

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΕΑΡΙΝΟΥ ΕΞΑΜΗΝΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2022-2023

«ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης

21 Ιουνίου 2023

Να απαντηθούν και τα 4 θέματα

Διάρκεια Εξέτασης 3h

ΘΕΜΑ 1^ο

(α) Η κατά Compton ενέργεια σκεδαζόμενου φωτονίου σε γωνία θ δίνεται από τη σχέση:

$$E(\theta) = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{m_e c^2} (1 - \cos\theta)}$$

Να υπολογιστεί η οριακή ενέργεια οπισθοσκεδαζόμενου φωτονίου για πολύ μεγάλες αρχικές ενέργειες φωτονίου ($E_0 \rightarrow \infty$).

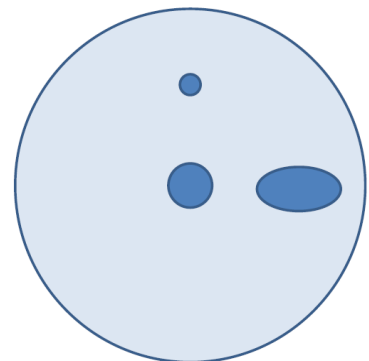
(β) Στενή δέσμη ακτινοβολίας φωτονίων προσπίπτει σε ανομοιογενές υλικό πάχους D , του οποίου ο γραμμικός συντελεστής απορρόφησης δίνεται από τη σχέση $\mu(x) = \left(1 + \frac{x}{D}\right) \mu_0$. Πόσο πρέπει να είναι το πάχος άλλου, ομογενούς σώματος, με συντελεστή γραμμικής απορρόφησης μ_0 ώστε να επιφέρει την ίδια απορρόφηση στην ακτινοβολία αυτή;

ΘΕΜΑ 2^ο

(α) Υπολογίστε την γεωμετρική διαπερατότητα ιδανικού κατευθυντήρα μολύβδου, ο οποίος έχει σχήμα παραλληλεπίπεδου και αποτελείται από παράλληλες τετραγωνικές σπές πλευράς D , όταν η διαχωριστική απόσταση S (septum) είναι $S = D/4$.

(β) Σε ποζιτρονικό τομογράφο PET, ο κυκλικός ανιχνευτικός δακτύλιος αποτελείται από 36 τμήματα (σε κυκλικούς τομείς των 10°) και οι οποίοι είναι αριθμημένοι από το 1 έως το 36. Καταγράφεται ένα γεγονός σε ταυτοχρονισμό με τρία φωτόνια στα τμήματα $(\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3) = (3, 20, 22)$ όπου οι αντίστοιχες ενέργειες είναι $(E_1, E_2, E_3) = (508, 120, 520)$ keV. Μπορεί να αξιοποιηθεί το γεγονός αυτό ως εξαύλωση 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^ο

(α) Σημειώστε ως Σωστή (Σ) ή Λάθος (Λ) κάθε μια από τις προτάσεις στις παρακάτω ερωτήσεις:

- I. Τα καθορισμένα βιολογικά αποτελέσματα της έκθεσης σε ιοντίζουσα ακτινοβολία:
 1. Δεν εμφανίζονται για δόση ιστού χαμηλότερη από 5 Gy
 2. Εμφανίζονται μερικές ώρες μετά την ακτινοβόληση
 3. Οφείλονται σε θάνατο σημαντικού αριθμού κυττάρων ενός ιστού
 4. Χαρακτηρίζονται από αμελητέα πιθανότητα εμφάνισης για δόση μικρότερη ενός κατωφλίου που συναρτάται του είδους του ιστού και του ρυθμού δόσης
 5. Έχουν κλινική βαρύτητα ανεξάρτητη της δόσης εφόσον εμφανιστούν
 6. Έχουν μηδενική πιθανότητα εμφάνισης για επαγγελματικά εκτιθέμενους που δεν υπερβαίνουν τα θεσπισμένα ετήσια όρια δόσης
- II. Τα στοχαστικά βιολογικά αποτελέσματα της έκθεσης σε ιοντίζουσα ακτινοβολία:
 1. Οφείλονται σε κυτταρικές μεταλλάξεις
 2. Δεν εμφανίζουν κατώφλι δόσης
 3. Χαρακτηρίζονται από πιθανότητα εμφάνισης που θεωρείται απευθείας ανάλογη της δόσης
 4. Είναι λιγότερο πιθανά στην περιοχή χαμηλών δόσεων και χαμηλού ρυθμού δόσης από ότι σε αυτή υψηλών δόσεων και υψηλού ρυθμού δόσης
 5. Έχουν κλινική βαρύτητα ανεξάρτητη της δόσης, εφόσον εμφανιστούν
 6. Εμφανίζονται έτη μετά την ακτινοβόληση
 7. Έχουν μηδενική πιθανότητα εμφάνισης για επαγγελματικά εκτιθέμενους που δεν υπερβαίνουν τα θεσπισμένα ετήσια όρια δόσης
 8. Χαρακτηρίζονται από πιθανότητα εμφάνισης που εξαρτάται από το φύλλο, την ηλικία κατά τη στιγμή της ακτινοβόλησης, και την τρέχουσα ηλικία του ατόμου

(β) Ένα τυπικό σχήμα ακτινοθεραπείας καρκίνου του δέρματος ($\alpha/\beta = 10$) περιλαμβάνει τη χορήγηση $n_1 = 23$ κλασμάτων δόσης $d_1 = 2,5$ Gy. Αν το κλάσμα επιβίωσης, S , των καρκινικών κυττάρων περιγράφεται από το γραμμικό-τετραγωνικό μοντέλο: $S = \exp(-\alpha d - \beta d^2)$, υπολογίστε τον αριθμό κλασμάτων, n_2 , δόσης $d_2 = 3$ Gy για την επίτευξη του ίδιου θεραπευτικού αποτελέσματος από απόψεως βιολογικά ενεργού δόσης: $BED = -\ln S / \alpha$. Ποιους παράγοντες δεν λαμβάνει υπόψη ο παραπάνω υπολογισμός;

ΘΕΜΑ 4^ο

Λεπτή παράλληλη δέσμη διατομής 10 mm^2 που αποτελείται από 10^4 φωτόνια ενέργειας 10 MeV, προσπίπτει κάθετα στην (μεγάλων διαστάσεων) επιφάνεια τεμαχίου Άνθρακα πάχους 20 cm. Για το στρώμα Άνθρακα πάχους 1 mm που βρίσκεται σε βάθος 10 cm στην διεύθυνση της δέσμης:

- (α) Να υπολογιστεί το Terma, T (η ενέργεια που αφαιρείται από τη δέσμη ανά μονάδα μάζας υλικού)
- (β) Να υπολογιστεί το Kerma, K (η ενέργεια που μεταφέρεται σε φορτισμένα σωματίδια ανά μονάδα μάζας υλικού)
- (γ) Να υπολογιστεί το collisional Kerma, K_{col} (το Kerma που είναι διαθέσιμο για απορρόφηση)
- (δ) Να εξηγήσετε που οφείλεται η διαφορά $T - K$ και $K - K_{col}$.
- (ε) Ποιο από τα παραπάνω μεγέθη αποτελεί προσέγγιση της απορροφούμενης δόσης; Υπό ποιες προϋποθέσεις;

Δίνονται: $\rho_C = 2250 \text{ kg/m}^3$, $(\mu/\rho)_C = 0.196 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{kg}$, $(\mu_{tr}/\rho)_C = 0.143 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{kg}$, $(\mu_{en}/\rho)_C = 0.138 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{kg}$.