

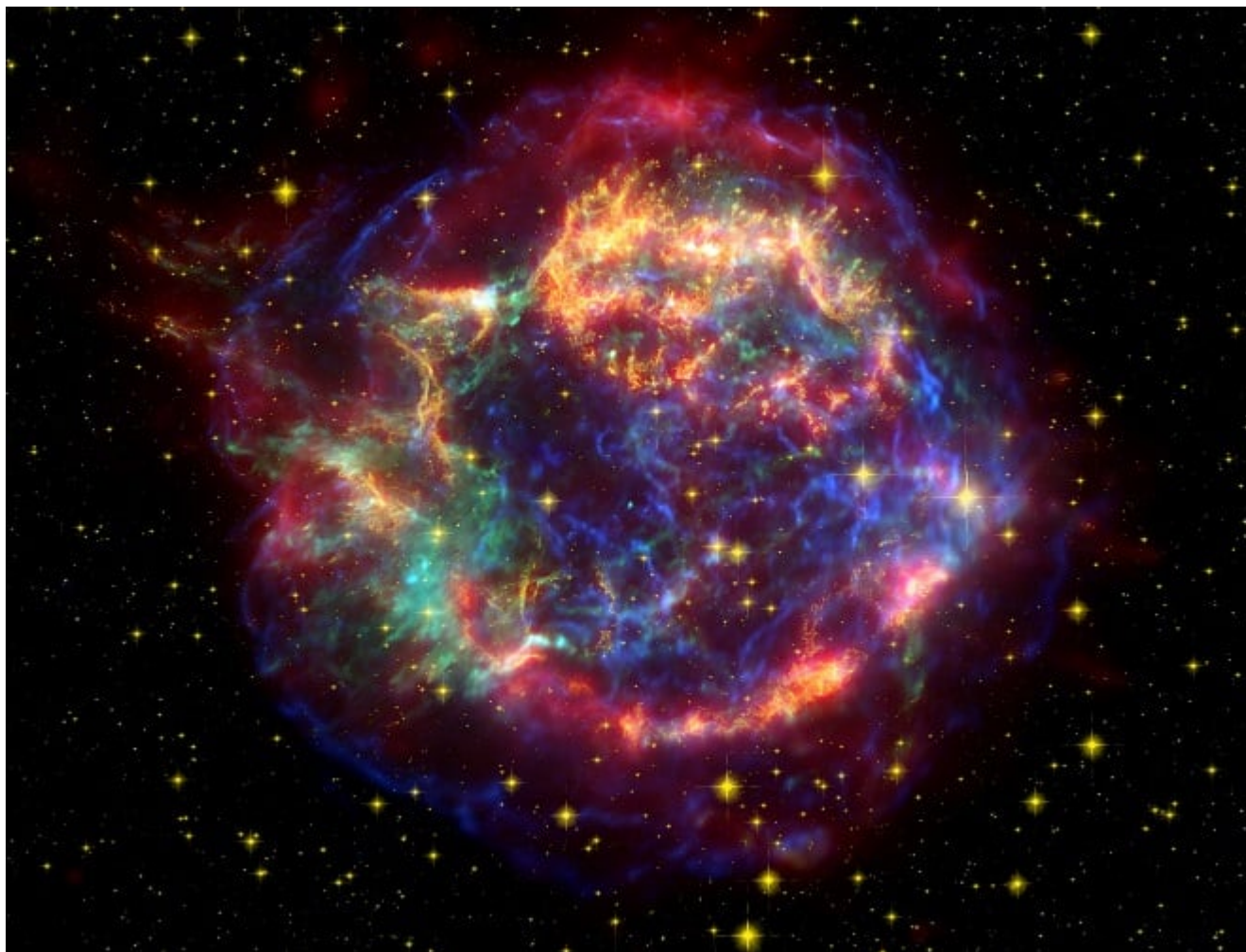
Η αφθονία των στοιχείων στο Σύμπαν: Υποθέσεις και συμπεράσματα (Steven Weinberg, φυσικός, νομπελίστας)

/ [Πεμπτούσια](#)



[Προηγούμενη δημοσίευση: <http://www.pemptousia.gr/?p=180472>]

Ωστόσο, η συγκεκριμένη αναλογία δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί αμερόληπτα. Το γεγονός πως τα άτομα του δευτερίου είναι δύο φορές βαρύτερα από τα άτομα υδρογόνου καθιστά κάπως πιο πιθανή τη δέσμευσή τους σε μόρια βαρέος νερού (HDO), συνεπώς μικρότερο ποσοστό δευτερίου έναντι του υδρογόνου θα είχε διαφύγει από το βαρυτικό πεδίο της Γης. Από την άλλη, η φασματοσκοπία δείχνει μια πολύ μικρή περιεκτικότητα δευτερίου στην επιφάνεια του Ήλιου, μικρότερη από τέσσερα προς ένα εκατομμύριο. Αλλά και αυτή η αναλογία δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί αμερόληπτα· το δευτέριο των εξωτερικών στρωμάτων του Ήλιου θα είχε ως επί το πλείστον καταστραφεί λόγω της σύντηξής του με το υδρογόνο, σχηματίζοντας το ελαφρύτερο ισότοπο του ηλίου, ^3He .



