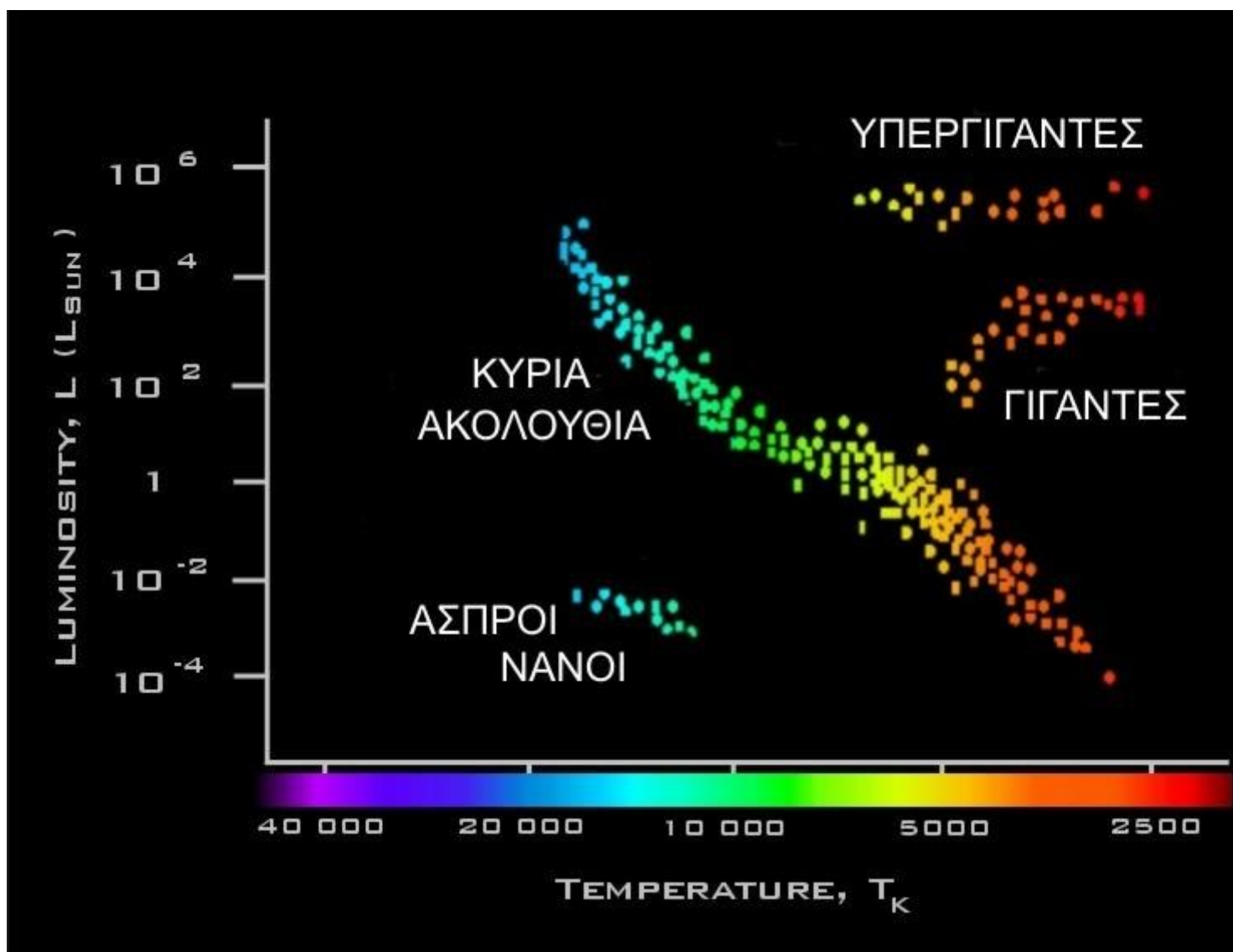


Η προέλευση των χημικών στοιχείων του ανθρώπου από τα άστρα (Κωνσταντίνος Καλαχάνης, Δρ. Φιλοσοφίας Πανεπιστημίου Αθηνών)

[/ Πεμπτούσία](#)



Διάγραμμα Hertzsprung-Russell (H-R)

Η μελέτη των άστρων αλλά και αντικειμένων πολύ μεγάλης μάζας όπως τα quasars, είναι θεμελιώδους σημασίας, καθώς στους πυρήνες τους δημιουργούνται τα χημικά στοιχεία που αποτελούν τους θεμέλιους λίθους της ζωής.

