

ΑΣΤΕΡΕΣ ΝΕΤΡΟΝΙΩΝ

Οι αστέρες των οποίων οι μάζες
κυμαίνονται από 5 έως 10
ηλιακές μάζες περνούν από τη
φάση του ερυθρού γίγαντα
δύο φορές.

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 ακτίνα τους είναι
περί τα 10 Km.

Οι αστέρες νετρονίων
εμφανίζουν πολύ ισχυρό
βαρυτικό
και μαγνητικό πεδίο.

Πώς ένας αστέρας
με μάζα πενταπλάσια ή
δεκαπλάσια της μάζας
του Ηλίου
καταλήγει σε
αστέρα νετρονίων;

Στους πυρήνες των αστέρων αυτών η θερμοκρασία που αναπτύσσεται μετά την «καύση» του ηλίου, λόγω της βαρυτικής συστολής, είναι εξαιρετικά υψηλή.

Το γεγονός αυτό ευνοεί την πραγματοποίηση θερμοπυρηνικών αντιδράσεων, κατά τις οποίες ο άνθρακας μετατρέπεται τελικά σε σίδηρο.

Ο σχηματισμός σιδήρου σηματοδοτεί το τέλος της παραγωγής ενέργειας μέσω πυρηνικών αντιδράσεων.

Για να πραγματοποιηθούν οι πυρηνικές αντιδράσεις του σιδήρου, **απαιτείται** και **δεν παράγεται** ενέργεια.

Έτσι οι πυρηνικές αντιδράσεις σταματούν. Η πίεση του νέφους των ηλεκτρονίων δεν είναι αρκετά ισχυρή για να ανακόψει τη βαρυτική συστολή.

Η βαρύτητα χωρίς ανταγωνιστή προκαλεί κατάρρευση του πυρήνα σε κλάσμα του δευτερολέπτου, με ταχύτητες που φτάνουν το 15 - 30% της ταχύτητας του φωτός.

Η πυκνότητα του πυρήνα αυξάνει υπερβολικά, καθώς οι διαστάσεις του μειώνονται εκπληκτικά.

Για παράδειγμα,
ένας υποθετικός αστέρας
με διάμετρο
αντίστοιχη της Γης
θα κατέληγε σε αντικείμενο
διαμέτρου μόλις 50 mm.

Όταν η πυκνότητα του
πυρήνα, γίνει πολύ
μεγαλύτερη από αυτή του
λευκού νάνου,
τα πρωτόνια και τα νετρόνια
απελευθερώνονται από τους
πυρήνες των ατόμων.

Τα ηλεκτρόνια
συγχωνεύονται με τα
πρωτόνια και τα
μετατρέπουν σε νετρόνια.
Δημιουργείται έτσι ένα αέριο
νετρονίων, του οποίου η
πίεση είναι ικανή να
σταματήσει απότομα την
κατάρρευση του πυρήνα.

Τα νετρόνια ανήκουν στην
οικογένεια των φερμιονίων
και η πίεση που ασκούν
για να αντισταθμίσουν τη βαρύτητα
στο εσωτερικό των αστέρων νετρονίων
οφείλεται σε κβαντομηχανικά
φαινόμενα και περιγράφεται με την
απαγορευτική αρχή του Pauli
και την αρχή της αβεβαιότητας
του Heisenberg .

Το υλικό των ανώτερων στρωμάτων
του αστέρα, που συνεχίζει να
καταρρέει, συγκρούεται με τον πυρήνα
και αναπηδά.

Αυτή η κατάσταση δημιουργεί ένα
ισχυρότατο ωστικό κύμα
που προκαλεί φοβερή έκρηξη,
γνωστή με τον όρο έκρηξη
υπερκαινοφανούς τύπου II.

Άλλου τύπου έκρηξη
υπερκαινοφανούς συμβαίνει
σε συστήματα
διπλών αστέρων
με διαφορετικούς
μηχανισμούς και είναι γνωστή
ως έκρηξη τύπου I.

