτινοβολίες κάθε είδους: **Ραδιοκύματα**, **υπέρυθρες**, **ορατές**, **υπεριώδεις**, **ακτίνες Χ** και **ακτίνες γ**.



Σε τι συμπεράσματα μπορούμε να φτάσουμε αναλύοντας την ακτινοβολία που εκπέμπει ένα ουράνιο σώμα;

Από τη μορφή του φάσματος που προκύπτει, δηλαδή από το πλήθος, την ένταση και την ενέργεια των απλών ακτινοβολιών που περιέχει, καταλήγουμε σε συμπεράσματα για την πηγή που τις εκπέμπει, όπως:

- Την ενέργεια που ακτινοβολείται από αυτήν.
- Τη θερμοκρασία της.
- Τη χημική της σύσταση.
- Το μαγνητικό της πεδίο.
- Την απόσταση της από τη Γη και την κίνηση της ως προς αυτήν.
- Τη φύση και τη σύσταση του «μεσοαστρικού χώρου» που διανύει η ακτινοβολία, για να φτάσει από την πηγή στη Γη.

Ποιο είναι το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας;



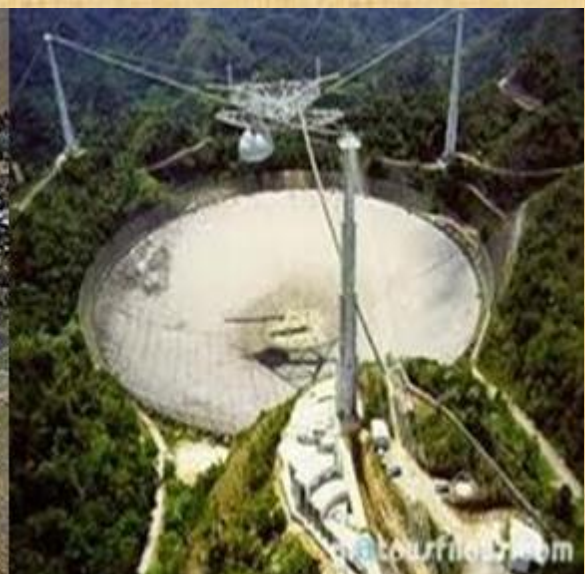
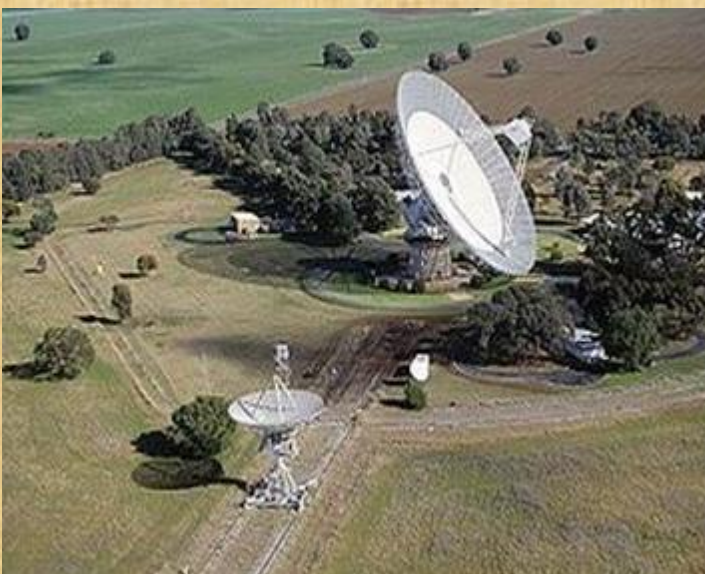


Ποιες είναι οι κατηγορίες των τηλεσκοπίων;

- Τα **οπτικά τηλεσκόπια** λειτουργούν στην ορατή περιοχή του φάσματος. Δηλαδή, συγκεντρώνουν φωτόνια ορατής ακτινοβολίας.

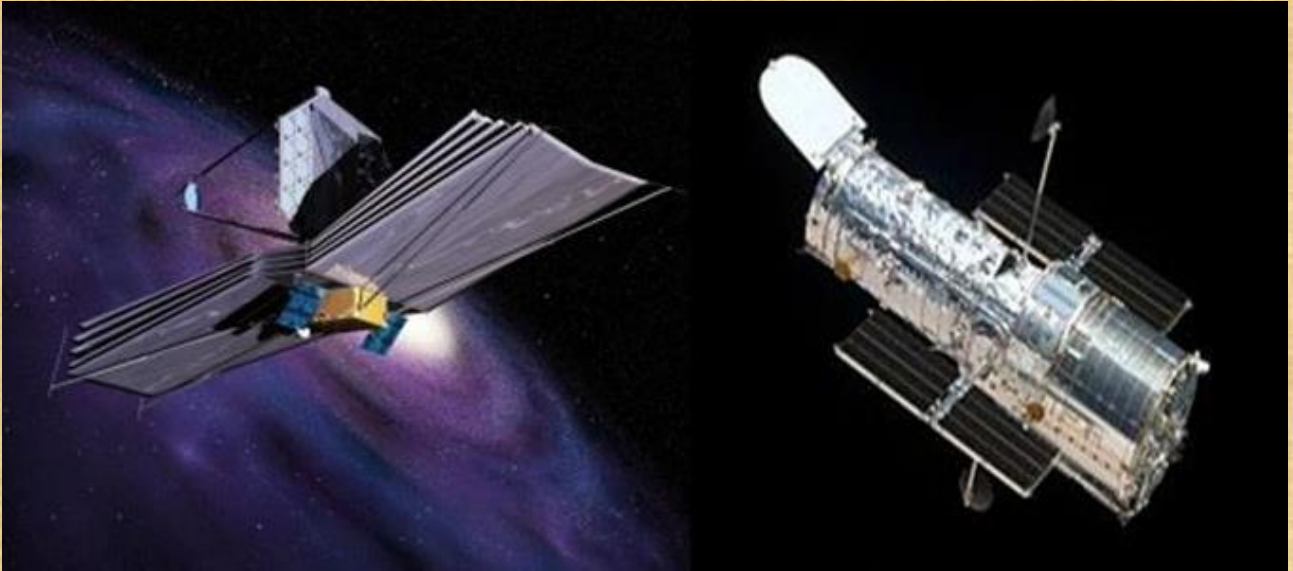


- Τα τηλεσκόπια που συλλέγουν ραδιοκύματα ονομάζονται **ραδιοτηλεσκόπια**.





- Τα **τηλεσκόπια υπέρυθρου** είναι κατοπτρικά τηλεσκόπια, στα οποία χρησιμοποιούνται ειδικοί ανιχνευτές υπέρυθρης ακτινοβολίας.



- Στα **τηλεσκόπια υπεριώδους** η συλλογή και η ανίχνευση της υπεριώδους ακτινοβολίας γίνεται με μέσα παρόμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται για την ορατή.





- Επίσης υπάρχουν σε λειτουργία **τηλεσκόπια ακτινών Χ και γ**, που βρίσκονται πάνω σε αστρονομικούς δορυφόρους τοποθετημένους σε τροχιά γύρω από τη Γη.



Ποιος είναι ο ρόλος της ατμόσφαιρας στις αστρονομικές παρατηρήσεις;

Οι ακτινοβολίες που εκπέμπονται από τα ουράνια σώματα και πλησιάζουν προς τη Γη, πρέπει να διαπεράσουν την ατμόσφαιρα της για να φτάσουν στο έδαφος.

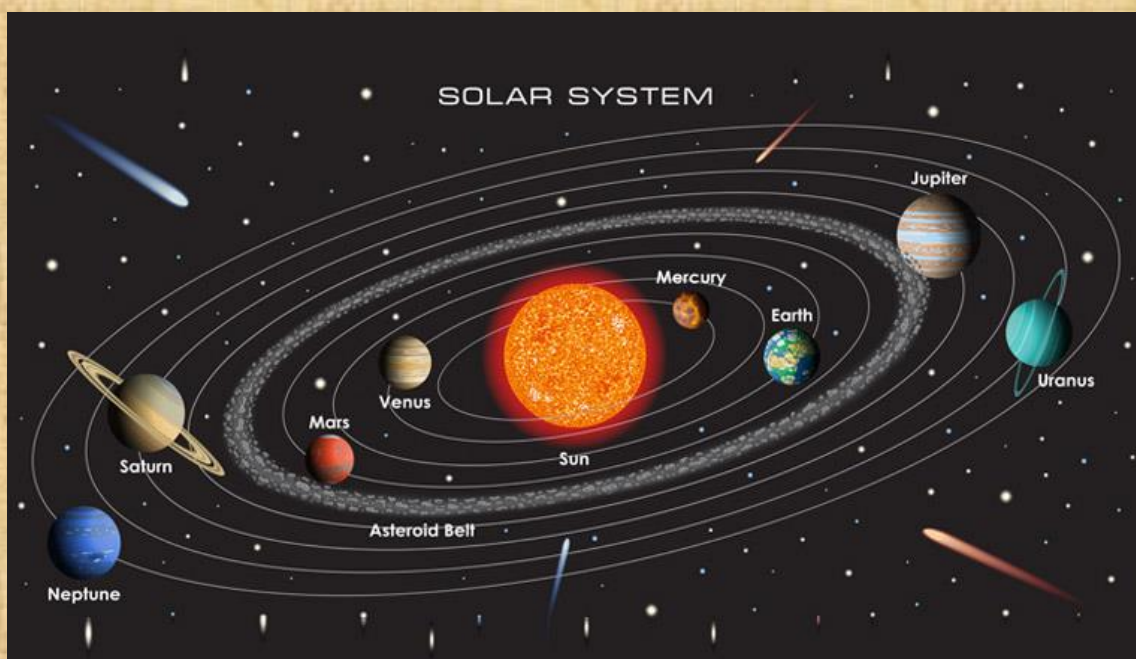
Οι περισσότερες από αυτές απορροφούνται από την ατμόσφαιρα.

- Οι ακτίνες Χ και γ από τα άτομα και τα μόρια του αζώτου και του οξυγόνου.
- Οι υπεριώδεις από το όζον.
- Οι υπέρυθρες από τους υδρατμούς και το διοξείδιο του άνθρακα.
- Τα ραδιοκύματα μεγάλου μήκους κύματος ανακλώνται από το ανώτερο ιονισμένο τμήμα της ατμόσφαιρας, που ονομάζεται **ιονόσφαιρα**.



Από τι αποτελείται το ηλιακό μας σύστημα;

- Ο Ήλιος είναι ένας κοινός αστέρας του Γαλαξία και βρίσκεται στο κέντρο του ηλιακού συστήματος. Γύρω από αυτόν περιφέρονται:
- οι εννέα γνωστοί πλανήτες με τους δορυφόρους τους.
- οι αστεροειδείς ή μικροί πλανήτες που κινούνται ανάμεσα στον Άρη και το Δία.
- κομήτες (αγνώστου αριθμού).
- απειράριθμα μετέωρα και μεσοπλανητική ύλη.





Ποιοι είναι οι πλανήτες;

Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας.

Ποιοι είναι οι Γήινοι πλανήτες και ποια τα κοινά χαρακτηριστικά τους;

Ο Ερμής, η Αφροδίτη, ο Άρης και η Γη.

- Παρατηρούμε ότι έχουν **κοινή χημική σύσταση** και περίπου την **ίδια πυκνότητα**.
- Ο Ερμής και ο Άρης έχουν **αραιή ατμόσφαιρα** σε σχέση με την **πολύ πυκνή** της Αφροδίτης. Στην ατμόσφαιρα της Αφροδίτης και του Άρη κυριαρχεί το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) σε ποσοστό μεγαλύτερο του 90%, ενώ ελάχιστο είναι το οξυγόνο.

Στον Ερμή το οξυγόνο όπως και το ήλιο (He) υπάρχουν σε αρκετά μεγάλο ποσοστό, περίπου 40% το καθένα.

Ισχυρές ανεμοθύελλες σκόνης καλύπτουν ολόκληρο τον Άρη για μήνες.

Τα πυκνά νέφη της Αφροδίτης που αποτελούνται κυρίως από διοξείδιο του άνθρακα και θειικό οξύ λειτουργούν ως θερμοκήπιο και είναι υπεύθυνα για τις υψηλές θερμοκρασίες που παρατηρούνται στην επιφάνεια της (450°C με 500°C).

- Η **επιφάνεια** και των τριών πλανητών είναι γεμάτη από κρατήρες, όρη, οροσειρές και πεδιάδες. Στην επιφάνεια της Αφροδίτης υπάρχουν εκτεταμένες πεδιάδες και όρη που φτάνουν σε ύψος 6.000 m.

Παρατηρούνται επίσης χαράδρες βάθους μέχρι και 4.000 m.

Το ανάγλυφο και των τριών πλανητών είναι αποτέλεσμα έντονης ηφαιστειακής και σεισμικής δραστηριότητας ή και πρόσκρουσης μετεωριτών στην επιφάνεια τους.

- Το **εσωτερικό** των τριών πλανητών έχει δομή όμοια με αυτή της Γης. Αποτελείται, δηλαδή, από τον **πυρήνα**, ο οποίος περιέχει ενώσεις βαρέων μετάλλων (σίδηρο, νικέλιο κτλ), το **μανδύα**, που περιέχει ορυκτά πετρώματα, και το **φλοιό**.
- Ο Ερμής και ο Άρης έχουν αδύναμο **μαγνητικό πεδίο** που οφείλεται στο στερεό πυρήνα τους. Η Αφροδίτη, λόγω της αργής περιστροφής της γύρω από τον άξονα της, δεν έχει μαγνητικό πεδίο.
- Από τους τρεις πλανήτες ο Ερμής και η Αφροδίτη δεν έχουν **δορυφόρους**. Ο Άρης έχει δύο μικρούς, τον Φόβο και τον Δείμο.



Ερμής (Mercury)

Ο Ερμής είναι ένας από τους εσωτερικούς πλανήτες, δηλαδή αυτούς που είναι πιο κοντά στον Ήλιο από ότι η Γη.

Είναι ο δεύτερος πιο μικρός πλανήτης και ο πιο κοντινός στον Ήλιο.



Αφροδίτη (Venus)

Η Αφροδίτη είναι ο πιο κοντινός πλανήτης στη Γη καθώς και ο πρώτος που παρατηρήθηκε με διαστημικές αποστολές.

Στο νυχτερινό ουρανό παρουσιάζεται λαμπρότερη από οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο μετά το φεγγάρι.



Γη (Earth)

Αυτός ο πλανήτης δεν χρειάζεται ιδιαίτερες συστάσεις! Η Γη, ένας σχετικά μικρός πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος, είναι όπως ξέρουμε μέχρι τώρα ο μόνος πλανήτης στον οποίο έχει αναπτυχθεί ζωή.



Άρης (Mars)

Γνωστός και ως κόκκινος πλανήτης. Η φαντασία των ανθρώπων τον ήθελε από παλιά να κατοικείται αλλά πρόσφατες αποστολές έδειξαν ότι δεν υπάρχει ίχνος ζωής στον πλανήτη. Να σημειώσουμε ότι ο Άρης ήταν ο πρώτος πλανήτης στον οποίο προσγειώθηκε γήινο σκάφος.



Ποιοι είναι οι Δίοι πλανήτες και ποια τα κοινά χαρακτηριστικά τους;

Ο Δίας, ο Κρόνος, ο Ουρανός και ο Ποσειδώνας αποτελούν τη δεύτερη ομάδα πλανητών με κοινά χαρακτηριστικά. Ονομάζονται Δίοι πλανήτες από το όνομα του μεγαλύτερου πλανήτη του ηλιακού μας συστήματος, του Δία.

- Η **ατμόσφαιρα** και των τεσσάρων πλανητών αποτελείται από υδρογόνο σε μεγάλες ποσότητες, που ξεπερνούν το 80%, ήλιο, μεθάνιο και ίχνη άλλων στοιχείων.

Το μεθάνιο είναι υπεύθυνο για το γαλάζιο χρώμα του Ουρανού και το μπλε του Ποσειδώνα.

- Το **εσωτερικό** των Δίων πλανητών αποτελείται κυρίως από βραχώδη υλικά και έχει την εξής δομή:

Υπάρχει ένας μικρός πετρώδης **πυρήνας** και ακολουθεί ένας συνήθως παγωμένος **μανδύας** από πετρώματα.

- Ο Δίας, ο Ποσειδώνας και ο Ουρανός έχουν ισχυρό **μαγνητικό πεδίο**, σε αντίθεση με το πολύ ασθενές του Κρόνου.

