

**Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών**  
**Εξέταση στο μάθημα του 8<sup>ου</sup> εξαμήνου**  
**Πυρηνική Φυσική και Εφαρμογές**

27/9/2006

Διδάσκουσα : Ρόζα Βλαστού-Ζάννη

Διάρκεια : 2.5 ώρες

**Θέμα 1<sup>ο</sup>**

α) Η μέτρηση ραδιενεργού πηγής  $^{121}\text{S}\text{i}$  με ανιχνευτικό σύστημα Ge, δίνει 1683 παλμούς σε 10min. Επανάληψη της ίδιας μέτρησης μετά από 24 ώρες με τον ίδιο ανιχνευτή και χρησιμοποιώντας την ίδια γεωμετρία, δίνει 914 παλμούς σε 10min. Αν το υπόβαθρο και στις δύο περιπτώσεις είναι αμελητέο, να υπολογίσετε το χρόνο ημιζωής του ραδιενεργού ισοτόπου  $^{121}\text{S}\text{i}$ .

β) Θεωρήστε ότι οι πευρήνες ενός ασταθούς ισοτόπου στοιχείου με χρόνο ημιζωής  $\tau$ , μπορούν να διασπασθούν με δυο τρόπους, με πιθανότητες  $\lambda_1$  και  $\lambda_2$ , αντίστοιχα. Αποδείξτε ότι ο ρυθμός διάσπασης ενός από τους δύο τρόπους εξαρτάται χρονικά από τη σταθερά διάσπασης  $\lambda = 1/\tau$  και όχι από τις  $\lambda_1$  ή  $\lambda_2$ .

**Θέμα 2<sup>ο</sup>**

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

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

γ) Εξηγείστε γιατί το ισότοπο  $^{140}_{58}\text{Ce}$  έχει μεγάλη αφθονία και αποτελεί το 89% του ολικού Δημητρίου στη φύση.

δ) Περιγράψτε σύντομα το «φαινόμενο του Οξυγόνου» που προκαλεί η πυρηνική ακτινοβολία στα έμβια όντα.

**Θέμα 3<sup>ο</sup>**

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

β) Προτείνετε τις αναμενόμενες τιμές  $J^\pi$  για τη βασική κατάσταση των ισοτόπων του οξυγόνου  $^{14}_7\text{N}$ ,  $^{15}_7\text{N}$  και  $^{17}_7\text{N}$  σύμφωνα με το πρότυπο των φλοιών. Από ποιά κατανομή νουκλεονίων σθένους χαρακτηρίζονται.

γ) Προτείνετε κάποιες πιθανές κατανομές των νουκλεονίων που περιγράφουν την πρώτη διεγερμένη στάθμη των ισοτόπων  $^{14}_7\text{N}$  και  $^{17}_7\text{N}$  που χαρακτηρίζονται από τιμές  $J^\pi 0^+$  και  $3/2^-$  αντίστοιχα, σύμφωνα με το πρότυπο των φλοιών.

