

ΠΤΥΧΙΑΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2016

«ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ»

Π. Παπαγιάννης, Ε. Στυλιάρης

23-MΑΡΤΙΟΥ-2016

---

**ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>**

(α) Διατυπώστε τον νόμο που διέπει την απορρόφηση ακτινοβολίας X σε ομοιόμορφο υλικό γνωστής σύστασης, επεξηγώντας κατάλληλα τα υπεισερχόμενα φυσικά μεγέθη.

(β) Για φορτισμένο σωματίδιο να αποδοθεί σχηματικά η τυπική εξέλιξη της ποσότητας  $-dE/dx$  συναρτήσει της διαδρομής  $x$  μέσα σε υλικό σταθερής σύστασης (καμπύλη Bragg) και να εξηγηθεί η σημασία της στις ιατρικές εφαρμογές.

(γ) Σωματίδιο  $\alpha$  αρχικής ενέργειας  $E_0=5\text{MeV}$  εκπέμπεται από σημειακή πηγή 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.

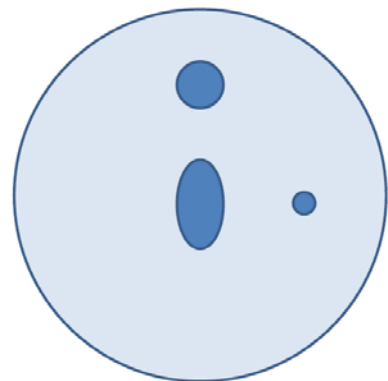
---

**ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>**

(α) Να εξηγήσετε απλά και σχηματικά την αρχή λειτουργίας συσκευής ποζιτρονικού τομογράφου PET. Να δικαιολογήσετε την αναγκαιότητα κατευθυντήρων.

(β) Σε συσκευή  $\gamma$ -Camera ο μολύβδινος κατευθυντήρας παραλλήλων κυλινδρικών οπών έχει πάχος  $T=5\text{cm}$  και διάμετρο οπής  $D=2\text{mm}$ . Πώς απεικονίζεται σημειακή πηγή ακτίνων  $\gamma$  στο πίσω μέρος του κατευθυντήρα, όταν αυτή βρίσκεται σε απόσταση  $F=10\text{cm}$  από την μετώπη του κατευθυντήρα;

(γ) Να αποδοθεί το ημιτονόγραμμα (sinogram) μιας τομογραφίας εκπομπής του ομοιώματος των τριών πηγών που απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα για την περιοχή γωνιών  $0^\circ < \phi < 360^\circ$ . Υποτίθεται πως το υλικό έχει αμελητέα απορρόφηση και οι τρεις πηγές έχουν ομοιόμορφη κατανομή του ραδιενεργού ιχνηθέτη.



### ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>

Παραλαμβάνετε γεννήτρια  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  2 ημέρες μετά την παρασκευή της ( $^{99}\text{Mo} \xrightarrow{\beta, \gamma} ^{99\text{m}}\text{Tc} \xrightarrow{\gamma} ^{99\text{m}}\text{Tc}$ ), όταν η ενεργότητα του  $^{99}\text{Mo}$  είναι 20 GBq. Κατά την παραλαβή, η στήλη (κυλινδρική μήκους 5 cm και διαμέτρου 0.8 cm) βγήκε από τη θωράκιση και έπεσε στο πάτωμα. Για να την πιάσετε και να την επιστρέψετε μέσα στην θωράκιση μπορείτε να κάνετε χρήση μιας από τις δυο λαβίδες που διαθέτετε, μήκους 20 και 40 cm, αντίστοιχα. Προσομοίωση της διαδικασίας επαναφοράς της στήλης μέσα στη θωράκιση έδειξε ότι απαιτούνται χειρισμοί με τη λαβίδα διάρκειας 0.6 και 0.9 min, αντίστοιχα.

