

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

13/6/2005

Διδάσκουσα : Ρόζα Βλαστού-Ζάννη

Διάρκεια : 2.5 ώρες

Θέμα 1^ο

Θεωρήστε ότι οι πυρήνες ενός ασταθούς ισοτόπου Fe^{55} με χρόνο ημιζωής τ , μπορούν να διασπασθούν με δυο τρόπους, με πιθανότητες λ_1 και λ_2 , αντίστοιχα.

α) Αποδείξτε ότι ο ρυθμός διάσπασης ενός από τους δυο τρόπους εξαρτάται χρονικά από τη σταθερή διάσπασης $\lambda = 1/\tau$.

β) Υπολογίστε το συνολικό αριθμό διασπάσεων που θα δώσει ένας αρχικός αριθμός πυρήνων N_0 κατά το χρονικό διάστημα t_1 έως t_2 .

Θέμα 2^ο

α) Αναφέρετε δυο τούλαχιστον πειραματικά δεδομένα που μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η βασική στάθμη του δευτερίου έχει τροχιακή στροφορμή $\ell = 0$.

β) Άπο τοιων κβαντικούς αριθμούς χαρακτηρίζεται η πρώτη διεγερμένη (μη δέσμια) κατάσταση του δευτερίου. Ποιά είναι τα άλλα δυο μέλη της τριπλέτας του ισοτοπικού σπιν για την κατάσταση αυτή.

γ) Τα μακροβιότερα στοιχεία των ραδιενέργων σειρών Θορίου, Ποσειδώνιου, Ουρανίου και Λαττίνιου, έχουν αντίστοιχα χρόνους ημιζωής 1.39×10^{10} , 2.25×10^6 , 4.51×10^9 και 7.07×10^8 y. Κατατάξτε τα κατά σειρά αύξουσας αρθονίας στη φύση και εξηγείστε γιατί.

δ) Ποιά μέθοδο χρησιμοποιήσατε στο Εργαστήριο για τον πειραματικό προσδιορισμό του χρόνου ημιζωής ενός ασταθούς ισοτόπου με μικρό χρόνο ημιζωής, όπως το ^{137}Ba (2.55m), και με μεγάλο χρόνο ημιζωής, όπως το ^{40}K (1.28×10^9 y). Περιγράψτε όσο πιο σύντομα μπορείτε τη μέθοδο (όχι την πειραματική διάταξη).

Θέμα 3^ο

α) Να δείξετε ότι το δυναμικό σπιν-τροχιάς $\bar{\ell} \cdot \bar{S}$ διατηρεί το μέτρο της τροχιακής στροφορμής ℓ^2 , αλλά δεν διατηρεί την τρίτη της συνιστώσα ℓ_z .

β) Προτείνετε τις αναμενόμενες τιμές J^π για τη βασική κατάσταση των ισοτόπων του οξυγόνου ^{15}gO , ^{16}gO και ^{17}gO σύμφωνα με το πρότυπο των φλοιών. Από ποιά κατανομή νουκλεονίων σύνενος χαρακτηρίζονται.

γ) Προτείνετε κάποιες πιθανές κατανομές των νουκλεονίων που περιγράφουν τις δυο πρώτες διεγερμένες στάθμες του ισοτόπου ^{17}gO , που χαρακτηρίζονται από τιμές J^π $1/2^+$ και $1/2^-$ αντίστοιχα, σύμφωνα με το πρότυπο των φλοιών.

Θέμα 4^ο

Ένας στόχος ^{55}Mn επιφανειακής πυκνότητας 1mg/cm^2 , βομβαρδίζεται με δέσμη σωματιδίων α (^4He) πλήρως ιονισμένη, έντασης 20nA , για μελέτη της αντίδρασης $^{55}\text{Mn}(\alpha, d)^{57}\text{Fe}$. Ο ανιχνευτής δέχεται στερεά γεωνία 2×10^{-3} στερακτίνια και καταμετρά 10 δευτέρια ανά δευτερόλεπτο. Υπολογίστε την ολική ενέργη διατομή (σε mb) της αντίδρασης, θεωρώντας ότι η εκπομπή δευτερίου είναι ισοτροπική. Πόσο χρόνο πρέπει να διαρκέσει η μέτρηση για να έχει ακρίβεια 10% .

Θέμα 5^ο

Τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα αντιστοιχούν σε πειραματικές μετρήσεις της ενέργειας (E_J) και της στροφορμής (J^π) των πέντε πρώτων ενέργειακών σταθμών του πυρήνα ^{180}Hf . Θεωρώντας ότι οι στάθμες αυτές αντιστοιχούν σε περιστροφή του πυρήνα, υπολογίστε γραφικά την παράμετρο C που αποδίδει τη διαδοχή των ενέργειακών καταστάσεων σύμφωνα με τη σχέση $E_J = CJ(J+1)$. Υπολογίστε επίσης τη ροπή αδράνειας του ^{180}Hf και δείξτε ότι αποτελεί το ~40% της ροπής αδράνειας μιας συμπαγούς σφαίρας με ακτίνα $1.25 \times A^{1/3} \text{ fm}$. Για τη γραφική παράσταση χρησιμοποιείστε το «μιλιμετρέ» χαρτί κάτω από τον πίνακα.

E_J (MeV)	J^π
0	0^+
0.093	2^+
0.309	4^+
0.641	6^+
1.084	8^+

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε MONO τα βιβλία Πυρηνικής Φυσικής του μαθήματος

Τα θέματα είναι ισοδύναμα και αναλογούν σε 2 μονάδες το καθένα