

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

Οδηγία: Για να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής αρκεί να γράψετε στο φύλλο απαντήσεων τον αριθμό της ερώτησης και δεξιά από αυτόν το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Η ακτίνα του ατόμου είναι μεγαλύτερη από την ακτίνα του πυρήνα
 - α. 10 – 100 φορές.
 - β. 10^4 – 10^5 φορές.
 - γ. 10^{10} – 10^{11} φορές.
 - δ. 10^{14} – 10^{15} φορές.

2. Νουκλεόνια ονομάζονται
 - α. τα πρωτόνια και τα νετρόνια.
 - β. τα πρωτόνια και τα ηλεκτρόνια.
 - γ. τα νετρόνια και τα ηλεκτρόνια.
 - δ. τα πρωτόνια, τα νετρόνια και τα ηλεκτρόνια.

3. Η μάζα του νετρονίου είναι
 - α. ακριβώς ίση με τη μάζα του πρωτονίου.
 - β. περίπου ίση με τη μάζα του πρωτονίου.
 - γ. πολύ μεγαλύτερη από τη μάζα του πρωτονίου.
 - δ. πολύ μικρότερη από τη μάζα του πρωτονίου.

4. Γράφοντας ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ εννοούμε ότι ο πυρήνας του σιδήρου έχει
 - α. 56 πρωτόνια και 26 νετρόνια.
 - β. 56 νετρόνια και 26 πρωτόνια.
 - γ. 56 νουκλεόνια εκ των οποίων τα 26 είναι νετρόνια.
 - δ. 56 νουκλεόνια εκ των οποίων τα 26 είναι πρωτόνια.

5. Οι ισότοποι πυρήνες έχουν
 - α. ίδιο ατομικό αριθμό και διαφορετικό μαζικό αριθμό.
 - β. ίδιο αριθμό πρωτονίων και νετρονίων.
 - γ. ίδιο αριθμό νετρονίων και διαφορετικό πρωτονίων.
 - δ. ίδιο μαζικό και ατομικό αριθμό.

6. Δύο πυρήνες ανήκουν οπωσδήποτε στο ίδιο στοιχείο αν έχουν
- ίδιο αριθμό πρωτονίων.
 - ίδιο μαζικό αριθμό.
 - ίδιο αριθμό νετρονίων.
 - ίδιο μαζικό αλλά διαφορετικό ατομικό αριθμό.
7. Η ατομική μονάδα μάζας 1 u ορίζεται ως
- το $1/12$ g.
 - το $1/12$ της μάζας του ατόμου $^{12}_6\text{C}$.
 - το $1/12$ της μάζας του πυρήνα $^{12}_6\text{C}$.
 - το $1/12$ της μάζας ενός mol ατόμων $^{12}_6\text{C}$.
8. Η μάζα του πυρήνα $^{56}_{26}\text{Fe}$ είναι
- ίση με 56 g.
 - ίση με 26 u.
 - μικρότερη από το άθροισμα $26m_p + 30m_n$.
 - ίση με το άθροισμα $26m_p + 30m_n$.
9. Έστω ότι ένας πυρήνας Α έχει διπλάσιο έλλειμμα μάζας από έναν άλλο πυρήνα Γ. Συνεπώς, ο πυρήνας Α θα έχει
- διπλάσια νουκλεόνια από τον πυρήνα Γ.
 - διπλάσια ενέργεια σύνδεσης από τον πυρήνα Γ.
 - διπλάσια ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο από τον πυρήνα Γ.
 - διπλάσια πρωτόνια από τον πυρήνα Γ.
10. Η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο του πυρήνα $^{56}_{26}\text{Fe}$ είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο του πυρήνα $^{238}_{92}\text{U}$. Συνεπώς,
- ο πυρήνας $^{56}_{26}\text{Fe}$ έχει μεγαλύτερο έλλειμμα μάζας από τον πυρήνα $^{238}_{92}\text{U}$.
 - ο πυρήνας $^{56}_{26}\text{Fe}$ έχει μεγαλύτερη ενέργεια σύνδεσης από τον πυρήνα $^{238}_{92}\text{U}$.
 - ο πυρήνας $^{56}_{26}\text{Fe}$ είναι σταθερότερος από τον πυρήνα $^{238}_{92}\text{U}$.
 - η ενέργεια που πρέπει να προσφέρουμε στον πυρήνα $^{56}_{26}\text{Fe}$ για να διαλυθεί σε πρωτόνια και νετρόνια που δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους είναι μεγαλύτερη από αυτήν για τον πυρήνα $^{238}_{92}\text{U}$.
11. Αποδέσμευση ενέργειας έχουμε
- κατά τη σύντηξη δύο πυρήνων που έχουν μεγάλο μαζικό αριθμό.
 - κατά τη σχάση δύο πυρήνων που έχουν μικρό μαζικό αριθμό.
 - κατά τη σύντηξη δύο πυρήνων που έχουν μεσαίο μαζικό αριθμό.
 - κατά τη σύντηξη δύο πυρήνων που έχουν μικρό μαζικό αριθμό.

12. Η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο τριών πυρήνων Γ, Δ και Κ είναι $\Sigma_{\Gamma} = 7,57 \text{ MeV}$, $\Sigma_{\Delta} = 7,68 \text{ MeV}$ και $\Sigma_{\text{K}} = 7,97 \text{ MeV}$ αντίστοιχα. Συνεπώς, ο πυρήνας Κ
- διασπάται δυσκολότερα από τους άλλους δύο.
 - έχει μεγαλύτερο μαζικό αριθμό από τους άλλους δύο.
 - έχει μεγαλύτερο έλλειμμα μάζας από τους άλλους δύο.
 - έχει μεγαλύτερο αριθμό πρωτονίων από τους άλλους δύο.
13. Οι ισχυρές πυρηνικές δυνάμεις
- είναι πάντα απωστικές.
 - δεν αναπτύσσονται μεταξύ νετρονίων.
 - αναπτύσσονται μεταξύ δυο οποιωνδήποτε νουκλεονίων, ανεξάρτητα από τη μεταξύ τους απόσταση.
 - αναπτύσσονται μόνο μεταξύ κοντινών νουκλεονίων.
14. Η ελκτική δύναμη που συγκρατεί τα νουκλεόνια στον πυρήνα του ατόμου είναι
- η ισχυρή πυρηνική.
 - η δύναμη Coulomb.
 - η βαρυτική.
 - συνδυασμός όλων των ανωτέρω δυνάμεων.
15. Για να διεγερθεί ο πυρήνας απαιτείται να απορροφήσει ενέργεια
- μερικών MeV.
 - μερικών keV.
 - μερικών eV.
 - ίση περίπου με αυτήν που απαιτείται για τη διεγερση του ατόμου.
16. Το ποζιτρόνιο
- έχει ίδια μάζα με το πρωτόνιο.
 - είναι αρνητικά φορτισμένο.
 - έχει ίδια μάζα με το ηλεκτρόνιο.
 - έχει ίδιο φορτίο με το ηλεκτρόνιο.
17. Το αντιπρωτόνιο
- είναι ίδιο με το νετρόνιο.
 - είναι θετικά φορτισμένο.
 - έχει ίδια μάζα με το νετρόνιο.
 - έχει ίδιο φορτίο με το ηλεκτρόνιο.
18. Το αντιπρωτόνιο και το ποζιτρόνιο
- έχουν ίδιο φορτίο.
 - έχουν αντίθετο φορτίο.
 - έχουν ίδια μάζα.
 - είναι ουδέτερα.

19. Για να μπορέσει ένα φωτόνιο, αλληλεπιδρώντας με κάποιον πυρήνα, να παραγάγει ζεύγος ποζιτρονίου - ηλεκτρονίου πρέπει να έχει ενέργεια τουλάχιστον ίση με $2m_e c^2$. Αυτό προκύπτει από
- α. την αρχή της διατήρησης της ενέργειας.
 - β. την αρχή της διατήρησης της ορμής.
 - γ. την αρχή της διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου.
 - δ. το δεύτερο νόμο του Newton.
20. Κατά την εξαύλωση ποζιτρονίου - ηλεκτρονίου συνολικής ενέργειας $2m_e c^2$ μπορούν να παραχθούν
- α. δύο πρωτόνια.
 - β. δύο ηλεκτρόνια.
 - γ. ένα φωτόνιο.
 - δ. δύο φωτόνια.
21. Αδρόνια είναι τα μόνα σωματίδια που εκδηλώνουν αλληλεπιδράσεις
- α. ασθενείς πυρηνικές.
 - β. ισχυρές πυρηνικές.
 - γ. ηλεκτρομαγνητικές.
 - δ. βαρυτικές.
22. Τα λεπτόνια δε συμμετέχουν σε αλληλεπιδράσεις
- α. ασθενείς πυρηνικές.
 - β. ισχυρές πυρηνικές.
 - γ. ηλεκτρομαγνητικές.
 - δ. βαρυτικές.
23. Εσωτερική δομή έχουν
- α. τα αδρόνια.
 - β. τα λεπτόνια.
 - γ. τα quarks.
 - δ. τα αδρόνια και τα quarks.
24. Τα λεπτόνια έχουν τις εξής ιδιότητες:
- α. Εκδηλώνουν ισχυρές αλληλεπιδράσεις και έχουν εσωτερική δομή.
 - β. Εκδηλώνουν ασθενείς αλληλεπιδράσεις και έχουν εσωτερική δομή.
 - γ. Εκδηλώνουν ασθενείς αλληλεπιδράσεις και δεν έχουν εσωτερική δομή.
 - δ. Εκδηλώνουν ισχυρές αλληλεπιδράσεις και δεν έχουν εσωτερική δομή.
25. Τα αδρόνια δομούνται από
- α. άλλα απλούστερα αδρόνια.
 - β. λεπτόνια.
 - γ. φωτόνια.
 - δ. quarks.