Η ενέργεια που εκλύεται κατά
την έκρηξη υπερκαινοφανούς
εκπέμπεται στο διάστημα με
ηλεκτρομαγνητική
ακτινοβολία και
με τη μορφή νετρίνων.

Μόνον η ενέργεια της Η/Μ
ακτινοβολίας ισοδυναμεί με τη
συνολική ενέργεια που εκπέμπει
ο Ήλιος μας
σε όλη τη διάρκεια της ζωής του.

Η μέγιστη λαμπρότητα ενός
υπερκαινοφανούς ισοδυναμεί με τη
συνολική λαμπρότητα
10 δισεκατομμυρίων ήλιων,
ίδιων με το δικό μας Ήλιο.

Το υπόλειμμα της έκρηξης ενός
αστέρα μεσαίας κατηγορίας
είναι ο πυρήνας του,
ο οποίος, όπως είδαμε,
αποτελείται από νετρόνια.
Έχει έτσι σχηματιστεί ένας
αστέρας νετρονίων.

Συνήθως η μάζα ενός
αστέρα νετρονίων είναι ίση
με 1,5 - 2,0 ηλιακές.

Η διάμετρος του είναι
15 - 20 Km,

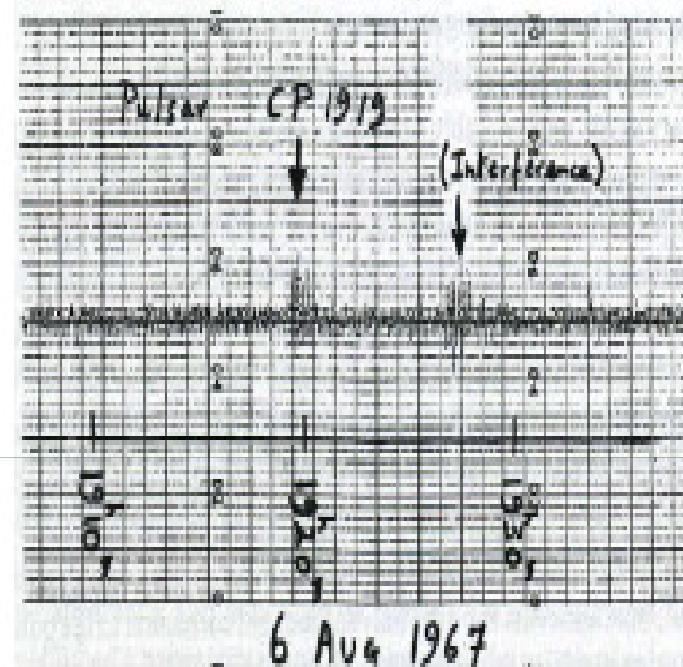
δεν ξεπερνάει δηλαδή τη
διάμετρο μιας
μικρής πόλης!

Όταν οι αστέρες νετρονίων
περιστρέφονται
ονομάζονται πάλσαρς
(pulsars)
και εκπέμπουν
περιοδικά ραδιοκύματα.

