

Να απαντηθούν και τα 4 θέματα

Διάρκεια Εξέτασης 3h

ΘΕΜΑ 1^ο

(α) Στενή δέσμη ακτινοβολίας φωτονίων προσπίπτει σε ανομοιογενές υλικό πάχους D , του οποίου ο γραμμικός συντελεστής απορρόφησης δίνεται από τη σχέση $\mu(x) = \mu_0^x/\lambda$, όπου λ θετική σταθερά. Να υπολογισθεί το λ εάν γνωρίζουμε πως το υλικό αυτό απορροφά ισοδύναμα με άλλο ομογενές υλικό ίδιου πάχους D και συντελεστή απορρόφησης μ_0 .

(β) Φωτόνιο αρχικής ενέργειας E_0 όταν σκεδαστεί κατά Compton σε γωνία $\theta=60^\circ$ αποδίδει στο ηλεκτρόνιο ίση ενέργεια με αυτή του σκεδαζόμενου φωτονίου. Να βρεθεί η ενέργεια E_0 .

Δίνεται η κατά Compton ενέργεια σκεδαζόμενου φωτονίου σε γωνία θ :

$$E(\theta) = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{m_e c^2} (1 - \cos\theta)}$$

ΘΕΜΑ 2^ο

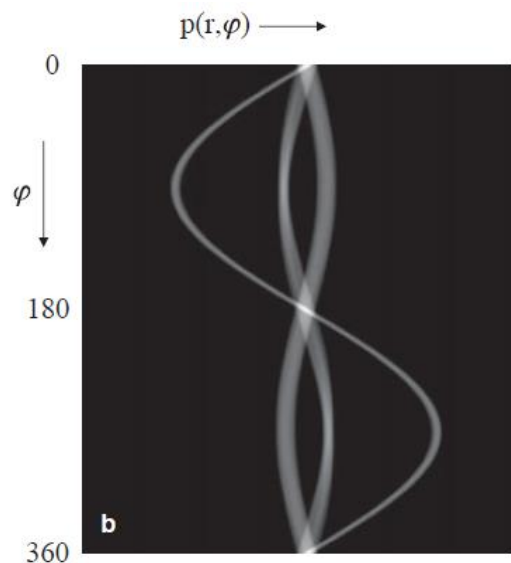
(α) Πώς προσδιορίζεται η θέση προσπίπτοντος φωτονίου σε σύστημα γ -Camera με την μέθοδο Anger (κέντρου βάρους); Εάν η ένταση του μετρούμενου σήματος σε N διακριτοποιημένα σημεία κατά συγκεκριμένο άξονα δίνεται από τη σχέση

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

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

(β) Υπολογίστε την γεωμετρική διαπερατότητα ιδανικού κατευθυντήρα μολύβδου, ο οποίος έχει σχήμα παραλληλεπίπεδο και αποτελείται από παράλληλες κυκλικές σπές ακτίνας R και διαχωριστικής απόστασης (septum) $S=2R/3$.

(γ) 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. Το $p(r, \phi)$ αντιστοιχεί στην προβολικά μετρούμενη ένταση της ακτινοβολίας κατά μήκος του ανιχνευτή r , για δεδομένη γωνία ϕ .



ΘΕΜΑ 3^ο

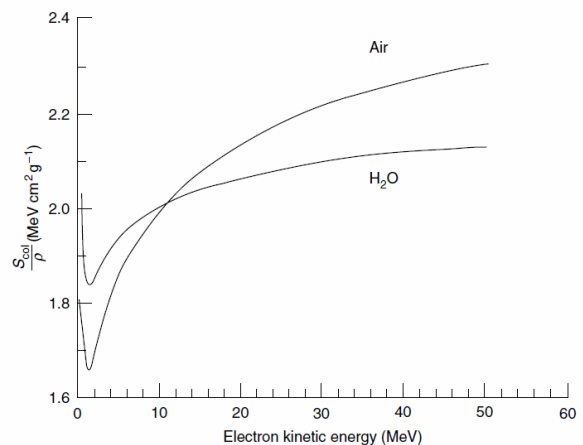
(α) Ποιο είναι το δυσμενέστερο σενάριο έκθεσης σε ιονίζουσα ακτινοβολία από απόψεως βιολογικού αποτελέσματος σε κάθε μια από τις παρακάτω περιπτώσεις (όσες παράμετροι της έκθεσης δεν αναφέρονται είναι οι ίδιες σε κάθε περίπτωση):

- (1) 2 Gy στο δέρμα από φωτόνια ή 2 Gy στο δέρμα από σωματία α;
- (2) 1,5 Sv στο δέρμα από φωτόνια ή 1 Sv στο δέρμα από σωματία α;
- (3) 4 Sv εφάπαξ ή σε 4 ίσα κλάσματα;
- (4) 1 Gy σε κύτταρα στη φάση της σύνθεσης ή στη φάση της μίτωσης;
- (5) 4 Gy σε βλαστικά κύτταρα της επιδερμίδας ή σε νευρικά κύτταρα;
- (6) 0,02 Sv σε άτομο ηλικίας 10 ετών ή 30 ετών;
- (7) 0,1 Sv σε άνδρα ή γυναίκα;

(β) Εξηγήστε τη μεταβολή της μαζικής ανασχετικής ισχύος λόγω διεγέρσεων και ιονισμών συναρτήσει της ενέργειας ηλεκτρονίου που παρουσιάζεται στο διπλανό σχήμα. Που οφείλεται η διαφορά στις καμπύλες μεταξύ νερού και αέρα;

(γ) Μπορεί ένας θάλαμος ιονισμού να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση δόσης σε αέρα χωρίς να βαθμονομηθεί; (δικαιολογήστε εν συντομία την απάντησή σας)

(δ) Εάν ένας θάλαμος ιονισμού βαθμονομηθεί σε όρους δόσης στο νερό ανά μονάδα σήματος, σε δεδομένη ποιότητα (ενέργεια) ιονίζουσας ακτινοβολίας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε άλλη ποιότητα με την ίδια ακρίβεια; (δικαιολογήστε εν συντομία την απάντησή σας)



ΘΕΜΑ 4^ο

10^6 φωτόνια ενέργειας $E=100$ keV προσπίπτουν σε απορροφητή άνθρακα πάχους $4,5$ g/cm².

(α) Υπολογίστε τον αριθμό αλληλεπιδράσεων, για κάθε είδος αλληλεπίδρασης (coh: σύμφωνη σκέδαση, incoh: σκέδαση Compton, photo: φωτοηλεκτρικό φαινόμενο).

(β) Υπολογίστε την ενέργεια που θα μετατραπεί σε κινητική ενέργεια φορτισμένων σωματιδίων, για κάθε είδος αλληλεπίδρασης.

(γ) Αποτελεί το σύνολο της ενέργειας που υπολογίσατε στο ερώτημα (β) ικανοποιητική προσέγγιση της δόσης στον απορροφητή; Δικαιολογήστε εν συντομία την απάντησή σας.

Δίνονται: $\sigma_{coh} = 0,072 \times 10^{-24}$ cm²/atom, $\sigma_{incoh} = 2,924 \times 10^{-24}$ cm²/atom, $\sigma_{photo} = 0,0176 \times 10^{-24}$ cm²/atom, $\mu/\rho = 0,1512$ cm²/g, $\mu_{tr}/\rho = 0,0213$ cm²/g.