

18 Σεπτεμβρίου 2014

Ήλιος: “καταδικασμένος” να σβήσει...

/ [Πεμπτουσία· Ορθοδοξία-Πολιτισμός-Επιστήμες](#)





Ο Ήλιος μας θα παραμείνει στην κατά-σταση που τον ξέρουμε για τουλάχιστον 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια ακόμα. Όμως, όπως όλοι οι αστέρες, θα μετατραπεί κάποια στιγμή σε ερυθρό γίγαντα, καταπίνοντας τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος, για να περάσει στη συνέχεια στη φάση του λευκού νάνου, τη φάση δηλαδή του θανάτου του...

Στην Αστροφυσική ονομάζουμε πρωτοαστέρα, εκείνο το ουράνιο σώμα που έχει σχηματιστεί από τυχαίες συμπυκνώσεις μεσοαστρικού αερίου και σκόνης και με ορισμένες διεργασίες μπορεί να μεταβληθεί σε έναν πραγματικό αστέρα.

Όταν η θερμοκρασία ενός πρωτοαστέρα, φτάσει τους 10^6 βαθμούς Kelvin, αρχίζουν οι πρώτες πυρηνικές αντιδράσεις του υδρογόνου με τον λεγόμενο κύκλο πρωτονίου-πρωτονίου (p-p chain). Τότε ο πρωτοαστέρας έχει πλέον μεταβληθεί σε κανονικό αστέρα, δηλαδή ένα ουράνιο σώμα που μπορεί να κάψει τα πυρηνικά του αποθέματα. Το υδρογόνο (H) του αστρικού πυρήνα μετατρέπεται σταδιακά σε ήλιο (He) και ο αστέρας έχει πια εισέλθει στο στάδιο της Κυρίας Ακολουθίας, όπου και θα παραμείνει για αρκετά δισεκατομμύρια χρόνια. Αυτό είναι ένα χρονικό

διάστημα το οποίο εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από τη μάζα του. Ο Ήλιος μας θα παραμείνει σ' αυτήν την κατά-σταση τουλάχιστον εννιά δισεκατομμύρια χρόνια, από τα οποία ήδη έχουν περάσει τα 4,5 δισεκατομμύρια. Οι αστέρες μεγάλης μάζας, επομένως μεγάλης απόλυτης λαμπρότητας, εξελίσσονται ταχύτερα από εκείνους με τη μικρότερη μάζα.

Σ' αυτό το «αστρικό καμίνι» δεν θα μείνει ίχνος από το υδρο-γόνο (H) στον πυρήνα του Ήλιου, το οποίο και θα αντικαταστα-θεί από το αέριο ήλιο (He). Η καύση του υδρογόνου συνεχίζεται στους εξώτερους φλοιούς. Ο πυρήνας αυξάνει διαρκώς τη μάζα του, συστέλλεται όμως λόγω βαρυτικών δυνάμεων -στη φάση της βαρυτικής κατάρρευσής του- και ταυτόχρονα θερμαίνεται. Άρα, γίνεται μικρότερος, πυκνότερος και θερμότερος. Τότε, τα υπερκείμενα στρώματα υδρογόνου θερμαινόμενα από τον πυρήνα διαστέλλονται και ψύχονται. Κατ' αυτόν τον τρόπο, ο υπόλοιπος αστέρας γίνεται αραιότερος και ψυχρότερος. Ο Ήλιος μας πλέον έχει μετατραπεί σε έναν ερυθρό γίγαντα με τεράστια διάμετρο, χαμηλή επιφανειακή θερμοκρασία, περίπου 3000 έως 4000 K, και μεγάλη λαμπρότητα. Σ' αυτή την κατάσταση ο Ήλιος μας θα «καταπιεί» ό,τι βρίσκεται μεταξύ αυτού και του πλανήτη Άρη.

Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια της συστολής του πυρήνα η θερμοκρασία του θα φτάσει τους 10^8 K με άμεσο αποτέλεσμα να ξεκινήσει η μετατροπή του ηλίου σε άνθρακα μέσω της αντίδρα-σης 3 άλφα [σωμάτια άλφα είναι οι πυρήνες ηλίου ^4He].

