

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΕΑΡΙΝΟΥ ΕΞΑΜΗΝΟΥ 2018 – 2019
«ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης
21 ΙΟΥΝΙΟΥ 2019

ΘΕΜΑ 1^ο

(α) Στην αλληλεπίδραση φωτονίων με την ύλη, πώς εξαρτάται το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο και η σκέδαση Compton από την ενέργεια $h\nu$ του φωτονίου και πώς από τον ατομικό αριθμό Z του υλικού με το οποίο αλληλεπιδρούν;

(β) Ποια η σημασία του κατευθυντήρα στην απεικονιστική διαδικασία μιας γ -Camera; Πώς ορίζεται η γεωμετρική διαπερατότητα του κατευθυντήρα; Υπάρχει αναγκαιότητα κατευθυντήρων στην Ποζιτρονική Απεικόνιση PET και γιατί;

(γ) Σε συσκευή γ -Camera ο τετράγωνος κατευθυντήρας μολύβδου αποτελείται από κυκλικές οπές διαμέτρου D και διαχωριστικής απόστασης (septum) $S=D/2$. Εάν οι κυκλικές οπές αντικατασταθούν με τετραγωνικές πλευράς D , πόσο πρέπει να γίνει το septum ώστε η γεωμετρική διαπερατότητα του κατευθυντήρα να παραμείνει αμετάβλητη;

ΘΕΜΑ 2^ο

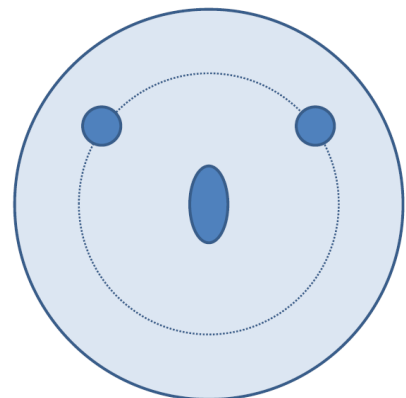
(α) Εξηγήστε τι είναι η καμπύλη Bragg εισάγοντας την έννοια της γραμμικής ανασχετικής ισχύος (stopping power) $S(E) = -dE/dx$.

(β) Η γραμμική ανασχετική ισχύς φορτισμένου σωματίου με κάποιο συγκεκριμένο υλικό περιγράφεται ποσοτικά από τη σχέση:

$$S(E) = -dE/dx = 2E^{-1/2}, \quad ([E]=\text{MeV}, [x]=\text{cm})$$

Εάν το σωματίδιο αυτό έχει ενέργεια E_0 , τότε εξέρχεται οριακά από το υλικό πάχους D . Να εξετάσετε την διαδρομή που αυτό θα διανύσει εάν η ενέργειά του υποδιπλασιαστεί.

(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

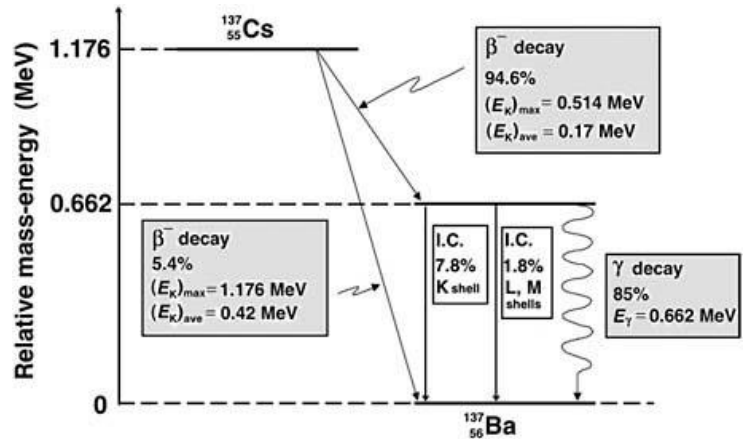
A) Αναφέρατε δύο διαφορές μεταξύ καθορισμένων και στοχαστικών βιολογικών αποτελεσμάτων της ιοντίζουσας ακτινοβολίας, και δώστε δύο παραδείγματα για το κάθε είδος βιολογικού αποτελέσματος.

B) Ποιο φυσικό μέγεθος χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του κινδύνου για κάθε ένα από τα δύο παραπάνω είδη βιολογικού αποτελέσματος;

Γ) Ποιο είδος βιολογικού αποτελέσματος είναι πιθανό να εκδηλωθεί στον εξεταζόμενο κατά τις διαγνωστικές εφαρμογές της ιοντίζουσας ακτινοβολίας, και ποιες αρχές εφαρμόζονται για τον περιορισμό της όποιας διακινδύνευσης;

ΘΕΜΑ 4^ο

A) Έστω σημειακή πηγή CS-137 ενεργότητας 12,56 MBq. Υπολογίστε το ρυθμό KERMA στον αέρα σε απόσταση 1 m από την πηγή ($\mu_{\text{air}}/\rho = 0,077 \text{ cm}^2/\text{g}$, $\mu_{\text{en,air}}/\rho = 0,029 \text{ cm}^2/\text{g}$, $\rho_{\text{air}} = 1.29 \text{ kgm}^{-3}$).



B) Αν η εμβέλεια ηλεκτρονίων ενέργειας 662 keV στον αέρα είναι $0,032 \text{ g/cm}^3$, σχεδιάστε πρόχειρα στους ίδιους άξονες τη μεταβολή του KERMA και της δόσης στον αέρα συναρτήσει της απόστασης από την πηγή, σημειώνοντας τουλάχιστον μια χαρακτηριστική τιμή απόστασης.

Γ) Αν η πηγή θωρακιστεί με 2 mm Μολύβδου υπολογίστε τον ρυθμό αλληλεπιδράσεων φωτονίων της πηγής στη θωράκιση καθώς και το ποσοστό αυτού που θα αντιστοιχεί σε κάθε ένα από τους πιθανούς μηχανισμούς αλληλεπίδρασης φωτονίων (για τον Μόλυβδο: $\mu/\rho = 0,111 \text{ cm}^2/\text{g}$, $\mu/\rho_{\text{phot.}} = 4,333 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$, $\mu/\rho_{\text{coh.}} = 6,667 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{g}$, $\mu/\rho_{\text{incoh.}} = 6,013 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$, $\rho_{\text{Pb}} = 11.34 \text{ g/cm}^3$).

Δ) Πως θα μεταβληθεί ο ρυθμός KERMA που υπολογίσατε στο ερώτημα A λόγω της θωράκισης; Σχολιάστε την ακρίβεια του αποτελέσμάτος σας χρησιμοποιώντας το αποτέλεσμα του προηγούμενου ερωτήματος.

* Να δικαιολογήτε τις απαντήσεις σας αναφέροντας τυχόν παράγοντες που δεν λαμβάνετε υπόψη.