26. Τα quarks αποτελούν συστατικό
- των αδρονίων.
 - των λεπτονίων.
 - του ηλεκτρονίου.
 - του μιονίου.
27. Το ηλεκτρόνιο είναι
- αδρόνιο.
 - λεπτόνιο.
 - νουκλεόνιο.
 - quark.
28. Το φωτόνιο είναι φορέας
- της βαρυτικής αλληλεπίδρασης.
 - της ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπίδρασης.
 - της ισχυρής αλληλεπίδρασης.
 - της ασθενούς αλληλεπίδρασης.
29. Τα quarks
- βρίσκονται μόνο στο εσωτερικό των λεπτονίων.
 - τα συναντάμε ελεύθερα στη φύση.
 - ομαδοποιούνται με τρόπο ώστε να σχηματίζουν αδρόνια με ακέραιο ηλεκτρικό φορτίο ($0, \pm 1e, \pm 2e, \text{ κ.λ.π.}$).
 - ομαδοποιούνται με τρόπο ώστε να σχηματίζουν μόνον ουδέτερα αδρόνια
30. Εκπομπή ακτίνων α εκφράζει σωστά η διάσπαση
- ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \text{He}$
 - ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-2}_{Z-4} Y + {}^4_2 \text{He}$
 - ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z-2} Y + {}^4_2 \text{He}$
 - ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_Z Y + {}^4_2 \text{He}$
31. Στη διάσπαση α εκπέμπεται από τον πυρήνα
- πρωτόνιο.
 - ηλεκτρόνιο.
 - νετρόνιο.
 - πυρήνας ${}^4_2 \text{He}$
32. Στη διάσπαση β^- εκπέμπεται από τον πυρήνα
- πρωτόνιο.
 - ποζιτρόνιο.
 - νεutrίνο και αντινεutrίνο.
 - ηλεκτρόνιο και αντινεutrίνο.

33. Δεν έχουμε μεταστοιχείωση
- α. στη διάσπαση α.
 - β. στη διάσπαση β.
 - γ. στη διάσπαση γ.
 - δ. σε όλες τις ραδιενεργές διασπάσεις.
34. Η ασθενής αλληλεπίδραση μεταξύ των quarks είναι υπεύθυνη για
- α. τη διάσπαση α
 - β. τη διάσπαση β
 - γ. τη διάσπαση γ
 - δ. όλες τις ραδιενεργές διασπάσεις.
35. Κατά την εκπομπή ακτίνων γ, ο μητρικός και ο θυγατρικός πυρήνας έχουν
- α. διαφορετικό αριθμό πρωτονίων.
 - β. διαφορετικό αριθμό νετρονίων.
 - γ. διαφορετικό φορτίο.
 - δ. διαφορετική ενέργεια.
36. Ηλεκτρικό φορτίο φέρουν
- α. τα σωμάτια α και οι ακτίνες γ.
 - β. τα σωμάτια β και οι ακτίνες γ.
 - γ. οι ακτίνες γ.
 - δ. τα σωμάτια α και β.
37. Το μαγνητικό πεδίο δεν μπορεί να εκτρέψει μια δέσμη
- α. σωματίων α.
 - β. σωματίων β^- .
 - γ. σωματίων β^+ .
 - δ. ακτίνων γ.
38. Οι πυρήνες $^{14}_6\text{C}$ είναι ραδιενεργοί και έχουν χρόνο ημιζωής 5370 χρόνια. Συνεπώς, μετά πάροδο 5370 ετών, ο αριθμός των πυρήνων $^{14}_6\text{C}$ ενός δείγματος θα έχει
- α. διπλασιαστεί.
 - β. υποδιπλασιαστεί.
 - γ. τετραπλασιαστεί.
 - δ. υποτετραπλασιαστεί
39. Ένα ραδιενεργό δείγμα πυρήνων $^{14}_6\text{C}$ έχει ενεργότητα ίση προς 0,5 Bq. Αν διπλασιάσουμε τη μάζα του δείγματος η ενεργότητά του
- α. θα παραμένει ίδια.
 - β. θα διπλασιαστεί.
 - γ. θα υποδιπλασιαστεί.
 - δ. θα τετραπλασιαστεί.

40. Μια αντίδραση χαρακτηρίζεται πυρηνική αν συμβαίνει
- α. σχηματισμός νέων πυρήνων.
 - β. σχηματισμός νέων χημικών δεσμών.
 - γ. ιονισμός ατόμων.
 - δ. διέγερση ατόμων.
41. Σε μια πυρηνική αντίδραση το άθροισμα των αρχικών ατομικών αριθμών ισούται με το άθροισμα των τελικών ατομικών αριθμών. Αυτό συμβαίνει γιατί πρέπει να διατηρείται
- α. σταθερό το συνολικό φορτίο.
 - β. σταθερή η συνολική ενέργεια.
 - γ. σταθερή η συνολική ορμή.
 - δ. σταθερός ο συνολικός αριθμός νουκλεονίων.
42. Μια από τις επόμενες αντιδράσεις δεν είναι σωστά γραμμένη γιατί ο συνολικός αριθμός νουκλεονίων δεν διατηρείται σταθερός. Να την προσδιορίσετε.
- α. ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$
 - β. ${}_2^4\text{He} + {}_7^{14}\text{N} \rightarrow {}_8^{16}\text{O} + \text{πρωτόνιο}$
 - γ. ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$
 - δ. ${}_8^{16}\text{O} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{10}^{20}\text{Ne} + \gamma$
43. Σε μια από τις επόμενες αντιδράσεις το φορτίο του πυρήνα X είναι λάθος γραμμένο. Να την προσδιορίσετε
- α. ${}_{10}^{20}\text{Ne} + {}_2^4\text{X} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg} + \gamma$
 - β. ${}_2^4\text{He} + {}_7^{14}\text{N} \rightarrow {}_8^{17}\text{X} + \text{πρωτόνιο}$
 - γ. ${}_{26}^{56}\text{Fe} + \text{n} \rightarrow {}_{26}^{57}\text{X} + \gamma$
 - δ. ${}_4^7\text{Be} + \text{ηλεκτρόνιο} \rightarrow {}_4^7\text{X} + \nu_e$

Ερωτήσεις του τύπου Σωστό /Λάθος

Οδηγία: Για να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις αρκεί να γράψετε στο φύλλο απαντήσεων τον αριθμό της ερώτησης και δεξιά από αυτόν το γράμμα Σ αν την κρίνετε σωστή ή το γράμμα Λ αν την κρίνετε λανθασμένη.

1. Το πρωτόνιο έχει μεγαλύτερη μάζα από το νετρόνιο.
2. Το ηλεκτρόνιο έχει μεγαλύτερη μάζα από το πρωτόνιο.
3. Τα νετρόνια είναι θετικά φορτισμένα.
4. Το μεγαλύτερο μέρος της μάζας του ατόμου βρίσκεται στον πυρήνα.
5. Οι ισότοποι πυρήνες έχουν ίδιο μαζικό αριθμό.
6. Ο τύπος που εκφράζει την ισοδυναμία μάζας ενέργειας είναι $E = mc$.
7. Ο πυρήνας έχει μεγαλύτερη μάζα από το άθροισμα των μαζών των νουκλεονίων του.
8. Όταν το έλλειμμα μάζας ενός πυρήνα είναι μεγάλο, τότε είναι μεγάλη και η ενέργεια σύνδεσής του.
9. Οι πολύ βαρείς πυρήνες έχουν μεγάλη ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο.
10. Όσο μεγαλύτερη ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο έχει ένας πυρήνας, τόσο σταθερότερος είναι.
11. Σύντηξη πραγματοποιείται μεταξύ ελαφρών πυρήνων.
12. Υπεύθυνη για τη συγκράτηση των νουκλεονίων στον πυρήνα είναι η ισχυρή πυρηνική δύναμη.
13. Η στάθμη που αντιστοιχεί στη μικρότερη δυνατή ενέργεια του πυρήνα ονομάζεται θεμελιώδης.

