

Μετρήσεις ακτινοβολίας υποβάθρου με τον απαριθμητή GEIGER –MULLER

Π. Μουρούζης, Γ. Παλής, Κ. Παπαμιχάλης, Γ. Τουντουλίδης, Ε. Τσιτοπούλου, Ι. Χριστακόπουλος.

ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι αυτής της εργαστηριακής άσκησης είναι οι μαθητές:

- ✓ Να αντιληφθούν ότι ζούμε σε ένα περιβάλλον το οποίο μας “βομβαρδίζει” συνέχεια με ακτινοβολία α, β και γ.
- ✓ Να μάθουν πως ανιχνεύεται η ακτινοβολία αυτή (ακτινοβολία υποβάθρου).
- ✓ Να μετρήσουν την ακτινοβολία υποβάθρου σε σταθερά χρονικά διαστήματα και να καταγράψουν τα αποτελέσματα με τη βοήθεια της συσκευής συγχρονισμένης λήψης και απεικόνισης, του ανιχνευτή Geiger-Muller και ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

1. Λυχνία GEIGER -MULLER
2. Παραλληλόγραμμη βάση
3. Μία απλή μεταλλική λαβίδα
4. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής του ΣΕΦΕ (Σχολικού Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών).
5. Ο εκτυπωτής του ΣΕΦΕ
6. Χάρακας

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

Για την πραγματοποίηση και κατανόηση της άσκησης οι μαθητές πρέπει να γνωρίζουν τις ενότητες του σχολικού βιβλίου:

- ✓ 3.3 Η ραδιενέργεια
- ✓ Το ελεύθερο ανάγνωσμα των σελίδων 84-85 (Ραδιοχρονολόγηση).

Ακτινοβολία υποβάθρου

Με τον όρο «ακτινοβολία υποβάθρου» εννοούμε το χαμηλότερο επίπεδο ακτινοβολίας που μπορούμε να μετρήσουμε σε μια περιοχή. Είναι η ακτινοβολία που οφείλεται στα ραδιενεργά υλικά που υπάρχουν στο περιβάλλον (χώμα, βράχους, οικοδομικά υλικά, ξύλα, τρόφιμα, αέρα, κλπ) στους ιστούς μας (K-40, C-14) και στις κοσμικές ακτινοβολίες.

Τα ραδιενεργά υλικά τα οποία υπάρχουν στο περιβάλλον σχηματίστηκαν από την εποχή της δημιουργίας της Γης.

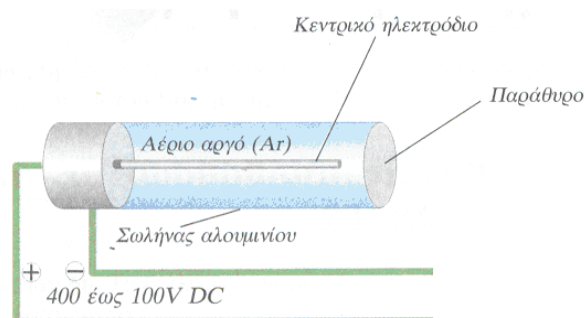
Οι κοσμικές ακτινοβολίες είναι ακτινοβολίες που προέρχονται από τον ήλιο και άλλους γαλαξίες (πρωτογενής ακτινοβολία) και αποτελείται από ατομικούς πυρήνες και πρωτόνια μεγάλης ενέργειας (μέχρι 10^{16} MeV) και από σωματίδια α, β και γ που παράγονται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας λόγω των συγκρούσεων των σωματιδίων της πρωτογενούς ακτινοβολίας με τα μόρια που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα (δευτερογενής ακτινοβολία).