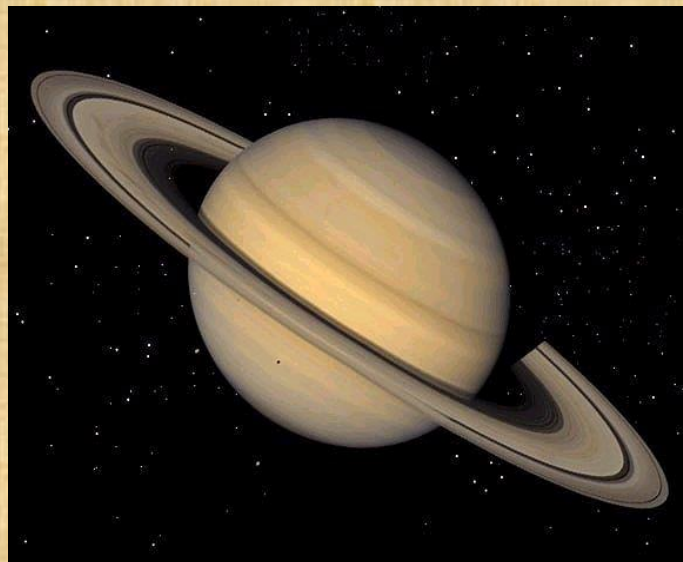
- Ένα από τα πιο εντυπωσιακά φαινόμενα των Δίων πλανητών είναι οι **δακτύλιοι** τους.

- Οι Δίοι πλανήτες έχουν πολλούς **δορυφόρους**.



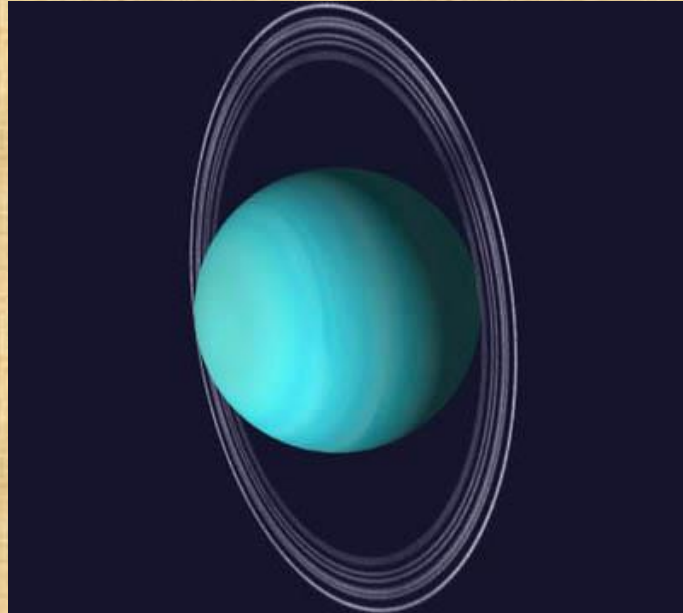
Δίας (Jupiter)

Ο μεγαλύτερος πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος. Η μάζα του είναι δύομιση φορές μεγαλύτερη από ότι η μάζα όλων των άλλων πλανητών μαζί. Σημαντικό του χαρακτηριστικό είναι η μεγάλη κόκκινη κηλίδα που υπάρχει στην ατμόσφαιρα του, ένας τεράστιος αντικυκλώνας.



Κρόνος (Saturn)

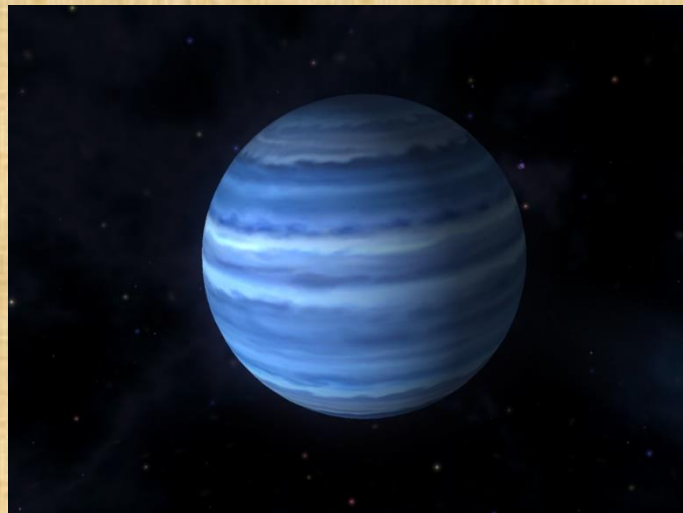
Ο Κρόνος είναι σίγουρα ο πιο όμορφος από τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος. Ξεχωρίζει για τους δακτύλιους από σκόνη και πέτρες που έχει γύρω του. Ο Κρόνος είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος.



Ουρανός (Uranus)

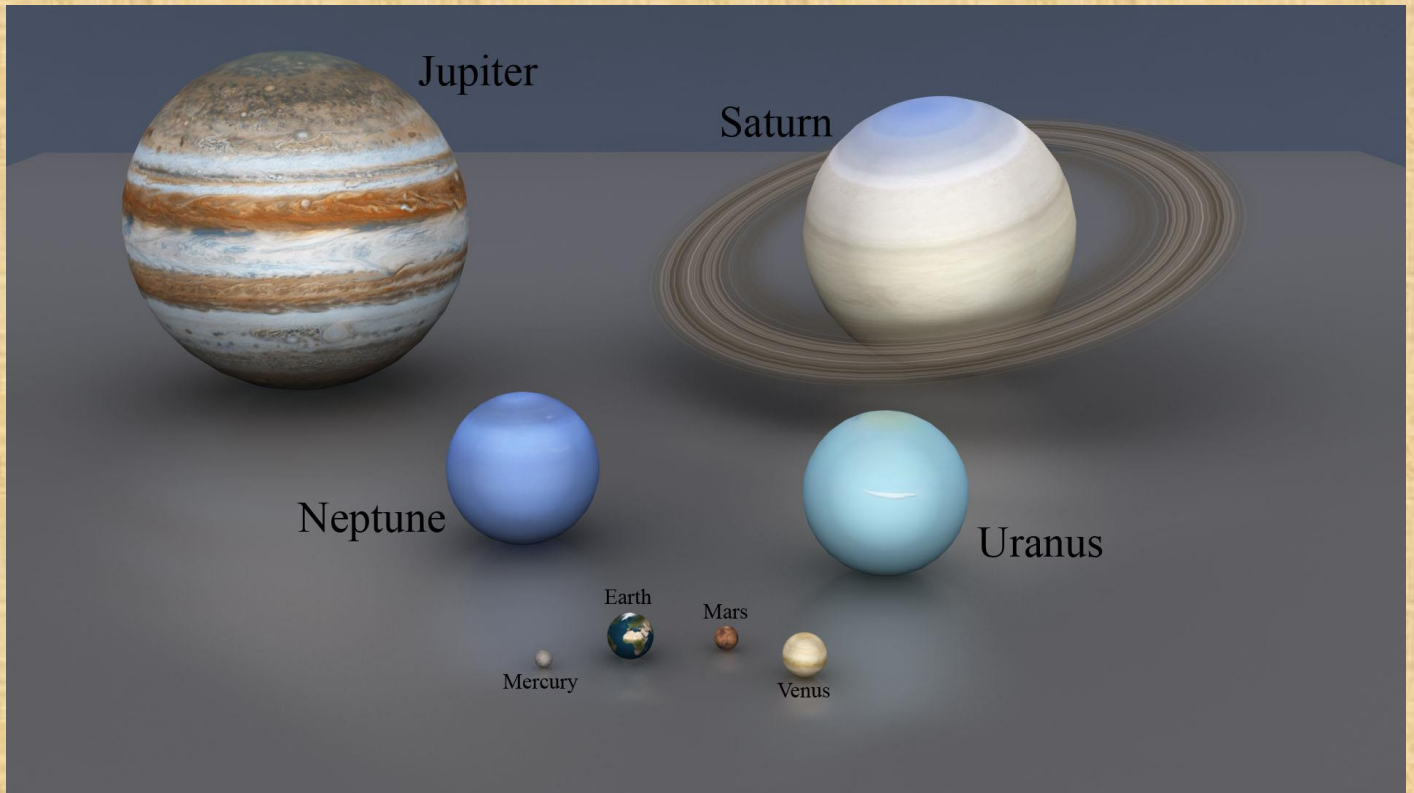
Ανακαλύφθηκε σχετικά πρόσφατα, μόλις το 1781 από τον Γουίλιαμ Χέρσελ αφού είναι μόλις ορατός με το γυμνό μάτι και δεν είχε παρατηρηθεί στην αρχαιότητα.

Ξεχωρίζει για το πράσινο χρώμα του.



Ποσειδώνας (Neptune)

Ανακαλύφθηκε θεωρητικά πριν παρατηρηθεί με τηλεσκόπιο από την βαρυτική του επίδραση στον Ουρανό το 1843 ενώ παρατηρήθηκε πρώτη φορά το 1846.

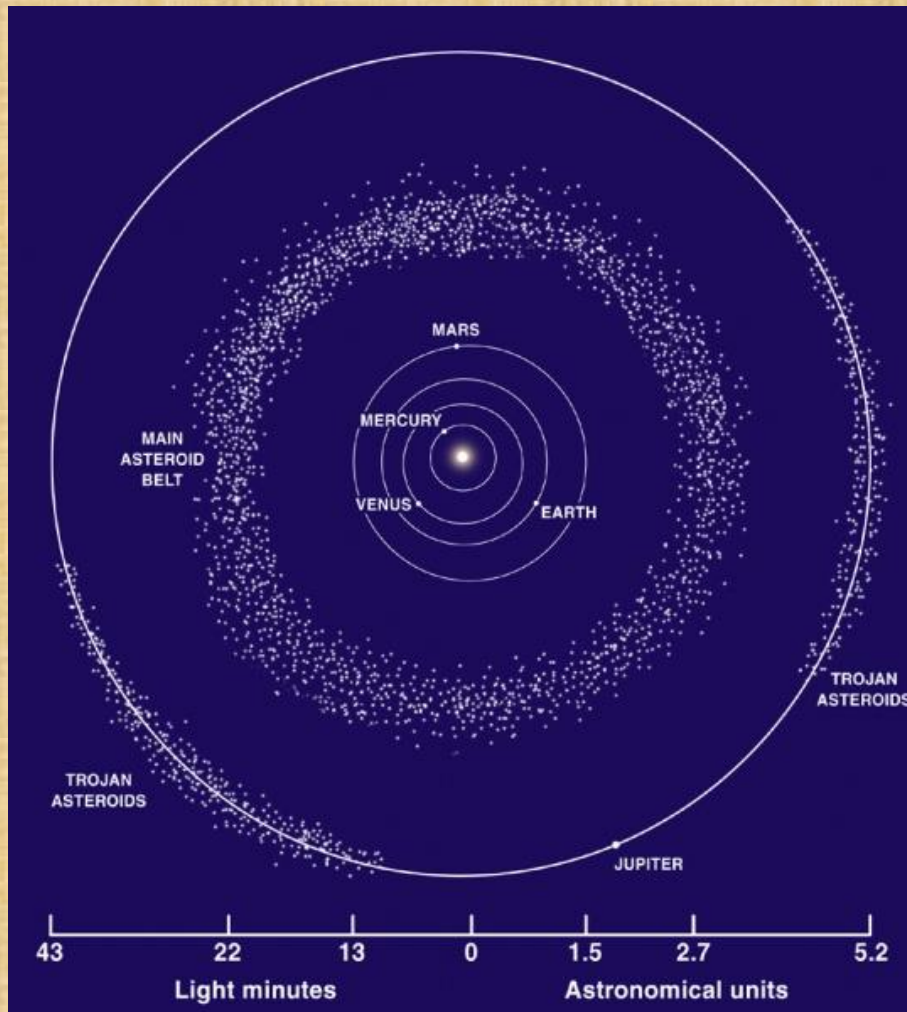


Σύγκριση του μεγέθους των πλανητών



Τι είναι οι αστεροειδείς;

Αστεροειδείς ή μικροί πλανήτες είναι σώματα διάφορων διαστάσεων που περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο σε τροχιές ανάμεσα σ' αυτές του Άρη και του Δία.





Τι είναι οι κομήτες;

Οι **κομήτες** είναι επίσης μικρά σώματα με ακαθόριστο σχήμα, των οποίων οι τροχιές περνούν πολύ κοντά από τον Ήλιο και χάνονται βαθιά μέσα στο διάστημα, συχνά πέρα από τον Πλούτωνα.

Οι αποστάσεις τους από τον Ήλιο είναι τόσο μεγάλες, ώστε οι θερμοκρασίες τους είναι κοντά στο απόλυτο μηδέν (-273°C).

Όσο πλησιάζουν προς τον Ήλιο εξαχνώνονται, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας τους, και αποκτούν ένα αερώδες περίβλημα, την **κόμη**. Η κόμη τις περισσότερες φορές επεκτείνεται και σχηματίζει την **ουρά** του κομήτη, που κατευθύνεται πάντοτε αντίθετα από τον Ήλιο.

Η κόμη περιβάλλει τον **πυρήνα** των κομητών και αποτελεί το κύριο μέρος τους.





Τι είναι τα μετέωρα και τι οι μετεωρίτες;

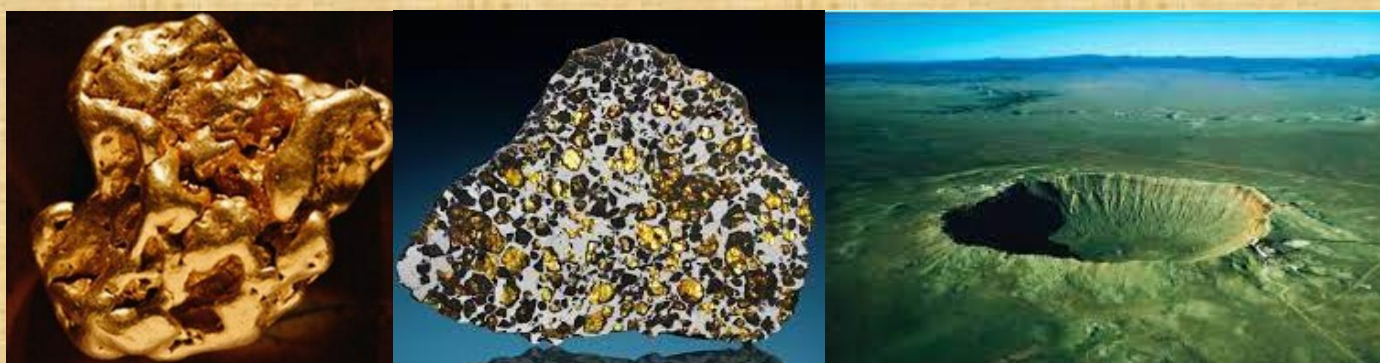
Πολλές φορές τις ασέληνες και χωρίς σύννεφα νύχτες είμαστε μάρτυρες ενός φαινομένου, κατά το οποίο ένα φωτεινό ουράνιο σώμα διατρέχει γρήγορα τον ουρανό και χάνεται μέσα σε δευτερόλεπτα.

Είναι τα γνωστά «αστέρια που πέφτουν». Πρόκειται για αντικείμενα μικρών διαστάσεων που περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο και που, όταν πλησιάσουν κοντά στη Γη, έλκονται από αυτή. Τότε συγκρούονται με την ατμόσφαιρα της, υπερθερμαίνονται, λιώνουν και εξαερώνονται.

Τα αντικείμενα αυτά ονομάζονται **μετέωρα**.

Όταν αυτά είναι αρκετά μεγάλα, δεν εξαερώνονται εντελώς και φτάνουν στη Γη προκαλώντας κρατήρες. Αυτά τα αντικείμενα ονομάζονται **μετεωρίτες**.

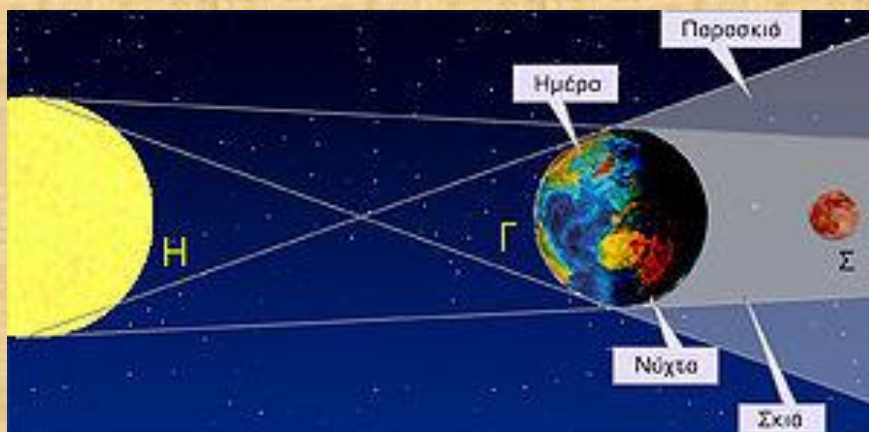
Οι **μετεωρίτες** έχουν μεγάλη μάζα η οποία δεν προλαβαίνει κατά την είσοδο της στην ατμόσφαιρα να καεί. Έτσι ότι απομένει φτάνει στην επιφάνεια και δημιουργεί κρατήρες. Η πτώση τους συνοδεύεται από λάμψη και δυνατό κρότο. Με τον τρόπο αυτό έχει σχηματιστεί και ο γνωστός κρατήρας της Αριζόνα.