14. Στους πυρήνες που έχουν μεγάλο μαζικό αριθμό, ο αριθμός των νετρονίων είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των πρωτονίων.
15. Το 1 u είναι το $1/12$ της μάζας του πυρήνα $^{12}_6\text{C}$.
16. Η απόσταση των ενεργειακών σταθμών του πυρήνα του υδρογόνου είναι μερικά eV.
17. Η ενέργεια των νουκλεονίων του πυρήνα είναι κβαντωμένο μέγεθος.
18. Κατά την πυρηνική σχάση έχουμε αποδέσμευση ενέργειας.
19. Ο πυρήνας ^{235}U είναι σταθερότερος από τον πυρήνα ^{62}Ni .
20. Η ακτίνα του πυρήνα είναι μερικές δεκάδες φορές μικρότερη από την ακτίνα του ατόμου.
21. Ο ατομικός αριθμός ενός πυρήνα ισούται με το άθροισμα του μαζικού του αριθμού και του αριθμού των νετρονίων του.
22. Οι ισότοποι πυρήνες ανήκουν σε διαφορετικό στοιχείο.
23. Αν ένας πυρήνας έχει μάζα m και περιέχει Z πρωτόνια και N νετρόνια ισχύει η σχέση $m > Zm_p + Nm_n$, όπου m_p η μάζα του πρωτονίου και m_n η μάζα του νετρονίου.
24. Έλλειμμα μάζας ενός πυρήνα μάζας M ονομάζεται η διαφορά $m - (Zm_p + Nm_n)$, όπου m_p η μάζα του πρωτονίου και m_n η μάζα του νετρονίου.
25. Για να βρούμε την ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο του πυρήνα $^{12}_6\text{C}$ πρέπει να διαιρέσουμε την ενέργεια σύνδεσής του με τον αριθμό 6.
26. Οι πυρήνες με μεσαίους μαζικούς αριθμούς είναι πιο σταθεροί από τους πυρήνες με μεγάλους μαζικούς αριθμούς.
27. Η ισχυρή πυρηνική δύναμη δεν κάνει διάκριση μεταξύ των νουκλεονίων.

28. Το αντισωματίο του πρωτονίου ονομάζεται ποζιτρόνιο.
29. Το ποζιτρόνιο έχει μεγαλύτερη μάζα από το ηλεκτρόνιο.
30. Το αντιπρωτόνιο έχει ίδια μάζα με το πρωτόνιο.
31. Το αντινετρόνιο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.
32. Κατά την εξαύλωση ηλεκτρονίου - ποζιτρονίου προκύπτουν δύο ή περισσότερα φωτόνια με ολική ενέργεια τουλάχιστον $2m_e c^2$.
33. Το πρωτόνιο είναι αδρόνιο.
34. Το νετρόνιο είναι λεπτόνιο.
35. Το ηλεκτρόνιο είναι λεπτόνιο.
36. Τα αδρόνια έχουν εσωτερική δομή.
37. Τα αδρόνια εκδηλώνουν ισχυρές αλληλεπιδράσεις.
38. Σύμφωνα με όσα γνωρίζουμε μέχρι σήμερα, τα λεπτόνια είναι έξι.
39. Τα λεπτόνια έχουν εσωτερική δομή.
40. Τα quarks αποτελούν συστατικό των λεπτονίων.
41. Υπεύθυνη για τη διάσπαση β είναι η ασθενής αλληλεπίδραση.
42. Κατά τη διάσπαση β^- εκπέμπονται από τον πυρήνα ηλεκτρόνια.
43. Κατά τη διάσπαση β^- ένα νετρόνιο μετατρέπεται σε πρωτόνιο.
44. Ζεύγος ποζιτρονίου – ηλεκτρονίου παράγεται όταν φωτόνιο με ενέργεια μικρότερη από $E = 2m_e c^2$ αλληλεπιδράσει με κάποιον πυρήνα.

45. Όλα τα λεπτόνια είναι ασταθή και διασπώνται.
46. Μέχρι σήμερα δεν έχουν παρατηρηθεί ελεύθερα quarks.
47. Τα νετρίνα έχουν ίδια μάζα με τα νετρόνια.
48. Το φωτόνιο είναι αδρόνιο.
49. Τα quarks έχουν φορτίο ακέραιο πολλαπλάσιο του φορτίου του ηλεκτρονίου.
50. Κατά τη διάσπαση α το φορτίο του μητρικού πυρήνα αυξάνεται.
51. Κατά τη διάσπαση α έχουμε μεταστοιχείωση.
52. Η εξίσωση που παριστάνει τη διάσπαση β^- είναι η ακόλουθη: $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$.
53. Οι ακτίνες γ είναι φωτόνια πολύ μεγάλης συχνότητας.
54. Κατά την εκπομπή ακτίνων γ έχουμε μεταστοιχείωση.
55. Οι ακτίνες γ έχουν μικρότερη διεισδυτική ικανότητα από τα σωμάτια α .
56. Οι ακτίνες γ εκτρέπονται κατά τη διέλευσή τους μέσα από μαγνητικό πεδίο.
57. Ο χρόνος ημιζωής ενός ραδιενεργού πυρήνα μετριέται σε μονάδες χρόνου.
58. Η ενεργότητα μετριέται σε Bq.
59. Η ενεργότητα ενός ραδιενεργού δείγματος πυρήνων είναι ανεξάρτητη από τον αριθμό των πυρήνων του δείγματος.
60. Η ενεργότητα ενός ραδιενεργού δείγματος αυξάνει με την πάροδο του χρόνου.
61. Η ενεργότητα ενός ραδιενεργού δείγματος είναι γραμμική συνάρτηση του χρόνου.

62. Μετά πάροδο χρόνου ίσου με το χρόνο ημιζωής ενός ραδιενεργού δείγματος, η ενεργότητά του διπλασιάζεται.
63. Η ακτινοβολία γ αποτελείται από φορτισμένα σωματίδια.
64. Η ταχύτητα, στο κενό, των φωτονίων της ακτινοβολίας γ είναι ίση με αυτήν των φωτονίων των ακτίνων X.
65. Η σχέση μεταξύ χρόνου ημιζωής και σταθεράς διάσπασης λ είναι η $\lambda = T_{1/2} \ln 2$.
66. Όταν η ενέργεια Q μιας πυρηνικής αντίδρασης είναι θετικός αριθμός, η αντίδραση ονομάζεται εξώθερμη.
67. Σε μια αλυσιδωτή πυρηνική αντίδραση τα νετρόνια που αποδεσμεύονται κατά τη σχάση ενός πυρήνα προκαλούν σχάσεις σε άλλους πυρήνες.
68. Η αντίδραση ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$ ονομάζεται σύντηξη του ${}_{92}^{235}\text{U}$ με το νετρόνιο.
69. Προϋπόθεση για την πραγματοποίηση πυρηνικής σύντηξης μεταξύ πυρήνων μικρού μαζικού αριθμού είναι η ψύξη τους σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.
70. Τα ραδιενεργά κατάλοιπα κατά την πυρηνική σύντηξη είναι περισσότερο επιβλαβή από τα κατάλοιπα κατά την πυρηνική σχάση.
71. Οι πυρηνικές ακτινοβολίες είναι σε κάθε περίπτωση επιβλαβείς για τον ανθρώπινο οργανισμό.
72. Στις πυρηνικές αντιδράσεις έχουμε διατήρηση της συνολικής μάζας των πυρήνων που συμμετέχουν.
73. Κατά την έκρηξη πυρηνικής βόμβας πραγματοποιείται αντίδραση πυρηνικής σχάσης.

Ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού

Οδηγία: Για να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις αρκεί να γράψετε στο φύλλο απαντήσεων τον αριθμό της ερώτησης και ό,τι λείπει.

1. Ο πυρήνας του ατόμου έχει ακτίνα κατά μερικές φορές μικρότερη από την ακτίνα του ατόμου. Αποτελείται από σωματίδια που ονομάζονται νουκλεόνια και διακρίνονται σε και νετρόνια
2. Τα πρωτόνια του πυρήνα φέρουν ηλεκτρικό φορτίο, ενώ τα νετρόνια είναι αφορτιστα. Ο πυρήνας του συχνότερα εμφανιζόμενου ισότοπου του ατόμου του δεν έχει καθόλου νετρόνια.
3. Ατομικός αριθμός Z ονομάζεται ο αριθμός των ενός πυρήνα. Ισότοποι ονομάζονται οι πυρήνες που έχουν τον ίδιο ατομικό αλλά διαφορετικό αριθμό.
4. Σύμφωνα με τη θεωρία της Σχετικότητας η μάζα m οποιουδήποτε σώματος είναι ισοδύναμη με κάποια ποσότητα που δίνεται από τη σχέση
5. Η ελάχιστη απαιτούμενη ενέργεια που πρέπει να δώσουμε σε έναν πυρήνα προκειμένου να απομακρυνθούν μεταξύ τους τα πρωτόνια και τα νετρόνια που τον αποτελούν ονομάζεται ενέργεια Η ενέργεια αυτή είναι ισοδύναμη με τη διαφορά των μαζών του πυρήνα και του αθροίσματος των μαζών των ελεύθερων νουκλεονίων του, δηλαδή με το μάζας.
6. Η ισχυρή πυρηνική δύναμη δεν κάνει διάκριση μεταξύ πρωτονίων και νετρονίων. Έχει πολύ μικρή ακτίνα δράσης και επομένως γίνεται αισθητή μόνο ανάμεσα σε γειτονικά
7. Η ενέργεια των νουκλεονίων δεν μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή, είναι δηλαδή ένα φυσικό μέγεθος.
8. Τα σωματίδια τα οποία έλκονται με ισχυρές πυρηνικές αλληλεπιδράσεις λέγονται και αποτελούνται από, δηλαδή από σωματίδια που έχουν ως φορτίο ένα κλάσμα του στοιχειώδους ηλεκτρικού φορτίου.
9. Τα quarks δεν εμφανίζονται ποτέ ελεύθερα, αλλά πάντα σε ομάδες τέτοιες ώστε το συνολικό κάθε ομάδας να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του φορτίου του ηλεκτρονίου.

