

ΠΤΥΧΙΑΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2018-2019
«ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης
18-MΑΡΤΙΟΥ-2019

ΘΕΜΑ 1^ο

(α) Ποιος ο νόμος απορρόφησης μονοχρωματικής ακτινοβολίας X από υλικό με γραμμικό συντελεστή εξασθένησης μ ; Πόσο πάχος υλικού απαιτείται για τον υπο-δεκαπλασιασμό της αρχικής έντασης;

(β) Να αποδοθεί σχηματικά η τυπική εξέλιξη της ποσότητας $-dE/dx$ συναρτήσει της διαδρομής x μέσα σε υλικό σταθερής σύστασης (καμπύλη Bragg) και να εξηγηθεί η σημασία της στις ιατρικές εφαρμογές.

(γ) Να υπολογιστεί η συνολική διαδρομή R φορτισμένου σωματιδίου αρχικής ενέργειας E_0 σε υλικό συναρτήσει της γραμμικής ανασχετικής ισχύος $S(E) = -dE/dx$ μέχρις εξαντλήσεως όλης της ενέργειάς του. Εάν η αλληλεπίδραση προσεγγίζεται ικανοποιητικά από την σχέση

$$S(E) = -dE/dx = aE^{-b}$$

πόσο είναι το απαιτούμενο πάχος του υλικού για να σταματήσει την ακτινοβολία αυτή; Πώς μεταβάλλεται το πάχος αυτό εάν η ενέργεια του φορτισμένου σωματιδίου τετραπλασιασθεί;

ΘΕΜΑ 2^ο

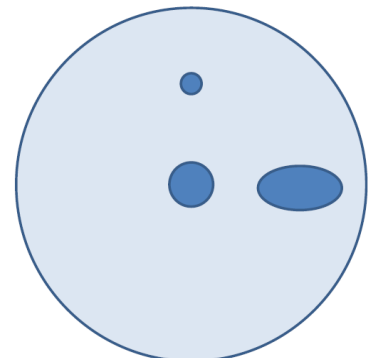
(α) Σε στοχευμένη τομογραφική απεικόνιση τύπου PET χρησιμοποιούνται τα παρακάτω β^+ ραδιενεργά ισότοπα:

^{18}F	^{15}O
$E(\beta^+)_{\max} = 635 \text{ keV}$	$E(\beta^+)_{\max} = 1720 \text{ keV}$

Σε ποια περίπτωση αναμένεται ο καλύτερος προσδιορισμός θέσης με την ίδια απεικονιστική συσκευή και γιατί;

(β) Σε συσκευή γ -Camera ο μολύβδινος κατευθυντήρας παραλλήλων κυλινδρικών οπών έχει διάμετρο οπής D ίση με το septum S ($D = S$). Πώς αλλάζει η γεωμετρική διαπερατότητα του κατευθυντήρα εάν ο αριθμός των οπών παραμείνει ο ίδιος και η διάμετρος της οπής γίνει διπλάσια του septum ($D = 2S$);

(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

Επίπεδη-παράλληλη δέσμη 10^{12} φωτονίων/s προσπίπτει κάθετα σε υλικό πάχους 0,02 m και πυκνότητας $\rho=11,3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$. Αν τα φωτόνια της δέσμης αλληλεπιδρούν με το υλικό με τρεις μηχανισμούς στους οποίους αντιστοιχούν οι μαζικοί συντελεστές: $\mu/\rho= 1 \times 10^{-3}$, 3×10^{-4} , και $1 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{kg}$, υπολογίστε:

- (α) τον αριθμό των πρωτογενών φωτονίων που θα διέλθουν του υλικού σε 1 min
 - (β) πόσες αλληλεπιδράσεις λαμβάνουν χώρα με κάθε μηχανισμό στον χρόνο αυτό.
-

ΘΕΜΑ 4^ο

Θάλαμος ιονισμού κλειστού τύπου που φέρει κοιλότητα αέρα όγκου 1 cm^3 χρησιμοποιείται για τη δοσιμετρία δέσμης ακτίνων Χ. Ο θάλαμος τοποθετείται στο κέντρο της δέσμης σε απόσταση 20 cm από την εστία. Υποθέστε ότι τα τοιχώματα του θαλάμου είναι ισοδύναμα αέρα και πάχους κατάλληλου για την επίτευξη ηλεκτρονικής ισορροπίας για την ποιότητα της δέσμης.

- (α) Αν ηλεκτρόμετρο συνδεδεμένο στο θάλαμο δίνει μέτρηση φορτίου 50 nC, ποια είναι η δόση στον αέρα σε μονάδες cGy;
- (β) Ποια θα είναι η δόση στον αέρα σε απόσταση 50 cm από την εστία υπό την παραδοχή αμελητέας εξασθένισης;
- (γ) Ποια θα είναι η δόση στην επιφάνεια ομοιώματος νερού που βρίσκεται σε απόσταση 20 cm από την εστία;
- (δ) Μπορείτε να υπολογίσετε τη δόση σε βάθος 5 cm στο ομοίωμα του παραπάνω ερωτήματος; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Δίνονται: Η μέση ενέργεια που δαπανάται για το σχηματισμό ζεύγους ιόντων στον αέρα: $W = 34 \text{ eV/ζεύγος ιόντων}$, η πυκνότητα του αέρα: $\rho_{\text{αέρα}} = 1.19 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$, και ο λόγος: $\frac{(\frac{\mu_{\text{αέρα}}}{\rho})_{\text{νερού}}}{(\frac{\mu_{\text{αέρα}}}{\rho})_{\text{αέρα}}} = 1,0291$