Ήλιος: η αστρική εξέλιξη

*Ο Ήλιος ο υπέρλαμπρος καίει τα σωθικά του,
πύρωσε ο πυρήνας του και πάει να εκραγεί.*

*Ο Ήλιος γιγαντώθηκε στο αστρικό καμίνι
ίχνος δεν θα του μείνει πυρηνικό υλικό.*

*Έγινε γίγας ερυθρός, μέσα σε άγριες λάμπεις,
εκρήξεις, αναπάλξεις συντήξεις τρομερές.*

*Μετά... ήρθε η κατάρρευση, η αποβολή της μάζας
η έκρηξη η βίαιη..., πορεία παρακμής.*

*Βαρυτική κατάρρευση τον κάνει άσπρο νάνο,
υπέρπυκνης κατάστασης και νεκρικής σιγής.*

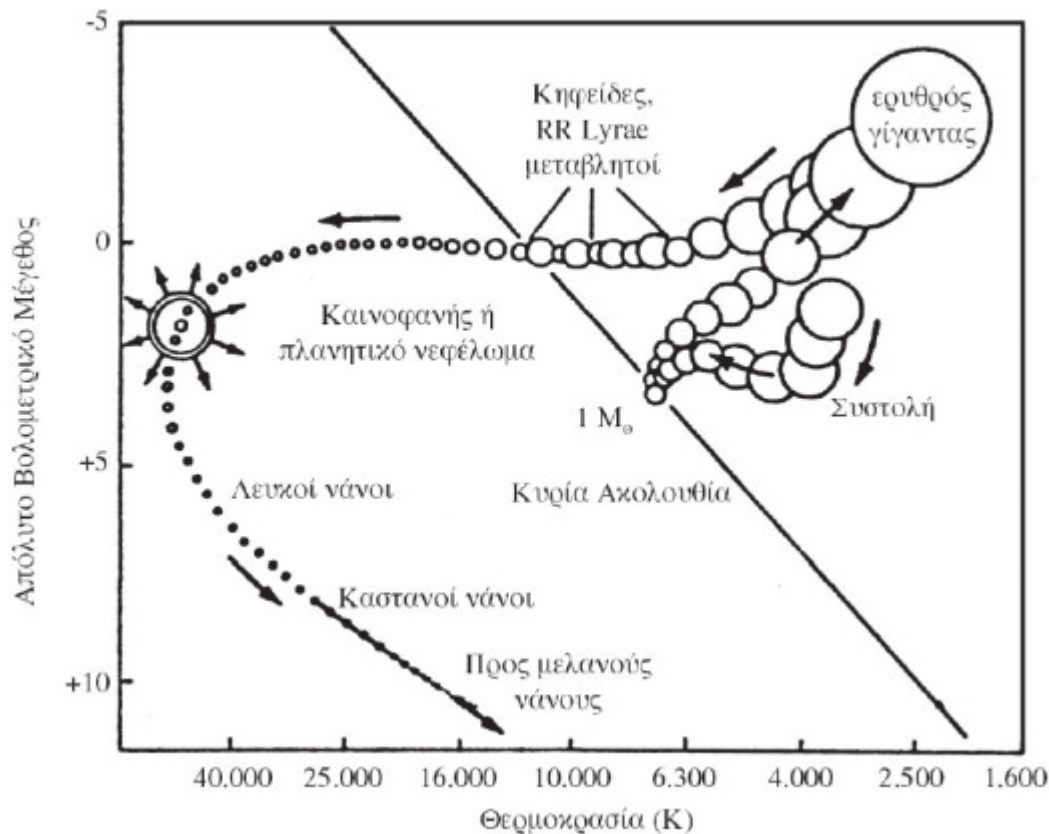
*Εκεί που ήτανε ζωή... είν' τώρα άσπροι νάνοι,
αστέρια νετρονίων και μελανές οπές.*

Εκεί που ήτανε ζωή...

είναι τα μαύρα τ' άστρα...

Η συνεχής αύξηση της πυκνότητας του πυρήνα του ερυθρού πλέον γίγαντα προκαλεί μια μορφή εκφυλισμού στην ύλη του, όπου η πίεση εξαρτάται από την πυκνότητα και όχι από τη θερ-μοκρασία. Εν τω μεταξύ με τον διαρκή σχηματισμό όλο και βα-ρύτερων στοιχείων, ο πυρήνας συμπιέζεται και θερμαίνεται, ενώ η

πίεση ελαττώνεται συνεχώς. Η όλη πορεία είναι ασταθής και επιταχυνόμενη, ενώ τελειώνει με την πυρηνική αντίδραση εκτό-νωσης που είναι γνωστή ως «λάμψη» ηλίου (Helium flash).