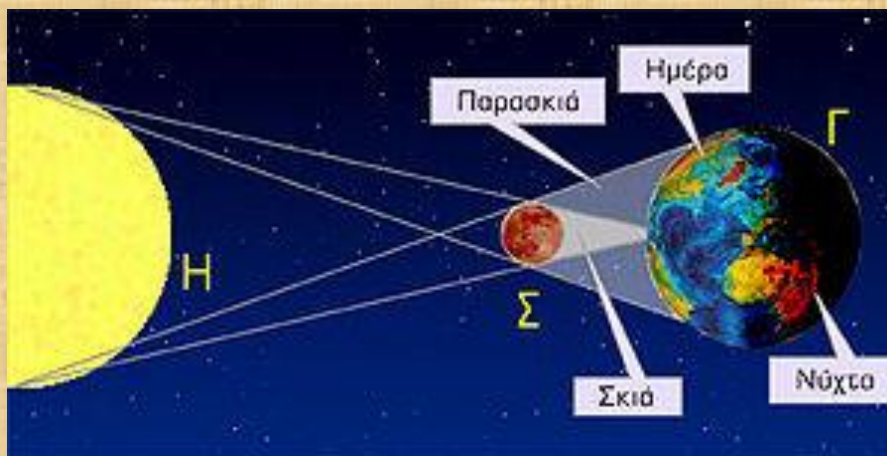
Τι είναι η έκλειψη Σελήνης;

Καθώς ο Ήλιος φωτίζει τη Γη, δημιουργεί τη σκιά της η οποία έχει μορφή κώνου. Όταν η Σελήνη, καθώς περιφέρεται γύρω από τη Γη, μπει στον κώνο της σκιάς της Γης, ένα μέρος ή και ολόκληρος ο φωτεινός της δίσκος καλύπτεται από αυτή. Τότε έχουμε έκλειψη Σελήνης. Σε περίπτωση που η Σελήνη μπει ολόκληρη στη σκιά της Γης, έχουμε **ολική έκλειψη Σελήνης**. Άλλοτε πάλι, όταν η ευθυγράμμιση των τριών ουράνιων σωμάτων δεν είναι πλήρης, έχουμε **μερική έκλειψη Σελήνης**, μια και καλύπτεται μόνο ένα μέρος του φωτεινού της δίσκου.



Τι είναι η έκλειψη Ηλίου;

Εκλειψη Ηλίου είναι η σκιά της Σελήνης πάνω στη Γη και έχουμε, όταν η Σελήνη είναι στη φάση της νέας Σελήνης και μπει ανάμεσα στον Ήλιο και στη Γη.





Πως δημιουργήθηκε το ηλιακό μας σύστημα;

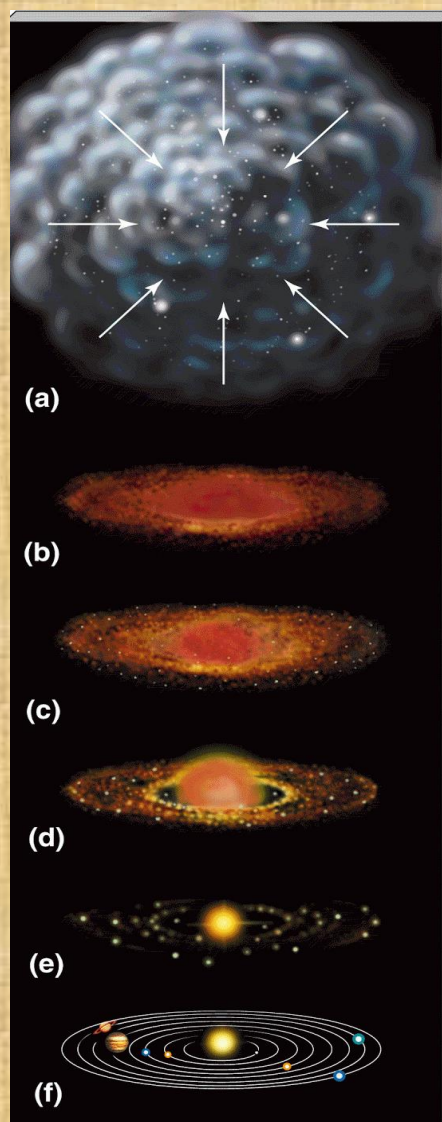
Σύμφωνα με τη θεωρία της **νεφελικής συμπίκνωσης**, το αρχικό νέφος συμπυκνώθηκε και συρρικνώθηκε με αργό ρυθμό κάτω από την επίδραση της βαρύτητας του, ενώ ταυτόχρονα άρχισε να περιστρέφεται.

Όσο οι περιοχές του αρχικού νέφους κατέρρεαν, λόγω της βαρύτητας, τόσο αυξανόταν η ταχύτητα περιστροφής τους. Το αποτέλεσμα της περιστροφής και της βαρυτικής κατάρρευσης ήταν το νέφος να αποκτήσει τη μορφή ενός πεπλατυσμένου δίσκου.

Στο κέντρο του δίσκου σχηματίστηκε ένας **πρωταστέρας** από τον οποίο προήλθε ο Ήλιος. Στα εξωτερικά στρώματα του δίσκου δημιουργήθηκαν περιοχές με πιο συμπυκνωμένη ύλη από τις οποίες σχηματίστηκαν οι **πρωτοπλανήτες** και τελικά οι πλανήτες.

Τα κομμάτια που απέμειναν αποτέλεσαν τους αστεροειδείς και τους κομήτες.

Με ανάλογο τρόπο σχηματίστηκαν και οι δορυφόροι των πλανητών.





Πως δημιουργήθηκε η Σελήνη;

Πριν από 4,5 δις. χρόνια ένα αντικείμενο – η «Θεία» – με το μέγεθος του Άρη, συγκρούστηκε με τη νεαρή τότε Γη.

Τα συντρίμμια από τη σύγκρουση ρίχτηκαν τότε στο διάστημα, όπου συσσωρεύτηκαν σε μια στέρα μάζα για να φτιάξουν το φεγγάρι και έκτοτε αυτή βρίσκεται μέσα στο Γήινο βαρυτικό πεδίο.

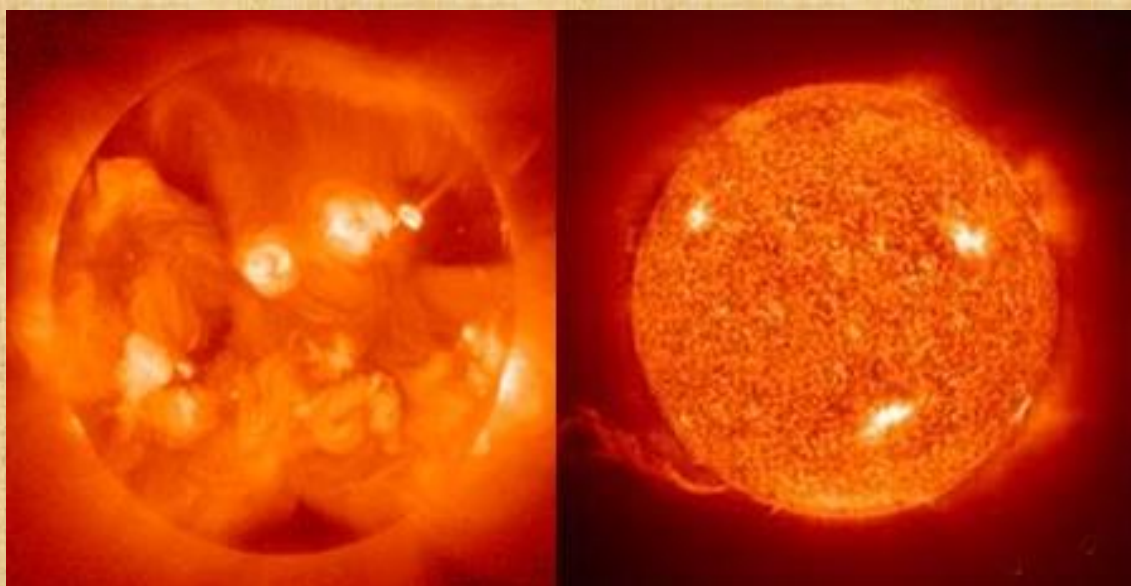
Αυτή η θεωρία υποστηρίζεται από την παρόμοια σύνθεση των βράχων της Γης και της Σελήνης.





Τι είναι ο Ήλιος;

Είναι μια θερμή σφαίρα αερίων, στο εσωτερικό της οποίας γίνονται θερμοπυρηνικές αντιδράσεις. Αποτέλεσμα των αντιδράσεων είναι η παραγωγή ενέργειας, η οποία ύστερα από εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια φτάνει στην επιφάνεια του Ηλίου και στη συνέχεια μόλις σε 8,3 λεπτά φτάνει στη Γη.



Πως παράγεται το φως του Ήλιου;

Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η μετατροπή της ύλης σε ενέργεια, απαιτούνται ειδικές φυσικές συνθήκες πολύ υψηλής πυκνότητας και θερμοκρασίας.

Οι συνθήκες αυτές επικρατούν στον πυρήνα του Ήλιου όπου η θερμοκρασία είναι της τάξεως των $15 \cdot 10^6$ K και η πυκνότητα 150 φορές υψηλότερη από αυτή του νερού.

Εκεί η κατάσταση της ύλης είναι διαφορετική από αυτές που γνωρίζουμε στη Γη (τη στερεά, την υγρή και την αέρια).

Η κατάσταση αυτή λέγεται κατάσταση **πλάσματος**.

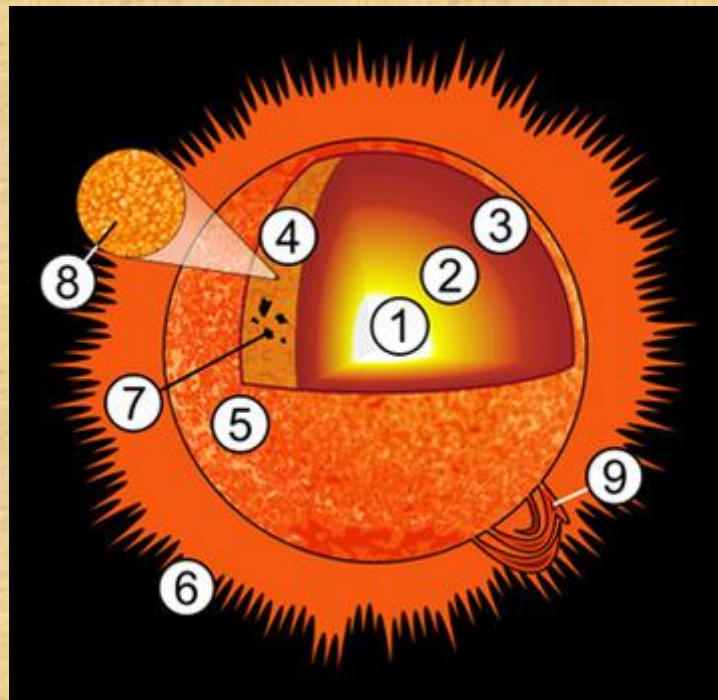
Πρόκειται για ένα αέριο φορτισμένων σωματιδίων, δηλαδή ηλεκτρόνια και πυρήνες ατόμων που κινούνται με μεγάλες ταχύτητες και συμπεριφέρονται ως ελεύθερα σωματίδια.

Κάτω από αυτές τις προϋποθέσεις γίνεται δυνατή η απελευθέρωση της ενέργειας που περιέχεται στους πυρήνες των ατόμων και η αντίδραση ονομάζεται **πυρηνική σύντηξη**.

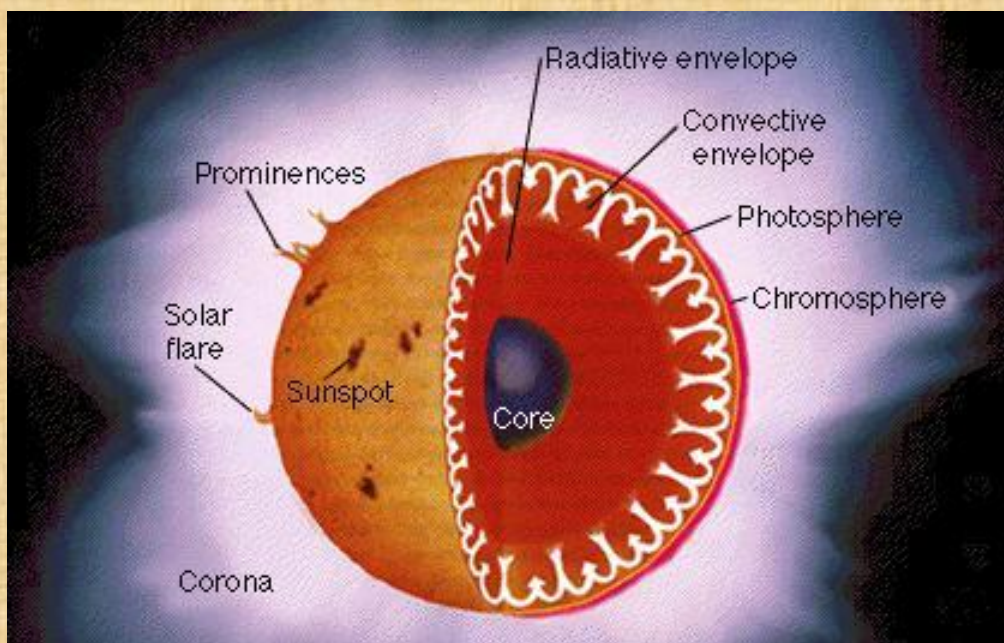
Στην τωρινή φάση της ζωής του Ήλιου από το υδρογόνο που υπάρχει στον πυρήνα του μέσω της πυρηνικής σύντηξης παράγεται ήλιο.



Ποια είναι η εσωτερική δομή του Ήλιου;



1. Πυρήνας	4. Φωτόσφαιρα	7. Ηλιακή κηλίδα
2. Ζώνη ακτινοβολίας	5. Χρωμόσφαιρα	8. Κοκκίδωση
3. Ζώνη μεταφοράς	6. Στέμμα	9. Έκλαμψη

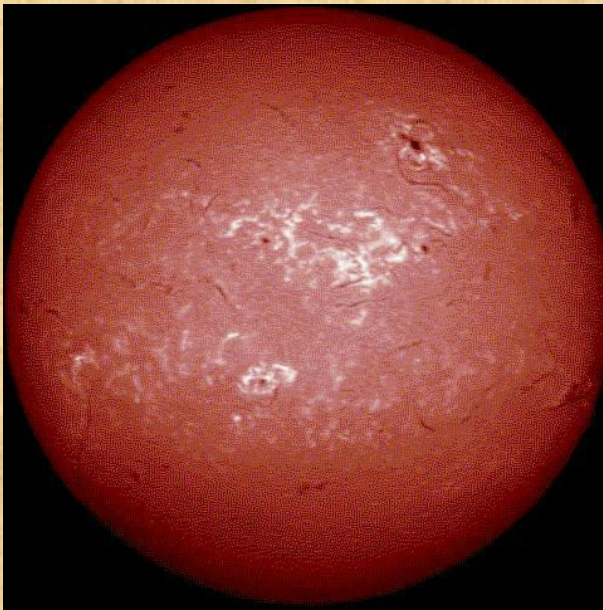




Ποια είναι τα στρώματα της ατμόσφαιρας του Ήλιου;

Αποτελείται από τα εξής στρώματα:

- τη φωτόσφαιρα,
- τη χρωμόσφαιρα,
- το στέμμα και
- τον ηλιακό άνεμο.