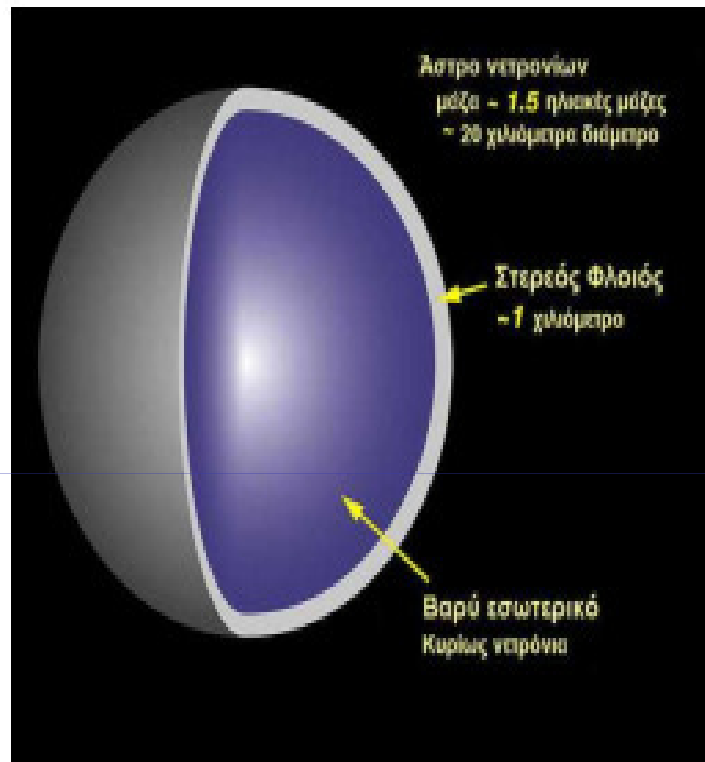
Τον Ιούλιο του 1967, η μεταπτυχιακή
φοιτήτρια του Cambridge,
Jocelyn Bell,
Ανακάλυψε αναλύοντας δεδομένα
από ένα πείραμα που είχε σχεδιάσει ο
Anthony Hewish,
τον πρώτο pulsar,
μία περίεργη περιοδική πηγή
ραδιοκυμάτων.

Στην αρχή φαντάστηκε ότι επρόκειτο για σήματα από εξωγήινο πολιτισμό.

Σύντομα όμως ανιχνεύτηκαν τρεις ακόμα παρόμοιες ραδιοπηγές και έτσι έγινε φανερό ότι οι αιτίες της ραδιοεκπομπής ήταν φυσικές, κάποιος γρήγορα περιστρεφόμενος αστέρας νετρονίων με ένα πολύ έντονο μαγνητικό πεδίο.



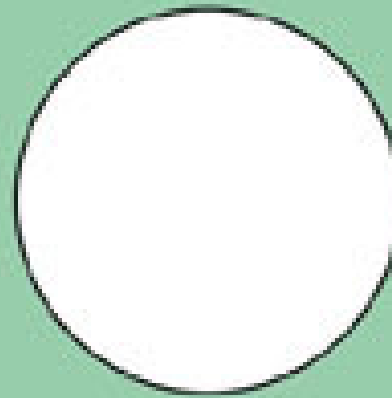
Σχήμα 1: Τα χαρακτηριστικά του σήματος που κατέγραψε η *Joselyn Bell*.



Σχήμα 2: Θεωρητικό πρότυπο για την εσωτερική δομή ενός αστέρα νετρονίων.



