

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

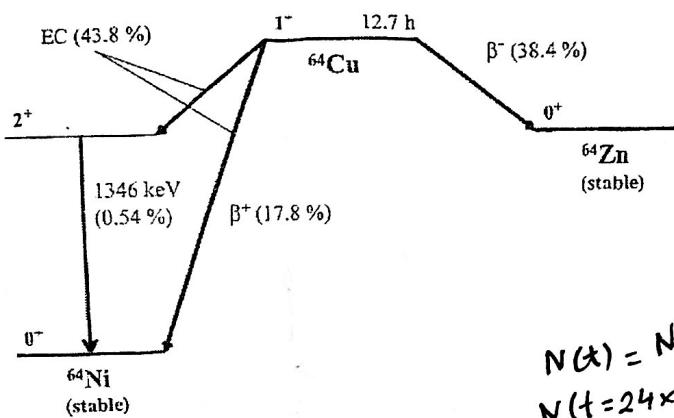
7/6/2016

Διδάσκουσα : Ρόζα Βλαστού-Ζάννη

Διάρκεια : 2.5 ώρες

### Θέμα 1<sup>ο</sup> (40 μονάδες)

Το ισότοπο  $^{64}\text{Cu}$ , 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.



$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$N(t=24 \times 60 \times 60) =$$

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

β) Για να παρασκευάσουμε  $^{64}\text{Cu}$ , χρησιμοποιούμε τη μέθοδο της σύλληψης θερμικών νετρονίων από  $^{63}\text{Cu}$  (σταθερό ισότοπο που αποτελεί το 69% του φυσικού Χαλκού). Εκτιμήστε πόσος χρόνος απαιτείται για να παράγουμε  $^{64}\text{Cu}$  ενεργότητας (ραδιενέργειας) 1GBq, ακτινοβολώντας 1g φυσικού Cu με δέσμη νετρονίων ροής  $10^{14}$  νετρόνια ανά  $\text{cm}^2$  και ανά sec. Η ενεργός διατομή της αντίδρασης σύλληψης νετρονίων στο  $^{63}\text{Cu}$  είναι  $10b$  και ο μέσος χρόνος ζωής του  $^{64}\text{Cu}$  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  $1^{1/2}$  διεγερμένης στάθμης του  $^{64}\text{Ni}$  προς την βασική ( $2^+ \rightarrow 0^+$ ), να εξετάστε ποιό είδος ηλεκτρομαγνητικής μετάπτωσης αναμένεται.

δ) Θεωρήστε ότι η διεγερμένη στάθμη  $2^+$  του  $^{64}\text{Ni}$  είναι περιστροφικής φύσης και υπολογίστε τη ροπή αδράνειας αυτού του πυρήνα.

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

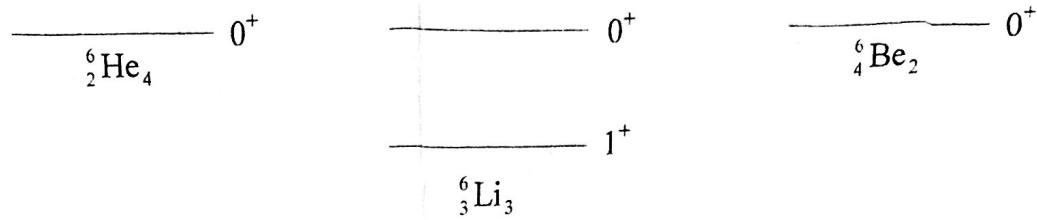
### Θέμα 2<sup>ο</sup> (30 μονάδες)

α) Ο  $^{13}_6\text{C}$  έχει δυο υψηλά διεγερμένες καταστάσεις με σπιν και ομοτιμία  $5/2^+$  και  $5/2^-$ . Ποιές πιθανές κατανομές νουκλεονίων θα μπορούσαν να περιγράψουν τις στάθμες αυτές.

β) Υπολογίστε την ενεργειακή διαφορά ΔΕ που δημιουργεί ο τελεστής  $\bar{l} \cdot \bar{S}$  στις εκφυλισμένες ενεργειακές στάθμες με κβαντικό αριθμό τροχιακής στροφορμής  $\bar{l}$ .

γ) Στους ισοβαρείς πυρήνες του παρακάτω σχήματος  $^6_3\text{Li}$ ,  $^6_2\text{He}$ ,  $^6_4\text{Be}$ , προτείνετε κατανομές νογκλεονίων που να δικαιολογούν τις τιμές  $J^\pi$  των καταστάσεων του σχήματος.

