

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2023-2024

«ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης

30 Σεπτεμβρίου 2024

Να απαντηθούν και τα 4 ισοδύναμα θέματα

Διάρκεια Εξέτασης 3h

ΘΕΜΑ 1^ο

(α) Για φορτισμένο σωματίο ενέργειας E που υπεισέρχεται σε υλικό να σχεδιαστεί η τυπική εξέλιξη της ποσότητας $-dE/dx$ συναρτήσει της διαδρομής x (καμπύλη Bragg) και να εξηγηθεί η σημασία της στις ιατρικές εφαρμογές. Τι παριστάνει το εμβαδόν της καμπύλης αυτής στο εν λόγω γράφημα και γιατί;

(β) Πυρήνας ${}^4\text{He}$ (σωματίδιο α) αρχικής ενέργειας $E_0 = 5.5 \text{ MeV}$ εκπέμπεται από σημειακή ραδιενεργό 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

$$S(E) = -\frac{dE}{dx} = \frac{\lambda}{\sqrt{E}}$$

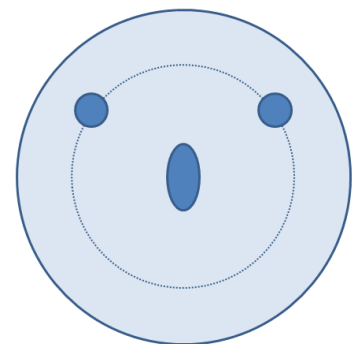
όταν η ενέργεια E μετράται σε MeV και η διαδρομή x σε cm. Να υπολογιστεί ο συντελεστής λ , εάν γνωρίζουμε πως 4cm αέρα είναι ικανά να σταματήσουν την ακτινοβολία αυτή.

ΘΕΜΑ 2^ο

(α) Κατευθυντήρας μολύβδου συσκευής γ -Camera αποτελείται από παράλληλες ισόπλευρες τριγωνικές οπές πλευράς D , οι οποίες απέχουν μεταξύ των απόσταση D . Υπολογίστε την γεωμετρική διαπερατότητα του κατευθυντήρα αυτού, θεωρώντας τον ιδανικό.

(β) Αναφέρετε σχεδιαστικά δύο γεγονότα καταγραφής σε ποζιτρονικό τομογράφο PET, τα οποία οδηγούν σε εσφαλμένη εκτίμηση της ευθείας απόκρισης (Line of Response, LoR), τεκμηριώνοντας αρκούντως την απάντησή σας.

(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^ο

(α) Σύμφωνα με το Linear-Quadratic μοντέλο, το κλάσμα επιβίωσης ενός πληθυσμού κυττάρων συναρτήσει της χορηγηθείσας δόσης ιοντίζουσας ακτινοβολίας δίνεται ως: $N/N_0 = \exp(-\alpha D - \beta D^2)$.

Αν δεδομένο είδος κυττάρων χαρακτηρίζεται από $\alpha/\beta = 3 \text{ Gy}$ με $\alpha = 0,2 \text{ Gy}^{-1}$, υπολογίστε το κλάσμα επιβίωσης για δόση $D = 8 \text{ Gy}$ που θα χορηγηθεί εφάπαξ και το αντίστοιχο κλάσμα επιβίωσης αν η ίδια δόση χορηγηθεί σε δύο ίσα μέρη.

Που οφείλεται η διαφορά;

(β) Ποια η διαφορά των μεγεθών ισοδύναμη δόση και ενεργός δόση;

Σε ποιο εκ των δύο μεγεθών εκφράζονται τα όρια δόσης για λόγους ακτινοπροστασίας;

(γ) Εξηγήστε γιατί τα όρια δόσης επαγγελματικά απασχολούμενων με ιοντίζουσες ακτινοβολίες είναι μεγαλύτερα των αντίστοιχων για το γενικό πληθυσμό.

ΘΕΜΑ 4^ο

(α) Υπολογίστε την δόση στον αέρα από παράλληλη δέσμη φωτονίων ενέργειας 1 MeV και ροής $\Phi_0 = 10^9 \text{ cm}^{-2}$.

(β) Ποιο είναι το πάχος μολύβδου που θα πρέπει να παρεμβληθεί στη δέσμη ώστε η δόση στον αέρα να γίνει 1.116 mGy ;

(γ) Υπολογίστε τον αριθμό αλληλεπιδράσεων κάθε είδους που θα συμβούν ανά μονάδα επιφάνειας, στην θωράκιση μολύβδου του προηγούμενου ερωτήματος.

Αναφέρατε τυχόν παραδοχές που κάνετε στους υπολογισμούς σας για κάθε ερώτημα.

(Δίνονται: $\rho_{\text{Pb}} = 11.34 \text{ g cm}^{-3}$, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, καθώς και οι εξής συντελεστές για ενέργεια φωτονίων 1 MeV : $\mu_{\text{en}}/\rho_{\text{air}} = 2.79 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, $\mu/\rho_{\text{Pb}} = 7.10 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, $\mu/\rho_{\text{Pb,phot.}} = 1.81 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, $\mu/\rho_{\text{Pb,incoh.}} = 4.99 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, $\mu/\rho_{\text{Pb,coh.}} = 2.99 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$)