Η εξέλιξη ενός αστέρα Κυρίας Ακολουθίας μάζας $1M_{\odot}$. Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται η θέση των καινοφανών, των μεταβλητών, των ερυθρών γιγάντων, αλλά και των λευκών νάνων στην εξελικτική τους πορεία προς τους καστανούς και τους μελανούς νάνους.

Οι πυρηνικές αντιδράσεις αναστέλλουν τη βαρυτική κατάρρευση, αλλά τα πυρηνικά αποθέματα ενός αστέρα δεν είναι απεριόριστα. Έτσι, κάποτε θα τελειώσουν και ο αστέρας τότε θα αρχίσει να οδεύει προς τον αστρικό του θάνατο. Στο κέντρο των αστέρων της Κύριας Ακολουθίας, η θερμοκρασία κυμαίνεται στους 10^6 - 10^9 K, ενώ η πυκνότητα από 10^{-6} έως 10^2 gr/cm³.

Επομένως, ο ιονισμός των ατόμων είναι πλήρης. Η ύλη βρίσκεται πια σε κατάσταση πλάσματος, δηλαδή ένας «χυλός» από πυρήνες και ηλεκτρόνια. Οι αλληλεπιδράσεις περιορίζονται στις με-ταξύ τους κρούσεις.

Τα ηλεκτρόνια κατανέμονται ανάμεσα στους πυρήνες και η όλη κατάσταση παρουσιάζει μεταλλική δομή. Η παραγόμενη ενέργεια μεταφέρεται κυρίως λόγω αγωγιμότητας και όχι με ακτινοβολία ή με μεταφορά. Το ηλεκτρονικό αέριο βρίσκεται σε κατάσταση πλήρους εκφυλισμού με τα ηλεκτρόνια να έχουν με-ταπέσει στις χαμηλότερες δυνατές ενεργειακές στάθμες. Οι ανώ-τερες

στάθμες είναι εντελώς κενές.

Ο νομπελίστας Ινδός φυσικός Σουμπραμανιάν Τσαντρασεκάρ έδειξε ότι για να καταστεί δυνατή η αναστολή της κατάρρευσης από την πίεση των εκφυλισμένων ηλεκτρονίων θα πρέπει η μάζα του αστέρα να μην ξεπερνά τις 1,4 ηλιακές μάζες (όριο Τσαντρασεκάρ). Έτσι, ο μικρής μάζας Ήλιος μας μετατρέπεται πλέον σε λευκό νάνο. Περαιτέρω εξέλιξή του δεν είναι δυνατή, καθώς οι λευκοί νάνοι ψύχονται διαρκώς με εκπομπή ακτινοβολίας. Τελικά, ο Ήλιος θα μετατραπεί σε ένα νεκρό άστρο υπέρπυκνης κατάστασης, το οποίο θα κάνει «παρέα», με τα άλλα νεκρά άστρα, όπως τα αστέρια νετρονίων (με απομένουσες μάζες μετά τις εκρήξεις μεταξύ 1,4 και 3,2 ηλιακές μάζες) και οι μελανές οπές, αν το αστέρι είναι υπερμαζικό και η μάζα που απομένει μετά τις εκρήξεις είναι πάνω από 3,2 ηλιακές μάζας. Τότε ο αστέρας θα γίνει μια μελανή οπή (μαύρη τρύπα), το τρίτο είδος νεκρών άστρων. Επομένως τα άστρα πεθαίνουν και εκεί που ήταν η ζωή, τώρα είναι τα μαύρα τα άστρα, αφού και ο λευκός νάνος, σιγά σιγά θα γίνει καστανός, φαιός και τελικά μελανός (μαύρος) νάνος.

Πηγή: Στράτου Θεοδοσίου, Γήινα και Συμπαντικά: Αστρονομία, Μυθολογία, Χρόνος. Εκδόσεις ΔΙΑΥΛΟΣ (περισσότερα στο <http://www.pemptousia.gr/?p=74434>)