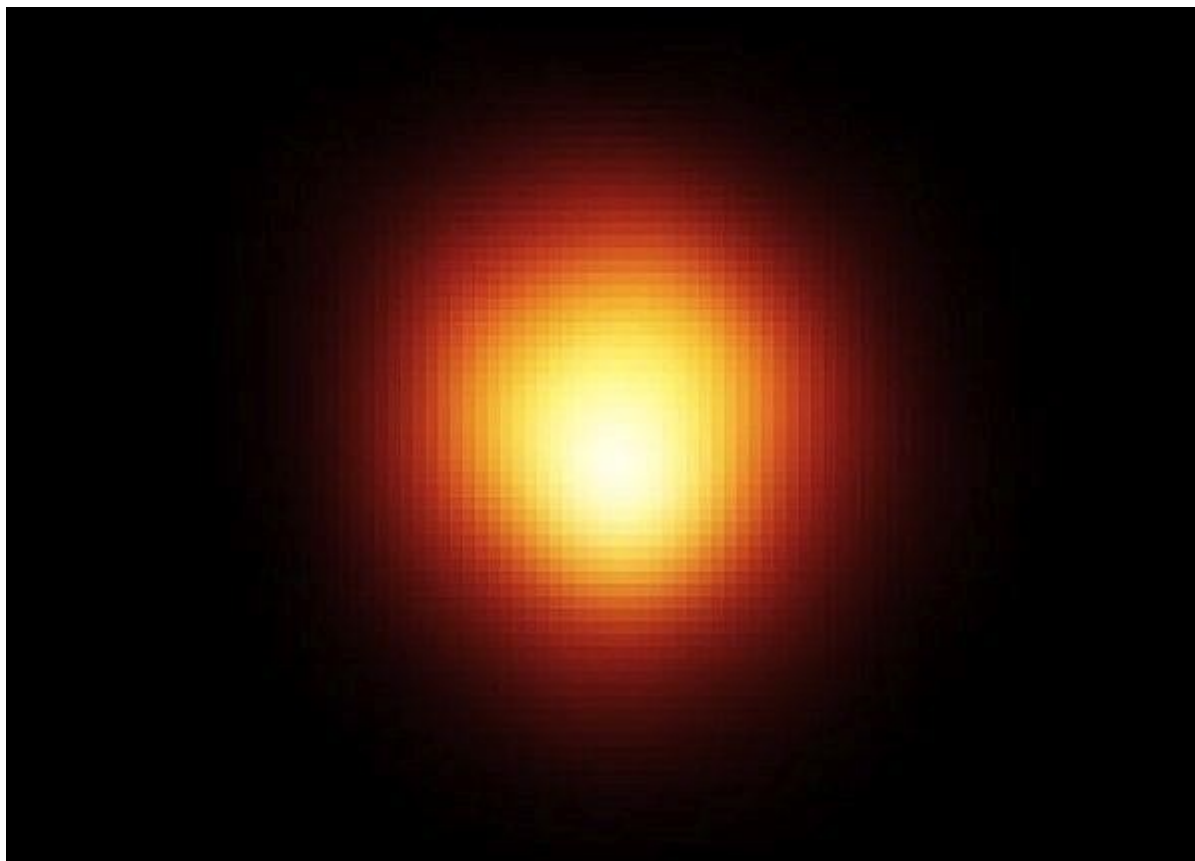
Η εξέλιξη του κάθε αστέρα (μεταβολές των φυσικών χαρακτηριστικών του με τον χρόνο), αν και οφείλεται στις εναλλαγές των πυρηνικών αντιδράσεων του εσωτερικού του, καθορίζεται κυρίως από την αρχική μάζα του αστέρα. Οι φάσεις που περνά ένας αστέρας από τη δημιουργία μέχρι την καταστροφή του είναι (βλ. αναλυτικά Πάνου & Καλαχάνης, 2014):

