

# ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2020-2021

## «ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης

11 Οκτωβρίου 2021

Επιλογή 1 +1 Θέμα

Διάρκεια Εξέτασης 1h 30min

### ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>

(α) Αναζητείται η αρχική ενέργεια  $E_0$  φωτονίου  $\gamma$ , το οποίο, μετά από σκέδαση Compton σε υλικό, οπισθοσκεδάζεται χάνοντας τα  $2/3$  της αρχικής του ενέργειας. Η κατά Compton ενέργεια σκεδαζόμενου φωτονίου σε γωνία  $\theta$  δίνεται από τη σχέση:

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

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

$$S(E) = -\frac{dE}{dx} = \frac{\lambda}{\sqrt{E}}$$

όταν η ενέργεια  $E$  μετράται σε MeV και η διαδρομή  $x$  σε cm. Να υπολογιστεί ο συντελεστής  $\lambda$ , εάν γνωρίζουμε πως 4cm αέρα είναι ικανά να σταματήσουν την ακτινοβολία αυτή.

### ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>

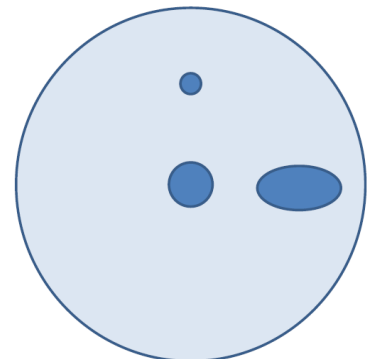
(α) Τομογραφική απεικόνιση τύπου PET χρησιμοποιεί τα παρακάτω  $\beta^+$  ραδιενεργά ισότοπα:

$^{18}\text{F}$	$^{15}\text{O}$
$E(\beta^+)_{\max} = 635 \text{ keV}$	$E(\beta^+)_{\max} = 1720 \text{ keV}$

Σε ποια περίπτωση αναμένεται ο καλύτερος προσδιορισμός θέσης με την ίδια απεικονιστική συσκευή και γιατί;

(β) Σε κυλινδρικό ποζιτρονικό τομογράφο PET να σχεδιάσετε τρεις περιπτώσεις ακτίνων  $\gamma$ , οι οποίες οδηγούν σε λανθασμένη ανακατασκευή της θέσης εξαΰλωσης του ποζιτρονίου.

(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<sup>ο</sup>**

**A.** Υπό ποιες συνθήκες μπορούμε να υποθέσουμε ότι το KERMA ισούται με τη δόση; Αναφέρατε περιπτώσεις στις οποίες δεν υφίστανται οι συνθήκες αυτές.

**B.** Σιδερένιο κουτί τοιχωμάτων πάχους  $d=20$  mm, χρησιμοποιείται για τη φύλαξη ραδιενεργών πηγών. Αν ο ρυθμός δόσης (σε μικρή μάζα νερού) στην επιφάνεια του κουτιού οφείλει να είναι μικρότερος από  $10 \mu\text{Gy h}^{-1}$  για να εκπληρώνονται οι απαιτήσεις των κανονισμών ακτινοπροστασίας, ποια είναι η μέγιστη ενεργότητα πηγής  $^{60}\text{Co}$  που επιτρέπεται να αποθηκευτεί στο κουτί;

Η ελάχιστη απόσταση της πηγής από το εξωτερικό του κουτιού είναι 130 mm και ο προσθετικός παράγοντας δίνεται από την έκφραση του Berger:  $B=1+a\mu d e^{b\mu d}$  με  $a=0,955$  και  $b=0,024$ .

Θεωρείστε ότι η πηγή είναι σημειακή, εκπέμπει 2 φωτόνια ενέργειας 1.25 MeV ανά διάσπαση, και ισχύουν συνθήκες ηλεκτρονικής ισορροπίας για την εκτίμηση της δόσης σε μικρή μάζα νερού στο σημείο ενδιαφέροντος.

Δίνονται:  $(\mu/\rho)_{\text{Fe}}=0.00535 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$ ,  $\rho_{\text{Fe}} = 7860 \text{ kgm}^{-3}$ ,  $(\mu_{\text{en}}/\rho)_{\text{νερού}}=0.00296 \text{ m}^2/\text{kg}$ .

### **ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>**

Δωμάτιο νοσοκομείου θα χρησιμοποιηθεί για εφαρμογές βραχυθεραπείας υψηλού ρυθμού δόσης με πηγή  $^{192}\text{Ir}$  (θεραπεία κακοηθειών με προσωρινή τοποθέτηση της πηγής ενδοϊστικά ή ενδοκοιλοτικά). Αν η δόση που θα δεχθεί ασθενής που φιλοξενείται στο διπλανό δωμάτιο πρέπει να είναι μικρότερη από 0,02 mGy για να εκπληρώνονται οι απαιτήσεις των κανονισμών ακτινοπροστασίας, υπολογίστε το απαιτούμενο πάχος του τοίχου από σκυρόδεμα που θα πρέπει να παρεμβληθεί.

Υποθέστε ότι η πηγή θα βρίσκεται εκτός θωράκισης για 50 h κατά τη διάρκεια νοσηλείας του ασθενούς στο διπλανό δωμάτιο, αγνοήστε την εξασθένηση της ακτινοβολίας στον ασθενή που υπόκειται σε βραχυθεραπεία καθώς και το χρόνο ημιζωής του  $^{192}\text{Ir}$ , και εκτιμήστε τη δόση στον ασθενή στο διπλανό δωμάτιο ως δόση σε μικρή μάζα νερού σε απόσταση 2 m από την πηγή υπό συνθήκες ηλεκτρονικής ισορροπίας.

Η ενεργότητα της πηγής είναι 430 GBq, και η σταθερά ρυθμού kerma στον αέρα για το  $^{192}\text{Ir}$  είναι  $\Gamma_{\text{Kair}} = 0.11 \text{ mGy m}^2 \text{ h}^{-1} \text{ GBq}^{-1}$ .

Το πάχος υλικού,  $x$ , που πρέπει να παρεμβληθεί σε ευρεία δέσμη ακτινοβολίας από σημειακή πηγή  $^{192}\text{Ir}$  για να επιτευχθεί παράγοντας διέλευσης,  $T$ , δίνεται από την εξίσωση:

$$x = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \left[ \frac{T^{-\gamma} + (\beta/\alpha)}{1 + (\beta/\alpha)} \right] \text{ με: } \alpha=1,660 \times 10^{-2} \text{ mm}^{-1}, \beta=-9.368 \times 10^{-3} \text{ mm}^{-1}, \text{ και } \gamma=1,159, \text{ για το σκυρόδεμα.}$$

Δίνονται:  $(\mu_{\text{tr}}/\rho)_{\text{αέρα}}=0.00327 \text{ m}^2/\text{kg}$ ,  $(\mu_{\text{tr}}/\rho)_{\text{νερού}}=0.00327 \text{ m}^2/\text{kg}$ .