

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΕΑΡΙΝΟΥ ΕΞΑΜΗΝΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2025-2026

«ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης

28 Μαΐου 2026

Να απαντηθούν και τα 4 ισοδύναμα θέματα

Διάρκεια Εξέτασης 3h

ΘΕΜΑ 1^ο

(α) Λεπτή δέσμη ακτινοβολίας φωτονίων προσπίπτει σε ανομοιογενές υλικό πάχους D , του οποίου ο γραμμικός συντελεστής απορρόφησης δίνεται από τη σχέση $\mu(x) = \mu_0^x/\lambda$, όπου λ θετική σταθερά. Να υπολογισθεί το λ εάν γνωρίζουμε πως το υλικό αυτό απορροφά ισοδύναμα με άλλο ομογενές υλικό ίδιου πάχους D και συντελεστή απορρόφησης μ_0 .

(β) Με βάση την εξάρτηση από το φορτίο z και την ταχύτητα v της κατά Bethe γραμμικής ανασχετικής ισχύος $S(E) = -\frac{dE}{dx} \approx \frac{z^2}{v^2}$, να εκτιμήσετε την εμβέλεια δέσμης φορτισμένων σωματιδίων εισερχόμενων με αρχική ενέργεια E_0 σε συγκεκριμένο, ομογενές υλικό. Με βάση το αποτέλεσμα αυτό, να υπολογίσετε (μη σχετικιστικά) το λόγο ενεργειών πρωτονίων και άνθρακα ^{12}C που παρουσιάζουν την ίδια εμβέλεια, στο ίδιο υλικό.

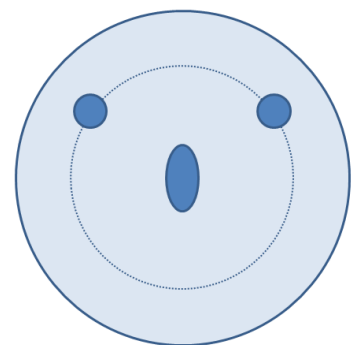
ΘΕΜΑ 2^ο

(α) Με βάση τον αλγόριθμο κέντρου βάρους φορτίων (Anger), να προσδιορίσετε τη θέση προσπίπτοντος φωτονίου κατά μήκος άξονα σπινθηριστή, όταν το ανοδικό πλέγμα οπτικά συζευγμένου χωρικά ευαίσθητου φωτοπολλαπλασιαστή δίνει σήματα φορτίου σε $N=5$ ισαπέχοντα σημεία:

$$Q_i = (1 \ 5 \ 3 \ 1 \ 0), \quad i \in \{1, 2, \dots, N = 5\}.$$

(β) Μολύβδινος κατευθυντήρας σε συσκευή γ -Camera έχει παράλληλες τετραγωνικές οπές πλευράς D και septum $S = D/2$. Εάν ο κατευθυντήρας αυτός αντικατασταθεί με άλλον, ίδιου πάχους αλλά με κυκλικές οπές διαμέτρου D , πόσο πρέπει τότε να γίνει το septum ώστε να παρουσιάζει ιδανικά την ίδια γεωμετρική διαπερατότητα;

(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°

(α) Ποιο είναι το δυσμενέστερο σενάριο έκθεσης σε ιοντίζουσα ακτινοβολία από απόψεως βιολογικών αποτελεσμάτων σε κάθε μια από τις παρακάτω περιπτώσεις (όσες παράμετροι τις έκθεσης δεν αναφέρονται είναι οι ίδιες σε κάθε περίπτωση):

- (1) i) 2 Gy στο πνευμονικό επιθήλιο από ακτίνες x ή ii) 2 Gy στο πνευμονικό επιθήλιο από σωμάτια α;
- (2) i) 1.5 Sv στο δέρμα από ακτίνες x ή ii) 1 Sv στο δέρμα από σωμάτια α;
- (3) 4 Sv i) εφάπαξ ή ii) σε 4 ίσα κλάσματα;
- (4) 1 Gy σε κύτταρα i) στη φάση της σύνθεσης ή ii) στη φάση της μίτωσης;
- (5) 4 Gy σε i) βλαστικά κύτταρα της επιδερμίδας ή ii) σε νευρικά κύτταρα;
- (6) 0.02 Sv σε άτομο ηλικίας i) 10 ετών ή ii) 30 ετών;
- (7) 0.1 Sv σε i) άνδρα ή ii) γυναίκα;

(β) Στατιστικά δεδομένα δείχνουν ότι εάν η εφάπαξ δόση στο δέρμα υπερβεί τα 10 Gy παρατηρείται μετακινική τηλαγγειεκτασία (μόνιμη διαστολή των περιφερικών αγγείων του δέρματος). Ένα κλασσικό σχήμα ακτινοθεραπείας του δέρματος περιλαμβάνει $n=22$ κλάσματα των $d=2.5$ Gy.

Μετά από ποιο κλάσμα θεραπείας υφίσταται πιθανότητα εμφάνισης τηλαγγειεκτασίας, και πόσο ακριβές είναι το αποτέλεσμα του υπολογισμού σας; (ποιους παράγοντες δεν λαμβάνετε υπόψη;)

Υποθέστε $\alpha/\beta = 10$ Gy, και δίνονται οι ακόλουθοι ορισμοί. Ποσοστό κυτταρικής επιβίωσης κατόπιν εφάπαξ ακτινοβολήσης με δόση d σύμφωνα με το γραμμικό-τετραγωνικό μοντέλο: $S = \exp(-\alpha d - \beta d^2)$. Βιολογικά ενεργός δόση: $BED = -\ln S / \alpha$.

ΘΕΜΑ 4°

(α) Υπό ποιες συνθήκες μπορούμε να υποθέσουμε ότι το KERMA ισούται με τη δόση; Αναφέρατε περιπτώσεις στις οποίες δεν υφίστανται οι συνθήκες αυτές.

(β) Αναφέρατε επιγραμματικά σε τι διαφέρουν η απόλυτη δοσιμετρία, η δοσιμετρία αναφοράς, και η σχετική δοσιμετρία.

(γ) Μονοενεργειακή δέσμη φωτονίων προσπίπτει σε ομοίωμα νερού πάχους 20 cm. Εκτιμήστε τον λόγο της δόσης στο ομοίωμα, D_1/D_2 , για ενέργειες δέσμης $E_1=30$ keV και $E_2=100$ keV, αν οι δύο δέσμες έχουν ίδια ένταση πρωτογενούς ακτινοβολίας στην έξοδο από το ομοίωμα.

Δίνονται: για την E_1 : $\mu_1/\rho = 3.756 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{g}$ και $\mu_{en1}/\rho = 1.557 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{g}$,
και για την E_2 : $\mu_2/\rho = 1.707 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{g}$ και $\mu_{en2}/\rho = 2.546 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$.