

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

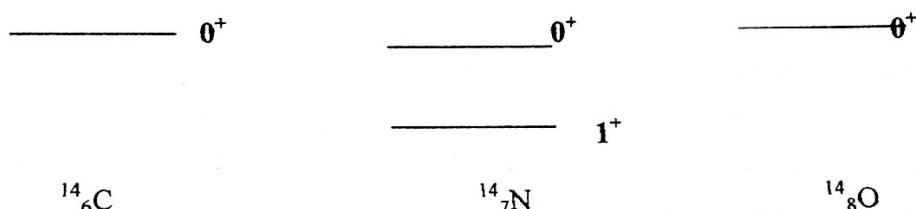
19/9/2018

Διδάσκουσα : Ρόζα Βλαστού-Ζάννη

Διάρκεια : 2.5 ώρες

Θέμα 1^ο

- α) Για τα τρία ισοβαρή ισότοπα $^{14}_6\text{C}$, $^{14}_7\text{N}$, $^{14}_8\text{O}$, να υπολογίσετε την τιμή της Tz (της προβολής του ισοτοπικού σπιν T στον άξονα-z) και να προβλέψετε, σύμφωνα με τις αρχές της κβαντομηχανικής και την αντισυμμετρικότητα της κυματοσυνάρτησης της αλληλεπίδρασης 2 νουκλεονίων, ποιά είναι τη τιμή του σπιν, της τροχιακής στροφορμής και του ισοτοπικού σπιν T για τις στάθμες που φαίνονται στο σχήμα, ώστε η ολική κυματοσυνάρτηση για τις παραπάνω καταστάσεις να είναι αντισυμμετρική.



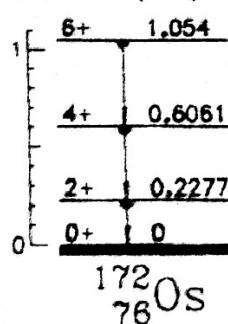
- β) Ποιές κυματοσυναρτήσεις δυο νουκλεονίων θα μπορούσαν να αποδώσουν τη βασική κατάσταση 1^+ του $^{14}_7\text{N}$ και ποιές την πρώτη διεγερμένη 0^+ ; Θεωρήστε τις περιπτώσεις κεντρικού και μη κεντρικού δυναμικού*.
 . γ) Σύμφωνα με την αρχή διατήρησης του ισοτοπικού σπιν, ποιές από τις στάθμες 0^+ , 1^+ του $^{14}_7\text{N}$ μπορεί να παρατηρηθούν μέσω της αντίδρασης $^{16}\text{O}(\text{d}, \alpha)^{14}\text{N}$?
 δ) Ποιά είναι η φυσική σημασία της διατήρησης του ισοτοπικού σπιν T και της προβολής του Tz.

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

Θέμα 2^ο

Ο πυρήνας ^{172}Os έχει χρόνο ημιζωής 19sec και μπορεί να διασπασθεί με διάσπαση-β σε ^{172}Re με πιθανότητα 99%.

- α) Να υπολογίσετε την ενεργότητα (ραδιενέργεια) πηγής 1mg καθαρού ^{172}Os .
 β) Πόσα σωμάτια-β θα εκπεμφθούν σε χρονικό διάστημα 10 min αμέσως μετά την παρασκευή της πηγής.
 γ) Θεωρήστε ότι οι στάθμες που παρουσιάζονται στο ενεργειακό διάγραμμα του ^{172}Os αντιστοιχούν σε περιστροφή του πυρήνα και υπολογίστε τη μέση τιμή της ροπής αδράνειας του ^{172}Os . Οι ενέργειες δίδονται σε MeV.



Θέμα 3^ο

α) α) Προτείνετε τις αναμενόμενες κατανομές των νουκλεονίων, σύμφωνα με το πρότυπο των φλοιών, που να αποδίδουν το J^π για κάθε μια από τις τρεις διεγερμένες καταστάσεις αρνητικής ομοτιμίας του ^{17}F .

$$\begin{array}{c} 5.00 \xrightarrow{\text{d}_{3/2}} 3/2^+ \\ 4.64 \xrightarrow{\text{d}_{3/2}} 3/2^- \\ 3.86 \xrightarrow{\text{s}_{1/2}} 5/2^- \\ 3.10 \xrightarrow{\text{s}_{1/2}} 1/2^- \end{array}$$

$$\begin{array}{c} 0.50 \xrightarrow{\text{s}_{1/2}} 1/2^+ \\ 0 \xrightarrow{\text{d}_{5/2}} 5/2^+ \\ ^{17}_9 \text{F}_8 \end{array}$$

β) Θεωρήστε τη μετάπτωση της 1^{ης} διεγερμένης στάθμης του ^{17}F προς τη βασική του κατάσταση και εξετάστε το είδος και την πολυπολικότητα της ηλεκρομαγνητικής ακτινοβολίας που αναμένεται.

γ) Θεωρήστε μια πυρηνική κατάσταση στο πρότυπο των φλοιών με ολική στροφορμή j , τροχιακή στροφορμή ℓ και ομοτιμία $(-1)^e$ θετική. Αν η κατάσταση αυτή μπορεί να καταληφθεί από 12 νουκλεόνια (6 πρωτόνια και 6 νετρόνια), ποιές είναι οι δυνατές τιμές των j και ℓ .

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

Θέμα 4^ο

α) Το ισότοπο ^{64}Cu χρησιμοποιείται για Ιατρικούς σκοπούς στη διαγνωστική μέθοδο PET λόγω της εκπομπής ποζιτρονίων κατά την αποδιέγερσή του (σε ^{64}Na) με μέσο χρόνο ζωής 12.7h. Για να παρασκευάσουμε ^{64}Cu , χρησιμοποιούμε τη μέθοδο της σύλληψης θερμικών νετρονίων από ^{63}Cu (σταθερό ισότοπο που αποτελεί το 69% του φυσικού Χαλκού). Εκτιμήστε πόσος χρόνος απαιτείται για να παράγουμε ^{64}Cu ενεργότητας (ραδιενέργειας) 1GBq, ακτινοβολώντας $^{1\text{g}}$ φυσικού Cu με δέσμη νετρονίων ροής 10^{14} νετρόνια ανά cm^2 και ανά sec. Η ενεργός διατομή της αντίδρασης σύλληψης νετρονίων στο ^{63}Cu είναι 10b και ο μέσος χρόνος ζωής του ^{64}Cu θα διαπιστώσετε ότι μπορεί να θεωρηθεί πολύ μεγάλος σε σχέση με το χρόνο ακτινοβόλησης. Σχολιάστε το αποτέλεσμα.

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.

γ) Αναφέρατε τα δύο πιο ισχυρά φυσικά ραδιενέργα ισότοπα που συμβάλλουν στη ραδιενέργεια περιβάλλοντος. Τι είδους ακτινοβολία εκπέμπουν;

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε MONO τα βιβλία Πυρηνικής Φυσικής του μαθήματος

Τα θέματα είναι ισοδύναμα

Καλή Επιτυχία