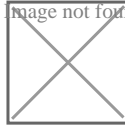


19 Οκτωβρίου 2015

# Θάνατος των άστρων, γέννηση της Γης (Διονύσης Π. Σιμόπουλος, Επίτιμος Δ/ντής του Πλανηταρίου του Ιδρύματος Ευγενίδου)

/ [Πεμπτούσία](#)

Image not found or type unknown



**Στις φωτογραφίες και το βίντεο που έδωσε στη δημοσιότητα το κέντρο διαχείρισης του Διαστημικού Τηλεσκοπίου Hubble στις 24 Σεπτεμβρίου (<http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2015/29/>)**

**απεικονίζονται τα λείψανα ενός γιγάντιου άστρου 20 φορές μεγαλύτερου από τον δικό μας ήλιο, σε απόσταση 2.100 ετών φωτός προς την κατεύθυνση του αστερισμού του Κύκνου. Το γεγονός αποτελεί μια πρώτη τάξης ευκαιρία για να θυμηθούμε τις τρομερές εκείνες διεργασίες που οδηγούν από το θάνατο των άστρων και τη δημιουργία αστέρων νετρονίων, στη γέννηση πλανητών όπως ο δικός μας.**

### ***“Λείψανα άστρων με μορφές αραχνιασμένες...”***

Στο μέσο μιας πλούσιας περιοχής άστρων βρίσκονται τα υπολείμματα του νεφελώματος αερίων που μοιάζουν με δαντελωτό δίχτυ, ενώ η διαστολή τους συνεχίζεται ακόμη και σήμερα με ταχύτητα 1.600 χιλιομέτρων την ώρα παρασέρνοντας στο διάβα τους τα διαστρικά αέρια. Τα διάφορα κομμάτια του όλου συστήματος καλύπτουν μια έκταση με διάμετρο 110 ετών φωτός και μας δείχνουν θαυμαστές λεπτομέρειες των υπολειμμάτων που άφησε η έκρηξη της σουπερνόβα πριν από 8.000 χρόνια. Στην νέα αυτή λεπτομερή φωτογραφία παρουσιάζεται ένα μικρό μόνο τμήμα των κατάλοιπων της σουπερνόβα με μήκος δύο ετών φωτός.

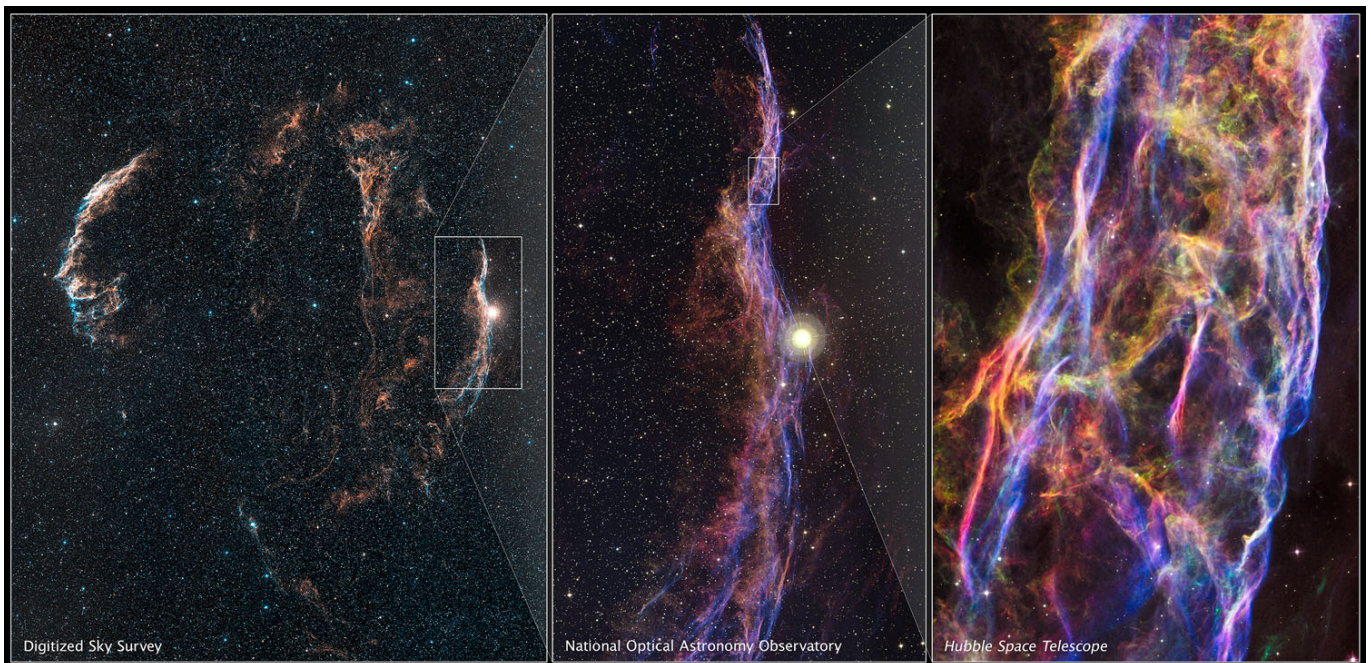
Η διαδικασία που κάνει ένα γιγάντιο άστρο να εκραγεί ως σουπερνόβα είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα κι έχει ως εξής:

Σ' ένα άστρο με υλικά 20 περίπου ηλιακών μαζών τα αποθέματα του υδρογόνου στον πυρήνα του εξαντλούνται μέσα σε 3 εκατομμύρια χρόνια, και το καύσιμο ήλιο σε μερικές χιλιάδες χρόνια. Από εκεί κι έπειτα τα πάντα γίνονται σχεδόν αστραπιαία σε σύγκριση με την όλη διάρκεια της ζωής του. Ο άνθρακας εξαντλείται σε 200 χρόνια, το νέον σ'έναν χρόνο, και μερικοί μόνο μήνες είναι αρκετοί για να «καεί» το οξυγόνο σχηματίζοντας πυρίτιο και θείο. Τελικά το πυρίτιο, μέσα σε μια μόνο ημέρα μεταστοιχείωνεται σε σίδηρο. Σ' αυτό το σημείο η ήρεμη ζωή του άστρου σταματάει και η διαδικασία της μετατροπής του σε σουπερνόβα αρχίζει.

Έτσι όταν στον πυρήνα του η θερμοκρασία φτάσει τα τρία δισεκατομμύρια βαθμούς Κελσίου, το πυρίτιο που έχει συγκεντρωθεί εκεί αρχίζει να μετατρέπεται σε σίδηρο και μέσα σε μερικές μόνον ώρες η ποσότητα του σιδήρου στο κέντρο αρχίζει να μεγαλώνει. Όταν η σιδερένια καρδιά του υπεργίγαντα αρχίσει να συμπιέζεται από την βαρύτητα των ανωτέρων στρωμάτων του, η θερμοκρασία του

αυξάνει ακόμη πιο πολύ. Έτσι φτάνει κάποια στιγμή που η κεντρική θερμοκρασία είναι αρκετά υψηλή για να αρχίσει η καύση του σιδήρου. Κάτι τέτοιο όμως ανοίγει την πόρτα σε πραγματικά απόκοσμες καταστροφικές διαδικασίες.

Αυτό συμβαίνει γιατί ο σίδηρος διαθέτει τον πιο σταθερό ατομικό πυρήνα, πράγμα που σημαίνει ότι όταν το χημικό αυτό στοιχείο εμπλέκεται σε πυρηνικές αντιδράσεις διάσπασης ή σύντηξης όχι μόνο δεν παράγει ενέργεια αλλά αντίθετα την απορροφάει, γιατί η «φωτοαποσύνθεση» του σιδήρου είναι μια «ενδόθερμη» διαδικασία. Για να μετατραπεί δηλαδή ο σίδηρος σε βαρύτερα ή ελαφρότερα χημικά στοιχεία χρειάζεται ενέργεια, που σημαίνει ότι η ενέργεια αυτή δεν είναι διαθέσιμη για να συγκρατήσει το τεράστιο βάρος των ανωτέρων στρωμάτων του άστρου, με αποτέλεσμα την ακόμη μεγαλύτερη συμπίεση του σιδερένιου αστρικού πυρήνα και την ακόμη μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας σ' αυτόν.



