

ΤΟ ΝΕΡΟ - Η ΛΥΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΞΗΣ

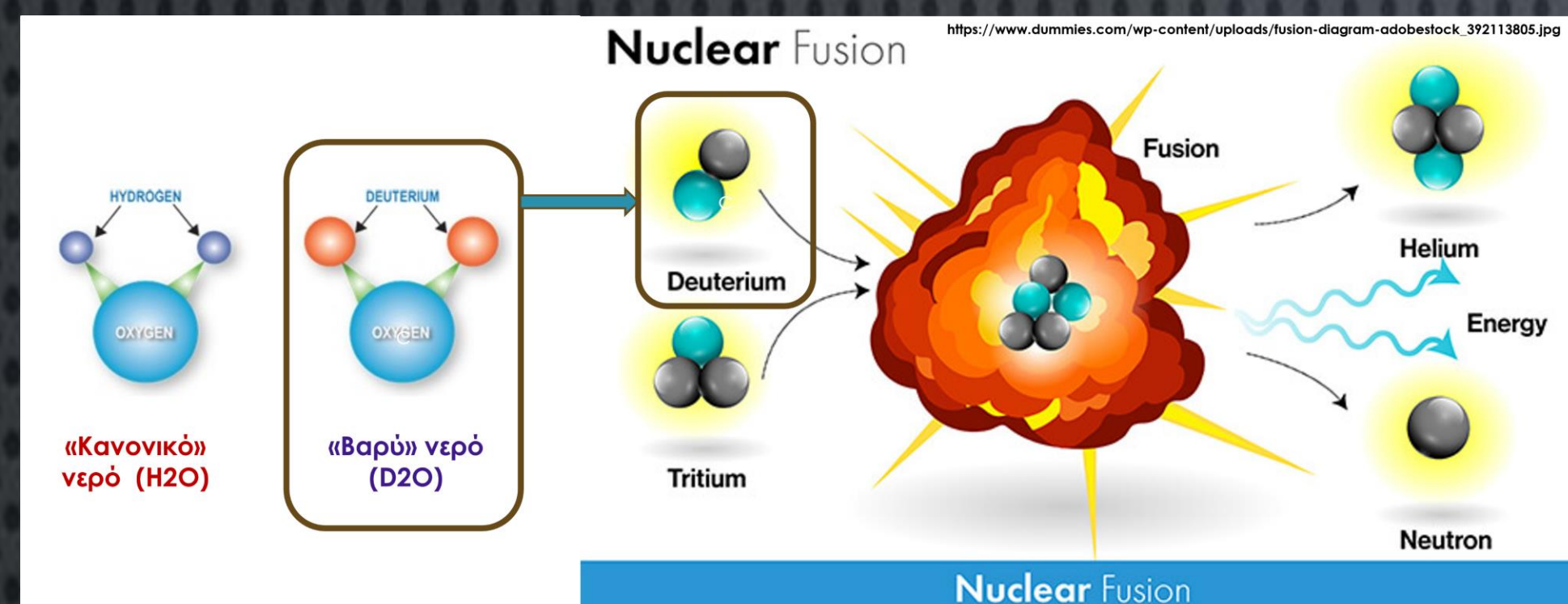
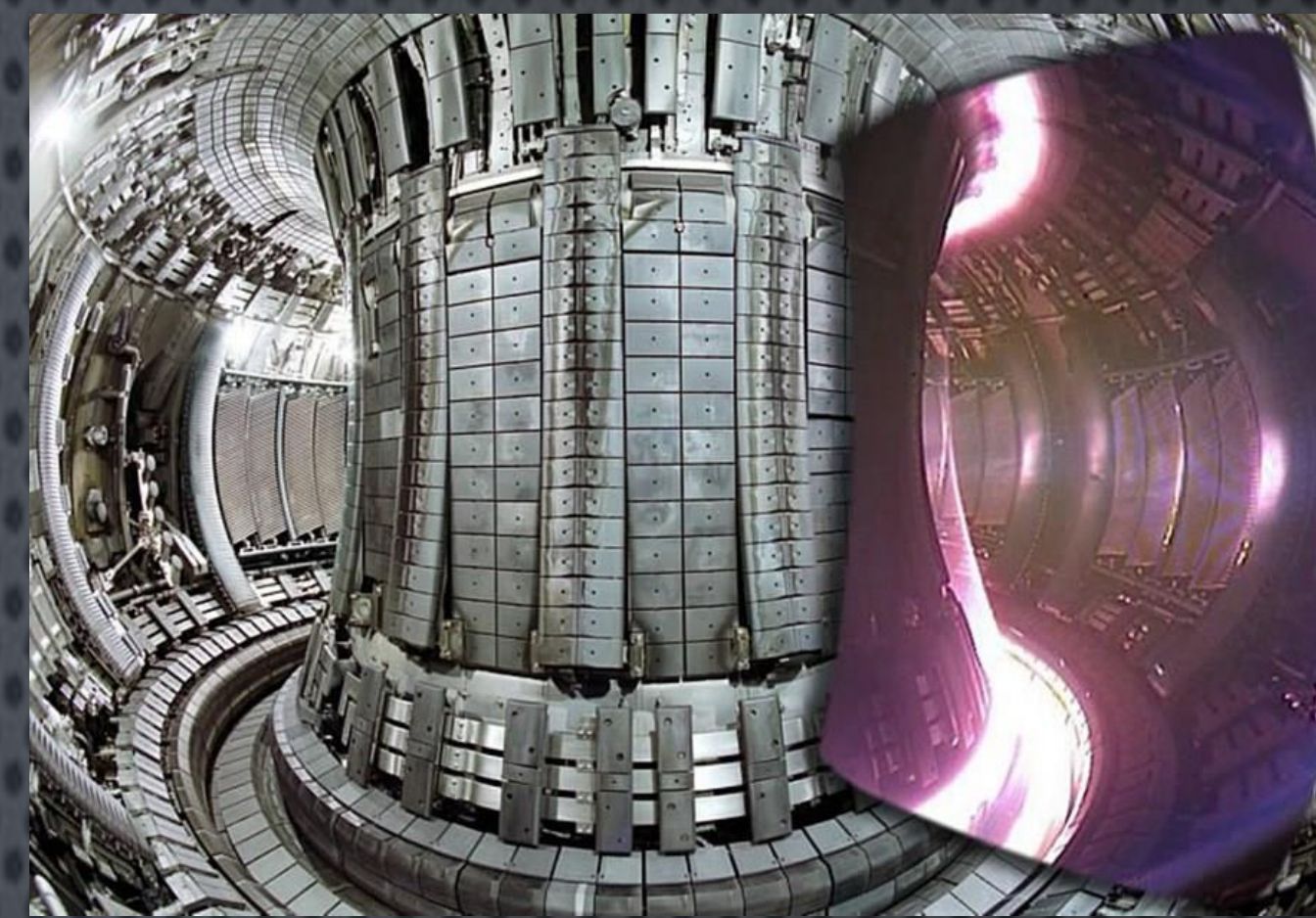
Μαθητές: Σκουρλάς Δημήτριος (Μαθητής Β' Λυκείου)
Συντονιστές: Μούρτζη Θεοδώρα ΠΕ04.04, Γρίβας Κωνσταντίνος ΠΕ04.01
Εσπερινό ΓΕΛ Πατρών

