

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

26/9/2007

Διδάσκουσα : Ρόζα Βλαστού-Ζάννη

Διάρκεια : 2.5 ώρες

Θέμα 1^ο

- α) Από το διάγραμμα αποδιέγερσης του ^{40}K να υπολογίστε την ενεργότητα 1gr φυσικού K (σε Bq) καθώς και τον αριθμό των ηλεκτρονίων και των ακτίνων-γ ενέργειας 1460keV, που εκπέμπονται ανά sec. Με δεδομένο ότι το φυσικό K αποτελεί το 0.2% του συνολικού βάρους του ανθρώπινου σώματος, να υπολογίσετε πόσα Bq εκπέμπετε λόγω του ^{40}K στο σώμα σας.
- β) Στο εργαστήριο μελετήσατε μόνο τον ένα κλάδο αποδιέγερσης του ^{40}K και από τη μέτρηση των ακτίνων-γ υπολογίσατε τον χρόνο ημιζωής του ^{40}K . Να αποδείξετε ότι ο ρυθμός διάσπασης αυτού του κλάδου εξαρτάται πράγματι χρονικά από τη συνολική σταθερά διάσπασης $\lambda=1/\tau$ του ^{40}K .

Θέμα 2^ο

- α) Ποίες κυματοσυναρτήσεις δυο νουκλεονίων θα μπορούσαν να αποδώσουν τη βασική κατάσταση του δευτερίου αν οι κβαντικοί αριθμοί ολικής στροφορμής και ομοτιμίας J^π είχαν μετρηθεί ως 3^+ ή 3^- .
- β) Ποίες είναι οι δυνατές τιμές του ισοτοπικού σπιν ώστε η ολική κυματοσυνάρτηση στις παραπάνω καταστάσεις να είναι αντισυμμετρική.
- γ) Ποίες κυματοσυναρτήσεις θα μπορούσαν να αποδώσουν τις αντίστοιχες μη δέσμιες καταστάσεις p-p και n-n.

Θεωρείστε τις περιπτώσεις κεντρικού και μη κεντρικού δυναμικού.

Υπόδειξη : Για να συντομεύσετε τις απαντήσεις σας κατασκευάστε πίνακα και χρησιμοποιείστε φασματοσκοπικό συμβολισμό.

Θέμα 3^ο

- α) Αναφέρατε σύντομα ποιές αρχές διατήρησης πρέπει να πληρούνται για να πραγματοποιηθούν συγκρούσεις δυο νουκλεονίων μέσα στην πυρηνική μάζα. Περιγράψτε το πιο συνηθισμένο είδος σύγκρουσης.
- β) Ποιά δυναμικά περιορίζονται στη επιφάνεια του πυρήνα; Εξηγείστε σύντομα γιατί συμβαίνει αυτό.
- γ) Να δείξετε ότι το δυναμικό σπιν-τροχιάς $\bar{l} \cdot \bar{S}$ διατηρεί το μέτρο της τροχιακής στροφορμής l^2 , αλλά δεν διατηρεί την τρίτη της συνιστώσα l_z .
- δ) Δέσμες σωματιδίων α, β⁻ και γ με ίδια ενέργεια 5MeV, προσπίπτουν σε στόχο Pb. Ποιός είναι ο κύριος τρόπος αλληλεπίδρασης κάθε δέσμης με τον Pb; Τί θα άλλαζε στην απάντησή σας αν η ενέργεια ήταν 1MeV.

Θέμα 4^ο

- α) Προτείνετε τις αναμενόμενες κατανομές των νουκλεονίων σθένους και ακολούθως τις τιμές J^π για τη βασική κατάσταση των πυρήνων $^{40}_{20}\text{Ca}$, $^{39}_{20}\text{Ca}$, $^{41}_{20}\text{Ca}$ και $^{48}_{20}\text{Ca}$, σύμφωνα με το πρότυπο των φλοιών.
- β) Προτείνετε επίσης τις αναμενόμενες κατανομές νουκλεονίων για τις δύο πρώτες διεγερμένες στάθμες του $^{41}_{20}\text{Ca}$ με τιμές $J^\pi = 3/2^-$ και $3/2^+$, που προέρχονται είτε από διεγέρσεις του ασύζευκτου νουκλεονίου στον παραπάνω υποφλοιό, είτε από σύζευξή του με άλλο νουκλεόνιο που διεγείρεται από τον αμέσως προηγούμενο υποφλοιό.
- γ) Εξηγείστε γιατί το $^{40}_{20}\text{Ca}$ αποτελεί το 96.94% του φυσικού Ca στη φύση.

Θέμα 5^ο

Εξετάζεται ένα λεπτό δείγμα, από τον πυθμένα της θάλασσας, για πιθανή μόλυνση από Υδράργυρο που είναι ισχυρά 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 Υδράργυρο, σε ανιχνευτή πυριτίου που τοποθετείται στις $\sim 180^\circ$ και δέχεται στερεά γωνία 5×10^{-2} sr. Προσδιορίστε το επίπεδο μόλυνσης του δείγματος από τον Υδράργυρο, 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 350mb/sr. Δίδεται επίσης η ατομική μάζα του Υδραργύρου 200.6.

**Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε MONO τα βιβλία Πυρηνικής Φυσικής του
μαθήματος**

Τα θέματα είναι ισοδύναμα

Καλή Επιτυχία