

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΕΑΡΙΝΟΥ ΕΞΑΜΗΝΟΥ 2016 – 2017
«ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης
3-ΙΟΥΛΙΟΥ-2017

ΘΕΜΑ 1^ο

(α) Στην αλληλεπίδραση φωτονίου με την ύλη, ποια είναι η εξάρτηση των τριών βασικών φαινομένων (φωτοηλεκτρικού, Σκέδασης Compton, Δίδυμης Γένεσης) από την ενέργεια $h\nu$ του προσπίτοντος φωτονίου; Αποδώστε ποιοτικά ένα τυπικό διάγραμμα που περιγράφει την εν λόγω εξάρτηση.

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

(γ) Φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές υλικό με αρχική ενέργεια E_0 και σταματά ακριβώς στο μέσο του πάχους του. Εάν η γραμμική ανασχετική του ισχύς περιγράφεται ποσοτικά από τη σχέση

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

να υπολογιστεί η ελάχιστη απαιτούμενη ενέργεια (συναρτήσει της E_0) ώστε το σωματίδιο να εξέλθει του υλικού.

(δ) Σχεδιάστε το τυπικό φάσμα μιας λυχνίας παραγωγής ακτίνων Χ που λειτουργεί σε διαφορά δυναμικού V , εξηγώντας τις φυσικές αρχές που είναι υπεύθυνες για τα χαρακτηριστικά του. Τι θα συμβεί στο φάσμα εάν η τάση λειτουργίας αυξηθεί;

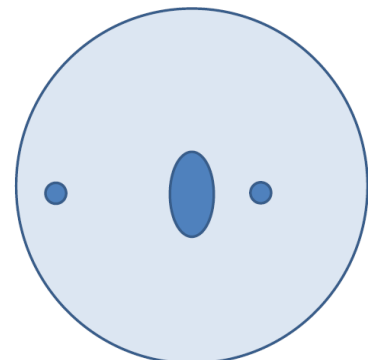
ΘΕΜΑ 2^ο

(α) Περιγράψτε επιγραμματικά τις βασικές διαφορές της μονοφωτονικής απεικόνισης εκπομπής SPECT και της ποζιτρονικής εκπομπής PET, τόσο ως προς την οργανολογία της ανιχνευτικής συσκευής, όσο και ως προς τον χρησιμοποιούμενο ραδιενεργό ιχνηθέτη.

(β) Υπολογίστε την γεωμετρική διαπερατότητα ιδανικού κατευθυντήρα μολύβδου, παραλληλεπίπεδου σχήματος, ο οποίος αποτελείται από παράλληλες κυκλικές οπές ακτίνας R και διαχωριστικής απόστασης (septum) $S=R$.

(γ) Τι παριστούν οι χαρακτηριστικοί χρόνοι T_1 και T_2 στην μαγνητική τομογραφία MRI;

(δ) 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) 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.

($\mu_{\text{en}}/\rho_{\text{air}} = 2.79 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, $\mu/\rho_{\text{Pb}} = 7.10 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, $\rho_{\text{Pb}} = 11.34 \text{ g cm}^{-3}$, $\mu/\rho_{\text{Pb,phot.}} = 1.81 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, $\mu/\rho_{\text{Pb,incoh.}} = 4.99 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, $\mu/\rho_{\text{Pb,coh.}} = 2.99 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

ΘΕΜΑ 4^ο

(α) Η ειδική ενεργότητα ενός εκπομπού ακτινοβολίας α ενέργειας 3 MeV με χρόνο υποδιπλασιασμού $t_{1/2} = \ln 2 \text{ s}$, σε μια σφαίρα νερού ακτίνας $r \text{ cm}$ είναι 1 TBq/g.

i) Ποιά θα είναι η απορροφούμενη δόση της σφαίρας σε Gy;

ii) Ποιά θα είναι η απορροφούμενη δόση σφαίρας νερού διπλάσιας ακτίνας με την ίδια ειδική ενεργότητα;

iii) η ισοδύναμη δόση της σφαίρας σε Sv θα είναι αριθμητικά ίση με την απορροφούμενη δόση;

($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $\rho = 1 \text{ g cm}^{-3}$)

(β) Σχεδιάστε το ποσοστό δόσης (%D) και το ποσοστό collisional kerma (% K_{col}) συναρτήσει του βάθους (d) σε ομοίωμα νερού, για δέσμες φωτονίων 200 keV και 6 MeV.

Η εμβέλεια ηλεκτρονίων ενέργειας 200 keV και 6 MeV στο νερό ($\rho = 1 \text{ g cm}^{-3}$) είναι $4.49 \times 10^{-2} \text{ g cm}^{-2}$ και 3.05 g cm^{-2} , αντίστοιχα.

(γ) Αναφέρατε τις τρεις βασικές αρχές του διεθνούς συστήματος ακτινοπροστασίας. Ποια από αυτές δεν εφαρμόζεται σε άτομο που εκτίθεται σε ιοντίζουσα ακτινοβολία στο πλαίσιο ιατρικής διαγνωστικής εξέτασης;