10. Τα σωματίδια τα οποία δεν έλκονται ούτε απωθούνται με ισχυρές πυρηνικές αλληλεπιδράσεις λέγονται
11. Η ασθενής αλληλεπίδραση είναι υπεύθυνη για τις διασπάσεις πολλών λεπτονίων. Επίσης είναι υπεύθυνη για την εκπομπή από τους πυρήνες.
12. Τα σωματίδια-φορείς της ισχυρής αλληλεπίδρασης λέγονται, ενώ τα σωματίδια φορείς της ασθενούς αλληλεπίδρασης είναι τα και
13. Η διαδικασία κατά την οποία ένας πυρήνας μετατρέπεται σε άλλο με διαφορετικό ατομικό αριθμό ονομάζεται
14. Κατά τη διάσπαση α εκλύονται πυρήνες, ενώ κατά τη διάσπαση β^- εκλύονται
15. Κατά τη διάσπαση εκλύεται μόνο ενέργεια υπό μορφή φωτονίων χωρίς να εκπέμπεται κανένα σωματίδιο.
16. Κατά τις πυρηνικές αντιδράσεις ισχύει και ένας πρόσθετος νόμος διατήρησης, ο οποίος επιβάλλει να μένει ο συνολικός αριθμός των σταθερός.
17. Κατά την πυρηνική ένας πυρήνας διασπάται σε δύο ή περισσότερους, ενώ κατά την πυρηνική δύο ή περισσότεροι πυρήνες συνενώνονται για να αποτελέσουν έναν καινούργιο.
18. Αν για να πραγματοποιηθεί μια πυρηνική αντίδραση απαιτείται πολύ υψηλή θερμοκρασία, τότε η αντίδραση ονομάζεται Τέτοιες θερμοκρασίες στη φύση συναντάμε μόνο στα

Ερωτήσεις ανοικτού τύπου

- Για τον υπολογισμό του ελλείμματος μάζας ενός πυρήνα με Z πρωτόνια και N νετρόνια, αντί για τη σχέση $\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_\pi$, όπου m_π η μάζα του πυρήνα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη σχέση $\Delta m = Z(m_p + m_e) + Nm_n - (m_\pi + Zm_e)$ ή τη σχέση $\Delta m = Zm({}^1_1H) + Nm_n - m_{at}$ όπου $m({}^1_1H)$ είναι η ατομική μάζα του υδρογόνου και m_{at} η ατομική μάζα του στοιχείου.
- Για τον υπολογισμό της διαφοράς μάζας στην αντίδραση $A + B \rightarrow \Gamma + \Delta$ μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σχέση $\Delta m = m_A + m_B - m_\Gamma - m_\Delta$, όπου m_A , m_B , m_Γ και m_Δ οι αντίστοιχες ατομικές μάζες.
- Για τον υπολογισμό της διαφοράς μάζας στη διάσπαση ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}_e$ μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη σχέση $\Delta m = m_X - (m_Y + m_e)$ όπου m_X και m_Y οι πυρηνικές μάζες ή τη σχέση $\Delta m = m_X + Zm_e - (m_Y + m_e + Zm_e) = m_X + Zm_e - [m_Y + (Z + 1)m_e] \rightarrow \Delta m = m({}^A_ZX) - m({}^A_{Z+1}Y)$ όπου $m({}^A_ZX)$ και $m({}^A_{Z+1}Y)$ οι ατομικές μάζες.

Δηλαδή, στις προηγούμενες περιπτώσεις ο υπολογισμός της ποσότητας Δm οδηγεί σε σωστό αποτέλεσμα αν αντικαταστήσουμε τη μάζα του πρωτονίου με τη μάζα του 1_1H , τις μάζες των πυρήνων με τις αντίστοιχες ατομικές μάζες και αγνοήσουμε τα ηλεκτρόνια.

1. Τι έδειξαν, στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, τα πειράματα του Rutherford (Ράδερφορντ) και των μαθητών του Geiger (Γκάιγκερ) και Marsden (Μάρσντεν);
2. Από ποια σωματίδια αποτελούνται οι πυρήνες των ατόμων; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά καθενός από αυτά τα σωματίδια;
3. Να αναφέρετε μια διαφορά και μια ομοιότητα μεταξύ των νετρονίων και των πρωτονίων που συγκροτούν τον πυρήνα ενός ατόμου.
4. Τι είναι τα νουκλεόνια;
5. Τι είναι ατομικός αριθμός;
6. Τι είναι ο μαζικός αριθμός και ποιος είναι ο συμβολισμός του; Ποια είναι η μαθηματική έκφραση που συνδέει το μαζικό αριθμό, τον ατομικό αριθμό και τον αριθμό των νετρονίων ενός πυρήνα;
7. Στο σώμα μας υπάρχουν περισσότερα πρωτόνια ή νετρόνια; Περισσότερα πρωτόνια ή ηλεκτρόνια;
8. Μερικά άτομα ενός δεδομένου στοιχείου έχουν διαφορετική μάζα, διαφορετικές φυσικές ιδιότητες, έχουν όμως ίδιες χημικές ιδιότητες. Πώς το εξηγείτε;

9. Ποιοι πυρήνες ονομάζονται ισότοποι; Για ποιο λόγο στη Χημεία το όνομα κάθε στοιχείου συνοδεύεται μόνο από τον ατομικό αριθμό του;
10. Πώς ορίζεται η ατομική μονάδα μάζας; Γιατί αυτή η μονάδα προτιμάται για τη μέτρηση των μαζών των πυρήνων αντί για τη μονάδα kg;
11. Ποια είναι η μαθηματική έκφραση που, σύμφωνα με τη θεωρία της σχετικότητας, δείχνει την ισοδυναμία μάζας - ενέργειας; Τι συμπέρασμα προκύπτει από αυτήν τη σχέση;
12. Τι ορίζεται ως έλλειμμα μάζας ενός πυρήνα; Πώς εκφράζεται το έλλειμμα μάζας ενός πυρήνα συναρτήσει του αριθμού των πρωτονίων και των νετρονίων του;
13. Τι ορίζεται ενέργεια σύνδεσης ενός πυρήνα; Τι εκφράζει η ενέργεια αυτή;
14. Τι ορίζεται ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο ενός πυρήνα; Τι εκφράζει η ενέργεια αυτή;
15. Τι είναι η σχάση και τι η σύντηξη πυρήνων;
16. Από τη γραφική παράσταση της ενέργειας σύνδεσης ανά νουκλεόνιο ως συνάρτηση του μαζικού αριθμού του πυρήνα, να βρείτε
 - α) μεταξύ ποιων τιμών κυμαίνεται η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο.
 - β) σε ποια κατάσταση αντιστοιχεί το μηδέν της ενέργειας σύνδεσης.
 - γ) πώς μεταβάλλεται η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο καθώς αυξάνεται ο μαζικός αριθμός των πυρήνων.
 - δ) ποιοι πυρήνες παρουσιάζουν μεγαλύτερη και ποιοι μικρότερη σταθερότητα.
 - ε) πώς δικαιολογείται η σχάση και η σύντηξη των πυρήνων.
17. Πώς δικαιολογείτε το γεγονός ότι κατά τη σχάση ή τη σύντηξη των πυρήνων αποδεσμεύονται ποσά ενέργειας; Πώς πρέπει να μεταβληθεί ο μαζικός αριθμός ενός πυρήνα για να ελευθερωθεί ενέργεια από αυτόν;
18. Ποιοι παράγοντες συντελούν στην απομάκρυνση των νουκλεονίων από τον πυρήνα;
19. Τι είναι η ισχυρή πυρηνική δύναμη; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της;
20. Γιατί η ισχυρή πυρηνική δύναμη δε γίνεται εύκολα αισθητή και ούτε επηρεάζει άμεσα τα φαινόμενα του μακρόκοσμου; Πότε διαπιστώθηκε η ύπαρξή της για πρώτη φορά;
21. Να αναφέρετε δύο διαφορές μεταξύ της ισχυρής αλληλεπίδρασης και της δύναμης Coulomb.