Έτσι όταν ο συγκεντρωμένος σίδηρος στην καρδιά του άστρου φτάσει ένα όριο που ονομάζεται “Όριο Chandrasekhar” (1,4 ηλιακές μάζες) η συμπίεση είναι τόσο μεγάλη ώστε η θερμοκρασία στον σιδερένιο πυρήνα του άστρου ξεπερνάει τα 4 δισεκατομμύρια βαθμούς Κελσίου. Τα υψηλής ενέργειας φωτόνια που παράγονται διασπών τον σίδηρο σε ελαφρότερα χημικά στοιχεία, με αποτέλεσμα την όλο και μεγαλύτερη απορρόφηση ενέργειας από την καρδιά του άστρου.

Από εδώ και πέρα στο επόμενο ένα δευτερόλεπτο τα πάντα γίνονται με αστραπιαία ταχύτητα. Ο πυρήνας του άστρου διασπάται σε δύο τμήματα. Το εσωτερικό τμήμα του πυρήνα καταρρέει ανεμπόδιτο προς το κέντρο με ταχύτητα που φτάνει τα 80.000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο (πάνω από το 25% της ταχύτητας του φωτός). Η κατάρρευση αυτή συμπιέζει τα υλικά του τόσο πολύ ώστε η διάμετρός

του συρρικνώνεται από 6.000 σε 6 μόνο χιλιόμετρα. Φανταστείτε δηλαδή την Γή ολόκληρη να συμπιέζεται ξαφνικά, και σε χιλιοστά του δευτερολέπτου να παίρνει το μέγεθος της Αθήνας. Έτσι η ύλη του κεντρικού αστρικού πυρήνα διασπάται σε θετικά φορτισμένα πρωτόνια, σε αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια, και σε νετρόνια χωρίς καμιά ηλεκτρική φόρτιση.

Τα πράγματα όμως δεν σταματούν εδώ. Επειδή η πίεση είναι τεράστια τα ηλεκτρόνια συγχωνεύονται με τα πρωτόνια δημιουργώντας νετρόνια και νετρίνα. Σε χιλιοστά του δευτερολέπτου η ύλη του πυρήνα αποτελείται από νετρόνια μόνο και τεράστιες ποσότητες νετρίνων, που λόγω της μεγάλης πυκνότητας της ύλης δεν μπορούν να δραπετεύσουν.

Σε δέκα χιλιοστά του δευτερολέπτου η πυκνότητα της αστρικής καρδιάς φτάνει να είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερη από την πυκνότητα ενός ατομικού πυρήνα ενώ η θερμοκρασία έχει φτάσει τα 100 δισεκατομμύρια βαθμούς Κελσίου. Πυκνότητα δηλαδή τόσο μεγάλη που αναγκάζει όλα αυτά τα υλικά (τα νετρόνια και τα νετρίνα) να εξοστρακιστούν με δύναμη προς τα έξω, σχηματίζοντας μία σφαίρα 20 περίπου χιλιομέτρων όπου η πυκνότητα των υλικών είναι παρόμοια με την πυκνότητα ενός ατομικού πυρήνα (200 περίπου εκατομμύρια τόνους ανά κυβικό εκατοστό). Η εκτίναξη αυτή του εσωτερικού πυρήνα τον κάνει να συγκρουστεί βίαια με τον καταρρέοντα ακόμη εξωτερικό πυρήνα δημιουργώντας έτσι ένα κρουστικό κύμα με περισσότερη ενέργεια απ' αυτήν που εκλύει ένας ολόκληρος γαλαξίας σε δέκα περίπου χρόνια. Η δημιουργία του κρουστικού αυτού κύματος σηματοδοτεί την γέννηση της σουπερνόβα.

Κι έτσι, καθώς το κύμα αυτό μαζί με τα νετρίνα διαστέλλεται μέσα στον καταρρέοντα εξωτερικό αστρικό πυρήνα, επιτρέπει στα νετρίνα να διαφύγουν στο διάστημα. Με την ταχύτητα σχεδόν του φωτός τα νετρίνα αυτά διαδίδουν πλέον στο σύμπαν τα πρώτα μηνύματα του αστρικού θανάτου.

