

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2022-2023

«ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης

21 Μαρτίου 2023

Να απαντηθούν και τα 4 θέματα

Διάρκεια Εξέτασης 3h

ΘΕΜΑ 1^ο

(α) Σε λυχνία ακτίνων-Χ η άνοδος αποτελείται από ένα 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 σχεδιάσετε το ενεργειακό φάσμα εκπομπής των ακτίνων-Χ της λυχνίας αυτής όταν το δυναμικό επιτάχυνσης είναι αρχικά $V_1 = 120 \text{ kV}$ και ακολούθως $V_2 = 70 \text{ kV}$.

(β) Σωματίδιο α αρχικής ενέργειας $E_0 = 5.5 \text{ MeV}$ εκπέμπεται από σημειακή πηγή ^{241}Am στον αέρα. Η αλληλεπίδρασή του με τα μόρια του αέρα προσεγγίζεται ικανοποιητικά από τη σχέση που δίνει την γραμμική ανασχετική ισχύ

$$S(E) = -dE/dx = aE^{-b} \text{ με } a=2.1 \text{ και } b=0.50,$$

όταν η ενέργεια E μετράται σε MeV και η διαδρομή x σε cm . Να υπολογιστεί το απαιτούμενο πάχος του αέρα για να σταματήσει την ακτινοβολία αυτή.

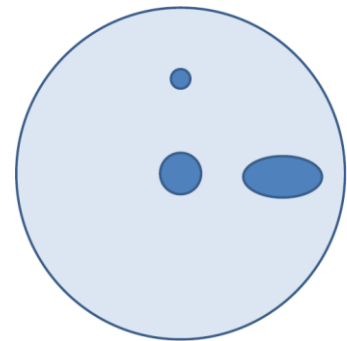
ΘΕΜΑ 2^ο

(α) Σε κατευθυντήρα κυκλικών παραλλήλων οπών διαμέτρου D το διαχώρισμα (septum) έχει τιμή $S = D/2$. Να υπολογιστεί η γεωμετρική διαπερατότητα του κατευθυντήρα αυτού;

(β) 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
$E(\beta^+)_{\text{max}} = 970 \text{ keV}$	$E(\beta^+)_{\text{max}} = 1720 \text{ keV}$	$E(\beta^+)_{\text{max}} = 635 \text{ keV}$	$E(\beta^+)_{\text{max}} = 3180 \text{ keV}$

(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 υποτεθεί πως οι σκιασμένες περιοχές αποτελούν ομοιόμορφη κατανομή ραδιοφαρμάκου.



ΘΕΜΑ 3^ο

- (α) Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η δια βίου πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου λόγω έκθεσης σε ιοντίζουσα ακτινοβολία;
- (β) Τι σχέση (ισότητας ή/και ανισότητας) έχουν μεταξύ τους οι αριθμητικές τιμές των συντελεστών μ , μ_{tr} , και μ_{en} για δεδομένη ενέργεια ιοντίζουσας ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που διαδίδεται εντός δεδομένου υλικού; (Δικαιολογήστε εν συντομία την απάντησή σας.)
- (γ) 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.
-

ΘΕΜΑ 4^ο

Μονοενεργειακή δέσμη φωτονίων προσπίπτει σε ομοίωμα νερού πάχους 20 cm.

- (α) Εκτιμήστε τον λόγο της δόσης στο ομοίωμα για ενέργειες δέσμης $E_1=30$ keV και $E_2=100$ 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) Βάσει των παραπάνω αποτελεσμάτων, ποια ενέργεια δέσμης θεωρείτε ότι θα οδηγήσει σε υψηλότερη δόση κατά τη διενέργεια μιας ακτινοδιαγνωστικής εξέτασης;
- ($E_1=30$ keV: $\mu/\rho= 3.756 \times 10^{-1}$ cm²/g και $\mu_{en}/\rho= 1.557 \times 10^{-1}$ cm²/g,
 $E_2=100$ keV: $\mu/\rho= 1.707 \times 10^{-1}$ cm²/g και $\mu_{en}/\rho= 2.546 \times 10^{-2}$ cm²/g,
σύσταση: σκεφτείτε τι αναπαριστά η ποσότητα μ_{en}/μ)