1) Πρώτη φάση : Η αρχική ύλη από την οποία αποτελείται ο πρωτοαστέρας καταρρέει βαρυτικά και υφίσταται θέρμανση, 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 συντήξεως του υδρογόνου (H) και μετατροπής του σε ήλιο (He). Το άστρο βρίσκεται σε φάση υδροστατικής ισορροπίας, με τις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις να εξισορροπούν την κατάρρευση που προκαλείται από τη βαρύτητα.

Διάγραμμα Hertzsprung-Russell (H-R)

3) Φάση μετά την Κύρια Ακολουθία: Είναι η μικρότερη σε διάρκεια φάση του άστρου. Τα αποθέματα υδρογόνου έχουν εξαντληθεί και η υδροστατική ισορροπία του παύει να υφίσταται. Στον πυρήνα του άστρου αυξάνεται συνεχώς η θερμοκρασία, με συνέπεια να αρχίσει η καύση σύντηξη του ηλίου, το οποίο μεταστοιχειώνεται σε άνθρακα. Η ενέργεια που εκλύεται προκαλεί διόγκωση των εξωτερικών στρωμάτων του αστέρα, ο οποίος μετατρέπεται σε ερυθρό γίγαντα (Εικόνα 2). 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 σύντηξη 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.



Εικόνα 2: ο Betelgeuse (α Ori) στον αστερισμό του Ωρίωνα, όπως φωτογραφήθηκε από το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble είναι ένας ερυθρός γίγαντας Πηγή: earthsky.org

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 τη σύντηξη 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.

Το κρουστικό κύμα που δημιουργείται από τις εκρήξεις των υπερκαινοφανών είναι πολύ σημαντικό για την εξέλιξη του Σύμπαντος, καθώς εκτοξεύει στον διαστημικό χώρο τα υλικά του αστέρα, τα οποία σε συνδυασμό με τη μεσοαστρική ύλη, θα αποτελέσουν τα υλικά δημιουργίας νέων αστέρων. Ανάλογη βέβαια είναι και η συμβολή των ενεργών γαλαξιακών πυρήνων (quasars), αλλά και των πλανητικών

νεφελωμάτων, τα οποία αποτελούν τμήματα από τα κελύφη γιγάντων αστέρων, που αποβάλλονται στο τέλος της ζωής τους, εμπλουτίζοντας έτσι τον διαστρικό χώρο με πυρήνες χημικών στοιχείων.

Εν προκειμένω, η σημασία της αστρικής εξέλιξης έγκειται στο ότι όλα τα χημικά στοιχεία τα οποία αποτελούν την φύση και το ανθρώπινο σώμα προέρχονται από άστρα που εξάντλησαν την ζωή τους.

Επίλογος

Όπως φάνηκε στην παραπάνω μελέτη, στην ιπποκρατική ιατρική ήταν αποδεκτό ότι ο άνθρωπος αποτελείται από δομικούς λίθους (χυμούς), από την αλληλεπίδραση των οποίων με το περιβάλλον εξαρτάται η υγεία του. Αν και η ιδέα περί ύπαρξης βασικών στοιχείων στο ανθρώπινο σώμα επιβεβαιώθηκε επιστημονικά χάρη στην ανακάλυψη των βάσεων του DNA, εντούτοις η φιλοσοφική προσέγγιση συνέδεε τους χυμούς με τα στοιχεία του Σύμπαντος, συνδέοντας έτσι τον άνθρωπο στενά με το όλο κοσμικό σύστημα. Αν ληφθεί υπόψιν ότι πράγματι τα χημικά συστατικά που αποτελούν το σώμα μας προέρχονται από νεκρά άστρα, θα καταστεί σαφές ότι πράγματι η φιλοσοφική θεώρηση περί της σύνδεσης του ανθρώπου με τα στοιχεία του Σύμπαντος επιβεβαιώνεται επιστημονικά.