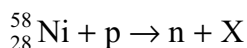
22. Μπορεί η ενέργεια ενός πυρήνα να πάρει οποιαδήποτε τιμή; Πώς ονομάζεται η στάθμη που αντιστοιχεί στη μικρότερη δυνατή ενέργεια και πώς παριστάνονται σχηματικά οι ενεργειακές στάθμες του πυρήνα; Ποιες ενεργειακές στάθμες του πυρήνα χαρακτηρίζονται ως διεγερμένες; Ποια είναι η διαφορά που παρατηρείται μεταξύ των ενεργειακών σταθμών του πυρήνα και αυτών του ατόμου του υδρογόνου;
23. Τι είναι το ποζιτρόνιο και ποια είναι τα χαρακτηριστικά του; Ποιος είναι ο συνηθέστερος τρόπος δημιουργίας του ποζιτρονίου; Να τον περιγράψετε.
24. Τι είναι το αντιπρωτόνιο και τι το αντινετρόνιο; Τι σωματία παράγονται όταν διασπάται το νετρόνιο;
25. Πώς λέγεται το φαινόμενο που συμβαίνει όταν συγκρούεται ένα ηλεκτρόνιο με ένα ποζιτρόνιο; Τι προκύπτει από τη σύγκρουση των δύο σωματιδίων;
26. Τι είναι τα αδρόνια; Ποιο είναι το κύριο χαρακτηριστικό τους; Να αναφέρετε δύο παραδείγματα αδρονίων.
27. Τι είναι τα quarks; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους γνωρίσματα; Ποιον κανόνα ακολουθεί η ομαδοποίηση των quarks;
28. Τι είναι τα λεπτόνια; Πόσα και ποια είναι αυτά; Ποια είναι τα κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματά τους;
29. Να αναφέρετε μια χαρακτηριστική διαφορά των λεπτονίων από τα quarks.
30. Ποιες είναι οι διάφορες αλληλεπιδράσεις που είναι σήμερα γνωστές, με σειρά μειούμενης ισχύος; Σε ποια περίπτωση εμφανίζεται η κάθε μία από αυτές;
31. Πώς εξηγεί η σύγχρονη Φυσική όλες τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των σωματίων;
32. Τι είναι τα γκλουόνια (gluons);
33. Τι πιστεύουμε ότι είναι το βαρυτόνιο;
34. Ποιες είναι οι θεμελιώδεις οντότητες με τις οποίες η σύγχρονη Φυσική αντιλαμβάνεται και περιγράφει τις θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις και την εξέλιξη του κόσμου, από τις αρχέγονες στιγμές της γέννησής του μέχρι σήμερα;

35. Ποια είναι τα στοιχειώδη σωματίδια που υπάρχουν στην ύλη που παρατηρείται σήμερα στο σύμπαν;
36. Να αναφέρετε ένα παράδειγμα με το οποίο γίνεται κατανοητό το γιατί μερικοί πυρήνες είναι σταθεροί και άλλοι είναι ασταθείς.
37. Τι ονομάζουμε μεταστοιχείωση ενός πυρήνα; Τι είναι η ραδιενέργεια;
38. Τι είναι η διάσπαση α ; Περιγράψτε με ένα παράδειγμα τη διάσπαση α .
39. Πώς εκδηλώνεται η διαφορά της μάζας του μητρικού πυρήνα από το άθροισμα των μαζών του θυγατρικού πυρήνα και του σωματίου α ;
40. Τι είναι η διάσπαση β ; Περιγράψτε με ένα παράδειγμα τη διάσπαση β .
41. Τι είναι η διάσπαση γ ; Να γράψετε ένα παράδειγμα εκπομπής ακτίνων γ .
42. Η ραδιενεργός διάσπαση ενός πυρήνα είναι ένα τυχαίο γεγονός. Θα μπορούσε η ραδιενεργός διάσπαση να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση του χρόνου; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
43. Να αναφέρετε παραδείγματα με τα οποία φαίνεται η διαφορετική διεισδυτική ικανότητα των σωματιδίων α , β και γ . Για ποιο λόγο παρατηρείται αυτή;
44. Πώς μπορούν να διαχωριστούν τα σωματίδια α , β και γ ;
45. Έστω ότι κάποια χρονική στιγμή υπάρχουν N αδιάσπαστοι πυρήνες ενός δείγματος ατόμων ραδιενεργού στοιχείου. Αν ο αριθμός των διασπάσεων, που θα συμβούν στο αμέσως επόμενο στοιχειώδες χρονικό διάστημα Δt , είναι ΔN , να γράψετε τη σχέση που συνδέει τα παραπάνω μεγέθη. Ποια είναι η φυσική ερμηνεία του αρνητικού προσήμου που εμφανίζεται στη σχέση; Τι ονομάζεται ενεργότητα του δείγματος; Ποια είναι και πώς ορίζεται η μονάδα μέτρησής της;
46. Τι ορίζεται ως χρόνος υποδιπλασιασμού ή ημιζωής ($T_{1/2}$) ενός ραδιενεργού στοιχείου; Να παραστήσετε γραφικά τον αριθμό των αδιάσπαστων πυρήνων σε συνάρτηση με το χρόνο ημιζωής. Ποια είναι η μαθηματική έκφραση της καμπύλης που προκύπτει;

47. Με δεδομένη τη σχέση $N = N_0 e^{-\lambda t}$ να βρείτε τη σχέση μεταξύ χρόνου ημιζωής και της σταθεράς διάσπασης, για οποιοδήποτε ραδιενεργό υλικό. Τι τιμές, περίπου, μπορεί να πάρει ο χρόνος ημιζωής;
48. Τι είναι οι πυρηνικές αντιδράσεις; Ποιος παρατήρησε πρώτος πυρηνικές αντιδράσεις; Ποιες ήταν αυτές; Πώς μπορεί να παρασταθεί η διαδικασία που συνέβη;
49. Ποιοι είναι οι νόμοι διατήρησης που ισχύουν στις πυρηνικές αντιδράσεις;
50. Έστω η πυρηνική αντίδραση $A + B \rightarrow \Gamma + \Delta$. Πώς ορίζεται η ενέργεια της αντίδρασης; Πότε μια πυρηνική αντίδραση χαρακτηρίζεται ως εξώθερμη και πότε ως ενδόθερμη;
51. Τι είναι η πυρηνική σχάση; Η σχάση είναι αντίδραση ενδόθερμη ή εξώθερμη; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
52. Ποια είναι τα αντιδρώντα σώματα της πρώτης πυρηνικής σχάσης που παρατηρήθηκε από τους Otto Hahn (Οτο Χαν) και Fritz Strassman (Φριτς Στρασμαν); Να γράψετε μια συνηθισμένη διαδικασία σχάσης του ${}_{92}^{235}\text{U}$.
53. Να αναφέρετε ένα παράδειγμα με το οποίο γίνεται ποιοτικά κατανοητός ο μηχανισμός της σχάσης.
54. Πώς γίνεται μια αλυσιδωτή αντίδραση; Ποια μπορεί να είναι τα αποτελέσματα μιας μη ελεγχόμενης αλυσιδωτής αντίδρασης;
55. Ποια είναι η σημαντική διαφορά που υφίσταται μεταξύ της σχάσης μιας πυρηνικής βόμβας και ενός αντιδραστήρα παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος;
56. Τι είναι η πυρηνική σύντηξη;
57. Να γράψετε τη σειρά των πυρηνικών αντιδράσεων σύντηξης που συνιστούν τον κύκλο πρωτονίου - πρωτονίου. Που συμβαίνει αυτός ο κύκλος; Τι συμβαίνει με τα ποζιτρόνια που δημιουργούνται σ' αυτές τις αντιδράσεις;
58. Ποια είναι η απαραίτητη προϋπόθεση για να συμβεί μια πυρηνική σύντηξη; Τι πρέπει να συμβεί για να προκύψει αυτή η προϋπόθεση;
59. Τι είναι η κατάσταση πλάσματος;

60. Γιατί οι αντιδράσεις σύντηξης χαρακτηρίζονται ως θερμοπυρηνικές;
61. Για ποιο λόγο θεωρείται πολύ σημαντική η προσπάθεια που γίνεται για την κατασκευή πυρηνικού αντιδραστήρα με διαδικασία ελεγχόμενης πυρηνικής σύντηξης; Ποια είναι η σημαντικότερη δυσκολία που εμφανίζεται, για την επίτευξη του παραπάνω στόχου;
62. Εξηγείστε γιατί ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που προκύπτουν από τη λειτουργία των πυρηνικών αντιδραστήρων είναι η διαχείριση των αποβλήτων τους. Ποια είναι η λύση του προβλήματος στις μέρες μας; Ποιο είναι το σχετικό πλεονέκτημα των αντιδραστήρων σύντηξης έναντι των αντιδραστήρων σχάσης σχετικά με το παραπάνω πρόβλημα;
63. Οι πυρηνικές ακτινοβολίες προκαλούν αλλοιώσεις όταν απορροφώνται από την ύλη. Οι αλλοιώσεις αυτές προξενούν βλάβες στη λειτουργία των έμβιων όντων. Από τι εξαρτάται ο βαθμός και το είδος αυτών των βλαβών;
64. Τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται στους πυρηνικούς αντιδραστήρες χάνουν γρήγορα την ικανότητα απορρόφησης ακτινοβολίας. Που οφείλεται αυτό;
65. Που οφείλονται οι βλάβες που παθαίνουν οι βιολογικοί οργανισμοί, όταν πάνω τους πέφτουν πυρηνικές ακτινοβολίες;
66. Τι περιλαμβάνεται στον όρο «ακτινοβολίες»;
67. Να περιγράψετε τη βιολογική δράση των ακτινοβολιών.
68. Να περιγράψετε τη χρήση στη Βιολογία του ραδιενεργού ισοτόπου ^{15}O . Ποιο είναι το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα αυτής της χρήσης;
69. Να περιγράψετε τη χρήση του ραδιενεργού ιωδίου για τη μελέτη της λειτουργίας του θυρεοειδούς αδένου.