Γη



Λευκός νάνος
μιας ηλιακής μάζας



Αστέρας νετρονίων
μιας ηλιακής μάζας

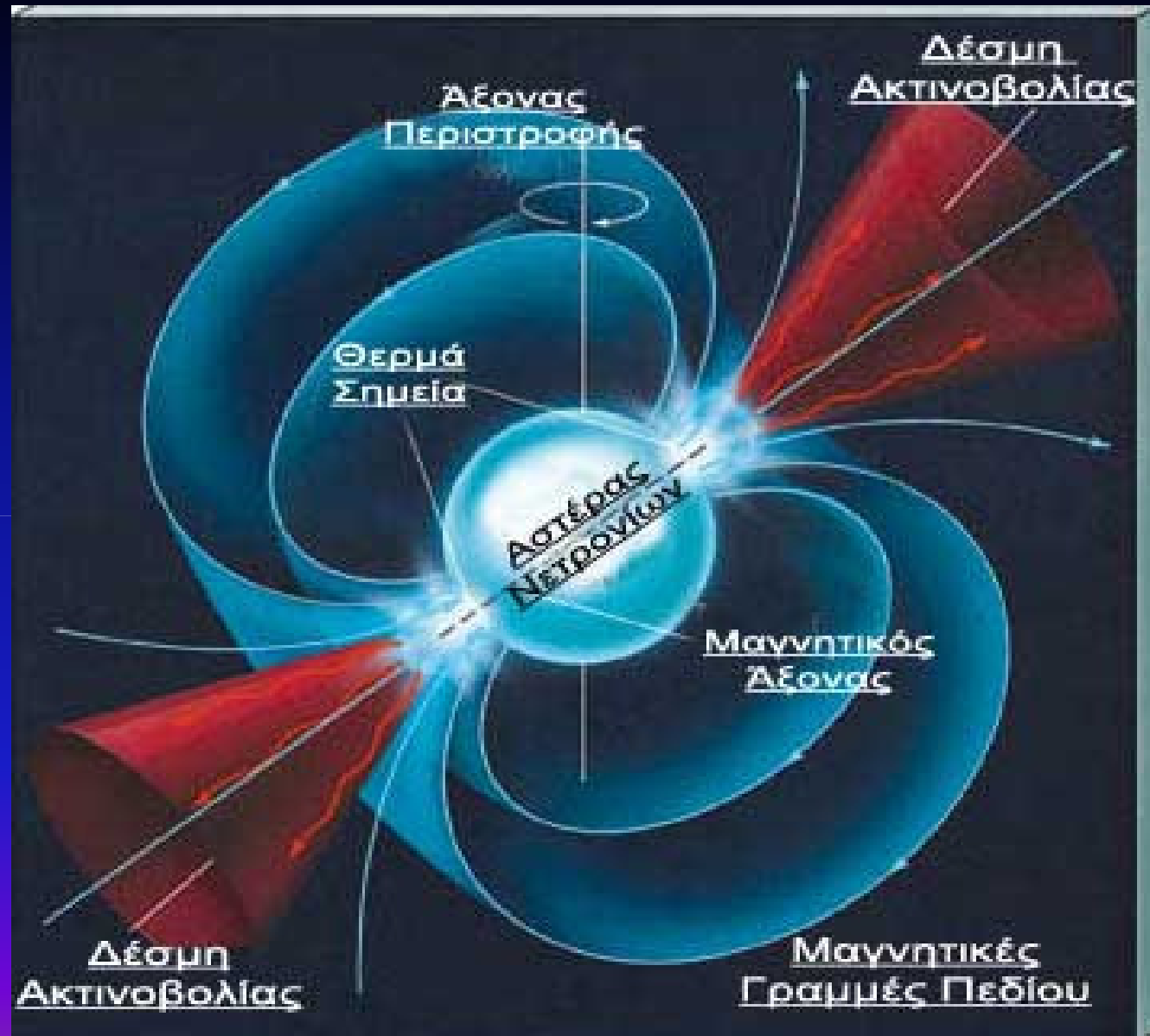
Τι απέμεινε όμως μετά από την ισχυρή
έκρηξη του SN1987A;

Γνωρίζουμε ήδη ότι, ανάλογα με τη
μάζα του αρχικού αστέρα, το
υπόλειμμα θα είναι είτε μία μαύρη
τρύπα είτε ένας αστέρας νετρονίων.

Το δεύτερο ενδεχόμενο συνέβη και
στην περίπτωση του SN1987A.

Ο πυρήνας του κατάρρευσε ταχύτατα
και μετατράπηκε σε
αστέρας νετρονίων.

Ένας αστέρας νετρονίων
διαθέτει τρία πολύ
σημαντικά
χαρακτηριστικά:



α) Περιστρέφεται γύρω από κάποιον άξονά του.

Αυτό οφείλεται στη διατήρηση της στροφορμής που είχε ο αστέρας από τον οποίο προέκυψε.

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).

Ένας επίγειος παρατηρητής που βρίσκεται στην ευθεία της ακτινοβολίας που εκπέμπει ένας πάλσαρ λαμβάνει παλμούς.

Η ένταση των παλμών μεταβάλλεται περιοδικά, καθώς ο πάλσαρ περιστρέφεται.

ΤΕΛΟΣ