

# ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2022-2023

## «ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης

2 Οκτωβρίου 2023

Να απαντηθούν και τα 4 θέματα

Διάρκεια Εξέτασης 3h

### **ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>**

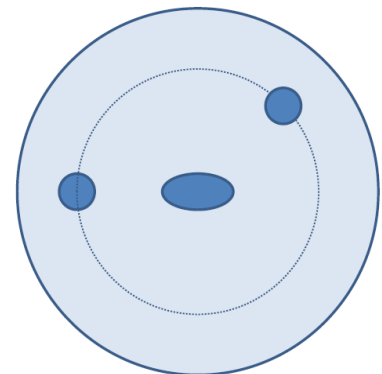
Για φορτισμένο σωματίο ενέργειας  $E$  που υπεισέρχεται σε υλικό

- (α) Τι εκφράζει η ποσότητα  $-dE/dx$  και από ποιες παραμέτρους του σωματίου και του υλικού εξαρτάται;
- (β) Να σχεδιαστεί η τυπική εξέλιξη της ποσότητας  $-dE/dx$  συναρτήσει της διαδρομής  $x$  (καμπύλη Bragg) και να εξηγηθεί η σημασία της στις ιατρικές εφαρμογές.
- (γ) Εάν για συγκεκριμένο φορτισμένο σωματίο ισχύει  $-dE/dx = aE^{-b}$ , όπου  $a$  και  $b$  θετικές σταθερές, να υπολογιστεί η συνολική διαδρομή που διανύει σωματίο αρχικής ενέργειας  $E_0$  στο εν λόγω υλικό μέχρι να σταματήσει.

### **ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>**

- (α) Κατευθυντήρας μολύβδου συσκευής  $\gamma$ -Camera αποτελείται από παράλληλες κυκλικές οπές ακτίνας  $R$ , οι οποίες απέχουν μεταξύ των απόσταση  $3R$ . Εάν το πάχος του κατευθυντήρα είναι  $D$ , πώς απεικονίζεται σημειακή ραδιενεργή πηγή που βρίσκεται σε απόσταση  $4D$  από την μετώπη του; Αγνοείστε φαινόμενα μερικής απορρόφησης ή Compton.
- (β) Σε ποζιτρονικό τομογράφο PET, ο κυκλικός ανιχνευτικός δακτύλιος αποτελείται από 36 τμήματα (σε κυκλικούς τομείς των  $10^\circ$ ) και οι οποίοι είναι αριθμημένοι από το 1 έως το 36. Καταγράφεται ένα γεγονός σε ταυτοχρονισμό με τρία φωτόνια στα τμήματα  $(\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3) = (15, 8, 30)$  όπου οι αντίστοιχες ενέργειες είναι  $(E_1, E_2, E_3) = (517, 120, 508)$  keV. Μπορεί να αξιοποιηθεί το γεγονός αυτό ως εξαΰλωση ποζιτρονίου και ποιά η πιθανότερη κατεύθυνση της ευθείας απόκρισης (Line of Response);

- (γ) Να αποδοθεί το αναμενόμενο ημιτονόγραμμα (sinogram) σε τομογραφία εκπομπής για γωνίες  $0^\circ < \phi < 360^\circ$  του ομοιώματος που απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα, εάν υποτεθεί πως οι σκιασμένες περιοχές αποτελούν ομοιόμορφη κατανομή ραδιοφαρμάκου.



### **ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>**

- (α) Ποιες διαφορές γνωρίζετε μεταξύ καθορισμένων και στοχαστικών βιολογικών αποτελεσμάτων της ιοντίζουσας ακτινοβολίας;
- (β) Αναφέρατε τα μεγέθη ή τους παράγοντες που επικαθορίζουν το βιολογικό αποτέλεσμα που θα εκδηλωθεί κατόπιν της έκθεσης σε ιοντίζουσα ακτινοβολία.
- 

### **ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>**

Σημειακή πηγή  $^{60}\text{Co}$  χρησιμοποιείται για να διαμορφωθεί παράλληλη δέσμη φωτονίων διαστάσεων  $5 \times 5 \text{ cm}^2$  που προσπίπτει σε ομοίωμα νερού. Μέγιστη δόση ίση με  $1 \text{ Gy}$  καταγράφεται σε βάθος νερού ίσο με  $0.5 \text{ cm}$ .

- (α) Εξηγήστε εν συντομία γιατί η δόση δεν είναι μέγιστη στην επιφάνεια του ομοιώματος.
- (β) Υπολογίστε το ποσοστό των φωτονίων που αλληλεπιδρά εντός  $0.5 \text{ cm}$  από την επιφάνεια του ομοιώματος, τόσο συνολικά, όσο και με κάθε επιμέρους μηχανισμό αλληλεπίδρασης.
- (γ) Εκτιμήστε τον αριθμό των φωτονίων που προσέπεσαν στην επιφάνεια του ομοιώματος.
- (δ) Σχολιάστε την ακρίβεια του αποτελέσματός σας στο προηγούμενο ερώτημα.

Το  $^{60}\text{Co}$  εκπέμπει ένα φωτόνιο ενέργειας  $1.173 \text{ MeV}$  και ένα φωτόνιο ενέργειας  $1.332 \text{ MeV}$  ανά διάσπαση.

Δίνονται:  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  και οι κάτωθι συντελεστές για το νερό.

E (MeV)	$\mu_{\text{ph}}/\rho$ ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )	$\mu_{\text{coh}}/\rho$ ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )	$\mu_{\text{incoh}}/\rho$ ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )	$\mu_{\text{en}}/\rho$ ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )
1.173	$0.263 \times 10^{-5}$	$0.409 \times 10^{-4}$	$0.652 \times 10^{-1}$	$0.301 \times 10^{-1}$
1.332	$0.208 \times 10^{-5}$	$0.317 \times 10^{-4}$	$0.611 \times 10^{-1}$	$0.292 \times 10^{-1}$