Πηγή: fthmb.tqn.com

Η γνώση μας για την κοσμική αφθονία δευτερίου τέθηκε επί ισχυρότερης βάσης μέσω των παρατηρήσεων στο υπεριώδες που έγιναν το 1973 από τον Copernicus, τον τεχνητό δορυφόρο της Γης. Τα άτομα δευτερίου, όπως και τα άτομα υδρογόνου, μπορούν να απορροφήσουν υπεριώδη ακτινοβολία σε συγκεκριμένα διακριτά μήκη κύματος που αντιστοιχούν σε μεταπτώσεις κατά τις οποίες το άτομο διεγείρεται από την κατάσταση χαμηλότερης ενέργειας σε υψηλότερες ενεργειακά στάθμες. Αυτά τα μήκη κύματος εξαρτώνται σε μικρό ποσοστό από τη μάζα των ατομικών πυρήνων, επομένως το υπεριώδες φάσμα ενός αστέρα του οποίου το φως φτάνει σε εμάς μέσω μιας μεσοαστρικής μείξης υδρογόνου και δευτερίου θα διακοπεί από έναν αριθμό σκοτεινών γραμμών απορρόφησης, καθεμία εκ των οποίων αποτελείται από δύο επιμέρους γραμμές, μία από το υδρογόνο και μία από το δευτέριο.

Η σχετική σκοτεινότητα οποιουδήποτε ζεύγους των επιμέρους γραμμών απορρόφησης δίνει τη σχετική αφθονία υδρογόνου και δευτερίου στο μεσοαστρικό νέφος. Δυστυχώς, η ατμόσφαιρα της Γης καθιστά πολύ δύσκολη τη διεξαγωγή επίγειων αστρονομικών παρατηρήσεων στο υπεριώδες. Ο Copernicus κουβαλούσε

έναν υπεριώδη φασματογράφο που χρησιμοποιήθηκε για να μελετηθούν οι γραμμές απορρόφησης στο φάσμα του θερμού αστέρα β Κενταύρου. Από τις σχετικές εντάσεις των γραμμών απορρόφησης προέκυψε ότι η μεσοαστρική ύλη μεταξύ του β Κενταύρου και της Γης περιέχει περίπου 20 προς ένα εκατομμύριο δευτέριο (κατά βάρος). Πιο πρόσφατες παρατηρήσεις στις υπεριώδεις γραμμές απορρόφησης που εντοπίζονται στα φάσματα άλλων θερμών αστέρων έδωσαν παρόμοια αποτελέσματα.

Αν η συγκεκριμένη αναλογία δευτερίου, 20 προς ένα εκατομμύριο, είχε πράγματι δημιουργηθεί στο πρώιμο σύμπαν, τότε θα έπρεπε να υπάρχουν (και υπάρχουν τώρα) περίπου 1,1 δισεκατομμύρια φωτόνια ανά πυρηνικό σωματίδιο (δείτε τον παραπάνω πίνακα). Στην τωρινή κοσμική θερμοκρασία των 3 K υπάρχουν 550.000 φωτόνια ανά λίτρο, οπότε σήμερα πρέπει να υπάρχουν περίπου 500 πυρηνικά σωματίδια ανά εκατομμύριο λίτρα. Ο αριθμός αυτός είναι αρκετά μικρότερος από την ελάχιστη πυκνότητα που απαιτείται για ένα κλειστό σύμπαν, η οποία, όπως είδαμε στο Κεφάλαιο 2, αντιστοιχεί περίπου σε 3.000 πυρηνικά σωματίδια ανά εκατομμύριο λίτρα. Θα καταλήγαμε τότε στο συμπέρασμα ότι το σύμπαν είναι ανοιχτό· ότι οι γαλαξίες κινούνται με ταχύτητες μεγαλύτερες της ταχύτητας διαφυγής και ότι το σύμπαν θα διαστέλλεται επ' άπειρον. Αν κάποια ποσότητα μεσοαστρικής ύλης είχε δημιουργηθεί σε αστέρες, οι οποίοι τείνουν να καταστρέψουν το δευτέριο (όπως συμβαίνει και στον Ήλιο), τότε η κοσμική παραγόμενη αφθονία δευτερίου που βρέθηκε από τον Copernicus θα έπρεπε να είναι ακόμα μεγαλύτερη από 20 προς ένα εκατομμύριο, επομένως η πυκνότητα των πυρηνικών σωματιδίων πρέπει να είναι ακόμα μικρότερη από 500 σωματίδια ανά εκατομμύριο λίτρα, ενισχύοντας την υπόθεση ότι ζούμε σε ένα ανοιχτό, αιωνίως διαστελλόμενο σύμπαν.

Οφείλω να ομολογήσω πως δεν βρίσκω πειστική τη συγκεκριμένη επιχειρηματολογία. Το δευτέριο διαφέρει από το ήλιο - ακόμα και αν η ποσότητα δευτερίου φαίνεται να είναι μεγαλύτερη από ό,τι αναμενόταν για ένα σχετικά πυκνό και κλειστό σύμπαν, το δευτέριο παραμένει εξαιρετικά σπάνιο, σε απόλυτες τιμές. Μπορούμε να υποθέσουμε ότι το δευτέριο δημιουργήθηκε στα «πρόσφατα» αστροφυσικά φαινόμενα: εκρήξεις υπερκαινοφανών, κοσμικές ακτίνες, ίσως ακόμα και σε ημιαστέρες. Κάτι τέτοιο δεν ισχύει για το ήλιο. Η αφθονία ηλίου, της τάξης του 20-30%, δεν θα μπορούσε να έχει δημιουργηθεί στο πρόσφατο παρελθόν χωρίς να απελευθερωθεί τεράστια ποσότητα ακτινοβολίας, την οποία όμως δεν παρατηρούμε.

[Απόσπασμα από το 5° Κεφ. του έργου του S. Weinberg «Τα Πρώτα Τρία Λεπτά», μετάφρ. Γ. Καρακώστας, εκδ. ΡΟΠΗ, Θεσσαλονίκη 2017]