(α) Να υπολογισθεί η δόση που θα δεχθούν τα δάκτυλα του χεριού σας στις δυο περιπτώσεις.

(β) Να υπολογισθεί η δόση που θα δεχθείτε στους φακούς των ματιών σας που θα είναι σε απόσταση  $\sim 70$  cm από το άκρο της λαβίδας που συγκρατεί την πηγή.

(γ) Ποια λαβίδα θα επιλέξετε να χρησιμοποιήσετε και με ποιά κριτήριο;

Δίνονται τα εξής:

- Οι σταθερές ρυθμού air kerma,  $\Gamma$ , του  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  και του  $^{99}\text{Mo}$  είναι 33 και 30  $\mu\text{Sv/h GBq}$ , στο 1 m, αντίστοιχα, λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα φωτόνια ενέργειας  $> 10$  keV.
- $t_{1/2}^{99}\text{Mo}=67\text{h}$  και  $t_{1/2}^{99\text{m}}\text{Tc}=6\text{h}$ .

• Παροδική ραδιενεργός ισορροπία αποκαθίσταται μεταξύ μακρόβιου πατρικού και βραχύβιου θυγατρικού ισότοπου μετά την πάροδο τεσσάρων περίπου χρόνων ημιζωής του θυγατρικού, οπότε για

τον λόγο της ενεργότητας των δύο ισωτόπων ισχύει:  $\frac{A_{\theta}}{A_{\Pi}} = p \frac{t_{1/2\Pi}}{t_{1/2\Pi} - t_{1/2\theta}}$  ( $p=0.876$  για τη διάσπαση

$^{99}\text{Mo}$  σε  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ).

### ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>

(α) Αναφέρατε επιγραμματικά ποιους τροποποιητικούς παράγοντες της βιολογικής επίδρασης της δόσης ιοντίζουσας ακτινοβολίας γνωρίζετε, και πώς επιδρούν σε αυτή.

(β) Ποιες από τις τρεις βασικές αρχές του διεθνούς συστήματος ακτινοπροστασίας βρίσκουν εφαρμογή για τον εξεταζόμενο κατά τις ιατρικές εκθέσεις σε ιοντίζουσα ακτινοβολία;

(γ) Σε πλαστικό ομοίωμα PMMA ( $\rho=1.19$  g/cm<sup>3</sup>) που φέρει σημειακή πηγή φωτονίων ενέργειας 400 keV στο κέντρο του, τοποθετείται δοσίμετρο θερμοφωταύγειας LiF ( $\rho=2.635$  g/cm<sup>3</sup>) ακμής 1mm με σκοπό να μετρηθεί η δόση στο PMMA.

i) Πώς θα υπολογίσω τη δόση στο PMMA δεδομένης της δόσης στο LiF,  $D_{\text{LiF}}$ ;

ii) Μέχρι ποια απόσταση από τα άκρα του ομοιώματος μπορώ να τοποθετήσω το δοσίμετρο ώστε να ισχύουν συνθήκες ηλεκτρονιακής ισορροπίας (CPE);

Δίνονται:

Ee- (keV)	$S/\rho_{\text{LiF}}$ (MeVcm <sup>2</sup> /g)	CSDA range LiF (g/cm <sup>2</sup> )	$S/\rho_{\text{PMMA}}$ (MeVcm <sup>2</sup> /g)	CSDA range PMMA	Eφ (keV)	$\mu/\rho_{\text{LiF}}$ (cm <sup>2</sup> /g)	$\mu/\rho_{\text{PMMA}}$ (cm <sup>2</sup> /g)	$R_{\text{en}}/\rho_{\text{LiF}}$ (cm <sup>2</sup> /g)	$R_{\text{en}}/\rho_{\text{PMMA}}$ (cm <sup>2</sup> /g)
400	1.743E+00	1.591E-01	2.096E+00	1.323E-01	400	2.486E-01	1.031E-01	7.890E-02	3.185E-02