δ) Να υπολογίσετε την τιμή της Tz (της προβολής του ισοτοπικού σπιν T στον άξονα-z και να προβλέψετε την τιμή του ισοτοπικού σπιν T για τις στάθμες που φαίνονται στο σχήμα, ώστε η ολική κυματοσυνάρτηση για τις παραπάνω καταστάσεις να είναι αντισυμμετρική.



~~ε)~~ Ποιές κυματοσυναρτήσεις δυο νουκλεονίων θα μπορούσαν να αποδώσουν τη βασική κατάσταση  $1^+$  του  ${}^6_3\text{Li}$  και ποιές την πρώτη διεγερμένη  $0^+$ ; Θεωρήστε τις περιπτώσεις κεντρικού και μη κεντρικού δυναμικού.

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

### Θέμα 3º (30 μονάδες)

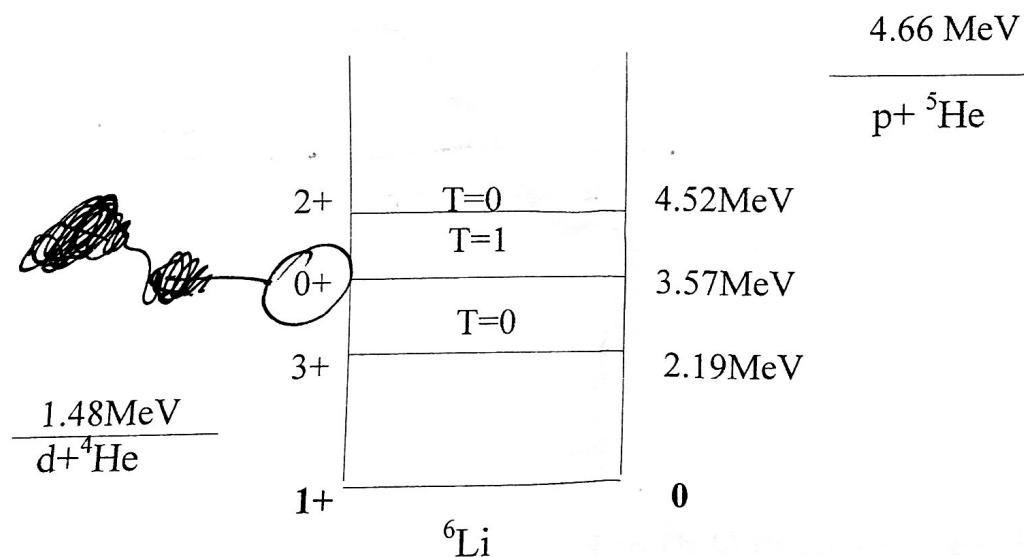
~~α)~~ Κατά την αντίδραση  $d + {}^4\text{He}$  ποιές από τις διεγερμένες στάθμες του  ${}^6\text{Li}$  μπορούν να παρατηρηθούν πειραματικά και ποιές όχι. Εξηγείστε γιατί. (Δίνεται ότι η τιμή του ισοτοπικού σπιν του  ${}^4\text{He}$  είναι 0).

~~β)~~ Ποιά είναι η ενέργεια κατωφλίου για την αποδιέγερση του  ${}^6\text{Li}$  στο κανάλι  $d + {}^4\text{He}$  και ποιά η ενέργεια διαχωρισμού του πρωτονίου.

γ) Στους ίσοβαρείς πυρήνες  ${}^6\text{He}$  και  ${}^6\text{Be}$ , ποιές από τις αντίστοιχες στάθμες του  ${}^6\text{Li}$ , αναμένεται να παρατηρηθούν και γιατί;

δ) Κατά την αντίδραση  $d + {}^4\text{He}$ , πόση ενέργεια (στο σύστημα κέντρου μάζας) απαιτείται για να παρατηρηθεί σε αντίδραση συντονισμού η στάθμη  $2^+$  του  ${}^6\text{Li}$ ;

~~ε)~~ Κατά την ελαστική σκέδαση  $d + {}^4\text{He}$ , παρατηρείται η στάθμη  $2^+$  του  ${}^6\text{Li}$  σαν συντονισμός συνολικού εύρους Γ. Θεωρήστε ότι η πιθανότητα για αποδιέγερση-γ της στάθμης είναι αμελητέα για να εκτιμήσετε την ενεργό διατομή στην ενέργεια συντονισμού.



~~γ)~~ Από την εμπειρία που αποκτήσατε στα Εργαστήρια Πυρηνικής Φυσικής, τι είδους υλικά θα χρησιμοποιούσατε για να θωρακίσετε τις ακτινοβολίες α, β και γ και γιατί; Ποιές στατιστικές κατανομές ακολουθούν οι πυρηνικές διασπάσεις;

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

**Καλή Επιτυχία**