70. Να προσδιορίσετε τον ατομικό και μαζικό αριθμό του X στις επόμενες αντιδράσεις:



71. Να επαληθεύσετε τη διατήρηση του αριθμού των νουκλεονίων και του φορτίου σε πέντε από τις ακόλουθες πυρηνικές αντιδράσεις:

${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$	${}_1^1\text{H} + \text{n} \rightarrow {}_1^2\text{H}$
Διάσπαση β^- ${}_Z^A\text{X} \rightarrow {}_{Z+1}^A\text{Y} + \text{e}^- + \bar{\nu}_e$ ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + \text{e}^- + \bar{\nu}_e$	Διάσπαση β^+ ${}_Z^A\text{X} \rightarrow {}_{Z-1}^A\text{Y} + \text{e}^+ + \nu_e$ ${}_{6}^{11}\text{C} \rightarrow {}_{5}^{11}\text{B} + \text{e}^+ + \nu_e$
${}_{7}^{14}\text{N} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_1^1\text{H} + {}_{8}^{17}\text{O}$	${}_1^1\text{H} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_1^3\text{H} + \text{e}^+ + \nu_e$
${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg} + {}_2^4\text{He}$	${}_1^1\text{H} + {}_7^{15}\text{N} \rightarrow {}_6^{12}\text{C} + {}_2^4\text{He}$
${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_{14}^{27}\text{Si} + \text{n}$	${}_1^1\text{H} + {}_7^{14}\text{N} \rightarrow {}_8^{15}\text{O}$
${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_{14}^{28}\text{Si} + \gamma$	${}_1^1\text{H} + {}_6^{13}\text{C} \rightarrow {}_7^{14}\text{N}$
${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_{11}^{24}\text{Na} + 3{}_1^1\text{H} + \text{n}$	${}_1^1\text{H} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_1^2\text{H} + \text{e}^+ + \nu_e$

72. Να επαληθεύσετε τη διατήρηση του αριθμού των νουκλεονίων και του φορτίου σε πέντε από τις ακόλουθες πυρηνικές αντιδράσεις:

${}_{12}^{24}\text{Mg} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_1^1\text{H} + {}_{12}^{25}\text{Mg}$	${}_1^2\text{H} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_1^3\text{H} + {}_1^1\text{H}$
${}_{6}^{12}\text{C} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_{7}^{13}\text{N} + \gamma$	${}_1^1\text{H} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He} + \gamma$
${}_{5}^{10}\text{B} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{7}^{13}\text{N} + \text{n}$	${}_1^1\text{H} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_1^2\text{H} + \text{e}^+ + \nu_e$
${}_{4}^8\text{Be} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_2^4\text{He}$	${}_1^2\text{H} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He} + \text{n}$
${}_{4}^9\text{Be} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{6}^{12}\text{C} + \text{n}$	${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + \text{n}$
${}_{4}^8\text{Be} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{6}^{12}\text{C}$	${}_{8}^{16}\text{O} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{10}^{20}\text{Ne} + \gamma$
${}_{4}^7\text{Be} + \text{e}^- \rightarrow {}_{3}^7\text{Li} + \nu_e$	${}_{6}^{12}\text{C} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{8}^{16}\text{O} + \gamma$
${}_2^4\text{He} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_4^8\text{Be} + \gamma$	${}_{8}^{15}\text{O} \rightarrow {}_{7}^{15}\text{N} + \text{e}^+ + \nu_e$
${}_{3}^7\text{Li} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_2^4\text{He}$	${}_{7}^{13}\text{N} \rightarrow {}_{6}^{13}\text{C} + {}_{+1}^0\text{e} + \nu_e$
${}_2^3\text{He} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_4^7\text{Be} + \gamma$	${}_2^3\text{He} + {}_2^3\text{He} \rightarrow {}_2^4\text{He} + 2{}_1^1\text{H}$
$4{}_1^1\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + 2\text{e}^+ + 2\nu_e$	${}_{26}^{56}\text{Fe} + \text{n} \rightarrow {}_{26}^{57}\text{Fe} + \gamma$
${}_{10}^{21}\text{Ne} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg} + \text{n}$	${}_{8}^{17}\text{O} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{10}^{20}\text{Ne} + \text{n}$
${}_{10}^{20}\text{Ne} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg} + \gamma$	${}_{6}^{12}\text{C} + {}_{6}^{12}\text{C} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg} + \gamma$

73. Μια μέθοδος ιατρικής απεικόνισης του εγκεφάλου είναι η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων. Περιγράψτε με λίγα λόγια την παραπάνω μέθοδο.

- 74. α.** Εξηγήστε τι εννοούμε με τον όρο έλλειμμα μάζας ενός ατομικού πυρήνα.
β. Εξηγήστε πώς μπορεί να βρεθεί η ενέργεια σύνδεσης ενός ατομικού πυρήνα με τη βοήθεια της ποσότητας αυτής.
γ. Τα δύο ισότοπα του μολύβδου $^{208}_{82}\text{Pb}$ και $^{210}_{82}\text{Pb}$ έχουν ατομικές μάζες 207,977 u και 209,984 u αντίστοιχα. Να υπολογίσετε το έλλειμμα μάζας (σε u) ενός ατόμου καθενός από τα δύο αυτά ισότοπα.
 Η μάζα του νετρονίου είναι $m_n = 1,009$ u και η μάζα του ατόμου του υδρογόνου είναι 1,008 u.
 [Απ. (γ) 1,813 u, 1,824 u]
- 75.** Τι ονομάζουμε ενέργεια σύνδεσης ενός πυρήνα; Χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα δεδομένα να υπολογίσετε την ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο (σε MeV) ενός σωματίου α.
 Μάζα πρωτονίου $m_p = 1,0080$ u
 Μάζα νετρονίου $m_n = 1,0087$ u
 Μάζα σωματίου α $m_\alpha = 4,0026$ u
 $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$
 [Απ. 7,17 MeV]
- 76. α.** Να υπολογίσετε την ενέργεια σύνδεσης του δευτερίου ^2_1H δεδομένου ότι:
 $m_n = 1,00866\text{u}$, $m(^1_1\text{H}) = 1,00783\text{u}$ και $m(^2_1\text{H}) = 2,01410\text{u}$ και $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$
β. Να συγκρίνετε την ενέργεια σύνδεσης του δευτερίου με αυτήν του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη του κατάσταση, που είναι 13,6 eV.
 [Απ. (α) 2,225 MeV (β) περίπου 160 000 φορές μεγαλύτερη]
- 77.** Να δείξετε ότι η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο του $^{239}_{94}\text{Pu}$ είναι 7,55 MeV. Δίνονται οι ατομικές μάζες $m(^{239}_{94}\text{Pu}) = 239,05216 \text{ u}$, $m(^1_1\text{H}) = 1,00782 \text{ u}$.
 $m_n = 1,00866 \text{ u}$ και $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$
- 78.** Αν η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο του $^{236}_{92}\text{U}$ είναι $\Sigma = 7,6 \text{ MeV}$, να υπολογίσετε την ατομική μάζα του $^{236}_{92}\text{U}$. Δίνονται $m_n = 1,00866 \text{ u}$, $m(^1_1\text{H}) = 1,00782 \text{ u}$ και $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$.
 [Απ. 236,04 u]
- 79.** Ένα ποζιτρόνιο και ένα ηλεκτρόνιο μπορούν να εξαϋλωθούν αμοιβαία παράγοντας δύο φωτόνια γ ίδιας ενέργειας. Ποια είναι η ελάχιστη ενέργεια που θα έχει καθένα από αυτά τα φωτόνια;
 Μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ και $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
 [Απ. $8,2 \cdot 10^{-14} \text{ J}$]