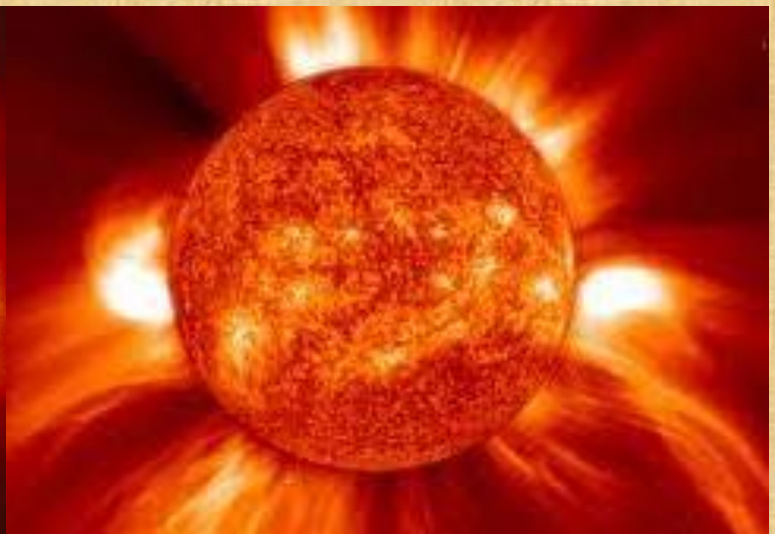
χρωμόσφαιρα



φωτόσφαιρα



στέμμα

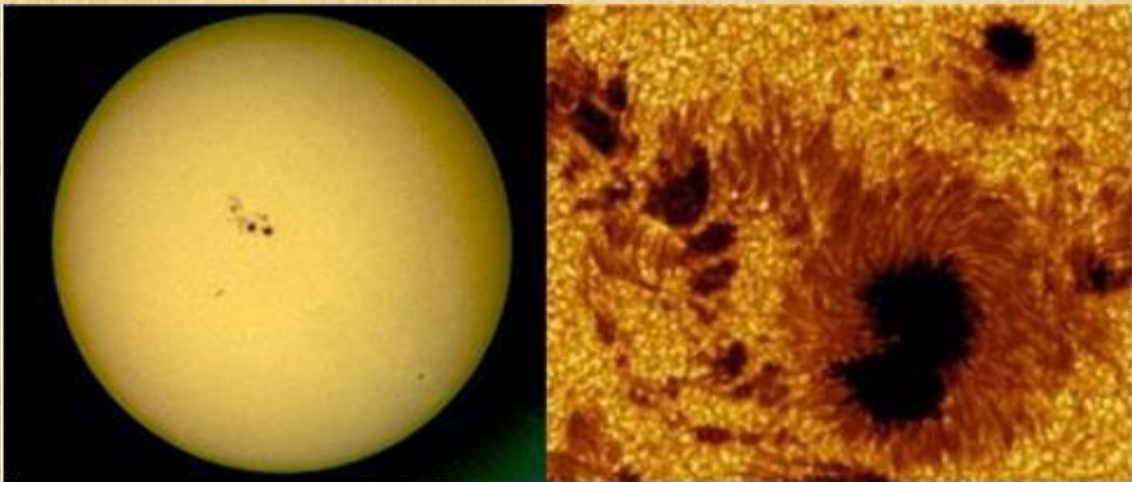


ηλιακός άνεμος



Ποια είναι η ηλιακή δραστηριότητα;

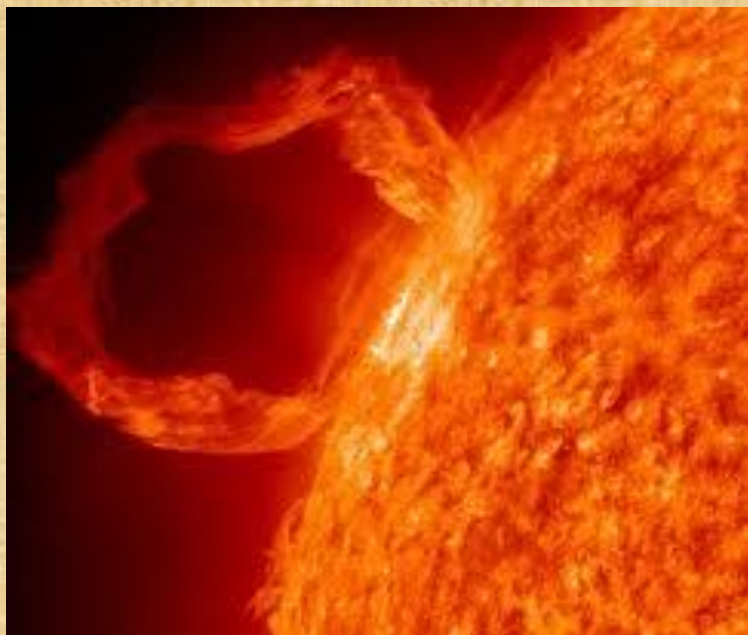
- **Κηλίδες.** Ο λόγος που εμφανίζονται σκοτεινές είναι ότι η θερμοκρασία τους, αν και ανέρχεται στους 4.200 K, είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία της περιοχής που τις περιβάλλει, και η οποία φτάνει τους 6.400 K.



- **Εκλάμψεις.** Οι ηλιακές κηλίδες μπορεί να θεωρηθούν ότι είναι ηλεκτρομαγνητικές καταιγίδες. Όπως στις γήινες καταιγίδες απελευθερώνεται ενέργεια μέσω των ηλεκτρικών εκκενώσεων (κεραυνοί, αστραπές), έτσι και στις ηλιακές εκλύονται συγκριτικά τεράστια ποσά ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας.

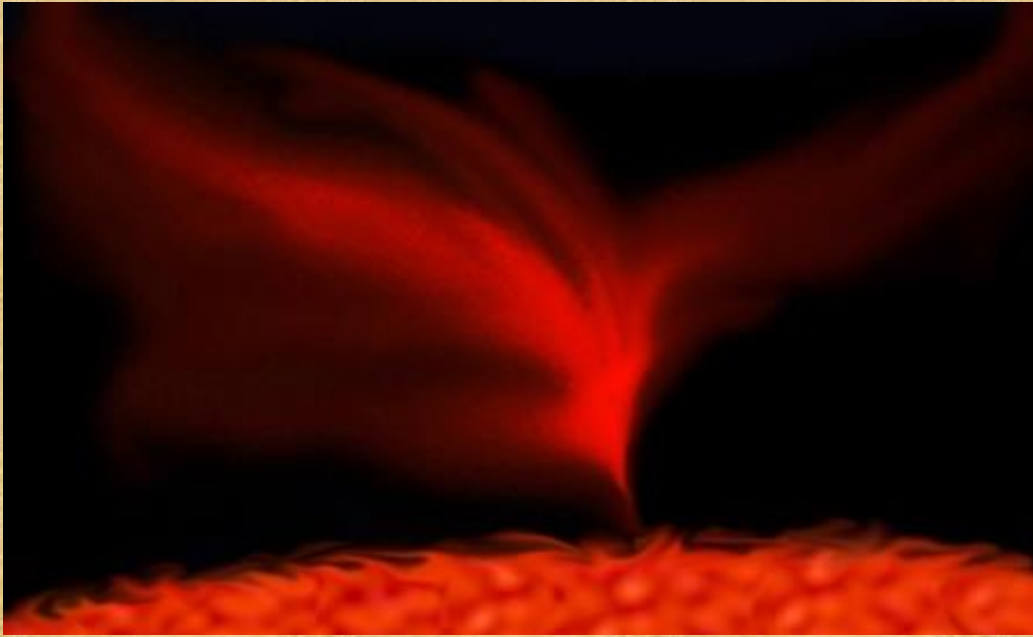
Η ενέργεια αυτή δημιουργεί τις εκλάμψεις.

Το φαινόμενο αυτό διαρκεί συνήθως μερικά λεπτά και σπανιότερα μερικές ώρες.





- **Προεξοχές.** Είναι τεράστια νέφη ιονισμένου αερίου που εκτοξεύονται εκατοντάδες χιλιάδες χιλιόμετρα πάνω από τη φωτόσφαιρα, μέσα στο στέμμα, με ταχύτητες που φτάνουν μέχρι και 100 km/sec.



Ποιο είναι το είδος της Ηλιακής ακτινοβολίας;

Ο Ήλιος ακτινοβολεί ενέργεια από τα εξωτερικά του στρώματα προς το διάστημα, που κατανέμεται σε όλες τις περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Εκπέμπει λοιπόν ακτινοβολία στην περιοχή των ραδιοκυμάτων, του υπερύθρου, του ορατού και του υπεριώδους, στις ακτίνες Χ και γ.

Επιπλέον, ο Ήλιος εκπέμπει και σωματιδιακή ακτινοβολία μέσω του ηλιακού ανέμου.



Ποιες είναι οι επιδράσεις του Ήλιου στη Γη;

Η Γη, βρίσκεται υπό τη συνεχή επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, τόσο της ηλεκτρομαγνητικής όσο και της σωματιδιακής.

Η αλληλεπίδραση της ακτινοβολίας αυτής με τα ανώτερα στρώματα της γήινης ατμόσφαιρας προκαλεί ορισμένα πολύ ενδιαφέροντα και χαρακτηριστικά φαινόμενα.

Τα πιο εντυπωσιακά φαινόμενα συμβαίνουν στην ιονόσφαιρα της Γης.

Είναι περισσότερο έντονα στο μέγιστο της ηλιακής δραστηριότητας και σχετίζονται κυρίως με τις εκλάμψεις, κατά τις οποίες εκλύονται πολύ μεγάλα ποσά ενέργειας και σωματίδια από τον Ήλιο.

Θα εστιάσουμε την προσοχή μας σε τρία από αυτά:

1. στις ιονοσφαιρικές καταιγίδες,
2. στη διαστολή της γήινης ατμόσφαιρας και
3. στο πολικό σέλας.

1. Ο μεγάλος αριθμός των φορτισμένων σωματιδίων και η ισχυρότατη Η/Μ ακτινοβολία που εκπέμπονται κατά τις ηλιακές εκλάμψεις επηρεάζουν τη σύσταση, την έκταση και το σχήμα της ιονόσφαιρας. Έτσι, είναι πιθανή η διαταραχή ή ακόμα και η διακοπή της επικοινωνίας μεταξύ απομακρυσμένων περιοχών του πλανήτη, που επικοινωνούν με ραδιοκύματα διερχόμενα μέσα από την ιονόσφαιρα.



2. Η ηλιακή Η/Μ και σωματιδιακή ακτινοβολία επιταχύνει τα ιόντα και τα σωματίδια με τα οποία αλληλεπιδρά, με συνέπεια να αυξάνεται η κινητική τους ενέργεια.

Έτσι, προκαλείται θέρμανση των εξωτερικών στρωμάτων της γήινης ατμόσφαιρας και διαστολή τους.



3. Το πολικό σέλας είναι ιδιαίτερα φωτεινό και εντυπωσιακό φαινόμενο του νυχτερινού ουρανού, που παρατηρείται σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Παρουσιάζεται σε ποικίλα σχήματα, εντάσεις και χρώματα με διαφορετική σταθερότητα και διάρκεια.

Δημιουργείται, όταν αλληλεπιδρούν άτομα και μόρια της ανώτερης ατμόσφαιρας με τη σωματιδιακή ακτινοβολία του Ηλίου. Τα φορτισμένα σωματίδια που έρχονται από τον Ήλιο κινούνται μέσα στο μαγνητικό πεδίο της Γης, συγκρούονται με άτομα ή μόρια της ατμόσφαιρας και τα διεγείρουν. Όταν τα τελευταία αποδιεγείρονται, εκπέμπουν ορατή ακτινοβολία που προκαλεί τους φωτεινούς σχηματισμούς του πολικού σέλαος.



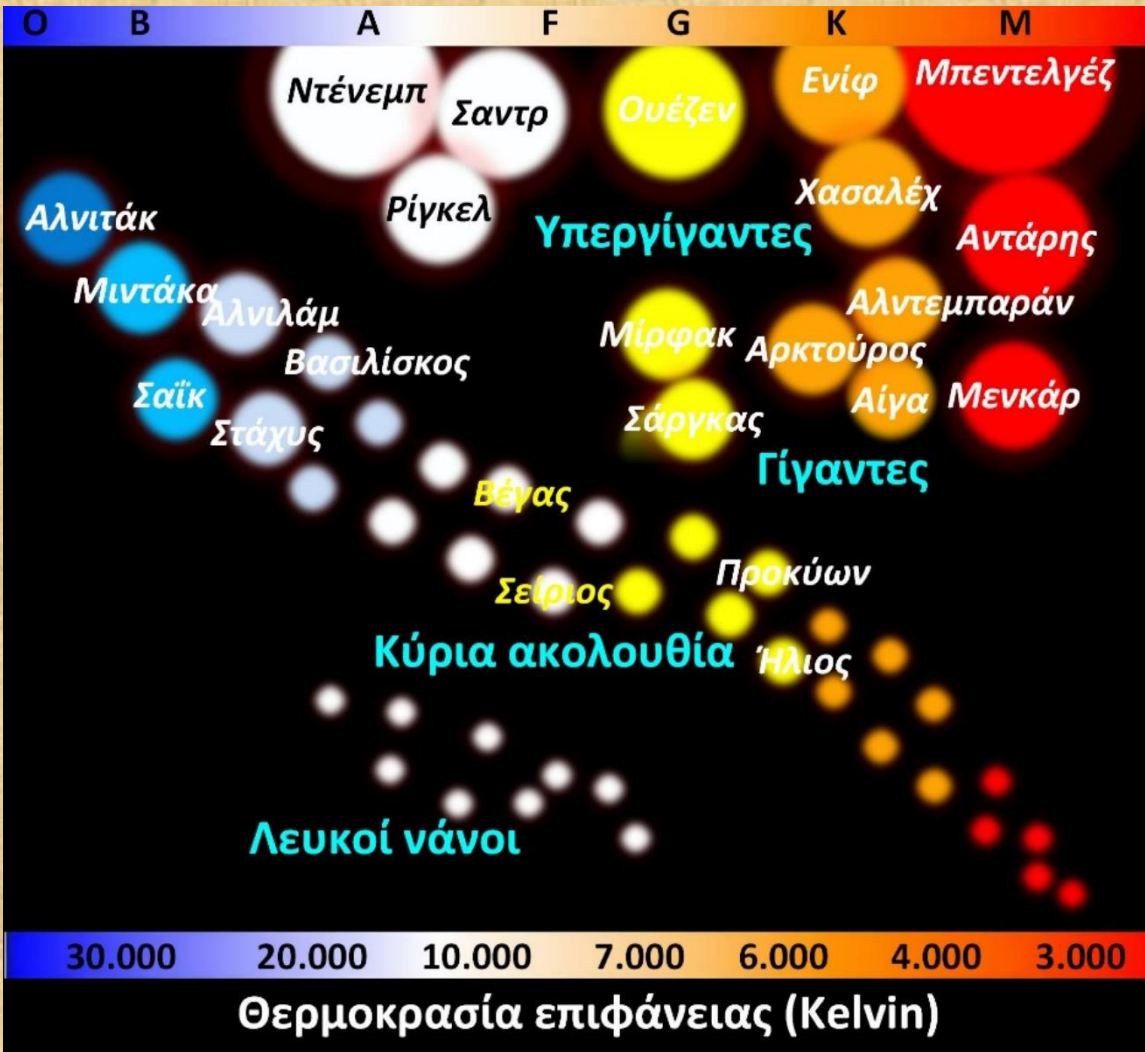


Ποια είναι η σχέση χρώματος – θερμοκρασίας των αστέρων;

Οι **θερμότεροι** έχουν χρώμα **μπλε**, ενώ οι **ψυχρότεροι** **κόκκινο**.