Βιβλιογραφία

Αέτιος, (1879). *De placitis reliquiae*, ed. H. Diels *Doxographi Graeci*. Berlin:Reimer.

Γρηγόριος Νύσσης, (1962). *Εις τας επιγραφάς των ψαλμών*, ed. McDonough *In Inscritiones Psalmorum, Gregorii, Nysseni opera*, vol. 5. Leiden: Brill, 1962.

Ερμείας, *Εις τον Πλάτωνος Φαίδρον* ed. P. Cuvreur, Paris: Bouillon.

Ευτυχιάδης, Α. (1995). *Φύση και Πνεύμα, συμβολή στην ιατροφιλοσοφική σκέψη*, Αθήνα.

Ιπποκράτης, (1840). *Περί αέρων, υδάτων, τόπων* ed. E. Littré, *Oeuvres completes d'Hippocrate*, vol. 2. Paris: Bailliere.

Juanma, J. (1998). *Ιπποκράτης, Ινστιτούτο του βιβλίου, εκδ. Καρδαμίτσα, Αθήνα.* Καλαχάνης, Κ. (2011). *Περί της περιβαλλοντικής επίδρασης στην ανθρώπινη υγεία, στο έργο του Ιπποκράτους, Διπλωματική Εργασία, Π.Μ.Σ. Περιβάλλον και Υγεία, Διαχείριση Περιβαλλοντικών θεμάτων με επιπτώσεις στην Υγεία, Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.*

Kalachanis, K. Panou E. and Theodossiou, E. (2013). "The Cosmological Theories of the Atomic Philosophers, the forerunners of Quantum Physics, Astrophysics and Cosmology", *International Journal of Physics and Astronomy, (ARIPD), Vol. 1 No.1 December.*

Κοτουβίδης Ν. (1993). *Ο Ιπποκρατισμός του ιατρού Τόμας Σύντεναμ και η συμβολή του στην εξέλιξη της ψυχιατρικής, Διδακτορική Διατριβή, ΕΚΠΑ, Αθήνα.*

Νεμέσιος, *Περί φύσεως ανθρώπου ed. B. Einarson, Nemesius of Emesa(typescript) [Corpus medicorum Graecorum (in press)].*

Πάνου, Ε. & Κ Καλαχάνης, Κ. (2014). «Από τη δημιουργία των χημικών στοιχείων στους αστρικούς πυρήνες, στη γέννηση της ζωής», *Χημικά Χρονικά, Ένωση Ελλήνων Χημικών τεύχος 3, τόμος 76, Μαΐος-Ιούνιος 2014, σσ.16-19.*

Ρούφος Εφέσιος, (1963). *Περί ανατομής των του ανθρώπου μορίων, ed. C. Daremberg and C.E. Ruelle, Oeuvres de Rufus d'Éphese. Paris: Imprimerie Nationale, 1879 (repr. Amsterdam: Hakkert, 168-185.*

Παρατήρηση: το παρόν άρθρο είναι το τρίτο και τελευταίο μέρος της εισήγησης των Κων/νιου Καλαχάνη, Ευαγγελίας Πάνου, Ιωάννη Κωστίκα και Βασίλειου Μανιμάνη (Τμήμα Φυσικής Πανεπιστημίου Αθηνών, Τομέας Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής), με τίτλο «Από τα στοιχεία του ανθρώπου στα στοιχεία του Σύμπαντος», στην Επιστημονική Ημερίδα «Φιλοσοφία, Φυσικές Επιστήμες, Βιοηθική», που διοργανώθηκε από τη Διεθνή Επιστημονική Εταιρεία Αρχαίας Ελληνικής Φιλοσοφίας και την Ένωση Ελλήνων Φυσικών, στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, στις 12/11/2014.

Διαβάστε το δεύτερο μέρος [εδώ](#)