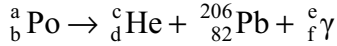
- 80.** Το ράδιο $^{224}_{88}\text{Ra}$ διασπάται εκπέμποντας σωματίο α για να παραγάγει ραδόνιο $^{220}_{86}\text{Rn}$ σύμφωνα με την $^{224}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{220}_{86}\text{Rn} + ^4_2\text{He}$. Να υπολογίσετε
- την ελάττωση της μάζας κατά τη διάσπαση.
 - την ενέργεια που ελευθερώνεται.
- Δίνονται οι ατομικές μάζες: $m(^{224}_{88}\text{Ra}) = 224,02022 \text{ u}$, $m(^{220}_{86}\text{Rn}) = 220,01140 \text{ u}$ και $m(^4_2\text{He}) = 4,00260 \text{ u}$ όπου $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$
- [Απ. (α) 0,00622u (β) 5,8 MeV]
- 81.** Διαφορά μάζας $8,8 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$ παρατηρείται κατά τη διάσπαση α ενός πυρήνα $^{226}_{88}\text{Ra}$.
- Να υπολογίσετε την ενέργεια που ελευθερώνεται.
 - Ένας πυρήνας $^{226}_{88}\text{Ra}$ διασπάται εκπέμποντας ένα σωματίο α ενέργειας 4,6 MeV και ένα φωτόνιο ακτίνας γ . Ποια είναι η συχνότητα του φωτονίου γ που εκπέμπεται; (Να θεωρήσετε ότι ο βαρύς πυρήνας που παράγεται κατά τη ραδιενεργό αυτή διάσπαση παραμένει ακίνητος). Δίνονται $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ και $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- [Απ. (α) $7,92 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ (β) $8,48 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$]
- 82.** **α.** Να ορίσετε το μαζικό αριθμό, τον ατομικό αριθμό και τον όρο ισότοπο.
β. Ένας ραδιενεργός πυρήνας υφίσταται διάσπαση α και στη συνέχεια δύο διαδοχικές διασπάσεις β^- . Να δείξετε ότι ο τελικός πυρήνας είναι ένα ισότοπο του αρχικού πυρήνα. Πόση είναι η αλλαγή του μαζικού αριθμού μεταξύ του αρχικού και του τελικού πυρήνα;
- 83.** Να υπολογίσετε την ενέργεια που ελευθερώνεται όταν το γάλλιο $^{70}_{31}\text{Ga}$ υφίσταται διάσπαση β^- με αποτέλεσμα την παραγωγή γερμανίου $^{70}_{32}\text{Ge}$.
- Δίνονται οι ατομικές μάζες: $m(^{70}_{31}\text{Ga}) = 69,92605 \text{ u}$ και $m(^{70}_{32}\text{Ge}) = 69,92425 \text{ u}$ όπου $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$.
- [Απ. 1,68 MeV]
- 84.** Το ισότοπο του Καλίου $^{42}_{19}\text{K}$ διασπάται εκπέμποντας ακτίνα γ για να σχηματίσει το ισότοπο του ασβεστίου $^{42}_{20}\text{Ca}$.
- Πόσα ηλεκτρόνια, πρωτόνια και νετρόνια υπάρχουν σε ένα ουδέτερο άτομο του ισότοπου του $^{42}_{19}\text{K}$;
 - Ποια άλλα σωματίδια εκτός των ακτίνων γ πρέπει να εκπέμπονται;
- 85.** Το $^{234}_{92}\text{U}$ διασπάται αυθόρμητα προς $^{234}_{93}\text{Np}$.
- Ποια διάσπαση συμβαίνει;
 - Σε τι διαφέρει ο πυρήνας $^{234}_{92}\text{U}$ από τον πυρήνα $^{234}_{93}\text{Np}$;
 - Ποια είναι η προέλευση της κινητικής ενέργειας του σωματίου που εκπέμπεται κατά τη διάσπαση;

- 86. α.** Πώς ορίζουμε το χρόνο ημιζωής μιας ραδιενεργού ουσίας; Πόση ποσότητα από την ουσία αυτή παραμένει όταν παρέλθει χρόνος διπλάσιος από το χρόνο ημιζωής της;
- β.** Πώς μεταβάλλεται ο ατομικός και ο μαζικός αριθμός ενός ραδιενεργού πυρήνα κατά την εκπομπή
- σωματίου α.
 - σωματίου β.
 - ακτίνας γ.
- γ.** Να συμπληρώσετε τις ακόλουθες εξισώσεις:
- $${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + \dots$$
- $${}_{90}^{234}\text{Th} \rightarrow {}_{91}^{234}\text{Pa} + \dots$$
- 87. α.** Ποια είναι η φύση των ακτίνων γ; Να αναφέρετε μια μέθοδο παραγωγής τους. Σε τι διαφέρουν από τις ακτίνες X;
- β.** Το ραδιενεργό ισότοπο ${}_{84}^{218}\text{Po}$ έχει χρόνο ημίσειας ζωής 3 min εκπέμποντας σωματίο α σύμφωνα με την εξίσωση ${}_{84}^{218}\text{Po} \rightarrow \alpha + {}_y^x\text{Pb}$. Ποιες είναι οι τιμές των x και y;
- γ.** Εάν N άτομα ${}_{84}^{218}\text{Po}$ εκπέμπουν σωματία α με ρυθμό $5,12 \cdot 10^4$ σωματία ανά δευτερόλεπτο, ποιος θα είναι ο αριθμός εκπομπής μετά από 9 min;
- [Απ. (γ) 6400 s^{-1}]
- 88.** Ο χρόνος ημίσειας ζωής του ${}_{15}^{30}\text{P}$ είναι 2,5 min. Να υπολογίσετε τη μάζα του ${}_{15}^{30}\text{P}$ η οποία έχει ενεργότητα 10^{15} Bq .
Η σταθερά Avogadro είναι $6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ και $\ln 2 = 0,693$
- [Απ. 11μg]
- 89. α.** Ένα δείγμα ραδιενεργών πυρήνων εκπέμπει σωματία α και ακτίνες γ. Πώς μπορούμε να διακρίνουμε τη μία ακτινοβολία από την άλλη;
- β.** Πυρήνες ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ διασπώνται εκπέμποντας σωματίο α ενέργειας $8 \cdot 10^{-13} \text{ J}$. Αν η σταθερά διάσπασης είναι $2,4 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$, να υπολογίσετε την ενεργότητα ενός γραμμαρίου ${}_{94}^{238}\text{Pu}$.
- γ.** Έχει προταθεί να χρησιμοποιείται το ανωτέρω ισότοπο για να τροφοδοτεί με ενέργεια ένα βηματοδότη καρδιάς. Να υπολογίσετε τη μάζα του πλουτωνίου που απαιτείται για να δώσει αρχική ισχύ 48 mW.
Να θεωρήσετε ότι το ατομικό βάρος του ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ είναι ίσο με 240 και η σταθερά Avogadro είναι $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.
- [Απ. (β) $6 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$ (γ) 0,1g]
- 90.** Το ισότοπο ${}_{19}^{40}\text{K}$ έχει χρόνο ημιζωής $1,37 \cdot 10^9$ χρόνια και διασπάται σχηματίζοντας ${}_{18}^{40}\text{Ar}$ που είναι σταθερό. Σεληνιακά πετρώματα από τη Θάλασσα της Ηρεμίας δείχνουν ότι το πηλίο του αριθμού αυτών των ατόμων καλίου προς τα άτομα του αργού είναι 1:7. Ορισμένα άλλα πετρώματα εμφανίζουν πηλίο 1:4. Ποιο από τα δύο πετρώματα είναι παλαιότερο; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
- [Απ. Τα πετρώματα από τη Θάλασσα της Ηρεμίας]

91. α. Τα διάφορα ισότοπα του στοιχείου X διακρίνονται μέσω του συμβολισμού ${}^A_Z X$. Να εξηγήσετε τα σύμβολα A, Z και τον όρο ισότοπα.

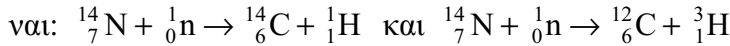
β. Σε 420 ημέρες η ενεργότητα ενός δείγματος πυρήνων πολωνίου (Po) πέφτει στο 1/8 της αρχικής της τιμής. Να υπολογίσετε το χρόνο ημιζωής του πολωνίου.

γ. Να προσδιορίσετε τις αριθμητικές τιμές των a, b, c, d, e και f στην πυρηνική διάσπαση



[Απ. (β) 140 ημέρες (γ) a = 210, b = 84, c = 4, d = 2, e = 0, f = 0]

92. Δύο αντιδράσεις οι οποίες λαμβάνουν χώρα στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας είναι:



Να υπολογίσετε (σε MeV) την ενέργεια που απορροφάται ή εκλύεται σε κάθε αντίδραση.

Να εξηγήσετε τη σημασία αυτών των ποσοτήτων. Δίνονται οι ατομικές μάζες:

$$m_n = 1,00867 \text{ u}$$

$$m({}^1_1 \text{H}) = 1,00783 \text{ u}$$

$$m({}^3_1 \text{H}) = 3,01605 \text{ u}$$

$$m({}^{12}_6 \text{C}) = 12,00000 \text{ u}$$

$$m({}^{14}_6 \text{C}) = 14,00324 \text{ u}$$

$$m({}^{14}_7 \text{N}) = 14,00307 \text{ u}$$

$$1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$$

[Απ. +0,624 MeV, -4,01 MeV]

93. α. Να υπολογίσετε την ενέργεια Q της αντίδρασης ${}^{238}_{92} \text{U} \rightarrow {}^{234}_{90} \text{Th} + {}^4_2 \text{He}$.

