

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 21**  
**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ**  
**ΤΩΝ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ Β**

	Ειδικότητα (ΠΟΛ-ΜΗΧ-ΗΛΓ-ΗΛΝ)	Τμήμα (B1-B2-B3-B4)	Ομάδα (Α-Β-Γ-Δ-Ε-Ζ-Η-Θ-Ι-Κ-Λ-Μ)	
<b>Ονοματεπώνυμο</b>				
<b>Διδάσκων</b>				
<b>Ημ/νία διεξαγωγής πειράματος</b>			<b>Ωρα</b>	
<b>Ημ/νία παράδοσης γραφτής εργασίας</b>				
<b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ</b>	<b>Excel Αυτό-αξιολογήσης</b>	<b>1<sup>η</sup> διόρθωση</b>	<b>Τελικός βαθμός</b>	

**Παρατηρήσεις - Διορθώσεις:**

- Ερωτήσεις προεργασίας
- Πειραματικά δεδομένα
- Χάραξη γραφικής
- Υπολογισμός κλίσης
- Υπολογισμός μεγεθών
- Μονάδες μέτρησης
- Στρογγυλοποίηση τελικών
- Αξιολόγηση αποτελέσματος

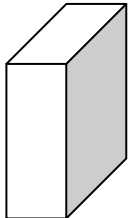


## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΡΟΕΡΓΑΣΙΑΣ (στο σπίτι)

Αφού μελετήσετε το θεωρητικό μέρος της εργασίας μέσα από τις Σημειώσεις του Εργαστηρίου ή/και τη σχετική βιβλιογραφία που σας προτείνεται, απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα:

1. Ποιά είναι τα είδη ραδιενεργής ακτινοβολίας; Δώστε (σε μία γραμμή), σε τι συνίσταται η κάθε μια.

2. Ένα ομογενές υλικό πάχους  $x$  υποβάλλεται σε ακτινοβολία ραδιενεργούς ακτινοβολίας  $\beta$ , με ρυθμό  $R_0$  (αριθμός σωματιδίων/sec):

Αποδώστε αυτήν την φυσική διαδικασία, με ένα σχήμα.	Δώστε την συνάρτηση που εκφράζει τον ρυθμό $R$ των σωματιδίων $\beta$ που εξέρχονται από το υλικό	Γράψτε τα φυσικά μεγέθη (και μονάδες τους) που υπεισέρχονται στην συνάρτηση αυτή
		

3. Η επιφανειακή πυκνότητα ενός φύλλου αλουμινίου (Al) που χρησιμοποιήθηκε στο εργαστήριο είναι  $\sigma = 181 \text{ mg/cm}^2$ . Δεδομένου ότι η (ογκική) πυκνότητα του Al, είναι  $\rho = 2.7 \text{ gr/cm}^3$ , υπολογίστε το πάχος του φύλλου. (Προσέξτε τις μονάδες!)

4. Ο φυσικός νόμος που διέπει την αλληλεξάρτηση δύο φυσικών μεγεθών  $x$  και  $y$  που μετρήθηκαν στο Εργαστήριο, εκφράζεται από την εκθετική συνάρτηση:  $y(x) = y_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}$  όπου  $y_0$  και  $\mu$  είναι πειραματικές σταθερές.

i. Γραμμικοποιήστε την συνάρτηση (δες Ασκ.2) λογαριθμίζοντας και τα δύο μέλη της, ώστε να την φέρετε στην μορφή  $Y = a \cdot X + b$

Περιγράψτε πώς θα μπορούσατε ακολούθως από την γραφική παράσταση να:

ii. επαληθεύσετε το νόμο αυτό.

iii. προσδιορίσετε τις πειραματικές σταθερές  $y_0$  και  $\mu$ .

**ΠΡΟΣΟΧΗ !**

- Απαγορεύεται η αδικαιολόγητη μετακίνηση της ραδιενεργού πηγής.
- Η ραδιενεργός πηγή Sr-90 που χρησιμοποιείται στην παρούσα άσκηση είναι καλά προστατευμένη μέσα σε ειδική θήκη. Για να αποκαλυφθεί η πηγή πρέπει να ανοίξετε το καπάκι της θήκης και να αφαιρέσετε προσεκτικά με λαβίδα το μολύβδινο προστατευτικό δίσκο.
- Το παράθυρο του σωλήνα Geiger φράσσεται με εύθραυστη μεμβράνη από μίκα.
- Η τοποθέτηση των απορροφητικών φύλλων αλουμινίου πρέπει να γίνεται με την λαβίδα.
- Η πειραματική διάταξη είναι συναρμολογημένη και έτοιμη για λειτουργία.

**ΕΡΓΑΣΙΕΣ (στο εργαστήριο)****Λήψη Μετρήσεων<sup>2</sup>**

1. Να ελέγξετε ώστε η τάση τροφοδοσίας του απαριθμητή Geiger να είναι  $V=330\text{ Volts}$ .
2. Να ρυθμίσετε το χρονοδιακόπτη του ψηφιακού απαριθμητή στη τιμή  $\Delta t=60\text{ sec}$ .

**ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ**

4. Ο απαριθμητής ξεκινά να καταγράφει τη ραδιενέργεια του περιβάλλοντος για χρονικό διάστημα  $\Delta t=60\text{ sec}$ . Μόλις συμπληρωθεί το χρονικό διάστημα  $\Delta t$  ο απαριθμητής σταματά την καταμέτρηση και στην οθόνη του καταγράφεται ο αριθμός των ραδιενεργών σωματιδίων  $N_b$  που οφείλεται στο ραδιενεργό υπόβαθρο. Η τιμή  $N_b$  να γραφεί στην αντίστοιχη στήλη του ΠΙΝΑΚΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 1.

**ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ Β ΑΠΟ ΠΛΑΚΕΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ**

5. Να ανοίξετε το καπάκι της θήκης της ραδιενεργού πηγής και να αφαιρέσετε με τη λαβίδα τον προστατευτικό μολύβδινο δίσκο.
6. Να θέσετε τη ραδιενεργό πηγή ακριβώς κάτω από το παράθυρο του σωλήνα Geiger και να φροντίσετε να παραμείνει στην ίδια θέση σε όλη τη διάρκεια του πειράματος.
7. Να μηδενίσετε τον απαριθμητή, οπότε θα αρχίσει να καταγράφει τον συνολικό αριθμό  $N_o$  των σωματιδίων που προέρχονται από τη πηγή και το περιβάλλον. Η μέτρηση αυτή να γραφεί στην αντίστοιχη στήλη του ΠΙΝΑΚΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 1.
8. Υπολογίστε τους ρυθμούς  $R_b$  και  $R_o$  αντίστοιχα λαμβάνοντας υπόψη το χρονικό διάστημα καταγραφής  $\Delta t$ . Λαμβάνοντας υπόψη την ακτινοβολία περιβάλλοντος υπολογίστε το ρυθμό  $R'_o$  των σωματιδίων που εξέρχονται από την πηγή μόνο.
9. Να παρεμβάλετε μεταξύ πηγής και σωλήνα Geiger την πιο λεπτή πλάκα αλουμινίου και να μηδενίσετε τον απαριθμητή. Ο απαριθμητής θα καταγράψει τον αριθμό  $N$  των σωματιδίων που εξέρχονται από το απορροφητικό μέσο και το περιβάλλον. Η τιμή  $N$  να γραφεί στην αντίστοιχη στήλη του ΠΙΝΑΚΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 2.
10. Να επαναλάβετε την εργασία 8 για όλες τις πλάκες αλουμινίου αυξανόμενου πάχους  $\sigma$  (σε  $mg/cm^2$ ) όπως αναγράφεται στην επιφάνεια τους και ενημερώστε τον ΠΙΝΑΚΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 2. Όπου υποδεικνύεται, προσθέστε και 2<sup>ο</sup> φύλλο αλουμινίου.

<sup>2</sup> Προσέξτε ότι αυτό που μετράται από τον απαριθμητή είναι ο αριθμός των σωματιδίων  $N$  στον δοσμένο χρόνο (π.χ.  $\Delta t = 60\text{ sec}$ ) και όχι ο ρυθμός  $R$  που εκφράζεται σε σωματίδια/sec ( $R = N / \Delta t$ )

Χρόνος καταγραφής  $\Delta t =$

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 1**

Ακτινοβολία περιβάλλοντος (υπόβαθρο)		Μετρούμενη ακτινοβολία πηγής (χωρίς απορροφητή)		Διορθωμένη ακτινοβολία πηγής (χωρίς απορροφητή)
$N_b$ (counts)	$R_b$ (cps)	$N_o$ (counts)	$R_o$ (cps)	$R' = R_o - R_b$ (cps)

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 2**

a/a	Επιφανειακή πυκνότητα απορροφητή	Μετρούμενη ακτινοβολία εξερχόμενη από τον απορροφητή		Διορθωμένη ακτινοβολία εξερχόμενη από τον απορροφητή	$\ln\left(\frac{R'}{R_o}\right)$
	$\sigma$ (mg/cm <sup>2</sup> )	$N$ (counts)	$R$ (cps)	$R' = R - R_b$ (cps)	
1	42				
2	65				
3	100				
4	134				
5	181				
6	241				
7	314				
8	314+42=				
9	388				
10	388+42=				
11	388+100=				
12	543				
13	543+42=				
14	543+100=				
15	708				
16	708+42=				
17	808				
18	808+100=				

cps = counts per sec = καταγραφές ανά δευτερόλεπτο (παλμοί ανά δευτερόλεπτο)

## Επεξεργασία Μετρήσεων - Αποτελέσματα

1. Για κάθε πάχος αλουμινίου να υπολογίσετε τη ποσότητα  $\ln\left(\frac{R'}{R'_o}\right)$  και να ενημερώσετε την αντίστοιχη στήλη του ΠΙΝΑΚΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 2.

