

# ΠΤΥΧΙΑΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΜΑΡΤΙΟΥ 2020

## «ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης

4 Φεβρουαρίου 2021

Επιλογή 1 +1 Θέμα

Διάρκεια Εξέτασης 1h 30min

### **ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>**

**(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)** Δύο κατευθυντήρες γ-Camera παραλλήλων οπών αποτελούνται από το ίδιο υλικό και έχουν το ίδιο πάχος. Ο πρώτος έχει κυκλικές οπές διαμέτρου  $D$  ενώ ο δεύτερος τετραγωνικές οπές πλευράς  $D$ . Εάν η διαχωριστική απόσταση (Septum) μεταξύ δύο διαδοχικών οπών είναι  $S=D/2$  για τον πρώτο και  $S=D$  για τον δεύτερο, ποιός από τους δύο διαθέτει μεγαλύτερη γεωμετρική διαπερατότητα και γιατί;

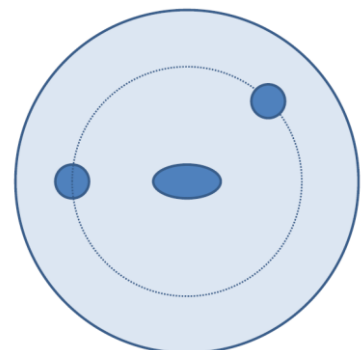
### **ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>**

**(α)** Φορτισμένο σωματίδιο αρχικής ενέργειας  $E_0$  εισέρχεται σε υλικό πάχους  $D$  και σταματά στο μέσον του υλικού ( $D/2$ ). Εάν η αλληλεπίδρασή του με το υλικό προσεγγίζεται ικανοποιητικά από τη σχέση της γραμμικής ανασχετικής ισχύος

$$S(E) = -dE/dx = aE^{-b},$$

να υπολογιστεί η τιμή της ελάχιστης ενέργειας  $E$  που απαιτείται, ώστε το φορτισμένο σωματίδιο να εξέρχεται από το υλικό αυτό.

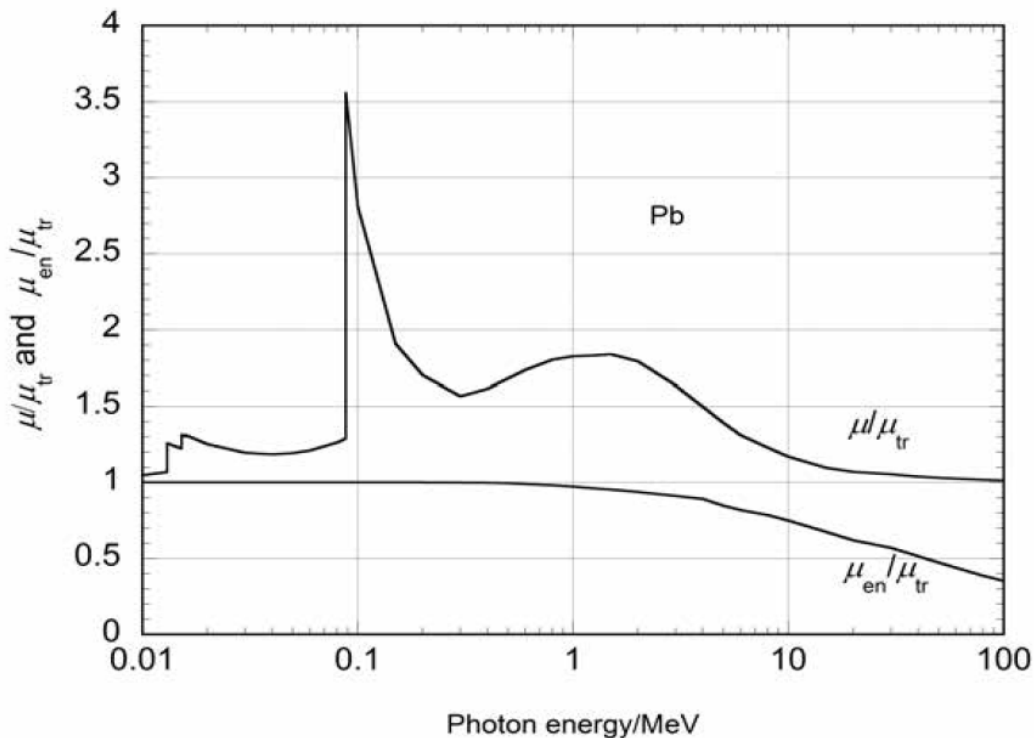
**(β)** Να αποδοθεί το αναμενόμενο ημιτονόγραμμα (sinogram) σε τομογραφία εκπομπής για γωνίες  $0^\circ < \phi < 360^\circ$  του ομοιώματος που απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα, εάν υποθεθεί πως οι σκιασμένες περιοχές αποτελούν ομοιόμορφη κατανομή ραδιοφαρμάκου.



### ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>

Για την αλληλεπίδραση ιοντίζουσας ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την ύλη, ορίζονται τρεις συντελεστές: ο μαζικός συντελεστής εξασθένησης,  $(\mu/\rho)$ , ο μαζικός συντελεστής μεταφοράς,  $(\mu_{tr}/\rho)$ , και ο μαζικός συντελεστής απορρόφησης,  $(\mu_{en}/\rho)$ . Στο ακόλουθο σχήμα παρουσιάζονται οι λόγοι  $(\mu/\rho)/(\mu_{tr}/\rho)$  και  $(\mu_{en}/\rho)/(\mu_{tr}/\rho)$  για τον Μόλυβδο, συναρτήσει της ενέργειας.

Εξηγήστε την διακύμανση της καμπύλης καθενός από τους δύο λόγους με την ενέργεια.



### ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>

Για τη θεραπεία καρκίνου του θυρεοειδούς, χορηγείται στον ασθενή διάλυμα που περιέχει ραδιενεργό  $^{131}\text{I}$  που προσλαμβάνεται κυρίως στον θυρεοειδή, καθιστώντας τον αδένιο ραδιενεργό πηγή. Ένα σημαντικό ερώτημα είναι τότε αν ο ασθενής μπορεί να μείνει μαζί με άλλα άτομα. Κάντε μια εκτίμηση της απορροφούμενης δόσης χρησιμοποιώντας τις παρακάτω υποθέσεις: η πρόσληψη στον θυρεοειδή είναι ακαριαία, η ενεργότητα στον θυρεοειδή είναι 2,50 GBq και ο θυρεοειδής μπορεί να θεωρηθεί σημειακή πηγή σε βάθος 10 mm κάτω από το δέρμα. Υποθέτουμε επίσης ότι δεν γίνεται βιολογική απέκκριση της ενεργότητας, γεγονός που σημαίνει ότι ο ρυθμός δόσης μειώνεται με το φυσικό χρόνο ημιζωής του  $^{131}\text{I}$  ( $t_{1/2}=8,04$  ημέρες).

Υπολογίστε την απορροφούμενη δόση σε μια μικρή μάζα ιστού στον αέρα σε απόσταση 50 cm από το δέρμα κατά τις πρώτες 10 h από την πρόσληψη, λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα πρωτογενή φωτόνια με την μεγαλύτερη συχνότητα εκπομπής ανά διάσπαση ( $E=364,5$  keV,  $f=0.812$ ).

Δίνονται επίσης:  $\rho_{\text{ιστού}} = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $\mu_{\text{ιστού}} = 10,98 \text{ m}^{-1}$ ,  $(\mu_{en}/\rho)_{\text{ιστού}} = 3,22 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ .