

3 Δεκεμβρίου 2009

1^η Πρόοδος Αστροφυσική Ι

1. Η ενέργεια που ελευθερώνεται από τον Ήλιο παράγεται από τις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις στον πυρήνα του Ήλιου. Σύμφωνα με την εξίσωση Einstein, $E = mc^2$, η μάζα του πυρήνα του Ήλιου θα πρέπει να είναι

1. λιγότερη από τη μάζα των τεσσάρων πυρήνων υδρογόνου
2. μεγαλύτερη από τη μάζα των τεσσάρων πυρήνων υδρογόνου
3. ίση με τη μάζα των τεσσάρων πυρήνων υδρογόνου γιατί η ενέργεια δεν έχει σχέση με τις μάζες των ατόμων υδρογόνου ή του ηλίου αλλά προέρχεται από το ηλεκτρομαγνητικά πεδία αυτών των ατόμων

2. Σύμφωνα με την υδροστατική ισορροπία

1. η προς το εσωτερικό βαρυτική έλξη ισορροπείται με την δύναμη των αερίων προς τα έξω
2. οι κινούμενες μάζες του αερίου που μεταφέρονται αντικαθίστανται πάντα με ίση ποσότητα νεοπαραγόμενου αερίου
3. η ενέργεια που παράγεται στον πυρήνα του Ήλιου ισορροπείται από τη ροή ενέργειας από την επιφάνεια του Ήλιου προς το διάστημα

3. Η ενέργεια που παράγεται από τον Ήλιο παράγεται

1. στο μεγαλύτερο μέρος του εσωτερικού του από συνεχείς θερμοπυρηνικές αντιδράσεις πυρήνων υδρογόνου και μεταφορά μάζας.
2. στον πυρήνα του Ήλιου από θερμοπυρηνικές αντιδράσεις πυρήνων υδρογόνου
3. σε μία στενή ζώνη του Ήλιου γύρω από τον πυρήνα αλλά κάτω από την ζώνη διάδοσης ενέργειας με μεταφορά μάζας, από θερμοπυρηνικές αντιδράσεις πυρήνων ηλίου.

4. Ποιός από τους παρακάτω μηχανισμούς μεταφοράς ενέργειας δεν είναι αποδοτικός στο εσωτερικό του Ήλιου

1. ακτινοβολία
2. αγωγή
3. διάδοση ενέργειας με μεταφορά μάζας

5. Το πρόβλημα των ηλιακών νετρίνων αναφέρεται

1. στην παρατηρούμενη μικρή περιεκτικότητα των ηλιακών νετρίνων σε σχέση με τη θεωρητικά προβλεπόμενη
2. στην παρατηρούμενη μεγάλη περιεκτικότητα των ηλιακών νετρίνων σε σχέση με τη θεωρητικά προβλεπόμενη
3. στη δυσκολία ανίχνευσης νετρίνων από τον Ήλιο

7. Στην αλυσίδα πρωτονίου –πρωτονίου στον Ήλιο,

1. έξι πρωτόνια και δύο ηλεκτρόνια ενώνονται διαμέσου διαφόρων βημάτων για να παράγουν ένα πυρήνα He^4 , δύο πρωτόνια, δύο νετρίνα και ενέργεια με τη μορφή ακτίνων γ
2. τέσσερα πρωτόνια και δύο ηλεκτρόνια ενώνονται διαμέσου διαφόρων βημάτων για να παράγουν ένα πυρήνα He^4 , δύο πρωτόνια, δύο νετρίνα και ενέργεια με τη μορφή ακτίνων γ
3. δύο πρωτόνια και δύο ηλεκτρόνια ενώνονται διαμέσου διαφόρων βημάτων για να παράγουν ένα πυρήνα He^4 , δύο πρωτόνια, δύο νετρίνα και ενέργεια με τη μορφή ακτίνων γ
4. τρία πρωτόνια, ένα νετρόνιο και δύο νετρίνα ενώνονται διαμέσου διαφόρων βημάτων για να παράγουν ένα πυρήνα He^4 , ένα ποζιτρόνιο, δύο νετρίνα και ενέργεια με τη μορφή ακτίνων γ

Υπόδειξη: ελέγξτε τα φορτία των αρχικών και τελικών προϊόντων

8. Με τί ρυθμό ο Ήλιος μετατρέπει μάζα σε φωτεινή ενέργεια

1. 300 000 kg/sec
2. 800 τρισ kg/sec
3. 20 εκατ kg/sec
4. 4.4 δισ kg/sec
5. 0.5 kg/sec

Δίνεται $L = 4 \times 10^{26} \text{ W}$

9. Ποιά από τις παρακάτω αιτίες εμποδίζει την πυρηνική σύντηξη στο εσωτερικό των αστέρων;

1. ηλεκτρομαγνητική δύναμη
2. βαρύτητα
3. ασθενής πυρηνική δύναμη
4. ισχυρή πυρηνική δύναμη
5. εσωτερική πίεση του Ηλίου

10. Η σύντηξη 1 kg υδρογόνου σε ήλιο στον Ήλιο πόση ενέργεια παράγει;

1. 600 000 000 000 000 Joules
2. 600 000 000 Joules
3. 600 Joules
4. 600 000 000 000 Joules
5. 600 000 Joules

Υπόδειξη: Μόνο το 0.7% της αρχικής μάζας γίνεται ενέργεια

11. Ποιά από τα παρακάτω είναι αληθές

1. η πιο εσωτερική περιοχή του Ήλιου ονομάζεται ζώνη μεταφοράς
2. κατά τη διάρκεια των πυρηνικών αντιδράσεων, η συνολική μάζα του Ήλιου ελατώνεται
3. η ασθενής ηλεκτρική δύναμη είναι περίπου 10^{34} φορές ισχυρότερη από την βαρύτητα μέσα στον ατομικό πυρήνα

12. Εάν η ακτινοβολία διαδίδεται με την ταχύτητα του φωτός, γιατί χρειάζεται περισσότερο από 100 000 έτη για τη διάδοση της ενέργειας που παράγεται στον πυρήνα μέχρι την επιφάνεια του Ήλιου;

1. λόγω της υπερβολικά υψηλής πυκνότητας του αερίου στον πυρήνα που επιβραδύνει το φως, όπως το νερό ή το γυαλί επιβραδύνουν τη διάδοση του φωτός
2. τα φωτόνια σκεδάζονται μπρός πίσω μέσα στον Ήλιο και συνεχώς ανακλώνται από το εσωτερικό της φωτόσφαιρας
3. τα φωτόνια υφίστανται αμέτρητες συγκρούσεις και αλληλεπιδράσεις καθώς ταξιδεύουν από άτομο σε άτομο.

13. Εάν ο Ήλιος είχε μεγαλύτερη διάμετρο (αλλά ίδια μάζα) τί θα συνέβαινε ;

1. ο ρυθμός πυρηνικών αντιδράσεων θα αυξανόταν στον πυρήνα και θα αυξανόταν η ενέργεια που εκπέμπεται από τη φωτόσφαιρα
2. ο ρυθμός πυρηνικών αντιδράσεων θα ελατωνόταν στον πυρήνα και θα αυξανόταν η ενέργεια που εκπέμπεται από τη φωτόσφαιρα
3. ο ρυθμός πυρηνικών αντιδράσεων θα αυξανόταν στον πυρήνα και θα ελατωνόταν η ενέργεια που εκπέμπεται από τη φωτόσφαιρα
4. ο ρυθμός πυρηνικών αντιδράσεων θα ελατωνόταν στον πυρήνα και θα ελατωνόταν η ενέργεια που εκπέμπεται από τη φωτόσφαιρα