2. Να σχεδιάσετε σε χιλιοστομετρικό χαρτί τη γραφική παράσταση  $\ln\left(\frac{R'}{R'_o}\right) = f(\sigma)$ .

3. Επαληθεύεται ο νόμος της εκθετικής μείωσης των εξερχομένων σωματιδίων  $B$  καθώς το πάχος του απορροφητή αυξάνει; Δικαιολογήστε.

4. Υπολογίστε την κλίση του γραμμικού τμήματος της γραφικής παράστασης και από αυτήν προσδιορίστε το μαζικό συντελεστή εξασθένησης  $K_B$  καθώς και τον γραμμικό συντελεστή εξασθένησης  $\mu_B$  των σωματιδίων  $B$  από το αλουμίνιο.

Να είστε προσεκτικοί κάνοντας τις κατάλληλες μετατροπές μονάδων ώστε αυτά τα μεγέθη να εκφραστούν σε  $[cm^2/gr]$  και  $[1/cm]$  αντιστοίχα. (Υπενθυμίζεται  $1 gr = 10^3 mgr$ ).

$$K_B =$$

$$\mu_B =$$

5. Από τη γραφική παράσταση να προσδιορίσετε:

a) την πραγματική μέση εμβέλεια  $\sigma_o$  (σε μονάδες  $mgr/cm^2$ ) των σωματιδίων  $B$  μέσα στο αλουμίνιο

$$\sigma_o =$$

b) τη μέγιστη εμβέλεια  $\sigma_{max}$  σε μονάδες  $mgr/cm^2$  καθώς και την αβεβαιότητα (σφάλμα)  $\delta\sigma_{max}$  κατ' εκτίμηση που οφείλεται κυρίως στη χάραξη της γραφικής

$$\sigma_{max} \pm \delta\sigma_{max} =$$

c) Υπολογίστε επίσης τη μέγιστη εμβέλεια σε μονάδες μήκους ( $cm$ ), δεδομένου ότι η πυκνότητα του απορροφητή είναι  $\rho_{Al} = 2.7 gr/cm^3$

$$x_{max} =$$

$$cm$$

6. Χρησιμοποιώντας την εμπειρική σχέση εμβέλειας-ενέργειας των σωματιδίων  $B$  του Feather, να υπολογίσετε τη μέγιστη ενέργεια  $E_{max}$  και το σφάλμα<sup>(3)</sup>  $\delta E_{max}$  των σωματιδίων  $B$  της πηγής, στις κατάλληλες μονάδες: η εμβέλεια  $\sigma_{max}$  των σωματιδίων μετριέται σε  $[mgr/cm^2]$  και η ενέργεια  $E_{max}$  μετριέται σε  $[MeV]$ .

$$E_{max} \pm \delta E_{max} =$$

Η τιμή  $E_{max}$  που υπολογίσατε βρίσκεται μέσα στο ενεργειακό εύρος που ο εμπειρικός νόμος αυτός έχει ισχύ;

<sup>3</sup> Το σφάλμα  $\delta E_{max}$  θα προκύψει απλά από τη διάδοση σφάλματος:  $\delta E_{max} = \sqrt{\left(\frac{\partial E_{max}}{\partial \sigma_{max}} \delta \sigma_{max}\right)^2} = \frac{\delta \sigma_{max}}{543}$

7. Ακολουθώντας, συγκρίνετε την πειραματική τιμή  $E_{max}$  με τη μέγιστη τιμή της ενέργειας των σωματιδίων  $\beta$  που προέρχονται από πηγή  $^{90}\text{Sr}$ , όπως δίνεται στη βιβλιογραφία (Σχήμα 21.10). Πόση είναι η απόκλιση (%) και πού μπορεί να οφείλεται;

$$\frac{|E_{\max, \beta\text{βλ}} - E_{\max, \text{πειρ}}|}{E_{\max, \beta\text{βλ}}} \cdot 100\% =$$

...αν υπάρχει χρόνος...

8. Τι εκφράζει το γεγονός ότι σε μεγάλα πάχη  $\sigma$ , ο ρυθμός καταγραφής (cps) των σωματιδίων που εξέρχονται από τον απορροφητή (πρακτικά) δεν αλλάζει; Γιατί είναι μεγαλύτερος της ακτινοβολίας υποβάθρου  $R_b$  που μετρήσατε αρχικά;
9. Τέλος, με βάση την τιμή του  $\mu_\beta$  που βρήκατε, υπολογίστε (Σχέση 21.16) το πάχος του φύλλου αλουμινίου που θα περιόριζε στο μισό την ένταση της ακτινοβολίας  $\beta$  από την πηγή (πάχος υποδιπλασιασμού  $d_{1/2}$ ).

**Επισήμανση:** Σε όλα τα αποτελέσματα θα γράφετε τη μονάδα μέτρησης των μεγεθών.

Απαντήστε στα ζητούμενα της άσκησης.

Να δείχνετε αναλυτικά τους υπολογισμούς των ζητούμενων μεγεθών με τις μονάδες τους.

~.~