

# ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2024-2025

## «ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης

29 Σεπτεμβρίου 2025

Να απαντηθούν και τα 4 ισοδύναμα θέματα

Διάρκεια Εξέτασης 3h

### **ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>**

(α) Φωτόνιο αρχικής ενέργειας  $E_0 = m_e c^2 = 511 \text{ keV}$  σκεδάζεται κατά Compton δε δύο διαδοχικά στάδια, αμφότερα σε γωνία  $\theta = 60^\circ$ . Ποιά είναι η τελική ενέργεια του εναπομένου φωτονίου; Η κατά Compton ενέργεια σκεδαζόμενου φωτονίου σε γωνία  $\theta$  δίνεται:

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

(β) Φορτισμένο σωματίδιο αρχικής ενέργειας  $E_0$  καταφέρνει οριακά να διαπεράσει υλικό πάχους  $D$ . Εάν η αλληλεπίδρασή του με το υλικό προσεγγίζεται ικανοποιητικά από τη σχέση της γραμμικής ανασχετικής ισχύος

$$S(E) = -dE/dx = 2E^{-1/2},$$

να υπολογιστεί η τιμή της ελάχιστης ενέργειας  $E$  που απαιτείται, ώστε το ίδιο φορτισμένο σωματίδιο να διαπεράσει υλικό διπλάσιου πάχους  $2D$ .

### **ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>**

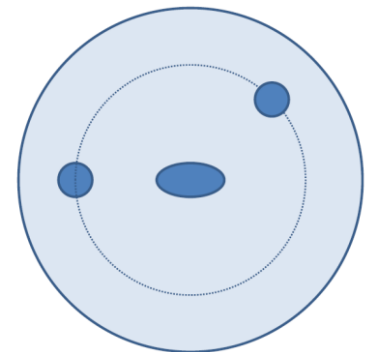
(α) Το ανοδικό υλικό λυχνίας ακτίνων-Χ αποτελείται από βαρύ στοιχείο για το οποίο γνωρίζουμε πως οι ενέργειες σύνδεσης των ηλεκτρονίων στις πρώτες στοιβάδες είναι:

$$E_K = 78 \text{ keV}, E_L = 18 \text{ keV} \text{ και } E_M = 5 \text{ keV}.$$

Να εξηγήσετε τη διαφορά που θα παρατηρηθεί στο ενεργειακό φάσμα εκπομπής των ακτίνων-Χ της λυχνίας αυτής όταν το δυναμικό επιτάχυνσης από αρχικά  $V_1 = 120 \text{ kV}$  μειωθεί στα  $V_2 = 70 \text{ kV}$ .

(β) Υπολογίστε την γεωμετρική διαπερατότητα μολύβδινου κατευθυντήρα σε συσκευή  $\gamma$ -Camera με παράλληλες κυλινδρικές σπές διαμέτρου  $D$  και septum  $S$  ίσου με τη διάμετρο της σπής ( $D = S$ ).

(γ) 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<sup>ο</sup>**

- (α) Αναφέρατε επιγραμματικά τις τρεις βασικές αρχές του διεθνούς συστήματος ακτινοπροστασίας. Ποιες από αυτές εφαρμόζονται για την προστασία επαγγελματικά εκτιθέμενων, και ποιες από αυτές εφαρμόζονται για την προστασία ασθενών κατά την ιατρική τους έκθεση για διαγνωστικούς ή θεραπευτικούς σκοπούς;
- (β) Έκθεση σε ιοντίζουσα ακτινοβολία που οδηγεί σε απορρόφηση ενεργού δόσης μικρότερης από το θεσπισμένο όριο, αντιστοιχεί σε μηδενικό κίνδυνο; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.
- (γ) Αναφέρατε ένα πλεονέκτημα και ένα μειονέκτημα ενός συστήματος πειραματικής δοσιμετρίας που χαρακτηρίζεται από υψηλή ευαισθησία,  $S$  (η οποία ορίζεται ως ο λόγος μετρήσιμου σήματος ανά μονάδα απορροφούμενης δόσης στον ανιχνευτή).
- 

### **ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>**

Λεπτή παράλληλη δέσμη διατομής  $10 \text{ mm}^2$  που αποτελείται από  $10^4$  φωτόνια ενέργειας  $10 \text{ MeV}$ , προσπίπτει κάθετα στην (μεγάλων διαστάσεων) επιφάνεια τεμαχίου Άνθρακα πάχους  $20 \text{ cm}$ . Για το στρώμα Άνθρακα πάχους  $1 \text{ mm}$  που βρίσκεται σε βάθος  $10 \text{ cm}$  στην διεύθυνση της δέσμης:

- (α) Να υπολογιστεί το  $T_{\text{erma}}$ ,  $T$  (η ενέργεια που αφαιρείται από τη δέσμη ανά μονάδα μάζας υλικού).
- (β) Να υπολογιστεί το  $K_{\text{erma}}$ ,  $K$  (η ενέργεια που μεταφέρεται σε φορτισμένα σωματίδια ανά μονάδα μάζας υλικού).
- (γ) Να υπολογιστεί το collisional  $K_{\text{erma}}$ ,  $K_{\text{col}}$  (το  $K_{\text{erma}}$  που είναι διαθέσιμο για απορρόφηση).
- (δ) Να εξηγήσετε που οφείλεται η διαφορά  $T - K$  και  $K - K_{\text{col}}$ .
- (ε) Ποιο από τα παραπάνω μεγέθη αποτελεί προσέγγιση της απορροφούμενης δόσης; Υπό ποιες προϋποθέσεις;

Δίνονται:

$$\rho_C = 2250 \text{ kg/m}^3, (\mu/\rho)_C = 0.196 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{kg}, (\mu_{\text{tr}}/\rho)_C = 0.143 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{kg}, (\mu_{\text{en}}/\rho)_C = 0.138 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{kg},$$

όπου:  $(\mu/\rho)_C$  ο μαζικός συντελεστής εξασθένησης,  $(\mu_{\text{tr}}/\rho)_C$  ο μαζικός συντελεστής ενεργειακής μεταφοράς,  $(\mu_{\text{en}}/\rho)_C$  ο μαζικός συντελεστής ενεργειακής απορρόφησης.