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μέχρι σήμερα, η παραγωγή ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο στηρίζεται κυρίως στα ορυκτά καύσιμα, τους πυρηνικούς αντιδραστήρες σχάσης και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Όλες οι παράπανω μεθοδοι παρουσιάζουν σημαντικά μειονεκτήματα. Συγκεκριμένα, τα ορυκτά καύσιμα αποτελούν μείζονα πηγή ρύπανσης με σημαντικότερη την υπερθέρμανση του πλανήτη λόγω της έκλυσης αερίων του θερμοκηπίου, ενώ παράλληλα τα αποθέματά τους αναμένεται να εξαντληθούν στο μέλλον. Ομοίως οι πυρηνικοί αντιδραστήρες σχάσης παράγουν επικίνδυνα ραδιενεργά απόβλητα ενώ απαιτούν πυρηνικά καύσιμα τα οποία επίσης δεν είναι ανεξάντλητα. Τέλος, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν έχουν σταθερή απόδοση, ενώ οι μοναδές που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας (π.χ. φωτοβολταϊκά στοιχεία και ανεμογεννήτριες) απαιτούν πολλούς ορυκτούς πόρους την κατασκευή τους, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις η τοποθέτησή τους διαταράσσει τα φυσικά οικοσυστήματα (π.χ. Μετανάστευση πτηνών - Ανεμογεννήτριες) με δραματικές συνέπειες.