β. Να υπολογίσετε την ενέργεια Q της αντίδρασης ${}^{238}_{92} \text{U} \rightarrow {}^{237}_{91} \text{Pa} + {}^1_1 \text{H}$.

γ. Ποια από τις δύο προηγούμενες αντιδράσεις μπορεί να πραγματοποιηθεί αυθόρμητα; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Δίνονται οι ατομικές μάζες:

$$m({}^{238}_{92} \text{U}) = 238,05078 \text{ u}$$

$$m({}^4_2 \text{He}) = 4,00260 \text{ u}$$

$$m({}^{234}_{90} \text{Th}) = 234,04359 \text{ u}$$

$$m({}^1_1 \text{H}) = 1,00782 \text{ u}$$

$$m({}^{237}_{91} \text{Pa}) = 237,05114 \text{ u}$$

$$1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$$

[Απ. (α) 4,27 MeV (β) -7,62 MeV]

94. Να υπολογίσετε ενέργεια που ελευθερώνεται όταν 10 kg ${}^{235}_{92} \text{U}$ υφίστανται σχάση σύμφωνα με την ${}^{235}_{92} \text{U} + {}^1_0 \text{n} \rightarrow {}^{141}_{56} \text{Ba} + {}^{92}_{36} \text{Kr} + 3 {}^1_0 \text{n}$.

Δίνονται οι ατομικές μάζες:

$$m({}^{235}_{92} \text{U}) = 235,04 \text{ u} \quad m({}^{141}_{56} \text{Ba}) = 140,91 \text{ u}, \quad m({}^{92}_{36} \text{Kr}) = 91,91 \text{ u} \quad \text{και} \quad m({}^1_0 \text{n}) = 1,01 \text{ u}.$$

Επίσης $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$ και $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

[Απ. $4,77 \cdot 10^{27} \text{ MeV}$]

95. Μια τυπική αντίδραση σχάσης είναι η ${}^{235}_{92} \text{U} + {}^1_0 \text{n} \rightarrow {}^{95}_{42} \text{Mo} + {}^{139}_{57} \text{La} + 2 {}^1_0 \text{n} + 7 {}^0_{-1} \text{e}$.

Να υπολογίσετε την ολική ενέργεια που απελευθερώνεται από 1 g ουρανίου 235 που λαμβάνει μέρος στην αντίδραση αυτή.

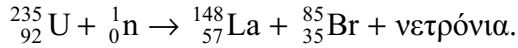
Δίνονται οι ατομικές μάζες:

$$m_n = 1,009 \text{ u} \quad m({}_{42}^{95}\text{Mo}) = 94,906 \text{ u} \quad m({}_{57}^{139}\text{La}) = 138,906 \text{ u}$$

$$m({}_{92}^{235}\text{U}) = 235,044 \text{ u} \quad \text{και } 1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad (c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s})$$

[Απ. (α) $8,54 \cdot 10^{10} \text{ J}$]

96. Μια συνηθισμένη αντίδραση σχάσης είναι η ακόλουθη:



α. Πόσα νετρόνια παράγονται κατά την αντίδραση αυτή;

β. Ποια είναι η σημασία των νετρονίων αυτών στους πυρηνικούς αντιδραστήρες;

[Απ. (α) τρία]

***97.** Να υπολογίσετε την ενέργεια που ελευθερώνεται όταν πυρήνας ${}_{92}^{236}\text{U}$ υφίσταται σχάση σύμφωνα με την εξίσωση ${}_{92}^{236}\text{U} \rightarrow {}_{57}^{146}\text{La} + {}_{35}^{87}\text{Br} + 3{}_0^1\text{n}$.

Δίνεται ότι η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο του ${}_{92}^{236}\text{U}$ είναι $7,59 \text{ MeV}$, του ${}_{57}^{146}\text{La}$ είναι $8,41 \text{ MeV}$ και του ${}_{35}^{87}\text{Br}$ είναι $8,59 \text{ MeV}$.

[Απ. $183,95 \text{ MeV}$]

98. α. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της ενέργειας σύνδεσης ανά νουκλεόνιο συναρτήσει του μαζικού αριθμού. Χρησιμοποιήστε τη γραφική παράσταση για να εξηγήσετε γιατί είναι δυνατή η πραγματοποίηση σχάσης στους βαρείς και σύντηξης στους ελαφρείς πυρήνες.

β. Στην αντίδραση σύντηξης ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$ πόση ενέργεια (σε Joule) ελευθερώνεται; Δίνονται οι ατομικές μάζες:

$$m({}_1^2\text{H}) = 3,345 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad m({}_1^3\text{H}) = 5,008 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m({}_2^4\text{He}) = 6,647 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad m({}_0^1\text{n}) = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$(c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s})$$

[Απ. (β) $2,79 \cdot 10^{-12} \text{ J}$]

99. Να υπολογίσετε σε MeV την ενέργεια που ελευθερώνεται όταν ένας πυρήνας ηλίου (${}_2^4\text{He}$) παράγεται

α. κατά τη σύντηξη δύο νετρονίων και δύο πρωτονίων

β. κατά τη σύντηξη δύο πυρήνων δευτερίου ${}_1^2\text{H}$.

γ. Γιατί η τιμή της ενέργειας είναι διαφορετική στις δύο περιπτώσεις;

Το νετρόνιο έχει μάζα $m_n = 1,00898 \text{ u}$.

Το πρωτόνιο έχει μάζα $m_p = 1,00759 \text{ u}$.

Οι πυρηνικές μάζες του δευτερίου και του ηλίου είναι $m({}_1^2\text{H}) = 2,01419 \text{ u}$ και $m({}_2^4\text{He}) = 4,00277 \text{ u}$ αντίστοιχα. $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$

[Απ. (α) $28,3 \text{ MeV}$, (β) $23,8 \text{ MeV}$]

100. α. Να εξηγήσετε για ποιο λόγο απαιτείται πολύ υψηλή θερμοκρασία για την πυρηνική σύντηξη.

β. Ένας μελλοντικός αντιδραστήρας σύντηξης μπορεί να χρησιμοποιεί την αντίδραση ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{ενέργεια}$ για να παραγάγει χρήσιμη ενέργεια. Από τα επόμενα δεδομένα να υπολογίσετε τον αριθμό των αντιδράσεων που απαιτούνται για να παραχθεί ενέργεια 1 J.

γ. Να υπολογίσετε τη μάζα του ${}^2_1\text{H}$ που απαιτείται για να παραχθεί 1 J ενέργειας.

$$m({}^2_1\text{H}) = 2,0136 \text{ u}, \quad m({}^4_2\text{He}) = 4,0015 \text{ u}, \quad 1 \text{ u} = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad \text{και} \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$[\text{Απ. (α)} 2,6 \cdot 10^{11}, \quad (\beta) 1,7 \cdot 10^{-15} \text{ kg}]$$

101. α. Να εξηγήσετε το νόημα του άνω δείκτη 238 και του κάτω δείκτη 92 στο ${}^{238}_{92}\text{U}$.

Αλλάζουν, και αν ναι πώς, οι αριθμοί αυτοί εάν λάβει χώρα

- i) εκπομπή ενός σωματίου α;
- ii) εκπομπή ενός σωματίου β;
- iii) απορρόφηση ενός νετρονίου;

β. Να δώσετε ένα παράδειγμα μιας αντίδρασης σύντηξης και να αναφέρετε πού λαμβάνουν χώρα τέτοιες αντιδράσεις στη φύση.

γ. Η μάζα του ισότοπου ${}^7_3\text{Li}$ είναι 7,018 u. Να βρείτε την ενέργεια σύνδεσής του δεδομένου ότι η μάζα του ${}^1_1\text{H}$ είναι 1,008 u, η μάζα του νετρονίου είναι 1,009 u και $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$.

$$[\text{Απ. (γ)} 39,1 \text{ MeV}]$$

102. α. Ποια είναι η μεγάλη δυσκολία για τη συντήρηση θερμοπυρηνικής σύντηξης στο εργαστήριο; Πού διατηρεί η φύση, συνεχώς, θερμοπυρηνική σύντηξη;

β. Να προσδιορίσετε το A στην αντίδραση ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{A}$.

$$[\text{Απ. (β)} \text{ νετρόνιο}]$$

103. Οι αστέρες νετρονίων είναι αστρικά σώματα των οποίων η πυκνότητα είναι περίπου ίδια με την πυκνότητα των ατομικών πυρήνων, όπως αυτή υπολογίστηκε στο παράδειγμα 3-2 του σχολικού βιβλίου (δηλαδή $4,6 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$). Υποθέστε ότι ο Ήλιος αρχίζει να συστέλλεται συνεχώς. Όταν η πυκνότητά του γίνει ίση με την πυρηνική πυκνότητα, πόση θα έχει γίνει η ακτίνα του Ήλιου; Η μάζα του Ήλιου είναι $1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ και ο όγκος σφαίρας δίνε-

$$\text{ται από τη σχέση } V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$[\text{Απ. } 10 \text{ km}]$$

