

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΕΠΙ ΠΤΥΧΙΩ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2024-2025

«ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης

4 Απριλίου 2025

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 $\mu(x) = \mu_0 \left(\lambda + \frac{x}{D} \right)$, όπου λ θετική σταθερά. Να υπολογισθεί το λ , εάν είναι γνωστό πως ομογενές υλικό με συντελεστή απορρόφησης μ_0 και πάχος $3D$ απορροφά ισοδύναμα με το προηγούμενο ανομοιογενές.

(β) Να εξεταστεί εάν φορτισμένο σωματίδιο αρχικής ενέργειας $E_0 = 5 \text{ MeV}$ μπορεί να διέλθει από υλικό πάχους 4 cm , εάν η αλληλεπίδρασή του με το υλικό αυτό προσεγγίζεται ικανοποιητικά από τη γραμμική ανασχετική ισχύ που δίνεται από τη σχέση

$$S(E) = -dE/dx = 2 \text{ E}^{-1},$$

όταν η ενέργεια E μετράται σε MeV και η διαδρομή x σε cm .

- Στην περίπτωση που διέρχεται, να υπολογιστεί η εναπομένουσα ενέργεια του σωματιδίου.

- Στην περίπτωση που δεν διέρχεται, να βρεθεί η διαδρομή (εμβέλεια) R που διανύει εντός του υλικού.

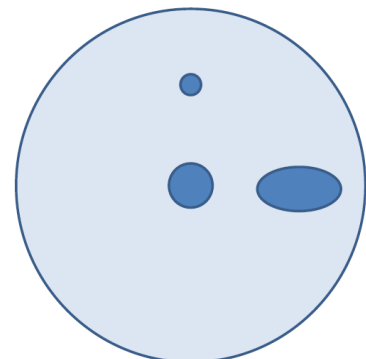
ΘΕΜΑ 2^ο

(α) Κατευθυντήρας πάχους $T=4 \text{ cm}$ αποτελείται από κυλινδρικές οπές διαμέτρου $D=2 \text{ mm}$. Να υπολογισθεί το όριο R της γεωμετρικής απεικόνισης σημειακής πηγής φωτονίων (Point Spread Function) σε απόσταση $F=6 \text{ cm}$ από τη μετώπη του, θεωρώντας πως ο κατευθυντήρας αυτός είναι ιδανικός.

(β) Ποιος από τους παρακάτω ποζιτρονικούς ιχνηθέτες στην τομογραφία PET δίνει την καλύτερη ευκρίνεια θέσης και γιατί; Θεωρείστε ίδιες συνθήκες περιβάλλοντος ιστού και απόδοσης της συσκευής.

^{11}C	^{15}O	^{18}F	^{82}Rb
$E(\beta^+)_{\max} = 970 \text{ keV}$	$E(\beta^+)_{\max} = 1720 \text{ keV}$	$E(\beta^+)_{\max} = 635 \text{ keV}$	$E(\beta^+)_{\max} = 3180 \text{ keV}$

(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) Εξηγήστε, εν συντομία ή/και σχηματικά, τις κυριότερες διαφορές ανάμεσα στα στοχαστικά και καθορισμένα βιολογικά αποτελέσματα ιοντίζουσών ακτινοβολιών στον άνθρωπο. Δώστε από ένα παράδειγμα.

(β) Μετά από ραδιομόλυνση, ένας εργαζόμενος απορρόφησε δόση 18 mGy από την έκθεσή του σε ιοντίζουσα ακτινοβολία φωτονίων, ολοσωματικά και ομοιόμορφα. Υπολογίστε την ενεργό δόση και εκτιμήστε αν αναμένεται να εμφανιστούν καθορισμένα βιολογικά αποτελέσματα από την συγκεκριμένη ραδιομόλυνση.

ΘΕΜΑ 4^ο

Μονοενεργειακή παράλληλη δέσμη φωτονίων διατομής $5 \times 5 \text{ mm}^2$ φέρει σταθερό ρυθμό φωτονίων 8×10^6 φωτόνια/s ενέργειας 1.25 MeV το καθένα, και προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια μεγάλου όγκου νερού. Σε βάθος ίσο με δύο πάχη υποδιπλασιασμού και πάνω στον κεντρικό άξονα της δέσμης, να βρεθούν:

(α) ο ρυθμός ενεργειακής ροής της πρωτογενούς δέσμης ακτινοβολίας

(β) ο ρυθμός δόσης στο νερό. Υπό ποιες προϋποθέσεις ισχύει ο υπολογισμός σας;

(γ) η ισοδύναμη δόση μετά από μία ώρα ακτινοβολίας.

Δίνεται ο συντελεστής επαύξησης δόσης (dose buildup factor) στο σημείο ενδιαφέροντος: $B_D = 1,1$.

Χρησιμοποιήστε όποια από τα παρακάτω δεδομένα σας είναι απαραίτητα.

Σταθερές και συντελεστές

Φορτίο ηλεκτρονίου	$1e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ Cb}$
Έκθεση μετρούμενη σε Roentgen	$1R = 2,58 \times 10^{-4} \text{ Cb/kg}$
Πυκνότητα αέρα	$\rho = 1,205 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$
Πυκνότητα νερού	$\rho = 1 \text{ g/cm}^3$
Μαζικός συντελεστής εξασθένησης νερού για ενέργεια φωτονίου 1,25MeV	$\mu/\rho = 6,323 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$
Μαζικός συντελεστής απορρόφησης νερού για ενέργεια φωτονίου 1,25MeV	$\mu_{\text{en}}/\rho = 2,965 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$

Συντελεστές στάθμισης ακτινοβολίας w_R

Είδος ακτινοβολίας	Συντελεστής στάθμισης ακτινοβολίας w_R
Φωτόνια	1
Ηλεκτρόνια	1
Πρωτόνια	2
Σωματία α	20
Νετρόνια	5 – 20

Συντελεστές στάθμισης ιστού, w_T , κατά ICRP 103

Ιστός	Συντελεστής στάθμισης ιστού w_T (ανά ιστό)
Μυελός των οστών, κόλον, πνεύμονες, στομάχι, μαστός, εναπομείναντες ιστοί*	0,12
Γονάδες	0,08
Ουροδόχος κύστη, οισοφάγος, ήπαρ, θυρεοειδής	0,04
Επιφάνεια οστών, εγκέφαλος, σιελογόνοι αδένες, δέρμα	0,01

*Εναπομείναντες ιστοί: επινεφρίδια, εξωθωρακική περιοχή, χοληδόχος, καρδιά, νεφροί, λεμφικοί αδένες, μύες, επιθήλιο στόματος, πάγκρεας, προστάτης, λεπτό έντερο, σπλήνας, θύμος αδένας, μήτρα/τράχηλος