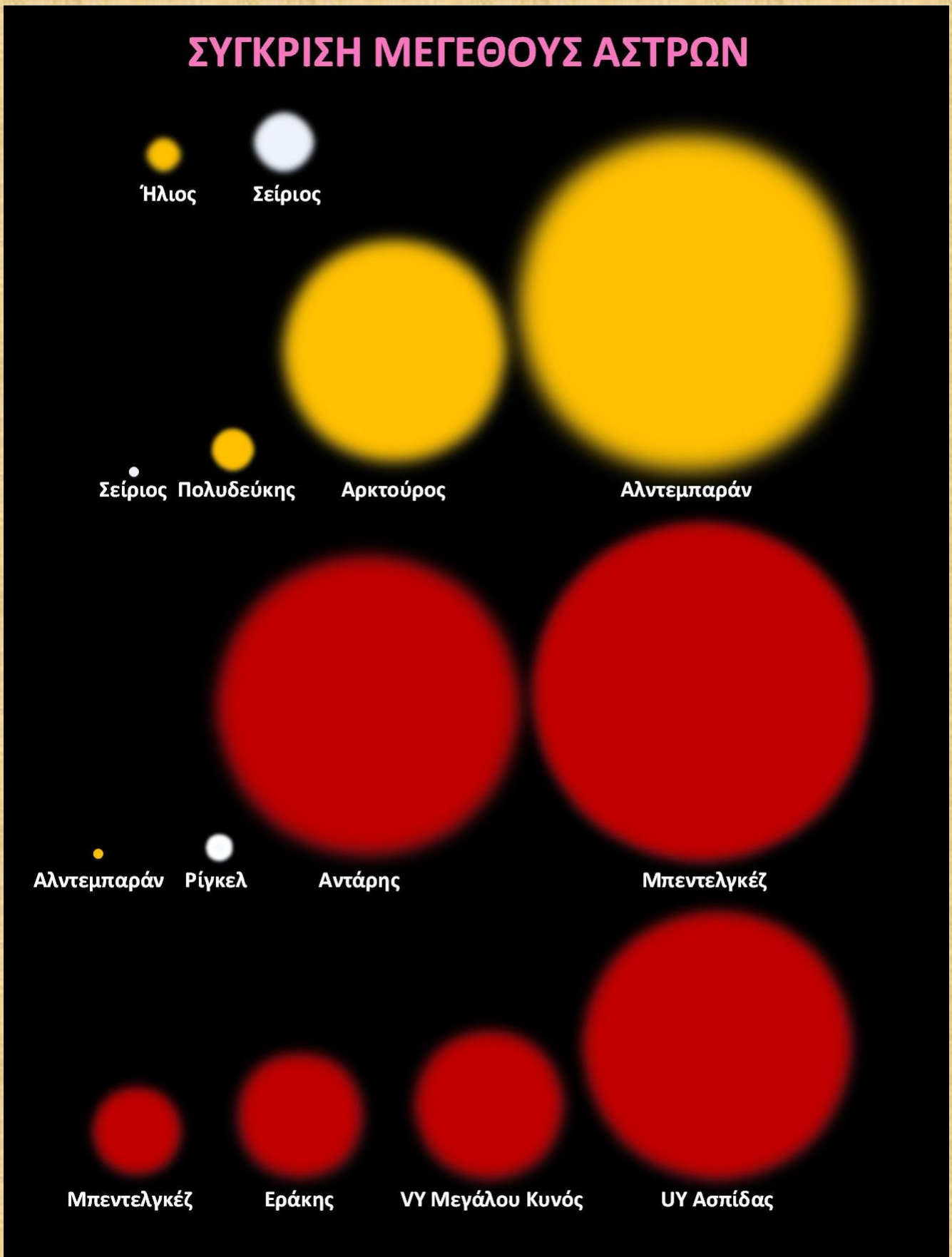


Ποια είναι η ταξινόμηση των αστέρων;





ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΑΣΤΡΩΝ





Πως δημιουργούνται οι αστέρες;



Ποια είναι τα στάδια της εξέλιξης ενός αστέρα;

- Το χρονικό διάστημα από τη γένεση του πρωταστέρα μέχρι την έναρξη των πυρηνικών αντιδράσεων στο εσωτερικό του (και επομένως την είσοδο του στην Κύρια Ακολουθία του διαγράμματος H-R) αποτελεί την **πρώτη φάση** της ζωής του.
- Η **δεύτερη φάση** της ζωής ενός αστέρα ή **φάση της Κύριας Ακολουθίας** είναι η περίοδος της ζωής του που έχει τη μεγαλύτερη διάρκεια. Το χαρακτηριστικό της φάσης αυτής είναι η «καύση» του υδρογόνου σε ήλιο στον πυρήνα του αστέρα. Ο Ήλιος μας βρίσκεται στη φάση αυτή εδώ και 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια, ενώ υπολογίζεται ότι θα παραμείνει σ' αυτή για άλλο τόσο χρονικό διάστημα. Ένας αστέρας με 10πλάσια μάζα από τη μάζα του Ηλίου παραμένει στην Κύρια Ακολουθία πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα, περίπου 50 εκατομμύρια χρόνια. Κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής οι αστέρες εμφανίζουν μεγάλη σταθερότητα ως προς τα διάφορα φυσικά χαρακτηριστικά τους.



• **Φάση μετά την Κύρια Ακολουθία.** Η τρίτη αυτή φάση αναφέρεται στην εξέλιξη του αστέρα μετά την Κύρια Ακολουθία και είναι το πιο σύντομο στάδιο της ζωής του.

Μετά την εξάντληση του υδρογόνου η ισορροπία του αστέρα καταστρέφεται.

Ο πυρήνας του αρχίζει πάλι να συστέλλεται λόγω βαρύτητας, η θερμοκρασία του ανεβαίνει και, όταν φτάσει περίπου στους 10^8 K, αρχίζει η πυρηνική καύση του ηλίου σε άνθρακα.

Η έναρξη αυτής της καύσης συνοδεύεται από τρομερή έκλυση ενέργειας που προκαλεί δραματική διαστολή του αστέρα.

Η διαστολή αυτή έχει αποτέλεσμα την πτώση της θερμοκρασίας του και τη μετατόπιση του φάσματος της ακτινοβολίας του προς το ερυθρό.

Ο αστέρας τότε μετατρέπεται σε έναν **ερυθρό γίγαντα**.

Αυτή είναι η πορεία που θα ακολουθήσει και ο Ήλιος. Στη φάση αυτή η ακτίνα του Ηλίου θα γίνει πολύ μεγάλη και η Γη θα περιστρέφεται στα όρια της εξωτερικής του ατμόσφαιρας.

Τότε η ατμόσφαιρα της Γης θα διαλυθεί και τα εξωτερικά στρώματα του φλοιού της θα αρχίσουν να εξατμίζονται. Η ακτίνα περιφοράς της Γης γύρω από τον Ήλιο θα μειώνεται σταδιακά λόγω της τριβής και σε λιγότερο από 200 χρόνια θα συγχωνευτεί με τον πυρήνα του.

Η αυξανόμενη λαμπρότητα του Ηλίου θα εξατμίσει και τους υπόλοιπους εσωτερικούς πλανήτες, ενώ οι εξωτερικοί θα χάσουν τα παγωμένα εξωτερικά τους στρώματα, ώσπου να εμφανιστούν οι πετρώδεις πυρήνες τους.

Αν ο αστέρας έχει μάζα πολύ μεγαλύτερη από τη μάζα του Ηλίου, τότε, μετά την εξάντληση του στοιχείου ηλίου, ακολουθείται πάλι μια διαδικασία παρόμοια με την προηγούμενη:

Ο πυρήνας συστέλλεται εκ νέου λόγω βαρύτητας, η θερμοκρασία του ανεβαίνει στους 10^9 K, οπότε αρχίζει η πυρηνική καύση του άνθρακα. Η ενέργεια που απελευθερώνεται είναι τώρα ακόμα μεγαλύτερη. Ο αστέρας διαστέλλεται και παίρνει τρομακτικές διαστάσεις.

Γίνεται ένας **ερυθρός υπεργίγαντας**.



• **Τελικά στάδια της εξέλιξης.** Το τελευταίο στάδιο της εξέλιξης ενός αστέρα είναι το πιο αβέβαιο. Η πορεία που θα ακολουθηθεί εξαρτάται από τη μάζα που έχει ο αστέρας.

A. Λευκοί νάνοι

Οι αστέρες με μάζα **περίπου ίση** με τη μάζα του Ηλίου μετά το στάδιο του ερυθρού γίγαντα χάνουν σταδιακά μέσα σε 1.000 χρόνια περίπου το 10-20% της αρχικής τους μάζας, λόγω του πολύ ισχυρού αστρικού ανέμου που εκπέμπεται από την επιφάνεια του αστέρα.

Η ύλη που μεταφέρεται από τον αστρικό άνεμο σχηματίζει ένα **πλανητικό νεφέλωμα**. Όταν εξαντληθεί το ήλιο, ο πυρήνας του αστέρα, που αποτελείται τώρα από άνθρακα, συρρικνώνεται πάλι λόγω βαρύτητας.

Η μάζα όμως του αστέρα είναι σχετικά μικρή. Έτσι οι βαρυτικές δυνάμεις δεν είναι τόσο ισχυρές, ώστε η πίεση και η θερμοκρασία που προκαλούν να φτάσουν τις τιμές που απαιτούνται, για να ξεκινήσει η πυρηνική καύση του άνθρακα.

Τελικά ο πυρήνας φτάνει σε μια κατάσταση όπου η ύλη βρίσκεται σε πλήρη ιονισμό.

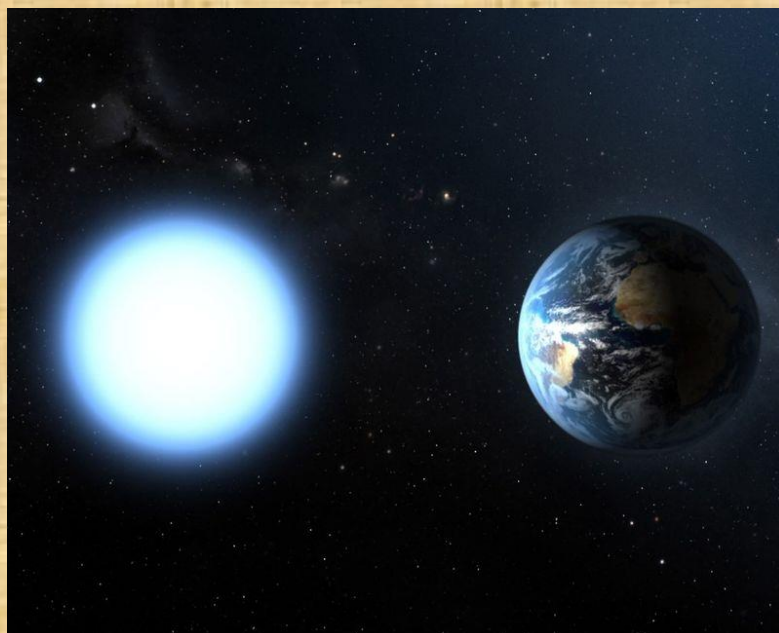
Τα ελεύθερα πλέον ηλεκτρόνια σχηματίζουν ένα νέφος, που αναπτύσσει ισχυρή εσωτερική πίεση στον πυρήνα του αστέρα. Η πίεση του νέφους των ηλεκτρονίων αντισταθμίζει τη βαρυτική συστολή κι έτσι ο αστέρας ισορροπεί.

Μετατρέπεται σε ένα **λευκό νάνο**.

Στο εσωτερικό του λευκού νάνου δε συμβαίνουν πια θερμοπυρηνικές αντιδράσεις.

Αυτός αποτελείται κυρίως από άνθρακα με κρυσταλλική δομή και συνεχίζει να εκπέμπει ακτινοβολία από την εσωτερική ενέργεια που περιέχει.

Επειδή δεν έχει πηγές ενέργειας, ο λευκός νάνος σταδιακά ψύχεται, η ακτινοβολία που εκπέμπει μειώνεται και τελικά μετατρέπεται σε έναν καστανό και στη συνέχεια σε **μαύρο νάνο**.





B. Αστέρες νετρονίων

Οι αστέρες των οποίων οι μάζες κυμαίνονται από **5 έως 10 ηλιακές μάζες** περνούν από τη φάση του ερυθρού γίγαντα δύο φορές. Όπως εξηγήθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, αυτό γίνεται με τις διαδοχικές πυροδοτήσεις της πυρηνικής καύσης του ηλίου και του άνθρακα.

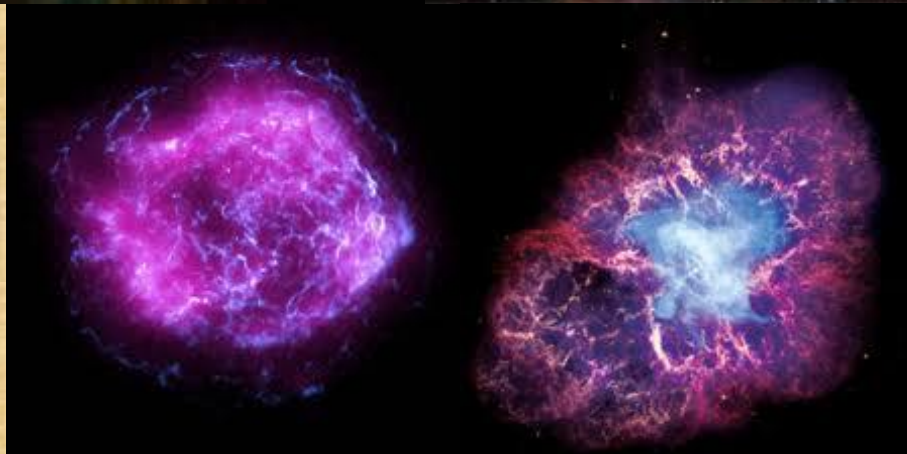
Μετά από μια βίαιη έκρηξη, που ονομάζεται έκρηξη **υπερκαινοφανούς αστέρα**, καταλήγουν σε αστέρες νετρονίων. Οι τελευταίοι αποτελούνται κατά κύριο λόγο από νετρόνια. Έχουν εξαιρετικά μεγάλη πυκνότητα και η διάμετρος τους είναι μόλις περί τα 10 km.

Οι αστέρες νετρονίων εμφανίζουν πολύ ισχυρό βαρυτικό και μαγνητικό πεδίο.





ΕΚΡΗΞΕΙΣ SUPERNOVA





Γ. Μελανές οπές

Τέλος, στους αστέρες μεγάλης μάζας -πάνω από 20 ηλιακές μάζες- η πίεση του νετρονικού νέφους δεν είναι ικανή να ανακόψει τη βαρυτική κατάρρευση του πυρήνα τους. Οι αστέρες αυτοί, αφού περάσουν από το στάδιο του υπεργίγαντα, μετά την έκρηξη υπερκαινοφανούς καταλήγουν σε **μελανές οπές** ή, όπως συνήθως λέγονται, **μαύρες τρύπες**.

Πρόκειται για αντικείμενα των οποίων η πυκνότητα θεωρητικά τείνει στο άπειρο και οι γνωστές υλικές δομές καταστρέφονται.

