

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2013-2014

«ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης
31-ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ-2014

ΘΕΜΑ 1^ο

Για απεικονιστική συσκευή τύπου γ-Camera:

- (α) Να περιγράψετε σχηματικά όλες τις βασικές φυσικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα για την ανίχνευση και τον προσδιορισμό της θέσης της εκπεμπόμενης γ-ακτινοβολίας.
- (β) Να εξηγηθεί η αναγκαιότητα χρήσης κατευθυντήρα σε τέτοιου είδους απεικονιστική συσκευή. Πώς θα υπολογίζατε το βέλτιστο πάχος κατευθυντήρα για δοσμένη ενέργεια ιχνηθέτη;
- (γ) Εάν ο κατευθυντήρας είναι τύπου παραλλήλων οπών σχήματος τετραγώνου με πλευρά a και διαχωριστικό πλάτος (septum) $a/2$, ποια είναι η αναμενόμενη διαπερατότητα για παράλληλη δέσμη ακτίνων γ; Χάριν απλότητας θεωρείστε ιδανική απορρόφηση, αγνοώντας οποιοσδήποτε διαδικασίες μερικής απορρόφησης ή σκέδασης Compton.
- (δ) Η φωτεινότητα του χρησιμοποιούμενου σπινθηριστή είναι 50 φωτόνια/keV, η δε κβαντική απόδοση της καθόδου του φωτοπολλαπλασιαστή 20%. Να υπολογιστεί η απαιτούμενη ενίσχυση που πρέπει να έχει το σύστημα του φωτοπολλαπλασιαστή ώστε να ανιχνεύεται επαρκώς η εκπεμπόμενη γ-ακτινοβολία ιχνηθέτη ^{99m}Tc ενέργειας 140 keV, εάν είναι γνωστό ότι για την ασφαλή καταμέτρηση κάθε παλμού απαιτούνται 10^9 ηλεκτρόνια.

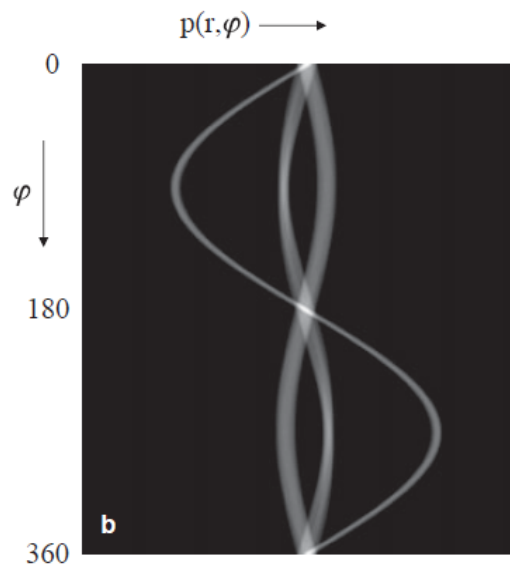
ΘΕΜΑ 2^ο

(α) Δώστε τη φυσική εξήγηση και τον τρόπο μέτρησης των χαρακτηριστικών χρόνων αποκατάστασης T1 και T2 στην απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (MRI).

(β) Το ημιτονόγραμμα (sinogram) μιας τομογραφίας εκπομπής για γωνίες $0^\circ < \phi < 360^\circ$ απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα. Εάν υποτεθεί πως οι περιοχές που εκπέμπουν έχουν κανονικό σχήμα (κυκλικό ή ελλειψοειδές), να σχεδιαστεί με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια η σχετική θέση και το σχήμα των πηγών.

(γ) Σε στρατιωτική άσκηση εξ αιτίας ατυχήματος υπάρχει τραυματισμός από έκρηξη χειροβομβίδας, τα μεταλλικά θραύσματα της οποίας έχουν εισχωρήσει στην κοιλιακή χώρα. Τι είδους διαγνωστική απεικόνιση θα συνιστούσατε για το εντοπισμό τυχόν οργανικών βλαβών:

(i) X-Ray CT (ii) SPECT (iii) PET ή (iv) MRI και γιατί;



ΘΕΜΑ 3^ο

Ένα μήνα μετά από θεραπευτική χορήγηση 100 mCi ^{131}I , μετρήθηκε σε απόσταση 1 m από τον ασθενή ρυθμός δόσης $5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ λόγω της ενεργότητας ^{131}I που έχει καθηλωθεί στον οργανισμό του ($t_{1/2}=8$ ημέρες).

(α) Υπολογίστε τη συνολική δόση που θα απορροφήσει μέλος της οικογένειας του ασθενή θεωρώντας ότι θα βρίσκεται διαρκώς σε απόσταση 1 m από αυτόν.

(β) Βάσει του αποτελέσματος αυτού, θα επιτρέπατε στον ασθενή να επιστρέψει στην οικία του; Δικαιολογείτε σύντομα την απάντησή σας λαμβάνοντας υπόψη και την αρχή του διεθνούς συστήματος ακτινοπροστασίας που αφορά τα όρια δόσης.

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 20cm 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 50cm από την εστία υπό την παραδοχή αμελητέας εξασθένισης;

(γ) Ποια θα είναι η δόση στην επιφάνεια ομοιώματος νερού που βρίσκεται σε απόσταση 20cm από την εστία;

(δ) Μπορείτε να υπολογίσετε τη δόση σε βάθος 5cm στο ομοίωμα του παραπάνω ερωτήματος; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Δίνονται: Η μέση ενέργεια που δαπανάται για το σχηματισμό ζεύγους ιόντων στον αέρα,

$$W = 34 \text{ eV/ζεύγος ιόντων}, \rho_{\text{αέρα}} = 1.19 \times 10^{-3} \text{ g cm}^{-3}, \frac{(\bar{\mu}_{\text{en}}/\rho)^{\text{νερού}}}{(\bar{\mu}_{\text{en}}/\rho)^{\text{αέρα}}} = 1.0291$$