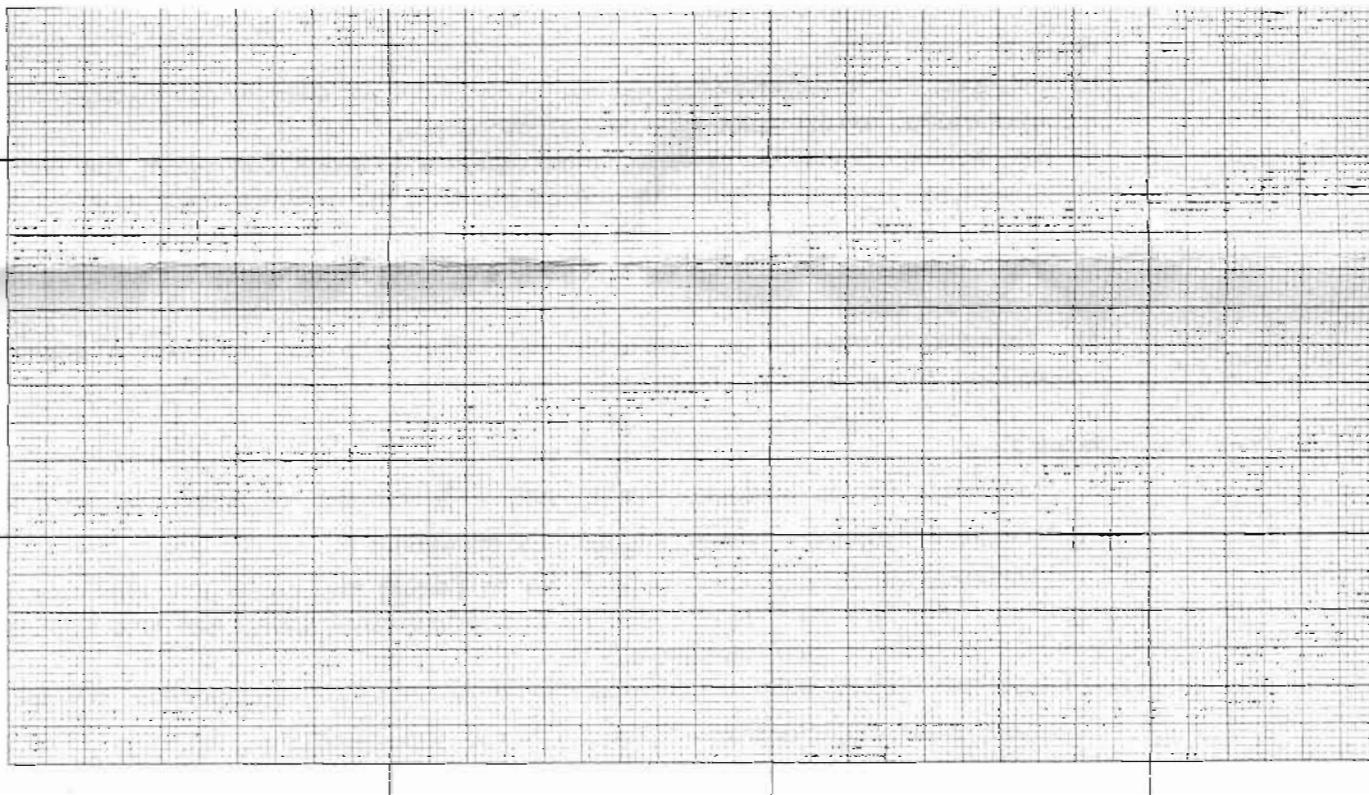
**Θέμα 4<sup>ο</sup>**

α) Ένα λεπτό φύλλο 100mg  $^{197}\text{Au}$  βομβαρδίζεται με δέσμη θερμικών νετρονίων και ανιχνεύονται οι ακτίνες-γ 412 keV που προέρχονται από την αντίδραση σύλληψης  $^{197}\text{Au}(n,\gamma)$  και αντιστοιχούν στο 95% των αποδιεγέρσεων του  $^{198}\text{Au}$ . α) Τι είδους ανιχνευτή θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε στο πείραμα αυτό και γιατί β) Αν η ροή της δέσμης νετρονίων είναι  $3.5 \times 10^7$  νετρόνια ανά cm<sup>2</sup> και ανά δευτερόλεπτο, ο δε ανιχνευτής έχει απόδοση 1% σ' αυτή την ενέργεια των ακτίνων-γ και καταμετρά 10 παλμούς ανά δευτερόλεπτο, να υπολογίσετε την ενεργό διατομή της αντίδρασης  $^{197}\text{Au}(n,\gamma)$ . γ) Πόσο χρόνο πρέπει να διαρκέσει η μέτρηση για να έχει ακρίβεια 1%.

### Θέμα 5<sup>ο</sup>

Τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα αντιστοιχούν σε πειραματικές μετρήσεις της ενέργειας ( $E_J$ ) και της στροφορμής ( $J^\pi$ ) των έξι πρώτων ενεργειακών σταθμών του πυρήνα  $^{164}\text{Er}$ . Θεωρώντας ότι οι στάθμες αυτές αντιστοιχούν σε περιστροφή του πυρήνα, υπολογίστε γραφικά την παράμετρο C που αποδίδει τη διαδοχή των ενεργειακών καταστάσεων σύμφωνα με τη σχέση  $E_J = CJ(J+1)$ . Υπολογίστε επίσης τη ροπή αδράνειας του  $^{164}\text{Er}$  και δείξτε ότι αποτελεί το ~45% της ροπής αδράνειας μιας συμπαγούς σφαίρας με ακτίνα  $1.25 \times A^{1/3}$  fm. Για τη γραφική παράσταση χρησιμοποιείστε το «μιλιμετρέ» χαρτί κάτω από τον πίνακα.

$E_J$ (MeV)	$J^\pi$
0	$0^+$
0.091	$2^+$
0.299	$4^+$
0.614	$6^+$
1.024	$8^+$
1.518	$10^+$



Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ΜΟΝΟ τα βιβλία Πυρηνικής Φυσικής του μαθήματος

Τα θέματα είναι ισοδύναμα και αναλογούν σε 2 μονάδες το καθένα.

Καλή Επιτυχία