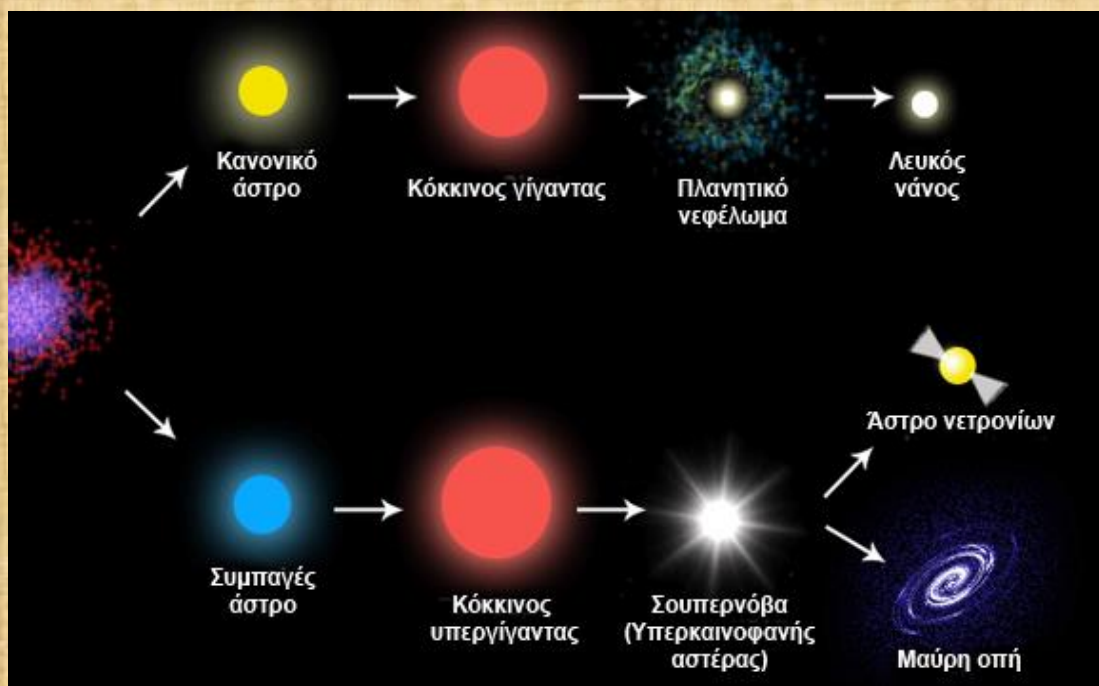
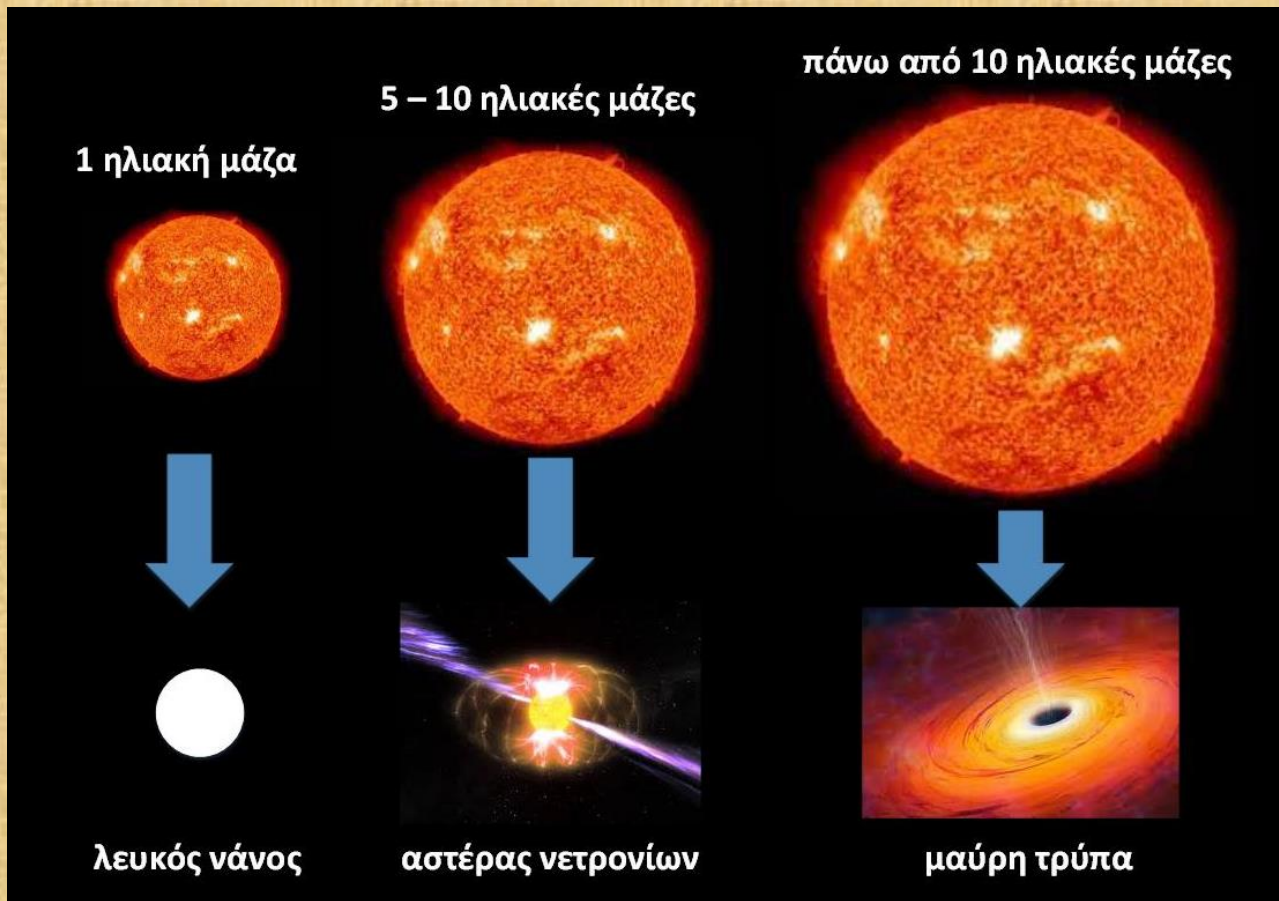
Οι μαύρες τρύπες είναι μια αινιγματική κατάσταση του χώρου και του χρόνου.

Το βαρυτικό πεδίο κοντά σε αυτές είναι τόσο ισχυρό, ώστε δεν μπορεί να διαφύγει ούτε το φως. Για το λόγο αυτό οι μελανές οπές δεν είναι άμεσα ορατές (γεγονός από το οποίο προέρχεται και το όνομα τους).





Συμπερασματικά:





Πώς παρατηρούμε τις μαύρες τρύπες;

Ξέρουμε ότι οι μαύρες τρύπες δεν επιτρέπουν στο φως να ξεφύγει από αυτές. Ίσως, εύλογα κάποιος σκεφτεί ότι δεν μπορούμε να τις ανιχνεύσουμε. Η ανίχνευση τους είναι ωστόσο δυνατή με διάφορους έμμεσους τρόπους στις εξής περιπτώσεις:

A) Περίπτωση που η μαύρη τρύπα αποτελεί τμήμα διπλού αστέρα.

Τότε θερμό υλικό από τον άλλο αστέρα του ζεύγους έλκεται από τη μαύρη τρύπα και απορροφάται από αυτήν. Κατά την κίνηση τους προς τη μαύρη τρύπα τα σωματίδια του υλικού αποκτούν πολύ μεγάλες επιταχύνσεις, με αποτέλεσμα να εκπέμπουν ακτίνες Χ.

B) Περίπτωση παρατήρησης εκτροπής του φωτός, όταν διέρχεται κοντά από μια μαύρη τρύπα.

Το φαινόμενο αυτό προβλέπεται από τη Γενική θεωρία της Σχετικότητας του Αϊνστάιν. Καθώς οι ακτίνες του φωτός πλησιάζουν μαύρη τρύπα, καμπυλώνονται λόγω του ισχυρού βαρυτικού της πεδίου. Το αποτέλεσμα είναι ότι ο επίγειος παρατηρητής βλέπει δύο εικόνες του αστέρα. Η μαύρη τρύπα λειτουργεί σαν ένας βαρυτικός φακός.

Τι είναι τα αστρικά συστήματα;

Ενα αστρικό σύστημα αποτελείται από δύο ή περισσότερους αστέρες που συνδέονται μεταξύ τους με δυνάμεις βαρύτητας.

Τέτοια συστήματα είναι οι **διπλοί αστέρες** και τα **αστρικά σμήνη**.





Τι είναι τα Pulsars;

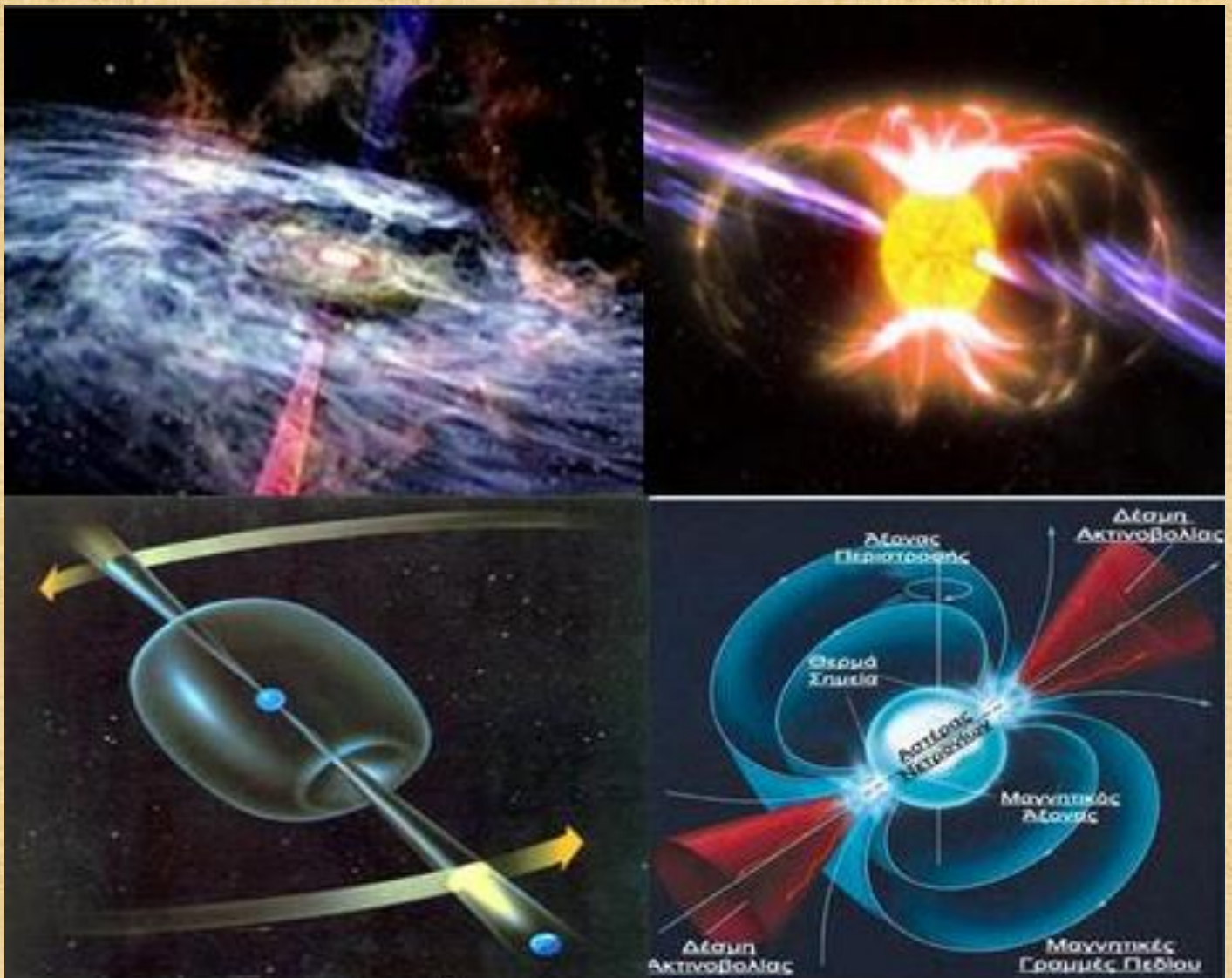
Ένας αστέρας νετρονίων διαθέτει τρία πολύ σημαντικά χαρακτηριστικά:

α. Περιστρέφεται γύρω από κάποιον άξονα του.

β. Έχει ισχυρότατο μαγνητικό πεδίο.

γ. Τα ηλεκτρόνια που είναι παγιδευμένα στο μαγνητικό του πεδίο εκπέμπουν ραδιοκύματα.

Έτσι ένας αστέρας νετρονίων εκπέμπει ραδιοκύματα, τα οποία, λόγω της περιστροφής του, ανιχνεύονται με τη μορφή ραδιοπαλμών. Κάθε παρόμοιου τύπου πηγή περιοδικών παλμών ακτινοβολίας ονομάζεται πάλσαρ (pulsar).





Πως μπορούμε να παρατηρήσουμε το Γαλαξία μας;

Αν παρατηρήσουμε προσεχτικά τον ουρανό μια ασέληνη και ξάστερη νύχτα, θα δούμε μια γαλακτόχρωμη ζώνη, με ασαφή όρια, να τον διασχίζει από τα Βορειοδυτικά προς τα νοτιοανατολικά.

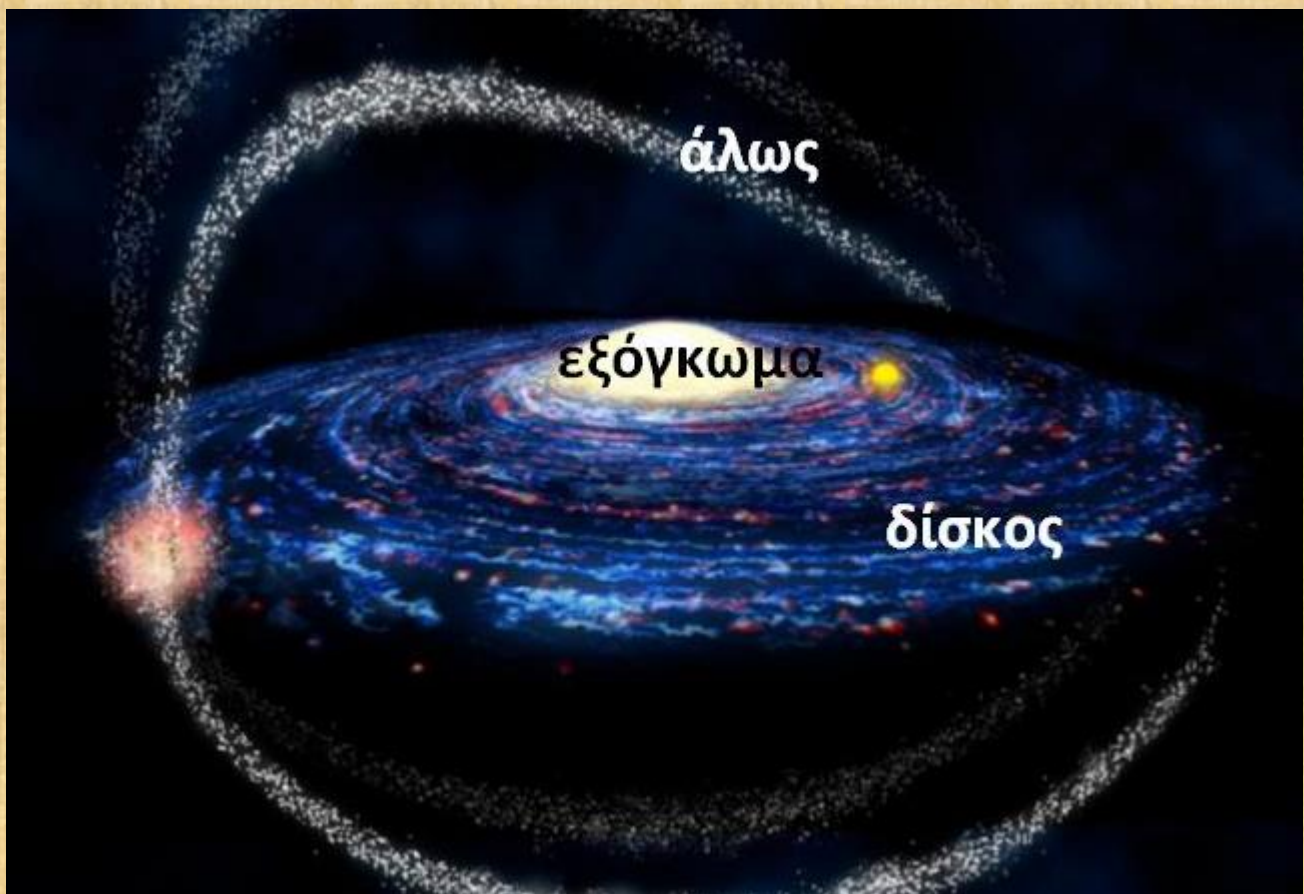




Ποια είναι η δομή του Γαλαξία;

Ο Γαλαξίας είναι μια τεράστια συγκέντρωση από αστέρες, αέρια, σκόνη και ακτινοβολία. Τα στοιχεία που συνθέτουν τη δομή του είναι τα εξής:

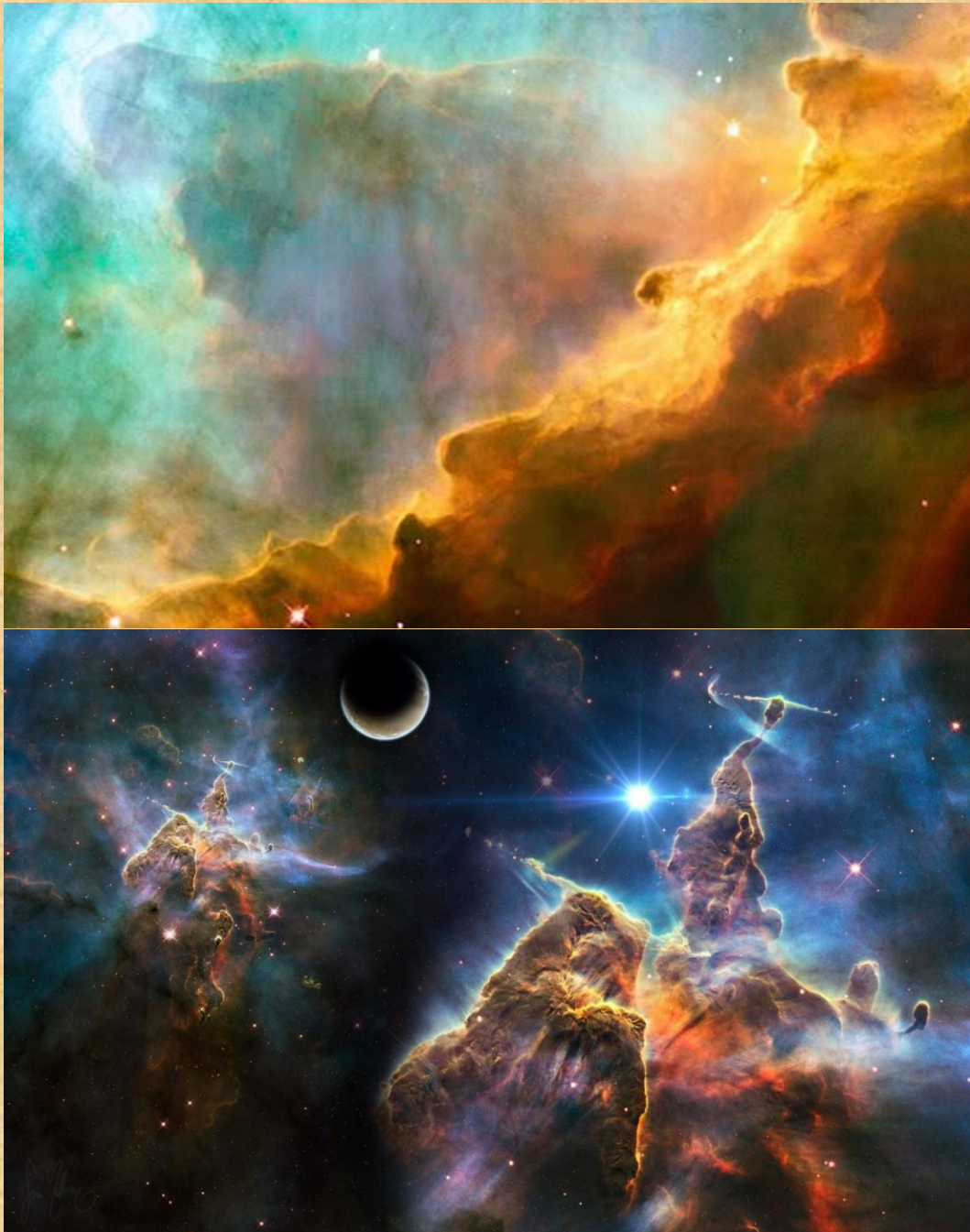
- Η **κεντρική περιοχή** του Γαλαξία (ή γαλαξιακό εξόγκωμα) είναι μια ελαφρά πλατυσμένη σφαίρα. Περιέχει σκόνη, ακτινοβολία και αστέρες.
- Ο **γαλαξιακός πυρήνας** βρίσκεται στο κέντρο του γαλαξιακού εξογκώματος.
- Ο **δίσκος** του Γαλαξία.
- Η **άλως** είναι μια εκτεταμένη και λεπτή σφαιρική περιοχή. Είναι το παλαιότερο τμήμα του Γαλαξία. Αποτελείται από αέρια νέφη, κυρίως ιονισμένου υδρογόνου, παλαιούς αστέρες και σφαιρωτά σμήνη αστέρων.





Ποιο είναι το περιεχόμενο του Γαλαξία;

Όπως είδαμε, ο Γαλαξίας περιέχει αέρια, σκόνη, αστέρες και ακτινοβολία. Ανάμεσα στους αστέρες του Γαλαξία μας υπάρχει διάχυτη ύλη που ονομάζεται **μεσοαστρική ύλη**. Αυτή δημιουργήθηκε από τους αστρικούς ανέμους ή από εκρήξεις καινοφανών και υπερκαινοφανών αστέρων. Αποτελείται κυρίως από αέρια, σκόνη και νεφελώματα. Τα **νεφελώματα** είναι τεράστιες και εντυπωσιακές συγκεντρώσεις αερίου, κυρίως υδρογόνου, και σκόνης. Είναι περιοχές στις οποίες δημιουργούνται συνεχώς νέοι αστέρες.





Ποια είναι η ταξινόμηση των γαλαξιών;

Η πρώτη συστηματική μελέτη και ταξινόμηση των γαλαξιών με βάση το σχήμα τους έγινε από τον Χαμπλ (Hubble). Οι γαλαξίες, σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή, χωρίζονται στους **ελλειπτικούς**, στους **σπειροειδείς** και στους **ανώμαλους**.

- Οι **ελλειπτικοί** γαλαξίες ονομάστηκαν έτσι, λόγω του ελλειπτικού σχήματος που έχει το είδωλό τους στο τηλεσκόπιο και στις φωτογραφικές πλάκες.



- Οι **σπειροειδείς** γαλαξίες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Σε αυτούς που η κεντρική τους περιοχή είναι σπειροειδούς μορφής (S) και σε αυτούς που η κεντρική τους περιοχή έχει τη μορφή ράβδου, από τα άκρα της οποίας αρχίζουν οι σπείρες (SB).



- Οι **ανώμαλοι** γαλαξίες ονομάζονται έτσι από το ακαθόριστο σχήμα τους.





Σε ποια κατηγορία ανήκει ο Γαλαξίας μας;

Πρόκειται για έναν **σπειροειδή γαλαξία** και αποτελεί μέρος της Τοπικής Ομάδας γαλαξιών. Αποτελείται από τουλάχιστον 200 δισεκατομμύρια αστέρες και ενδεχομένως έως και 400 δισεκατομμύρια αστέρες. Ανάμεσα στα τουλάχιστον 35 μέλη της Τοπικής Ομάδας, έρχεται δεύτερος σε αριθμό αστέρων, πίσω μόνο από τον **Γαλαξία της Ανδρομέδας**, ο οποίος αποτελείται από ένα τρισεκατομμύριο αστέρες, όπως ανακαλύφθηκε το 2006.

Τι είναι ο κανιβαλισμός των γαλαξιών;

Ένα από τα πιο αξιοσημείωτα φαινόμενα που παρατηρούνται στις ομάδες γαλαξιών είναι οι συγχωνεύσεις και οι συγκρούσεις μεταξύ τους.

Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως **κανιβαλισμός των γαλαξιών**.

Οι ερευνητές πιστεύουν ότι το αποτέλεσμα κάθε σύγκρουσης είναι ο σχηματισμός ενός νέου γαλαξία με διαφορετικές ιδιότητες ή η απορρόφηση του ενός γαλαξία από τον άλλο.





Τι είναι οι ειδικού τύπου γαλαξίες;

Μέχρι σήμερα έχουν αναγνωρισθεί και καταγραφεί ελλειπτικοί, σπειροειδείς και ανώμαλοι γαλαξίες.

Το μεγαλύτερο ποσοστό της ακτινοβολίας που εκπέμπει ένας τυπικός γαλαξίας αντιστοιχεί στο ορατό τμήμα του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και προέρχεται από τους αστέρες του.

Η ανακάλυψη των ραδιοτηλεσκοπίων, των τηλεσκοπίων ακτίνων Χ και των τηλεσκοπίων υπεριώθρου έδωσε στους αστρονόμους τη δυνατότητα να ανακαλύψουν πηγές ακτινοβολίας που αντιστοιχούν και στο μη ορατό μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Μερικές από αυτές τις πηγές βρέθηκαν σε τόσο μεγάλες αποστάσεις, που αφήνουν έκπληκτο κάθε παρατηρητή τους. Εκπέμπουν τεράστια ποσά ενέργειας, που σε μερικές περιπτώσεις είναι εκατοντάδες ή και χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από τη συνολική ενέργεια που εκπέμπει ο δικός μας Γαλαξίας.

Αυτές οι τεράστιες πηγές ακτινοβολίας ονομάζονται **ενεργοί γαλαξίες** και είναι τριών ειδών: Οι **ραδιογαλαξίες**, οι **γαλαξίες Seyfert** και τα **κβάζαρς** (quasars).

Μελετώντας τη δομή και τη συμπεριφορά αυτών των τόσο απομακρυσμένων και δραστήριων γαλαξιών, έχουμε τη δυνατότητα να διερευνήσουμε και να δούμε την κατάσταση του Σύμπαντος στο πολύ μακρινό παρελθόν του.

- **Οι ραδιογαλαξίες.** Οι γαλαξίες αυτοί είναι ισχυρές πηγές ραδιοκυμάτων. Αποτελούν τη μεγαλύτερη τάξη ενεργών γαλαξιών, στην οποία περιέχονται δύο ειδών ραδιογαλαξίες: Οι **συμπαγείς** και οι **εκτεταμένοι**.





- **Οι γαλαξίες Seyfert.** Από την άποψη της ενέργειας που εκπέμπουν βρίσκονται μεταξύ των τυπικών γαλαξιών και των ραδιογαλαξιών. Από το φάσμα τους διαπιστώνεται ότι και αυτοί συνήθως βρίσκονται σε τεράστιες αποστάσεις από τη Γη. Φαινομενικά μοιάζουν με τους κανονικούς σπειροειδείς. Όμως μια λεπτομερής μελέτη και καταγραφή της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας δείχνει ότι διαφέρουν σημαντικά από τους κανονικούς γαλαξίες. Οι γαλαξίες Seyfert έχουν ένα εξαιρετικά μικρό και φωτεινό πυρήνα στον οποίο φαίνεται να υπάρχει βίαιη δραστηριότητα.



- **Τα κβάζαρς.** Τα κβάζαρς είναι από τα πιο φωτεινά αντικείμενα που παρατηρούνται στο Σύμπαν. Κάθε κβάζαρ, παρ' όλο που σε μέγεθος είναι μικρότερο από ένα τυπικό γαλαξία, ακτινοβολεί τόση ενέργεια όση εκατοντάδες γαλαξίες μαζί. Η φωτεινότητά τους αντιστοιχεί σε 20 τρισεκατομμύρια Ήλιους ή 1.000 γαλαξίες σαν το δικό μας.





Γιατί οι αστρονόμοι πιστεύουν ότι οι γαλαξίες εξελίσσονται;

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 σύσταση τους μεταβάλλεται.

Η ίδια διαδικασία μεταβάλλει και τη λαμπρότητα τους.

2. Εξαιτίας της βαρυτικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των μελών του.

3. Εξαιτίας της βαρυτικής αλληλεπίδρασης τους με άλλους γειτονικούς γαλαξίες.

Πως δημιουργούνται οι γαλαξίες;

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 εξελίχτηκαν σε μεμονωμένους γαλαξίες, ενώ οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις δημιούργησαν τα σμήνη των γαλαξιών.

Τι είναι η σκοτεινή ύλη;

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.

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



Τι είναι η ακτινοβολία υποβάθρου;

Το Σύμπαν **διαστέλλεται**. Οι αποστάσεις μεταξύ των γαλαξιών αυξάνονται διαρκώς. Ας ακολουθήσουμε τώρα αντίστροφα την πορεία του χρόνου και ας φανταστούμε την εικόνα του Σύμπαντος σ' ένα πάρα πολύ μακρινό παρελθόν. Τότε, που οι αποστάσεις μεταξύ των υλικών σωμάτων ήταν ασφυκτικά μικρές, η συγκέντρωση της ύλης εξαιρετικά μεγάλη και οι βαρυτικές έλξεις, λόγω της υψηλής πυκνότητας, ήταν πολύ ισχυρές.

Για να πραγματοποιηθεί η διαστολή του Σύμπαντος, έπρεπε να εξουδετερωθεί η προκαλούμενη από τη βαρύτητα τάση για συστολή. Αυτό όμως θα ήταν εφικτό μόνον, αν τα σωματίδια της ύλης κινούνταν με πολύ μεγάλες ταχύτητες.

Επομένως, την εποχή αυτή το Σύμπαν θα πρέπει να ήταν υπερβολικά πυκνό και θερμό και η ύλη να βρισκόταν σε κατάσταση πλήρους ιονισμού.

Αν υποθέσουμε ότι ζούσαμε την εποχή αυτή, ο ουρανός δε θα φαινόταν μαύρος τη «νύχτα», θα βλέπαμε φως λαμπρότερο από το ηλιακό, προερχόμενο όχι από συγκεκριμένη πηγή, να διαχέεται ομοιόμορφα σε όλον το χώρο!

Τι απέγινε η ακτινοβολία αυτή; Έχει απομείνει κάποιο ίχνος της που να μπορούμε να παρατηρήσουμε σήμερα και να επιβεβαιώνει τις υποθέσεις μας;

Οι φυσικοί Gamow, Alpher και Herman πρόβλεψαν ήδη από τη δεκαετία του 1940 ότι, καθώς το Σύμπαν διαστέλλεται, ψύχεται. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι σήμερα ολόκληρος ο χώρος πρέπει να διαχέεται ομοιόμορφα από μια ακτινοβολία μελανού σώματος θερμοκρασίας περίπου 5 K.

Το φάσμα της βρίσκεται στην περιοχή των μικροκυμάτων.

Η επιβεβαίωση ήρθε το 1965 από τους φυσικούς Penzias και Wilson. Με την κεραία που κατασκεύασαν ανακάλυψαν μια ακτινοβολία που έρχεται με την ίδια ένταση από κάθε κατεύθυνση του χώρου. Βρήκαν ότι έχει τη μέγιστη ένταση της σε μήκος κύματος 7,35 cm και αντιστοιχεί σε ακτινοβολία μελανού σώματος θερμοκρασίας 3,5 K ($-269,5^{\circ}\text{C}$).

Η ακτινοβολία αυτή ονομάστηκε **ακτινοβολία υποβάθρου**.



Ποιος είναι ο νόμος του Hubble;

Οι πλέον μακρινοί γαλαξίες απομακρύνονται από το Γαλαξία με ακτινικές ταχύτητες που είναι ανάλογες των αποστάσεων τους από αυτόν.

Για να το καταλάβουμε, ας φανταστούμε ένα σφαιρικό μπαλόνι, στην επιφάνεια του οποίου έχουμε σχεδιάσει με ένα στυλό στίγματα.

Αν αρχίσουμε να το φουσκώνουμε, παρατηρούμε ότι τα στίγματα απομακρύνονται μεταξύ τους. Από οποιοδήποτε στίγμα και αν κάνουμε την παρατήρηση, βλέπουμε ότι όλα τα υπόλοιπα απομακρύνονται από αυτό. Επιπλέον, όσο πιο απομακρυσμένα μεταξύ τους είναι δύο στίγματα τόσο περισσότερο αυξάνεται η απόσταση που τα χωρίζει καθώς φουσκώνουμε το μπαλόνι.



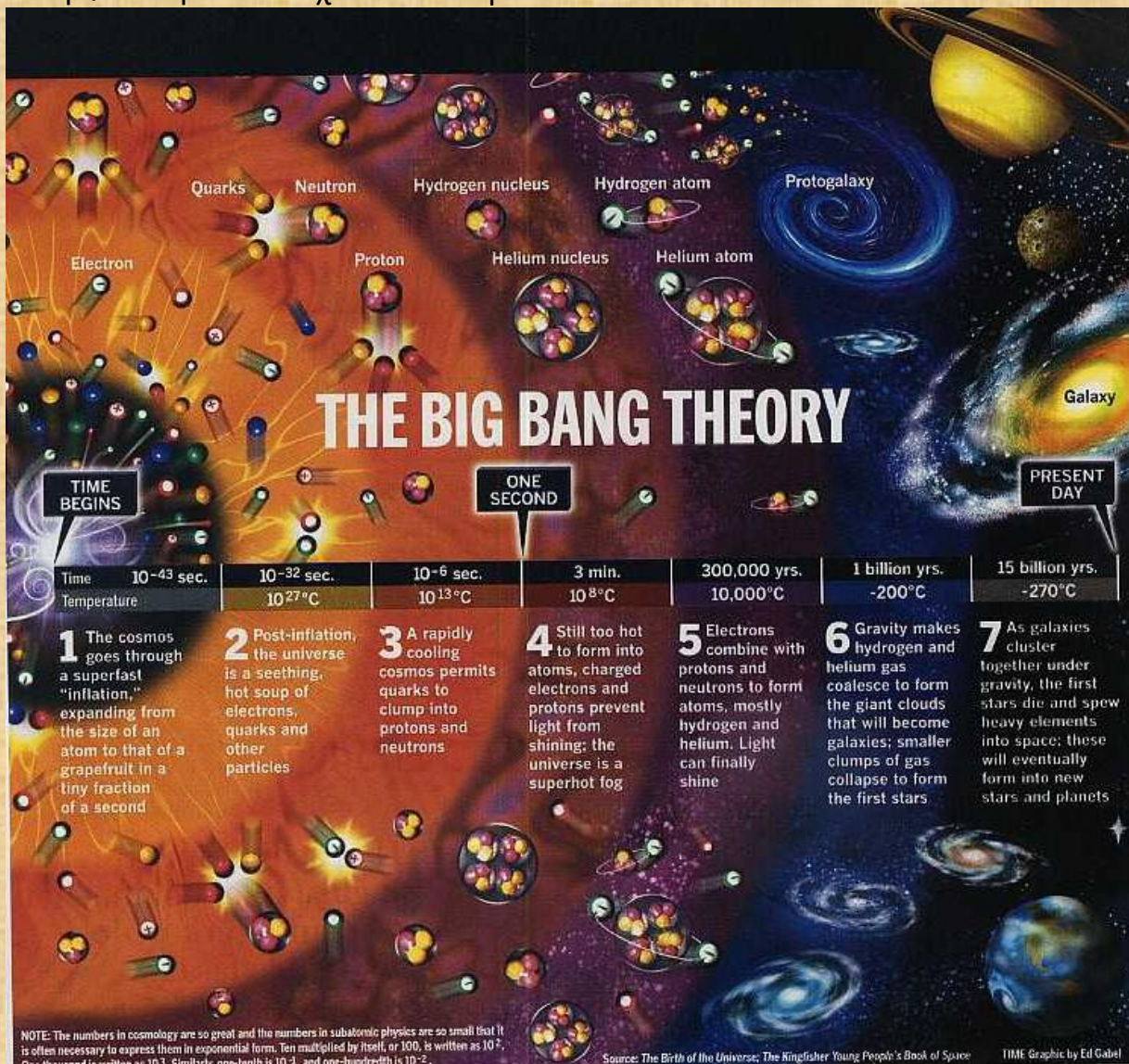
Ποιο είναι το μοντέλο της μεγάλης έκρηξης (Big Bang);

Η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης με όλες τις σύγχρονες παραλλαγές και βελτιώσεις της είναι η πλέον αποδεκτή εκδοχή της Ιστορίας του Σύμπαντος σήμερα.

