

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΕΑΡΙΝΟΥ ΕΞΑΜΗΝΟΥ 2017 – 2018
«ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης
25 ΙΟΥΝΙΟΥ 2018

ΘΕΜΑ 1^ο

(α) 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;

(β) Ποια η σημασία του κατευθυντήρα στην απεικονιστική διαδικασία μιας γ -Camera; Πώς ορίζεται η γεωμετρική διαπερατότητα του κατευθυντήρα; Τι καθορίζει το πάχος του;

(γ) Υπολογίστε την γεωμετρική διαπερατότητα για ιδανικό τετράγωνο κατευθυντήρα μολύβδου παραλλήλων κυκλικών οπών διαμέτρου D και διαχωριστικής απόστασης (septum) $S=D/2$. Εάν οι κυκλικές οπές αντικατασταθούν με τετράγωνες πλευράς D ενώ το septum παραμείνει σταθερό, εξετάστε την μεταβολή της διαπερατότητας του εν λόγω κατευθυντήρα.

ΘΕΜΑ 2^ο

(α) Αποδώστε γραφικά τα διαγράμματα που παριστούν την μαγνητική αποκατάσταση στην μαγνητική τομογραφία MRI δίνοντας την απαραίτητη μαθηματική διατύπωση και κάνοντας χρήση των χαρακτηριστικών χρόνων T_1 και T_2 .

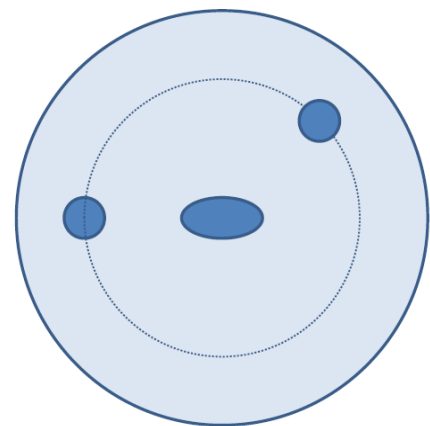
(β) Εξηγείστε τι είναι η καμπύλη Bragg εισάγοντας την έννοια της γραμμικής ανασχετικής ισχύος (stopping power) $S(E) = -dE/dx$.

(γ) Φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές υλικό με αρχική ενέργεια E_0 και σταματά ακριβώς στο $1/3$ 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 ελέγξετε εάν ο διπλασιασμός της αρχικής ενέργειας επιτρέπει στο σωματίο να εξέλθει του υλικού αυτού.

(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) Λεπτή παράλληλη δέσμη 10^6 φωτονίων προσπίπτει σε απορροφητή πάχους 5 cm. Αν οι μερικοί γραμμικοί συντελεστές εξασθένησης για δύο διαφορετικούς μηχανισμούς αλληλεπίδρασης είναι $\mu_1 = 0,02 \text{ cm}^{-1}$ και $\mu_2 = 0,04 \text{ cm}^{-1}$, πόσα φωτόνια θα εξέλθουν του απορροφητή και πόσα θα αλληλεπιδράσουν με κάθε ένα από τους δύο μηχανισμούς;

(β) Σχεδιάστε πρόχειρα, στους ίδιους άξονες (σημειώνοντας τυχόν χαρακτηριστικά μεγέθη), τις καμπύλες % δόσης βάθους για δέσμες ακτίνων x 150 kVp και 12 MV, και ηλεκτρονίων 12 MeV. Ποια δέσμη θεωρείτε ότι είναι καταλληλότερη για την ακτινοθεραπεία δερματικής, επιφανειακής, και εν τω βάθει κακοήθειας;

Σχολιάστε το λόγο δόσης σε οστό προς δόση στο νερό για τις τρεις δέσμες.

(Δικαιολογήστε εν συντομία τις απαντήσεις σας).

ΘΕΜΑ 4^ο

Μονοενεργειακή δέσμη φωτονίων προσπίπτει σε ομοίωμα νερού πάχους 20 cm.

(α) Εκτιμήστε τον λόγο της δόσης στο ομοίωμα για ενέργειες δέσμης $E_1=30 \text{ keV}$ και $E_2=100 \text{ keV}$, αν οι δύο δέσμες έχουν ίδια εισερχόμενη ένταση ακτινοβολίας ($I_{01}=I_{02}=I_0$).

(β) Ποιος θα έπρεπε να είναι ο λόγος των εισερχόμενων εντάσεων (I_{01}/I_{02}) ώστε οι δέσμες του προηγούμενου ερωτήματος να εμφανίζουν την ίδια ένταση πρωτογενούς ακτινοβολίας στην έξοδο από το ομοίωμα;

(γ) Εκτιμήστε εκ νέου τον λόγο της δόσης στο ομοίωμα για ενέργειες δέσμης $E_1=30 \text{ keV}$ και $E_2=100 \text{ keV}$, αν οι δύο δέσμες έχουν ίδια ένταση πρωτογενούς ακτινοβολίας στην έξοδο από το ομοίωμα.

(δ) Βάσει των αποτελεσμάτων σας για τα ερωτήματα (α) και (γ), ποια ενέργεια δέσμης θεωρείτε ότι θα οδηγήσει σε υψηλότερη δόση κατά τη διενέργεια μιας ακτινοδιαγνωστικής εξέτασης;

($E_1= 30 \text{ keV}$: $\mu/\rho = 3.756 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{g}$ και $\mu_{\text{en}}/\rho = 1.557 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{g}$)

($E_2=100 \text{ keV}$: $\mu/\rho = 1.707 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{g}$ και $\mu_{\text{en}}/\rho = 2.546 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$)