15. Πηγαίνοντας προς το εσωτερικό του Ήλιου υπάρχει

1. μεγαλύτερη πίεση
2. μεγαλύτερη θερμοκρασία
3. τίποτα από τα δύο
4. και τα δύο

16. Η ισχυρή πυρηνική δύναμη συγκρατεί

1. τα μεμονωμένα μόρια μεταξύ τους
2. τα e και τα p ενός ατόμου μεταξύ τους
3. τα p και n ενός ατόμου μεταξύ τους
4. τα μεμονωμένα e μεταξύ τους

17. Σε σχέση με τους διάφορους τύπους πυρηνικών αντιδράσεων, η σύντηξη του υδρογόνου γίνεται

1. σε χαμηλή θερμοκρασία
2. στην ίδια θερμοκρασία
3. σε υψηλότερη θερμοκρασία
4. δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία

19. Η μέτρηση των ηλιακών νετρίνων δίνει πληροφορίες για

1. τη μάζα του
2. το ρυθμό πυρηνικής σύντηξης
3. το μαγνητικό του πεδίο
4. τον ηλιακό άνεμο

20. Ο κύκλος CNO αναφέρεται σε μία αλυσίδα πυρηνικών αντιδράσεων που καταλήγουν στην παραγωγή

1. Άνθρακα
2. Αζώτου και οξυγόνου
3. ηλίου
4. Άνθρακα και ηλίου

21. Η σύντηξη υδρογόνου είναι πιο αποδοτικός μηχανισμός από τη σύντηξη ηλίου γιατί

1. το υδρογόνο είναι πιο άφθονο
2. το ήλιο είναι αδρανές αέριο
3. η καύση ηλίου χρειάζεται μεγαλύτερη θερμοκρασία
4. η διαφορά της μάζας τους είναι μεγάλη

Ερωτήσεις ανάπτυξης

1. Τι ονομάζεται δυναμικός χρόνος και τι θερμικός χρόνος του Ήλιου; Να συγκριθούν.
2. Να διατυπώσετε τις εξισώσεις που διέπουν την δυναμική ισορροπία ενός αστέρα και με τις οποίες κατασκευάζεται ένα αστρικό μοντέλο.

Ασκήσεις

1. Υποθέστε ότι ένας αστέρας έχει σταθερή πυκνότητα ρ (δηλαδή είναι ομογενής) και αποτελείται από μονοατομικό αέριο.

- a. Να υπολογισθεί η κατανομή της πίεσης $P=P(r)$ στο εσωτερικό του .
- b. Να υπολογισθεί η κατανομή της θερμοκρασίας $T=T(r)$ στο εσωτερικό του.

2. Θεωρήστε μια φωτόσφαιρα από 50% H και 50 % He κατά μάζα . Εάν υποθέσουμε ότι η φωτόσφαιρα έχει σταθερή πίεση ηλεκτρονίων $P_e=2 \text{ N/m}^2$ (Pa) και βρίσκεται σε θερμοδυναμική ισορροπία με $T=10\,000 \text{ K}$.

- a. Δικαιολογήστε γιατί όλα τα ηλεκτρόνια της ατμόσφαιρας θα προέρχονται από το υδρογόνο ενώ το ήλιο θα παραμένει ουδέτερο.
- b. Να υπολογισθεί ο λόγος της αριθμητικής πυκνότητας των ιόντων υδρογόνου προς τα ουδέτερα άτομα υδρογόνου ($N_{\text{HII}} / N_{\text{HI}}$).

Δίνεται η εξίσωση Saha: $\frac{N_{i+1}}{N_i} = \frac{3.33 \times 10^{-2} P_a T^{5/2} e^{-X_i/kT}}{P_e}$ και το έργο ιονισμού του H:

13.6 eV και του He: 24.59 eV

Να απαντηθεί ΜΙΑ μόνο άσκηση, οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και οι ερωτήσεις ανάπτυξης.