

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

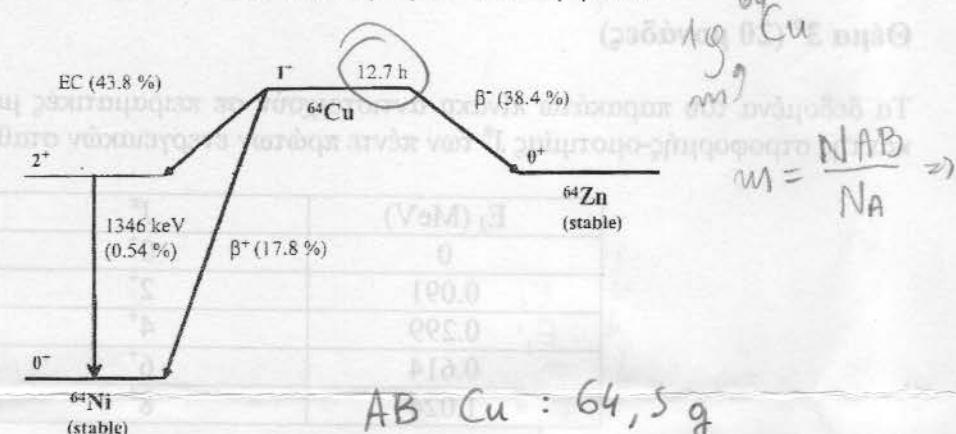
21/10/2011

Διδάσκουσα : Ρόζα Βλαστού-Ζάννη

Διάρκεια : 2.5 ώρες

Θέμα 1^ο (40 μονάδες)

Το ισότοπο ^{64}Cu , του οποίου το διάγραμμα αποδιέγερσης παρουσιάζεται στο Σχήμα, χρησιμοποιείται για Ιατρικούς σκοπούς στη διαγνωστική μέθοδο PET λόγω της εκπομπής ποζιτρονίων σε ποσοστό 17.8% του συνολικού αριθμού αποδιεγέρσεων.



α) Πόσα ηλεκτρόνια και πόσα ποζιτρόνια θα εκπεμφούν σε χρονικό διάστημα 30min αμέσως μετά την παρασκευή μιας πηγής από 1 g καθαρού ^{64}Cu ; Πόσα θα εκπεμφούν στο ίδιο χρονικό διάστημα μια μέρα μετά την παρασκευή της πηγής;

β) 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 1g 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.

γ) Για την ακτίνα-γ 1346 keV, από τη μετάπτωση της 1^{ης} διεγερμένης στάθμης του ^{64}Ni προς την βασική ($2^+ \rightarrow 0^+$), να εξετάστε ποιό είδος ηλεκτρομαγνητικής μετάπτωσης αναμένεται.

δ) Τι χαρακτηριστικά πρέπει να έχουν τα ραδιοϊσότοπα που χρησιμοποιούνται σε ραδιοφάρμακα για διάγνωση και γιατί. Ο ^{64}Cu καλύπτει αυτές τις προδιαγραφές;

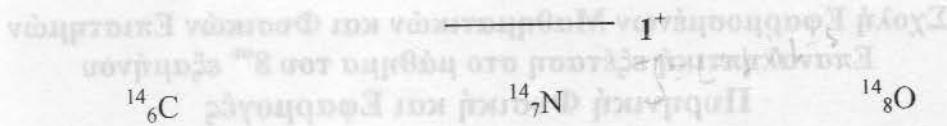
Θέμα 2^ο (20 μονάδες)

α) Για τα τρία ισοβαρή $^{14}_6\text{C}$, $^{14}_7\text{N}$, $^{14}_8\text{O}$, να υπολογίσετε την τιμή της Tz (της προβολής του ισοτοπικού σπιν Τ στον άξονα-z και να προβλέψετε την τιμή T για τις στάθμες που φαίνονται στο σχήμα, ώστε η ολική κυματοσυνάρτηση για τις παραπάνω καταστάσεις να είναι αντισυμμετρική.

0^+

0^+

0^+



β) Ποιές κυματοσυναρτήσεις δυο νουκλεονίων θα μπορούσαν να αποδώσουν τη βασική κατάσταση 1^+ του $^{14}_{\text{N}}$ και ποιές την πρώτη διεγερμένη 0^+ ; Θεωρήστε τις περιπτώσεις κεντρικού και μη κεντρικού δυναμικού*.

γ) Ποιά είναι η φυσική σημασία της διατήρησης του ισοτοπικού σπιν Τ και της προβολής του Tz.

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

Θέμα 3^ο (20 μονάδες)

Τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα αντιστοιχούν σε πειραματικές μετρήσεις της ενέργειας E_j και της στροφορμής-ομοτιμίας J^π των πέντε πρώτων ενεργειακών σταθμών του πυρήνα ^{164}Er

E_j (MeV)	J^π
0	0^+
0.091	2^+
0.299	4^+
0.614	6^+
1.024	8^+

α) Θεωρώντας ότι οι στάθμες αυτές αντιστοιχούν σε περιστροφική κίνηση του πυρήνα, υπολογίστε τη μέση ροπή αδράνειας του ^{164}Er που προκύπτει από τις ενεργειακές αυτές στάθμες.

β) Θεωρήστε ότι ο πυρήνας ^{164}Er είναι ένα στερεό ελλειψοειδές εκ περιστροφής και η ροπή αδράνειας του δίνεται από τη σχέση $\Theta = 2/5 M R_\mu^2 (1 + 0.31\beta)$, όπου M η μάζα και R_μ η μέση ακτίνα του ίση με $1.3 \times A^{1/3}$ fm. Να υπολογίσετε την τιμή του συντελεστή παραμόρφωσης β .

Θέμα 4^ο (20 μονάδες)

α) Προτείνετε τις αναμενόμενες τιμές J^π για τη βασική κατάσταση των πυρήνων $^{16}_8\text{O}$, $^{7}_3\text{Li}$, $^{31}_{15}\text{P}$, σύμφωνα με το πρότυπο των φλοιών. Από ποιά κατανομή νουκλεονίων σθένους χαρακτηρίζονται;

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 δυο πιο ισχυρά φυσικά ραδιενέργεια ισότοπα που συμβάλλουν στη ραδιενέργεια περιβάλλοντος. Τι είδους ακτινοβολία εκπέμπουν;

δ) Εξηγείστε γιατί ο φυσικός κασσίτερος (Sn) με ατομικό αριθμό $Z=50$ έχει 10 σταθερά ισότοπα, τα περισσότερα στη φύση από κάθε άλλο στοιχείο.

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε MONO τα βιβλία Πυρηνικής Φυσικής του μαθήματος

Καλή Επιτυχία