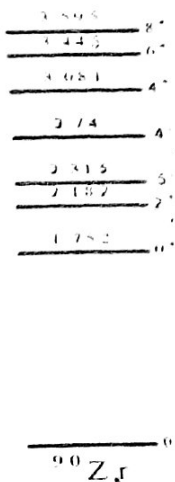


**Θέμα 1<sup>ο</sup>**

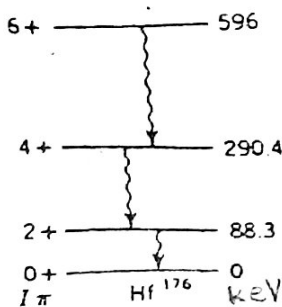
- α) Ο πυρήνας  $^{221}\text{Rn}$  έχει χρόνο ημιζωής 25 min και μπορεί να διασπασθεί ή με διάσπαση-α σε  $^{217}\text{Po}$  με πιθανότητα 20% ή με διάσπαση-β σε  $^{221}\text{Fr}$  με πιθανότητα 80%. Να υπολογίσετε την ενεργότητα (ραδιενέργεια) πηγής 1g καθαρού  $^{221}\text{Rn}$ . Πόσα σωματια-α και πόσα σωματια-β θα εκπεμφθούν σε χρονικό διάστημα 10 min αμέσως μετά την παρασκευή της πηγής αυτής; Πόσα θα εκπεμφθούν στο ίδιο χρονικό διάστημα, μια ημέρα μετά την παρασκευή της πηγής;
- β) Ποιά μέθοδο χρησιμοποιήσατε στο Εργαστήριο για τον πειραματικό προσδιορισμό του χρόνου ημιζωής ενός ασταθούς ισοτόπου με μικρό χρόνο ημιζωής, όπως το  $^{137}\text{Ba}$  (2.55m), και με μεγάλο χρόνο ημιζωής, όπως το  $^{40}\text{K}$  ( $1.28 \times 10^9$  y). Περιγράψτε όσο πιο σύντομα μπορείτε τη μέθοδο (όχι την πειραματική διάταξη).

**Θέμα 2<sup>ο</sup>**



- α) Προτείνετε τις αναμενόμενες κατανομές των νουκλεονίων σθένους που αποδίδουν το σπιν και την ομοτιμία των καταστάσεων που φαίνονται στο ενεργειακό διάγραμμα του  $^{90}\text{Zr}$ .
- β) Για τη βασική κατάσταση εξηγήστε αναλυτικά πως ερμηνεύεται η τιμή της ομοτιμίας και η συνολική αντισυμμετρικότητα της κυματοσυνάρτησης των δυο νουκλεονίων σθένους, αφού πρώτα υπολογίσετε το συνολικό τους σπιν και ισοτοπικό σπιν.
- γ) Ειδικά για τις δυο καταστάσεις της αρνητικής ομοτιμίας 4- και 5-, δικαιολογήστε την αρνητική ομοτιμία και εξετάστε ποιά πρέπει να είναι η τιμή του ολικού σπιν S των δυο νουκλεονίων σθένους, ώστε να εξασφαλίζεται η αντισυμμετρικότητα της κυματοσυνάρτησης.

~~Θέμα 3<sup>ο</sup>~~



Ποιά χαρακτηριστικά εμφανίζει το ενεργειακό διάγραμμα του  $^{176}\text{Hf}$  και σε τι είδους συλλογική κίνηση του πυρήνα αντιστοιχεί. Να υπολογίσετε τη μέση τιμή της ροπής αδράνειας του  $^{176}\text{Hf}$  που προκύπτει από το ενεργειακό διάγραμμα του σχήματος και να τη συγκρίνετε με τη ροπή αδράνειας ( $2/5MR^2$ ) μιας συμπαγούς σφαίρας με ακτίνα  $1.25 \times A^{1/3}$  fm.

$$I = \frac{2}{5} M R^2 = \frac{2}{5} (A m_p) (1.25 A^{1/3})^2$$

$$I = \frac{2}{5} (176 \cdot 1.67 \times 10^{-27}) (1.56 A^{1/3})^2$$

$$I = \frac{2}{5} (176 \cdot 1.67 \times 10^{-27}) (1.56)^2 A^{2/3}$$

$$I = 1.7 \times 10^{-26} A^{2/3} \text{ kg m}^2$$

#### Θέμα 4<sup>ο</sup>

α) Κατατάξτε κατά αύξουσα σειρά διεισδυτικότητας μέσα στην ύλη τα παρακάτω σωματίδια, θεωρώντας ότι έχουν την ίδια ενέργεια : n, H,  $^{12}\text{C}$ ,  $^4\text{He}$ .

β) Να δείξετε ότι το δυναμικό σπιν-τροχιάς  $\vec{L} \cdot \vec{S}$  διατηρεί το μέτρο της τροχιακής στροφορμής  $L^2$ .

γ) Προτείνετε τις αναμενόμενες κατανομές των νουκλεονίων σθένους και ακολούθως τις τιμές  $J^\pi$  για τη βασική κατάσταση των πυρήνων  $^7_3\text{Li}$ ,  $^{23}_{11}\text{Na}$ ,  $^{33}_{16}\text{S}$ ,  $^{41}_{21}\text{Sc}$ , σύμφωνα με το πρότυπο των φλοιών.

δ) Ποιά είναι η τιμή του σπιν για τα πρωτόνια, τα νετρόνια, τα φωτόνια και τα φωνόνια των πυρηνικών ταλαντώσεων. Ποιά στατιστική ακολουθούν και από ποιά συμμετρία χαρακτηρίζονται οι κυματοσυναρτήσεις τους.

#### Θέμα 5<sup>ο</sup>

Εκτιμήστε πόσος χρόνος απαιτείται για να παράγουμε μια πηγή  $^{36}\text{Cl}$  ενεργότητας (ραδιενέργειας)  $100\mu\text{Ci}$ , ακτινοβολώντας  $1\text{g}$  φυσικού  $\text{NiCl}_2$  με δέσμη νετρονίων ροής  $10^{14}$  νετρόνια ανά  $\text{cm}^2$  και ανά  $\text{sec}$ . Η ενεργός διατομή της αντίδρασης σύλληψης νετρονίων  $^{35}\text{Cl}(n,\gamma)^{36}\text{Cl}$  είναι  $43\text{b}$  και ο χρόνος ημιζωής του  $^{36}\text{Cl}$  είναι  $3 \times 10^5$  years (μεγάλος σε σχέση με το χρόνο ακτινοβόλησης). Δίδεται ότι το 75.8% του φυσικού χλωρίου είναι  $^{35}\text{Cl}$  και το μοριακό βάρος του  $\text{NiCl}_2$  είναι 129.6.

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ΜΟΝΟ τα βιβλία Πυρηνικής Φυσικής του μαθήματος

Τα θέματα είναι ισοδύναμα

Καλή Επιτυχία

5  
10