

ΑΣΚΗΣΕΙΣ Β

Απεικονιστικές Τεχνικές SPECT και PET

B1. Υπολογίστε την γεωμετρική διαπερατότητα μολύβδινου κατευθυντήρα σε συσκευή γ-Camera με παράλληλες κυλινδρικές οπές διαμέτρου D και septum S ίσου με τη μισή διάμετρο της οπής ($S=\frac{1}{2}D$).

B2. Σε συσκευή γ-Camera ο κατευθυντήρας αποτελείται από τετραγωνικές οπές πλευράς D με septum S . Εάν οι τετραγωνικές οπές αντικατασταθούν με κυκλικές της ίδιας διαμέτρου D , πώς πρέπει να τροποποιηθεί το septum S ώστε να διατηρηθεί η γεωμετρική διαπερατότητα του κατευθυντήρα; Τι συμβαίνει με τον αριθμό των οπών;

B3. Κατευθυντήρας συσκευής γ-Camera έχει πάχος T και αποτελείται από παράλληλες κυκλικές οπές διαμέτρου D . Ποια σχέση διέπει την ακτίνα R απεικονιζόμενης σημειακής πηγής σε σχέση με την απόσταση F από τη μετώπη του κατευθυντήρα; Να αποδοθεί γραφικά η εν λόγω σχέση για διαφορετικά πάχη κατευθυντήρα. Η απόσταση του απεικονιστικού συστήματος (σπινθηριστή) από τον κατευθυντήρα θεωρείται μηδενική.

B4. Κατευθυντήρας συσκευής γ-Camera πάχους $T=40\text{mm}$ αποτελείται από παράλληλες κυκλικές οπές διαμέτρου $D=1\text{mm}$. Σε ποια μέγιστη απόσταση από τη μετώπη του κατευθυντήρα δύο σημειακές πηγές που απέχουν μεταξύ τους $d=20\text{mm}$ γίνονται διακρίσιμες από το ανιχνευτικό σύστημα, το οποίο βρίσκεται σε επαφή με τον εν λόγω κατευθυντήρα;

B5. Πώς προσδιορίζεται η θέση προσπίπτοντος φωτονίου σε σύστημα γ-Camera με την μέθοδο Anger (κέντρου βάρους); Εάν η ένταση του μετρούμενου σήματος σε N διακριτοποιημένα σημεία κατά συγκεκριμένο άξονα δίνεται από τη σχέση

$$Q_i = (1+i) \cdot Q_0, \quad i \in \{1, 2, \dots, N\}, \quad Q_0: \text{σταθερά}$$

ποια η θέση του φωτονίου στην κατεύθυνση αυτή για $N = 8$;

B6. Ποιος από τους παρακάτω ποζιτρονικούς ιχνηθέτες στην τομογραφία PET δίνει την καλύτερη ευκρίνεια θέσης και γιατί; Θεωρείστε ίδιες συνθήκες περιβάλλοντος ιστού και απόδοσης της συσκευής.

^{11}C	^{15}O	^{18}F	^{82}Rb
$E(\beta^+)_{\max} = 970 \text{ keV}$	$E(\beta^+)_{\max} = 1720 \text{ keV}$	$E(\beta^+)_{\max} = 635 \text{ keV}$	$E(\beta^+)_{\max} = 3180 \text{ keV}$

B7. Σε ποζιτρονικό τομογράφο PET, ο κυκλικός ανιχνευτικός δακτύλιος αποτελείται από 36 τμήματα (σε κυκλικούς τομείς των 10°) και οι οποίοι είναι αριθμημένοι από το 1 έως το 36.

1. Ποιο από τα παρακάτω γεγονότα σε ταυτοχρονισμό έχει την μεγαλύτερη πιθανότητα να είναι πραγματικό γεγονός εξαΰλωσης (οι αριθμοί προσδιορίζουν τον ανιχνευτή):
(α) $(\gamma_1, \gamma_2) = (5, 24)$ (β) $(\gamma_1, \gamma_2) = (13, 18)$ (γ) $(\gamma_1, \gamma_2) = (5, 15)$
2. Ποια είναι η κατεύθυνση της ευθείας απόκρισης (Line of Response, LoR) για το επικρατέστερο πραγματικό γεγονός;
3. Εάν η συσκευή αυτή διαθέτει επιπρόσθετα μέτρηση χρόνου πτήσης (Time of Flight, ToF), πώς διαμορφώνεται η προηγούμενη απάντηση, εάν η καταμετρούμενη διαφορά χρόνου καταγραφής των δύο φωτονίων είναι $\Delta T_{12} = T_1 - T_2 = (300 \pm 50) \text{ ps}$?