Μία πολλά υποσχόμενη εναλλακτική αποτελεί η πυρηνική σύντηξη, η οποία χρησιμοποιεί ως πυρηνικά καύσιμα ενώσεις που προέρχονται από το νερό, ενώ δεν παραγεί σημαντικούς ρύπους. Για το λόγο αυτό οι επιστήμονες εδώ και δεκαετίες θεωρούν την επίτευξη της παραγωγής ενέργειας μέσω πυρηνικής σύντηξης, το ιερό δισκοπότηρο της επιστήμης.



ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΣΥΝΤΗΞΗ;

Πυρηνική σύντηξη (συν + τήξη) ονομάζεται η συνένωση ελαφρών πυρήνων σε βαρύτερους με ταυτόχρονη απελευθέρωση ενέργειας. Οι αντιδραστήρες πυρηνικής σύντηξης αναμένεται να χρησιμοποιήσουν ως καύσιμα ισότοπα του υδρογόνου όπως το δευτέριο (²H) και το τρίτιο (³H) τα οποία υπάρχουν στο νερό. Ειδικότερα το δευτέριο μπορεί να εξαχθεί από το θαλασσινό νερό σε απεριόριστες ποσότητες, αφού το θαλασσινό νερό περιέχει μεγάλες ποσότητες D₂O, γνωστού και ως «βαρύ νερό».

Με τη σύντηξη των πυρήνων των ισωτόπων αυτών παράγεται αέριο ήλιο (He), νετρόνια και μεγάλα ποσά ενέργειας.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Μη παραγωγή CO₂ ή άλλων ρυπογόνων αερίων. Κύριο παραπροϊόν το ήλιο, ένα αδρανές μη τοξικό αέριο.
- Μη παραγωγή ραδιενεργών αποβλήτων με σημαντικό χρόνο ημιζωής.
- Πολύ μικρός κίνδυνος λειτουργίας των πυρηνικών αντιδραστήρων σύντηξης σε σχέση με τους πυρηνικούς αντιδραστήρες σχάσης που χρησιμοποιούνται ευρέως σήμερα.
- Ανεξάντλητοι πόροι: Το δευτέριο μπορεί να εξαχθεί σε απεριόριστη ποσότητα από οποιαδήποτε μορφή νερού, ενώ το τρίτιο θα παράγεται από το δευτέριο από την ίδια την πυρηνική σύντηξη.
- Τεράστια ποσά ενέργειας: Η ελεγχόμενη πυρηνική σύντηξη μπορεί να απελευθερώσει ποσά ενέργειας ασύγκριτα μεγαλύτερα από τις διαθέσιμες πηγές ενέργειας σήμερα.

ΚΥΡΙΟΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΕΥΡΕΙΑ ΧΡΗΣΗ

- Για να επιτευχθεί η πυρηνική σύντηξη απαιτεί θερμοκρασίες πολλαπλάσιες αυτής του Ήλιου → Χρειάζεται πολλή ενέργεια για να πραγματοποιηθεί.
- Αυτό σημαίνει ότι μέχρι πρόσφατα η ενέργεια που καταναλωνόταν για την πυρηνική σύντηξη είναι ανάλογη με την παραγόμενη → Δεν υπάρχει σημαντική καθαρή παραγωγή ενέργειας.
- Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που απαιτούνται, είναι δύσκολο η αντίδραση να διατηρηθεί για πάνω από μερικά λεπτά κάθε φορά.
- Συνεπώς, ευρεία εμπορική χρήση της παραγωγής ενέργειας μέσω πυρηνικής σύντηξης απαιτεί κάποια χρόνια εξέλιξης, ώστε να ξεπεραστεί ο παραπάνω περιορισμός.

ΠΡΟΣΦΑΤΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ

Το πρόγραμμα SPARC: Το "MIT Plasma Science & Fusion Center" σε συνεργασία με μία ιδιωτική εταιρεία τη CFS επιχειρούν να επιταχύνουν τη διαδικασία παραγωγής ενέργειας μέσω πυρηνικής σύντηξης με την κατασκευή νέων υπεραγωγικών μαγνητών υψηλής θερμοκρασίας (high temperature superconducting magnets - HTS).

Το Δεκεμβριο του 2022, το εργαστήριο Lawrence Livermore National Laboratory's (LLNL) στις ΗΠΑ, κατάφερε να παράξει 3.15 MJ ενέργειας μέσω πυρηνικής σύντηξης, χρησιμοποιώντας μόνο 2.05 MJ, καταγράφοντας για πρώτη φορά σημαντική καθαρή παραγωγή ενέργειας μέσω της μεθόδου (50% μεγαλύτερη παραγωγή σε σχέση με την κατανάλωση).

Τον Ιανουάριο του 2022, στην Κίνα, ο αντιδραστήρας EAST έσπασε το ρεκόρ για τη μεγαλύτερη διάρκεια πυρηνικής σύντηξης με θερμοκρασίες 126.000 °F, περίπου πέντε φορές υψηλότερες από τον ήλιο - που διατηρήθηκε για 17 λεπτά.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη δεκαετία του 1950 υπήρχε το όνειρο της αξιοποίησης της πυρηνικής σύντηξης για την επίλυση του προβλήματος ενεργειακής αυτάρκειας στον πλανήτη, αφού αποτελεί μια καθαρή και ανεξάντλητη μέθοδο παραγωγής ενέργειας με πολλά πλεονεκτήματα. Ωστόσο μέχρι σήμερα, υπήρχαν τεχνολογικοί περιορισμοί για την εκμετάλλευση της πυρηνικής σύντηξης για παραγωγή ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα.

Το νερό αποτελεί τον «πρωταγωνιστή» σε αυτή την πολλά υποσχόμενη μέθοδο παραγωγής ενέργειας, αφού είναι η κύρια πηγή καυσίμων που χρησιμοποιούνται στην πυρηνική σύντηξη.

Με τα τελευταία επιστημονικά επιτεύγματα, αλλά και τις συνεχιζόμενες προσπάθειες βελτίωσης της μεθόδου από επιστήμονες και κέντρα σε όλο τον κόσμο, αναμένεται στις επόμενες δεκαετίες η πυρηνική σύντηξη να αντικαταστήσει τις «παραδοσιακές» μεθόδους παραγωγής ενέργειας, λύνοντας οριστικά το ενεργειακό πρόβλημα του πλανήτη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- Mathew, M.D. "Nuclear Energy: A Pathway towards Mitigation of Global Warming." *Progress in Nuclear Energy* 143: 104080 (2022). www.ief.org/news/how-close-are-we-to-unlocking-the-limitless-energy-of-nuclear-fusion
- Nicholas T.E.G. et al., "Re-examining the role of nuclear fusion in a renewables-based energy mix." *Energy Policy*, 149: 112043 (2021). www.educratias.com/news/fusion-energy-breakthrough
- Zada et al., "Back to the Future: Revisiting the Perspectives on Nuclear Fusion and Juxtaposition to Existing Energy Sources." *Energy* 290: 129150 (2024). www.psf.mit.edu/sparc
- www.llnl.gov/article/49301/shot-ages-fusion-ignition-breakthrough-hailed-one-most-impressive-scientific-feats-21st