

ΠΤΥΧΙΑΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2023-2024

«ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης

19 Απριλίου 2024

Να απαντηθούν και τα 4 θέματα

Διάρκεια Εξέτασης 3h

**ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>**

(α) Δέσμη ακτινοβολίας φωτονίων προσπίπτει σε ανομοιογενές υλικό πάχους  $D$ , του οποίου ο γραμμικός συντελεστής απορρόφησης δίνεται από τη σχέση  $\mu(x) = \mu_0 \left(2 - \frac{x}{D}\right)$ . Να υπολογισθεί το πάχος ομογενούς υλικού με συντελεστή απορρόφησης  $\mu_0$ , το οποίο απορροφά ισοδύναμα με το προηγούμενο ανομοιογενές.

(β) Σωματίδιο  $\alpha$  αρχικής ενέργειας  $E_0 = 5.5$  MeV εκπέμπεται από σημειακή πηγή  $^{241}\text{Am}$  στον αέρα. Η αλληλεπίδρασή του με τα μόρια του αέρα προσεγγίζεται ικανοποιητικά από τη σχέση που δίνει την γραμμική ανασχετική ισχύ

$$S(E) = -dE/dx = aE^{-b} \text{ με } a=2.1 \text{ και } b=0.50,$$

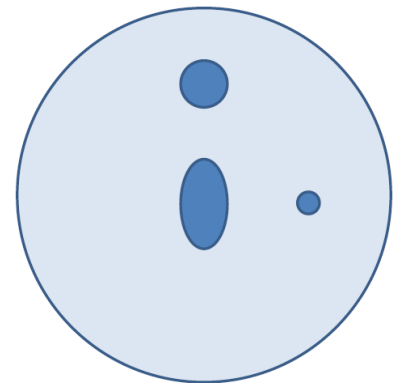
όταν η ενέργεια  $E$  μετράται σε MeV και η διαδρομή  $x$  σε cm. Να υπολογιστεί το απαιτούμενο πάχος του αέρα για να σταματήσει την ακτινοβολία αυτή.

**ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>**

(α) Υπολογίστε την γεωμετρική διαπερατότητα μολύβδινου κατευθυντήρα σε συσκευή  $\gamma$ -Camera με παράλληλες κυλινδρικές σπές διαμέτρου  $D$  και septum  $S$  ίσου με τη διάμετρο της σπής ( $D = S$ ).

(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  $(\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3) = (8, 26, 30)$  όπου οι αντίστοιχες ενέργειες είναι  $(E_1, E_2, E_3) = (509, 518, 256)$  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 υποθεθεί πως οι σκιασμένες περιοχές αποτελούν ομοιόμορφη κατανομή ραδιοφαρμάκου.



### **ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>**

Λεπτή δέσμη  $10^{20}$  φωτονίων ενέργειας 6 MeV προσπίπτει κάθετα σε θωράκιση Μολύβδου ( $\rho=11.3 \text{ g/cm}^3$ ) πάχους 12 mm.

(α) Πόσες αλληλεπιδράσεις κάθε είδους (coh: σύμφωνη σκέδαση, photo: φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, incoh: σκέδαση Compton, pp: δίδυμη γένεση) θα συμβούν;

(β) Πόση ενέργεια αφαιρείται συνολικά από την αρχική δέσμη, λόγω των παραπάνω αλληλεπιδράσεων;

(γ) Πόση ενέργεια μεταφέρεται σε φορτισμένα σωματίδια συνολικά, και πόση από κάθε είδος αλληλεπίδρασης;

(δ) Πόση ενέργεια απορροφάται συνολικά από το Μόλυβδο;

(ε) Αιτιολογήστε εν συντομία τις διαφορές στα αποτελέσματα των ερωτημάτων β-δ.

Δίνονται για τον Μόλυβδο και ενέργεια φωτονίων 6 MeV οι εξής μαζικοί συντελεστές σε μονάδες  $\text{cm}^2/\text{g}$ :

$$\mu_{\text{coh}}/\rho = 5.81\text{E-}05$$

$$\mu_{\text{photo}}/\rho = 9.77\text{E-}04$$

$$\mu_{\text{incoh}}/\rho = 1.75\text{E-}02$$

$$\mu_{\text{pp}}/\rho = 2.49\text{E-}02$$

$$\mu_{\text{total}}/\rho = 4.36\text{E-}02$$

$$\mu_{\text{transfer}}/\rho = 3.31\text{E-}02$$

$$\mu_{\text{en}}/\rho = 2.72\text{E-}02$$

---

### **ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>**

(α) Αναφέρατε τις βασικές διαφορές μεταξύ των καθορισμένων και των στοχαστικών βιολογικών αποτελεσμάτων της έκθεσης σε ιοντίζουσα ακτινοβολία.

(β) Υπολογίστε τον δια βίου κίνδυνο του στοχαστικού αποτελέσματος της εμφάνισης συμπαγούς καρκινικού όγκου για άνδρα επαγγελματικά εκτιθέμενο σε ιοντίζουσα ακτινοβολία φωτονίων, ο οποίος δέχεται ετησίως δόση ίση με το θεσπισμένο ετήσιο όριο δόσης. Αναφέρατε τυχόν παραδοχές στους υπολογισμούς σας.

(γ) Συγκρίνετε το παραπάνω αποτέλεσμα με τον αντίστοιχο ονομαστικό δια βίου κίνδυνο εμφάνισης συμπαγούς καρκινικού όγκου. Πως δικαιολογείται ο επιπλέον κίνδυνος βάσει του διεθνούς συστήματος ακτινοπροστασίας; Ποια αρχή του διεθνούς συστήματος ακτινοπροστασίας μπορεί να εφαρμοστεί για τον περαιτέρω περιορισμό του κινδύνου;