Παρά τα αναπάντητα προβλήματα που υπάρχουν ακόμα, το μοντέλο αυτό εξηγεί πολύ ικανοποιητικά σχεδόν το σύνολο των παρατηρησιακών δεδομένων που υπάρχουν μέχρι στιγμής: Το νόμο του Hubble, την ακτινοβολία υποβάθρου, τον τρόπο σύνθεσης των ελαφρών στοιχείων (H, He, Li κ.ά.), τη μεταβολή της πυκνότητας των γαλαξιών σε συνάρτηση με το χρόνο κτλ.

Η κατασκευή του μοντέλου στηρίζεται στις γενικότερες θεωρίες της Φυσικής. Η σχέση χώρου, χρόνου και ύλης απορρέουν από τη Γενική θεωρία της Σχετικότητας του Αϊνστάιν.

Η συμπεριφορά της ύλης στις διαδοχικές φάσεις της ζωής του Σύμπαντος προβλέπεται από τη Κβαντική Φυσική των στοιχειωδών σωματιδίων.





Πως δημιουργήθηκε το Σύμπαν;

Με δεδομένα τη διαστολή του Σύμπαντος και την ακτινοβολία υποβάθρου, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι όσο πιο πίσω στο παρελθόν κοιτάζουμε τόσο πυκνότερο και θερμότερο ήταν το Σύμπαν.

Οδηγούμαστε λοιπόν στην υπόθεση ότι το Σύμπαν, δηλαδή ο χώρος, ο χρόνος, η ύλη και η ακτινοβολία, δημιουργήθηκαν με μια μεγάλη έκρηξη σε μια συγκεκριμένη στιγμή στο παρελθόν. Από τη στιγμή αυτή της δημιουργίας του χρόνου ($t = 0$) ξεκίνησε και η διαστολή του Σύμπαντος.

Υπολογίστηκε ότι αυτό συνέβη πριν από 10 έως 20 δισεκατομμύρια χρόνια.

Η Μεγάλη Έκρηξη από την οποία γεννήθηκε το Σύμπαν είναι ένα φαινόμενο, του οποίου δεν υπάρχει ανάλογο στον κόσμο που ζούμε. Ο νους μας δεν μπορεί να το κατανοήσει στηριζόμενος στην εμπειρία του.

Είναι, επομένως, απαραίτητες ορισμένες διευκρινίσεις:

α. Δεν πρέπει να φανταζόμαστε ότι η Μεγάλη Έκρηξη έγινε σε κάποιο σημείο του χώρου, όπως π.χ. εκρήγνυται μια χειροβομβίδα, και από τότε το Σύμπαν διαστέλλεται μέσα σ' αυτόν. Αντίθετα, η έκρηξη συνέβη σε ολόκληρο το χώρο ταυτόχρονα τη στιγμή της δημιουργίας του. Η ύλη και η ακτινοβολία δημιουργήθηκαν ομοιόμορφα την ίδια στιγμή σε κάθε σημείο του χώρου και μαζί με αυτόν.

β. Δεν έχει νόημα η ερώτηση «τι υπήρχε πριν τη Μεγάλη Έκρηξη;».

Ο χρόνος δημιουργήθηκε μαζί με το χώρο, την ύλη και την ακτινοβολία ακριβώς τη στιγμή της Μεγάλης Έκρηξης.

γ. Δεν γνωρίζουμε γιατί και πώς έγινε η Μεγάλη Έκρηξη. Επίσης δεν είμαστε σε θέση να περιγράψουμε την κατάσταση του Σύμπαντος από τη στιγμή της δημιουργίας του ($t = 0$) μέχρι 10^{-43} δευτερόλεπτα μετά από αυτήν. Στις εξαιρετικά ιδιάζουσες συνθήκες της περιόδου αυτής οι έννοιες και οι νόμοι της σύγχρονης Φυσικής αποδεικνύονται ανεπαρκείς και μη εφαρμόσιμοι.



Σε ποιες περιόδους χωρίζεται η ιστορία του Σύμπαντος;

Η **ιστορία του Σύμπαντος** μπορεί να υποδιαιρεθεί σε τέσσερις περιόδους:

- α.** Την περίοδο των **αδρονίων** (ή βαρέων σωματιδίων).
- β.** Την περίοδο των **λεπτονίων** (ή ελαφρών σωματιδίων).
- γ.** Την περίοδο του **πλάσματος**.
- δ.** Την περίοδο της **ύλης**.

Οι περίοδοι (α), (β) και (γ) συνιστούν την **εποχή της ακτινοβολίας**, ενώ η (δ) την **εποχή της ύλης**. Κατά την εποχή της ακτινοβολίας το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας του Σύμπαντος βρίσκεται στα φωτόνια. Αντίθετα, την εποχή της ύλης η ενέργεια βρίσκεται κυρίως σε υλική μορφή.

Κοινό χαρακτηριστικό όλων αυτών των φάσεων της κοσμικής ιστορίας είναι η διαστολή του Σύμπαντος που ακολούθησε τη Μεγάλη Έκρηξη.

Η διαστολή αυτή -που ήταν ταχύτατη στα αρχικά της στάδια- προκάλεσε συνεχή πτώση της θερμοκρασίας και της πυκνότητας του Σύμπαντος.

α. Περίοδος των αδρονίων

Διήρκεσε λιγότερο από 10^{-6} s μετά τη Μεγάλη Έκρηξη. Η θερμοκρασία του Σύμπαντος ήταν μεγαλύτερη από 10^{12} K. Στην περίοδο των αδρονίων, τα φωτόνια έχουν τόσο μεγάλη ενέργεια, ώστε μετασχηματίζονται σε σωματίδια ύλης και αντιύλης (για παράδειγμα, πρωτόνια και αντιπρωτόνια). Ωστόσο, τα σωματίδια της ύλης, όταν συναντηθούν με τα αντισωματίδια τους, καταστρέφονται αμοιβαία και παράγουν πάλι φωτόνια. Έτσι αποκαταστάθηκε μια πρόσκαιρη δυναμική ισορροπία. Η φάση αυτή χαρακτηρίζεται από ισόρροπη δημιουργία και καταστροφή αδρονίων.

Το Σύμπαν αποτελείται από φωτόνια, σωματίδια ύλης και σωματίδια αντιύλης ομοιόμορφα καταναμεμημένα σ' όλο το χώρο.



β. Περίοδος των λεπτονίων

Διήρκεσε από 10^{-6} έως 6s μετά τη Μεγάλη Έκρηξη.

Η θερμοκρασία του Σύμπαντος μεταβλήθηκε από τους 10^{13} στους $6 \cdot 10^9$ K.

Η γρήγορη διαστολή προκάλεσε πτώση της θερμοκρασίας και μείωση της ενέργειας των φωτονίων. Τα φωτόνια δεν μπορούν πλέον να δημιουργούν βαρέα σωματίδια.

Μπορούν όμως να δημιουργούν ελαφρότερα (λεπτόνια) που απαιτούν λιγότερη ενέργεια.

Οι πιο σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ στοιχειωδών σωματιδίων κατά την περίοδο των λεπτονίων ήταν:

- Η παραγωγή φωτονίων υψηλής ενέργειας από την αμοιβαία καταστροφή αντισωματιδίων, που συνεχίστηκε από την προηγούμενη περίοδο.
- Ο σχηματισμός ζευγών ηλεκτρονίων - ποζιτρονίων από φωτόνια γ .
- Ο σχηματισμός νετρονίων από αντιδράσεις μεταξύ πρωτονίων και ηλεκτρονίων ή αντιπρωτονίων και ποζιτρονίων.

γ. Περίοδος πλάσματος

Διήρκεσε ένα εκατομμύριο χρόνια από τη Μεγάλη Έκρηξη.

Η θερμοκρασία του Σύμπαντος μεταβλήθηκε από τους 10^9 στους 3.000 K.

Κατά την περίοδο αυτή από τα πρωτόνια και τα νετρόνια που είχαν σχηματιστεί σε προηγούμενες φάσεις, δημιουργήθηκαν οι πυρήνες των ελαφρότερων στοιχείων:

Πυρήνες των ισωτόπων του υδρογόνου (δευτερίου και τριτίου), ηλίου και σε μικρότερες αναλογίες λιθίου (Li) και βηρυλλίου (Be).

Λόγω της υψηλής ακόμα θερμοκρασίας, η ύλη είναι πλήρως ιονισμένη.

Δηλαδή, δεν υπάρχουν ηλεκτρόνια γύρω από τους πυρήνες των ατόμων.

Το Σύμπαν συμπεριφέρεται σαν ένα πολύ πυκνό και θερμό αέριο που αποτελείται από πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια, πυρήνες ελαφρών στοιχείων και ακτινοβολία.

Η ακτινοβολία αλληλεπιδρά ισχυρά με την ιονισμένη ύλη, το φάσμα της είναι συνεχές και διαχέεται ομοιόμορφα σε ολόκληρο το Σύμπαν. Πρόκειται για τον πρόγονο της ακτινοβολίας υποβάθρου.



δ. Περίοδος της ύλης

Διαρκεί από το τέλος της περιόδου του πλάσματος μέχρι σήμερα.

Όταν η θερμοκρασία έπεσε στους 3.000 K, έγινε δυνατός ο σχηματισμός των πρώτων ατόμων: Οι πυρήνες των ελαφρών στοιχείων, που είχαν ήδη συντεθεί, παγίδευσαν ηλεκτρόνια και δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα ουδέτερα άτομα: υδρογόνου, δευτερίου, τριτίου, ηλίου, λιθίου και βηρυλλίου.

Η ακτινοβολία δεν παγιδεύεται από την ουδέτερη πλέον ύλη και αποδεσμεύεται απ' αυτήν. Καθώς το Σύμπαν διαστέλλεται και ψύχεται, η θερμοκρασία της μειώνεται μέχρι τη σημερινή τιμή των 2,7 K. Η ακτινοβολία αυτή δεν είναι άλλη από την ακτινοβολία υποβάθρου, της οποίας η ανακάλυψη αποτέλεσε πραγματικό θρίαμβο για τη θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης. Κατά την περίοδο αυτή τοπικές διαταραχές της ομοιογένειας της κοσμικής ύλης προκάλεσαν το σχηματισμό των γαλαξιών και των αστέρων. Στους πυρήνες των αστέρων δημιουργήθηκαν τα υπόλοιπα γνωστά μας στοιχεία.

Τελικά σε κάποιο (ή κάποια;) πλανητικά συστήματα διαμορφώθηκαν οι κατάλληλες προϋποθέσεις για την εμφάνιση της ζωής.



Ποιο θα είναι το μέλλον του Σύμπαντος;

Μελετήσαμε λοιπόν την κοσμική ιστορία, σύμφωνα με το μοντέλο της Μεγάλης Έκρηξης. Ένα σημαντικό συμπέρασμα ήταν ότι ο βασικός δυναμικός παράγοντας της εξέλιξης και μεταβολής των καταστάσεων του Σύμπαντος είναι η διαστολή του.

Έτσι και οι μελλοντικές καταστάσεις του προδιαγράφονται αποφασιστικά από την τύχη της διαστολής του.

Γνωρίζουμε ότι το Σύμπαν εξακολουθεί να διαστέλλεται. Στη διαστολή του, ωστόσο, αντιτίθεται η βαρύτητα, η οποία και την επιβραδύνει. Είναι άραγε η βαρύτητα αρκετά ισχυρή, ώστε να ανακόψει κάποτε τη διαστολή εντελώς και να προκαλέσει συστολή του Σύμπαντος; Ή το Σύμπαν θα συνεχίσει να διαστέλλεται επ' άπειρον, έστω και με μειούμενο ρυθμό;

Όλα τα πιθανά σενάρια απορρέουν από τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας:

Το τι θα συμβεί εξαρτάται αποκλειστικά από το αν η πυκνότητα της ύλης του Σύμπαντος (d) είναι μεγαλύτερη, ίση ή μικρότερη από μια κρίσιμη τιμή.

Η κρίσιμη τιμή της πυκνότητας υπολογίστηκε θεωρητικά (d_c).

Διαμορφώνονται λοιπόν τρία πιθανά ενδεχόμενα:

α. Αν η πραγματική τιμή της πυκνότητας (d) του Σύμπαντος είναι μικρότερη από την κρίσιμη ($d < d_c$), τότε το Σύμπαν είναι «**ανοιχτό**» και θα διαστέλλεται παντοτινά.

β. Αν $d = d_c$, τότε η διαστολή τείνει να σταματήσει οριακά σε άπειρο χρόνο.

Το Σύμπαν είναι «**επίπεδο**».

γ. Αν τέλος ισχύει $d > d_c$ τότε η βαρύτητα είναι αρκετά ισχυρή, ώστε να σταματήσει κάποια χρονική στιγμή τη διαστολή του Σύμπαντος.

Από τη στιγμή αυτή και μετά θα αρχίσει η συστολή του και διαγράφοντας αντίστροφα την ιστορία του θα καταλήξει σε μια μελανή οπή.

Στην περίπτωση αυτή το Σύμπαν είναι «**κλειστό**» (ή παλλόμενο).

Οι μέχρι σήμερα μετρήσεις της τιμής της πυκνότητας του δείχνουν ότι είναι μικρότερη από την κρίσιμη τιμή. Το Σύμπαν φαίνεται ότι είναι ανοιχτό. Ωστόσο, δεν μπορεί να αποκλειστεί η ανατροπή αυτής της εκδοχής, αν στο μέλλον ανακαλυφθεί ύλη που δεν έχει ακόμα ανιχνευτεί. Το ζήτημα αυτό αναφέρεται στην Αστρονομία ως «πρόβλημα της σκοτεινής ύλης του Σύμπαντος».



Ποια είναι τα στοιχειώδη σωματίδια;

Κατά τη Σωματιδιακή Φυσική **στοιχειώδες σωματίδιο** χαρακτηρίζεται το μικρότερο δομικό σωματίδιο της ύλης που έχει ανακαλυφθεί και που δεν διαιρείται περαιτέρω, τουλάχιστον με τα σημερινά δεδομένα σε ακόμη μικρότερα. Συνεπώς ένα **στοιχειώδες σωματίδιο** είναι ένα σωματίδιο που δεν έχει εσωτερική δομή, δεν αποτελείται δηλαδή από άλλα σωματίδια. Τα στοιχειώδη σωματίδια αποτελούν τα δομικά υλικά όλων των άλλων σωματίων (υποατομικών).

Τα στοιχειώδη σωματίδια, για τη πληρέστερη μελέτη τους, κατατάχθηκαν σε δυο κύριες κατηγορίες:

- Τα **σωματίδια δομής**, τα καλούμενα **φερμιόνια**, που συμμετέχουν στη δομή της ύλης, και αυτά είναι τα **κουάρκ** και τα **λεπτόνια**, και
- Τα **σωματίδια φορείς**, τα καλούμενα **μποζόνια**, που είναι σωματίδια-φορείς των δυνάμεων.

Αυτά είναι:

το **φωτόνιο** (ηλεκτρομαγνητική δύναμη),
τα **W και Z μποζόνια** (ασθενής αλληλεπίδραση),
το **γκλουόνιο** (ισχυρή αλληλεπίδραση) και
το υποθετικό **βαρυτόνιο** (βαρυτική δύναμη).