14 Φεβρουαρίου 2015

Η ύλη και οι στάχτες της αστερόσκονης… (στάδια αστρικής εξέλιξης)

/ Πεμπτουσία

Image not found or type unknown

Stoixeia-Kalahanis_03_UP

Image not found or type unknown

SN 1006 Supernova Remnant: ίσως ο μεγαλύτερος υπερκαινοφανής που έχει καταγραφεί ποτέ (φωτ. NASA)

Η εξέλιξη του αστέρα (μεταβολές των φυσικών χαρακτηριστικών του με τον χρόνο), αν και οφείλεται στις εναλλαγές των πυρηνικών αντιδράσεων του εσωτερικού του, καθορίζεται κυρίως από την αρχική μάζα του αστέρα. Οι φάσεις που περνά ένας αστέρας από τη δημιουργία μέχρι την καταστροφή του περιγράφονται στο άρθρο που ακολουθεί.

1) Πρώτη φάση: Η αρχική ύλη από την οποία αποτελείται ο πρωτοαστέρας καταρρέει βαρυτικά, με συνέπεια να ξεκινούν οι πυρηνικές αντιδράσεις στο εσωτερικό του.

2) Φάση Κύριας Ακολουθίας: Είναι η μεγαλύτερη σε διάρκεια φάση ζωής του άστρου. Το άστρο βρίσκεται στην Κύρια Ακολουθία του διαγράμματος Hertzsprung-Russell (H-R diagram) και στο εσωτερικό του γίνονται πυρηνικές αντιδράσεις καύσης του υδρογόνου (H). Το άστρο στη φάση αυτή είναι σταθερό ως προς τα διάφορα φυσικά του χαρακτηριστικά.

3) Φάση μετά την Κύρια Ακολουθία: Είναι η μικρότερη σε διάρκεια φάση του άστρου. Τα αποθέματα υδρογόνου έχουν εξαντληθεί και η δυναμική ισορροπία του παύει να υφίσταται. Στον πυρήνα του άστρου αυξάνεται συνεχώς η θερμοκρασία, με συνέπεια να αρχίσει η καύση του ηλίου, το οποίο μεταστοιχειώνεται σε άνθρακα. Η ενέργεια που εκλύεται προκαλεί διόγκωση των εξωτερικών στρωμάτων του αστέρα, ο οποίος μετατρέπεται σε ερυθρό γίγαντα.

Αν το άστρο είναι πολύ μεγαλύτερο σε μάζα από αυτή του Ηλίου μας, τα αποθέματα σε άνθρακα εξαντλούνται με αποτέλεσμα να εκλύεται ακόμη μεγαλύτερη ενέργεια και να προκαλείται ανάφλεξη και άλλων στοιχείων, τα οποία είναι κατά σειρά νέον (Ne), οξυγόνο (O), θείο (S), ενώ ο πυρήνας πλέον

αποτελείται από σίδηρο (Fe). Κατά το διάστημα αυτό το άστρο διογκώνεται υπέρμετρα και μετατρέπεται σε ερυθρό υπεργίγαντα, ενώ παράλληλα αλλάζει διαρκώς θέσεις στο παραπάνω διάγραμμα H-R, λόγω της συνεχούς μεταβολής του φασματικού του τύπου.

4) Τελική φάση – αστρική κατάρρευση: Στη φάση αυτή τα άστρα οδεύουν προς τον θάνατό τους. Στον πυρήνα των άστρων το αέριο He έχει εξαντληθεί, ενώ στις εξωτερικές στιβάδες του άστρου το H και το He συνεχίζουν να καίγονται. Το τελικό στάδιο της εξέλιξης ενός άστρου είναι συνάρτηση της μάζας του αστεριού τη στιγμή εξάντλησης του He στον πυρήνα του.

Όταν η μάζα του αστρικού πυρήνα είναι μικρότερη από την κρίσιμη τιμή των 1,4 ηλιακών μαζών (γνωστή ως όριο Chandrasekhar), τότε η κατάρρευση των εξωτερικών στρωμάτων του αστέρα δεν δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας για την καύση του άνθρακα (C). Ο αστέρας καταλήγει αρχικά σε λευκό και στη συνέχεια σε μελανό νάνο.

Αν όμως η τελική μάζα του αστρικού πυρήνα υπερβεί το όριο Chandrasekhar αρχίζει μία νέα σειρά πυρηνικών αντιδράσεων, μέσω της οποίας ο αστέρας τερματίζει τη ζωή του με μία κατακλυσμική έκρηξη. Οι αστέρες αυτοί ονομάζονται υπερκαινοφανείς (supernovae) και ανάλογα με τη μάζα τους εξελίσσονται σε αστέρες νετρονίων ή σε μελανές οπές.

Η μάζα του άστρου δεν καθορίζει μόνο το τέλος του, αλλά διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο και στην παραγωγή χημικών στοιχείων μεγάλου ατομικού αριθμού. Μάλιστα άστρα μάζας μεταξύ 1,4 – 3,2 ηλιακών μαζών, τα οποία στο τέλος της ζωής τους καταλήγουν να γίνουν υπερκαινοφανείς αστέρες, εμπλουτίζουν την μεσοαστρική ύλη με άτομα χημικών στοιχείων βαρύτερα του ^{26}Fe. Ας μην ξεχνάμε όμως ότι και τα θεμελιώδη χημικά στοιχεία για τη ζωή στη Γη, δηλαδή ο άνθρακας και το οξυγόνο, ανάγουν την προέλευσή τους στους αστρικούς πυρήνες. Επομένως, η ύπαρξη της άβιας και έμβιας ύλης έχει στις ρίζες της τις στάχτες της αστερόσκονης.

Πηγή: “Από τη δημιουργία των χημικών στοιχείων στους αστρικούς πυρήνες,στη γέννηση της ζωής”, ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ (τ. 3, τόμος 76)

Πάνου Ευαγγελία, Φυσικός M.Sc., Καθηγήτρια Β/θμιας Εκπαίδευσης, Υπ. Δρ. Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών ΕΚΠΑ

Καλαχάνης Κωνσταντίνος, Φιλόλογος M.Sc., Δρ. Φιλοσοφίας ΕΚΠΑ, Επιστημονικός Συνεργάτης Τμήματος Φυσικής ΕΚΠΑ