

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2021-2022

«ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης

4 Απριλίου 2022

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:

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

Εάν για λόγους ακτινοπροστασίας για γωνίες $\theta > 60^\circ$ δεν επιτρέπονται μετά από σκέδαση Compton ενέργειες μεγαλύτερες του 1 MeV, ποια είναι η μέγιστη επιτρεπτή ενέργεια E_{\max} του αρχικού φωτονίου γ ;

(β) Φορτισμένο σωματίδιο αρχικής ενέργειας E_0 καταφέρνει οριακά να διαπεράσει υλικό πάχους D . Εάν η αλληλεπίδρασή του με το υλικό προσεγγίζεται ικανοποιητικά από τη σχέση της γραμμικής ανασχετικής ισχύος

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

να υπολογιστεί η τιμή της ελάχιστης ενέργειας E που απαιτείται, ώστε το ίδιο φορτισμένο σωματίδιο να διαπεράσει υλικό διπλάσιου πάχους $2D$.

ΘΕΜΑ 2^ο

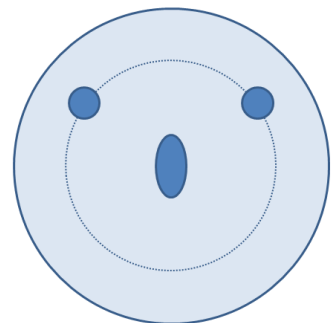
(α) Σχεδιάστε τα κύρια χαρακτηριστικά του ενεργειακού φάσματος λυχνίας-X με άνοδο από Βολφράμιο και δυναμικό επιτάχυνσης $V_0 = 100$ kV και να τα σχολιάσετε συνοπτικά. Δίνονται οι ενέργειες σύνδεσης των ηλεκτρονίων στις πρώτες στοιβάδες του ατόμου του Βολφραμίου:

$$E_K = 70 \text{ keV}, E_L = 11 \text{ keV} \text{ και } E_M = 2.5 \text{ keV}.$$

Αν το δυναμικό επιτάχυνσης μειωθεί στα $V = 60$ kV, να σχεδιάσετε το νέο ενεργειακό φάσμα που προκύπτει.

(β) Σε κατευθυντήρα τετραγωνικών παραλλήλων οπών πλευράς D το διαχώρισμα (septum) έχει τιμή S . Εάν οι τετραγωνικές οπές αντικατασταθούν με κυκλικές οπές της ίδιας διαμέτρου D , πόσο πρέπει να γίνει το διαχώρισμα S , ώστε η γεωμετρική διαπερατότητα του κατευθυντήρα να μην αλλάξει;

(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

A. Τι ονομάζουμε καθορισμένα και τι στοχαστικά βιολογικά αποτελέσματα της έκθεσης σε ιοντίζουσα ακτινοβολία; Σχεδιάστε την πιθανότητα εμφάνισης συναρτήσει της δόσης και την βαρύτητα αποτελέσματος συναρτήσει της δόσης για τα δύο αυτά είδη βιολογικού αποτελέσματος.

B. Αναφέρατε εν συντομία πώς μας προφυλάσσουν τα όρια δόσης που τίθενται από τη νομοθεσία σε σχέση με τα παραπάνω βιολογικά αποτελέσματα της έκθεσης σε ιοντίζουσα ακτινοβολία.

ΘΕΜΑ 4^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 ένα από τους τρεις μηχανισμούς στον χρόνο αυτό.