

Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών
Εξέταση στο μάθημα του 8^{ου} εξαμήνου
Πυρηνική Φυσική και Εφαρμογές

29/6/2009

Διδάσκουσα : Ρόζα Βλαστού-Ζάννη

Διάρκεια : 2.5 ώρες

Θέμα 1^ο

α) Θεωρήστε ότι παρασκευάζετε μια πηγή από το ραδιενέργο ισότοπο ^{57}Ni με ενεργότητα 10kBq. Το ^{57}Ni διασπάται με μέσο χρόνο ζωής 36h προς ^{57}Co που επίσης διασπάται με μέσο χρόνο ζωής 271d προς το σταθερό ισότοπο ^{57}Fe . α) Υπολογίστε τον χρόνο t_m για τον οποίο η ενεργότητα του ^{57}Co θα πάρει τη μέγιστη τιμή της και στη συνέχεια τις ενεργότητες του ^{57}Ni και του ^{57}Co για τη χρονική στιγμή t_m .

β) 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 2^ο

5/2⁺ —————

α) Προτείνετε τις αναμενόμενες κατανομές των νουκλεονίων για τις πέντε στάθμες του ^{43}Ca που φαίνονται στο σχήμα

3/2⁺ —————

β) Εξηγείστε γιατί το $^{40}_{20}\text{Ca}$ αποτελεί το 96.94% του φυσικού Ca στη φύση.

3/2⁻ —————

γ) Θεωρήστε τη μετάπτωση της 1^{ης} διεγερμένης στάθμης του ^{43}Ca προς τη βασική και εξετάστε ποιό είδος ηλεκτρομαγνητικής μετάπτωσης αναμένεται.

5/2⁻ —————

$^{43}_{20}\text{Ca}_{23}$

Θέμα 3^ο

α) Εξετάζεται ένα λεπτό δείγμα, από τον πυθμένα της θάλασσας, για πιθανή μόλυνση από Μόλυβδο που είναι τοξικός. Χρησιμοποιείται η μέθοδος της οπισθοσκέδασης Rutherford RBS με δέσμη πλήρως ιονισμένων σωματιδίων άλφα 10nA και μετά από 10min καταγράφονται 60κρούσεις, που προέρχονται από τη σκέδαση με τον Μόλυβδο, σε ανιχνευτή πυριτίου που τοποθετείται στις 175° και δέχεται στερεά γωνία 5×10^{-2} sr. Προσδιορίστε το επίπεδο μόλυνσης του δείγματος από τον Μόλυβδο, υπολογίζοντας την επιφανειακή του πυκνότητα στο δείγμα, και σχολιάστε το αποτέλεσμα. Υπολογίστε επίσης πόσο χρόνο πρέπει να διαρκέσει η μέτρηση ώστε να έχει ακρίβεια 1%.

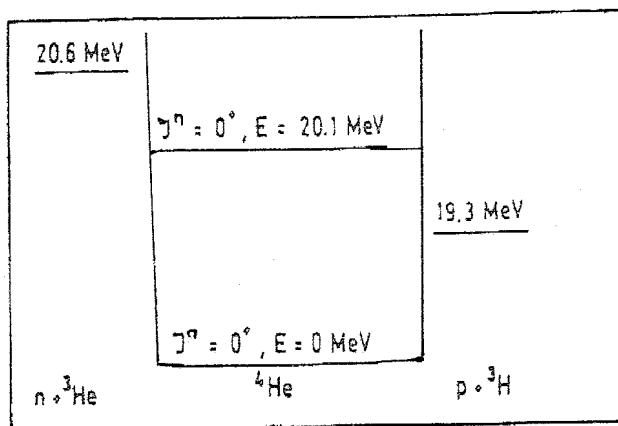
Η διαφορική ενεργός διατομή Rutherford μπορεί εύκολα να υπολογισθεί από τον γνωστό τύπο και για την περίπτωση των συνθηκών του πειράματος υπολογίζεται σε 348mb/sr. Δίδεται επίσης η ατομική μάζα του Μολύβδου 207.2.

β) Από την εμπειρία σας στο Εργαστήριο, ποιά υλικά αρκούν για να θωρακίσετε πηγές ακτινοβολίας α, β και γ. Πόση περίπου είναι η εμβέλεια ακτίνων-α 5MeV στον αέρα;

Θέμα 4^o

Κατά την αντίδραση απορρόφησης θερμικών νετρονίων (ενέργειας ~0.025eV) από ${}^3\text{He}$, η διεγερμένη κατάσταση του ${}^4\text{He}$ στα 20.1 MeV εμφανίζεται ως συντονισμός με εύρος $\Gamma_n \sim 150\text{eV}$. Τα κύρια κανάλια εξόδου είναι το κανάλι εκπομπής πρωτονίου (με εύρος $\Gamma_p \sim 1.2\text{MeV}$) και το κανάλι εκπομπής νετρονίου δηλ. το ολικό εύρος της διεγερμένης στάθμης είναι $\Gamma = \Gamma_n + \Gamma_p$. α) Εξηγείστε γιατί η εκπομπή-γ προς τη βασική κατάσταση δεν μπορεί να συμβεί. β) Από το ενέργειακό διάγραμμα του σχήματος βρείτε την ενέργεια κατωφλίου για την εκπομπή πρωτονίου. γ) Υπολογίστε το κυματάνυσμα k του προσπίπτοντος θερμικού νετρονίου στο σύστημα κέντρου μάζας. δ) Υπολογίστε τον χρόνο ημιζωής της διεγερμένης στάθμης του ${}^4\text{He}$. ε) Χρησιμοποιείστε

τη σχέση Breit-Wigner για να υπολογίσετε την ενεργό διατομή της αντίδρασης απορρόφησης νετρονίων από το ${}^3\text{He}$. (Αμελείστε το σπιν για το κανάλι εισόδου της αντίδρασης).



Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε MONO τα βιβλία Πυρηνικής Φυσικής του μαθήματος

Καλή Επιτυχία