Ένα δευτερόλεπτο μετά την αρχή της δραματικής αυτής κατάρρευσης, το κρουστικό κύμα με ταχύτητα που φτάνει τα 30.000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο, σαν μια απόκοσμη τεράστια μπουλντόζα ξεκινάει προς τα εξωτερικά στρώματα του άστρου, που δεν έχει προφτάσει ακόμη να «συνειδητοποιήσει» το τι συμβαίνει στον πυρήνα του. Το κρουστικό αυτό κύμα παρασέρνει στο διάβα του και συντρίβει τα αστροϋλικά που συναντάει. Η σύγκρουση αυτή παράγει αρκετές ποσότητες όλων των βαρέων χημικών στοιχείων όπως το ασβέστιο, ο μόλυβδος και το ουράνιο. Ο αστρικός πυρήνας εκπέμπει πλέον τεράστιες ποσότητες νετρίνων τα οποία με την αναχώρησή τους μεταφέρουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας από την καρδιά του άστρου.

Το κρουστικό κύμα διασχίζει το άστρο μέσα σε μερικές ώρες, και η τεράστια έκρηξη που επακολουθεί παράγει ενέργεια ίση με την ενέργεια που παράγει ο Ήλιος σε δέκα τρισεκατομμύρια χρόνια, αν μπορούσε να ζήσει τόσο πολύ. Και όλη αυτή η ενέργεια εκλύεται σε μερικά μόνο δευτερόλεπτα. Τέτοιου είδους εκρήξεις μπορούν να συγκριθούν μόνο με την «Μεγάλη Εκρηξη», που δημιούργησε το Σύμπαν στο οποίο ζούμε, πριν από 13,8 δισεκατομμύρια χρόνια.

Με την κυριολεκτική αυτή διάλυση του άστρου η πρώτη φωτεινή του αναλαμπή ανακοινώνεται στο σύμπαν. Η αναλαμπή αυτή αποτελείται κυρίως από υπεριώδη ακτινοβολία που είναι αόρατη στα ανθρώπινα μάτια. Μια ώρα όμως αργότερα τα εκτοξευόμενα υλικά έχουν χάσει αρκετή από την ταχύτητά τους και η ακτινοβολία που εκπέμπεται είναι ορατή.

Μετά από μια έκρηξη σουπερνόβα, και ενώ το μεγαλύτερο μέρος του άστρου καταστρέφεται με τα υλικά του εκτοξευόμενα στο διάστημα, ο πυρήνας του παραμένει στη θέση του ανέπαφος μεν αλλά σε φοβερά ασταθή κατάσταση. Αν η μάζα του πυρήνα δεν ξεπερνάει τις 3 περίπου ηλιακές μάζες τότε οποιαδήποτε περαιτέρω συμπίεσή του σταματάει. Αυτό που απομένει όταν η κατάρρευση και ο εξοστρακισμός σταματήσει, είναι ένας γιγάντιος ατομικός πυρήνας νετρονίων με διάμετρο 20 περίπου χιλιομέτρων που περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό του εκατοντάδες φορές κάθε δευτερόλεπτο. Είναι ένα άστρο νετρονίων γνωστότερο με την ονομασία πάλσαρ γιατί εξ αιτίας της γρήγορης περιστροφής του εκπέμπει περιοδικά ραδιοκύματα που δημιουργούνται από επιταχυνόμενα ηλεκτρόνια στο στροβιλιζόμενο μαγνητικό του πεδίο.

Όλα τα υπόλοιπα υλικά του άστρου εκτοξεύονται στο διάστημα εμπλουτίζοντας έτσι το σύμπαν με όλα τα χημικά στοιχεία της φύσης. Χωρίς τις εκρήξεις των σουπερνόβα δηλαδή δεν θα υπήρχαν πλανήτες και δορυφόροι. Χωρίς τις σουπερνόβα δεν θα υπήρχε η Γή, δεν θα υπήρχαν βράχια και βότσαλα, δεν θα υπήρχαν φυτά και ζώα. Χωρίς τις εκρήξεις των σουπερνόβα, δεν θα υπήρχε ο άνθρωπος. Ολόκληρη η ύλη στο σώμα μας, όλα τα χημικά στοιχεία που το αποτελούν φτιάχτηκε στην «κόλαση» τέτοιων αστρικών θανάτων. Είμαστε δηλαδή αστράνθρωποι που δημιουργηθήκαμε από χημικά στοιχεία φτιαγμένα στις θανατηφόρες εκρήξεις υπεργιγάντιων άστρων. Είμαστε όλοι μας αστρόσκονη, και κάποια μέρα θα ξαναγυρίσουμε στα άστρα.