

Η πυρηνική σύντηξη είναι μια αντίδραση αντίστροφη της σχάσης.

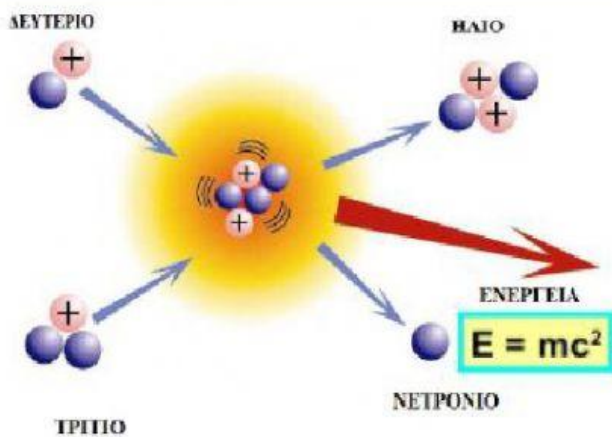
Σ

Λ

Στη σύντηξη ελαφροί πυρήνες συνενώνονται ώστε να σχηματιστεί ένας βαρύτερος πυρήνας.

Σ

Λ



Διαδικασία θερμοπυρηνικής σύντηξης.

Συγχρόνως απελευθερώνεται τεράστια ποσότητα ενέργειας.

Σ

Λ

Τυπικό παράδειγμα σύντηξης αποτελεί η διαδικασία που συντελείται στο εσωτερικό του Ήλιου. Τέσσερις πυρήνες υδρογόνου (πρωτόνια), με μια διαδικασία που πραγματοποιείται σε διαδοχικά στάδια, σχηματίζουν έναν πυρήνα ηλίου. Αρχικά δύο πρωτόνια μετατρέπονται σε νετρόνια, τα οποία στη συνέχεια ενώνονται με άλλα δύο πρωτόνια, οπότε σχηματίζεται ο πυρήνας ηλίου He.

Σ

Λ

Η μάζα του πυρήνα του ηλίου είναι μικρότερη από τη μάζα των τεσσάρων πρωτονίων. Τη διαφορά αυτή της μάζας, όπως είδαμε και προηγουμένως, την ονομάζουμε έλλειμμα μάζας. Η ενέργεια που αντιστοιχεί στο έλλειμμα μάζας μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια των προϊόντων της σύντηξης.

Σ

Λ

Η σύντηξη είναι η πηγή της ενέργειας που ακτινοβολείται από τον Ήλιο και τα άστρα.

Σ

Λ

Αν μειωθούν τα αποθέματα του υδρογόνου των πρωτονίων, η σύντηξη που περιγράψαμε θα διακοπεί και ο Ήλιος τελικά θα σβήσει. Ευτυχώς για μας αυτό προβλέπεται να συμβεί σε περίπου 5 δισεκατομμύρια χρόνια.

Σ

Λ

Για να συμβεί σύντηξη δύο πυρήνων, πρέπει οι πυρήνες να πλησιάσουν αρκετά κοντά ώστε να υπερνικηθεί η απωστική ηλεκτρική δύναμη από την ελκτική πυρηνική.

Σ

Λ



Για να πλησιάσουν τόσο κοντά οι πυρήνες, θα πρέπει να κινούνται με πολύ μεγάλες ταχύτητες, δηλαδή να έχουν μεγάλες κινητικές ενέργειες.



Αρα η σύντηξη απαιτεί την ύπαρξη πολύ μεγάλων θερμοκρασιών, της τάξης των δεκάδων εκατομμυρίων βαθμών σαν αυτές που επικρατούν στο κέντρο του Ήλιου. Γι' αυτό οι αντιδράσεις σύντηξης ονομάζονται και θερμοπυρηνικές.



Άλλο ένα παράδειγμα αξιοποίησης ενός επιστημονικού επιτεύγματος για πολεμικούς και όχι για ειρηνικούς σκοπούς είναι η κατασκευή της βόμβας υδρογόνου που βασίζεται στις αντιδράσεις σύντηξης.



Υπάρχει όμως και η θετική προοπτική της σύντηξης. Η σύντηξη θεωρείται από πολλούς η πιο ελπιδοφόρα διαδικασία για τη μελλοντική αντιμετώπιση των ενεργειακών αναγκών της ανθρωπότητας.



Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι πέρα από την αφθονία πυρηνικού καυσίμου, δηλαδή του υδρογόνου του νερού των ωκεανών, η ελεγχόμενη πυρηνική σύντηξη παρουσιάζει και άλλα πλεονεκτήματα σε σχέση με τη σχάση.



Δεν υπάρχουν ραδιενεργά κατάλοιπα, αφού το ήλιο που παράγεται δεν είναι ραδιενεργό.



Δεν υπάρχει κίνδυνος πυρηνικού ατυχήματος, αφού στους αντιδραστήρες σύντηξης δεν απαιτείται κρίσιμη μάζα.



Θα αποφευχθεί η ρύπανση της ατμόσφαιρας, εφόσον δεν γίνεται καύση.



Για να επιτευχθεί η ελεγχόμενη σύντηξη πάνω στη Γη, πρέπει πρώτα να δημιουργήσουμε συνθήκες ανάλογες μ' εκείνες του Ήλιου. Για την ελεγχόμενη διαδικασία θερμοπυρηνικής σύντηξης απαιτούνται:

- πολύ υψηλές θερμοκρασίες, πάνω από 100 εκατομμύρια βαθμούς Κελσίου, μεγαλύτερες, δηλαδή, από ότι στο κέντρο του ήλιου. Εδώ η απαιτούμενη θερμοκρασία είναι πολλαπλάσια της ηλιακής, γιατί δεν έχουμε τη δυνατότητα να δημιουργήσουμε συνθήκες πίεσης ανάλογες μ' εκείνες που επικρατούν στον Ήλιο. Οι ακραίες συνθήκες, αναγκάζουν το υδρογόνο να περάσει στην τέταρτη κατάσταση της ύλης, στην μορφή του πλάσματος

- μεγάλη πυκνότητα πλάσματος και
- μεγάλο χρονικό διάστημα συντήρησης του πλάσματος.



Αυτό είναι το μεγαλύτερο τεχνικό πρόβλημα. ,γιατί η ανάπτυξη τόσο υψηλών θερμοκρασιών και η συμπύκνωση του θερμού πλάσματος στα όρια ενός γήινου αντιδραστήρα δεν είναι μια συνηθισμένη διαδικασία.



Μη ελεγχόμενες πυρηνικές συντήξεις έχουν πραγματοποιηθεί επιτυχώς με τις βόμβες υδρογόνου.



Εκείνο που δυσκολεύει την προσπάθεια ελεγχόμενης σύντηξης, έτσι ώστε να μπορεί να καταστεί εκμεταλλεύσιμη πηγή ενέργειας, είναι η ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών, μέσω της διατήρησης του θερμού πλάσματος σε ικανή απόσταση από τα τοιχώματα του δοχείου, που το περιέχει.