Ανιχνευτής -απαριθμητής GEIGER - MULLER

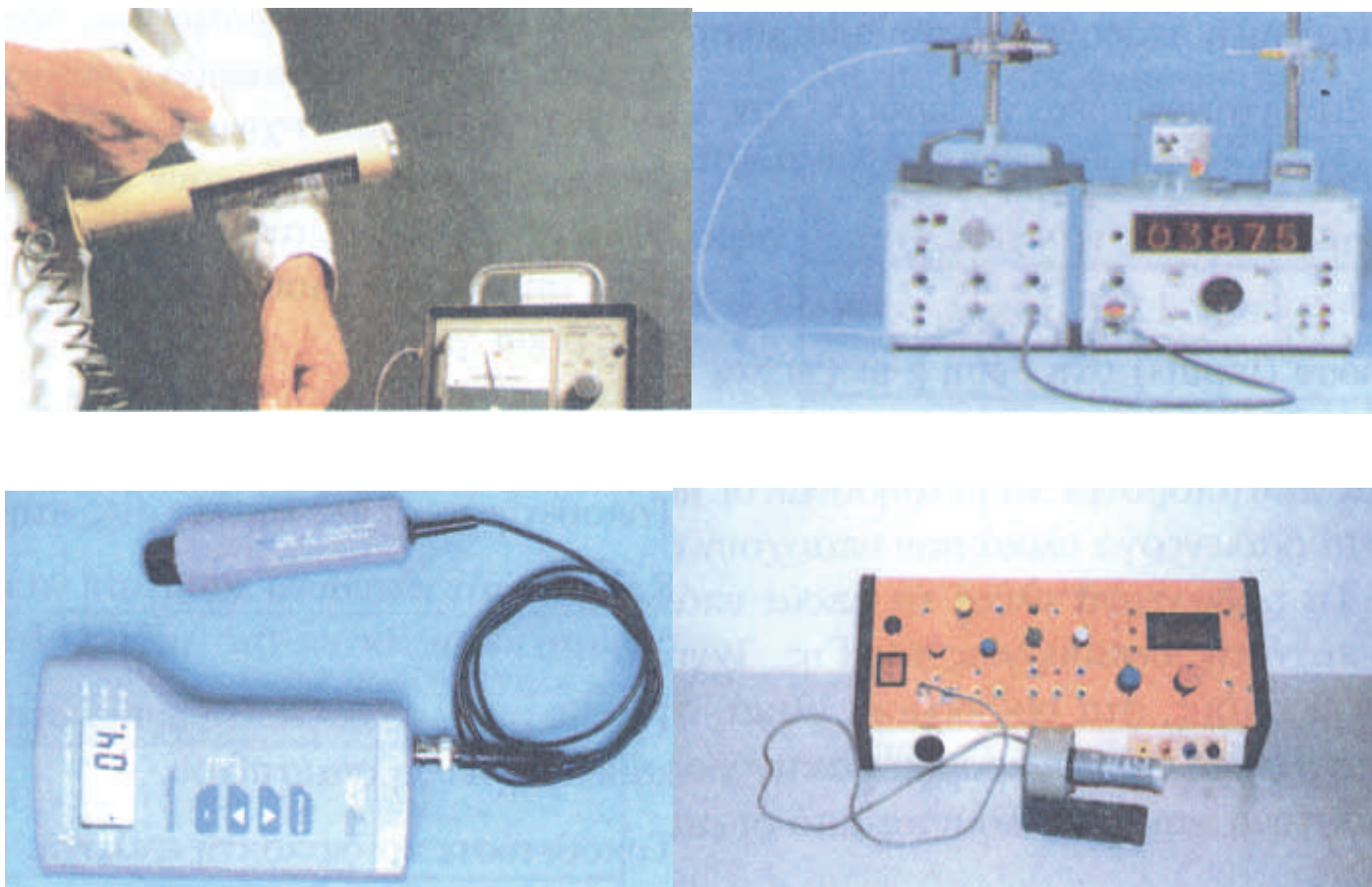
Ο ανιχνευτής - απαριθμητής GEIGER -MULLER αποτελείται από τη λυχνία ανίχνευσης G-M και τη συσκευή απαρίθμησης.

Η λυχνία G-M (δίπλανη εικόνα) είναι ένας μεταλλικός κύλινδρος από αλουμίνιο, ο οποίος στο εσωτερικό του περιέχει αέριο, συνήθως αργό (Ar), σε χαμηλή πίεση.

Κατά μήκος του άξονα του κυλίνδρου υπάρχει λεπτό ευθύγραμμο σύρμα. Το μπροστινό μέρος του κυλίν-



δρου κλείνεται από μια λεπτή μεμβράνη, που ονομάζεται παράθυρο του ανιχνευτή. Όταν ένα σωματίδιο περάσει από το παράθυρο, ionίζει το αέριο που υπάρχει στο εσωτερικό του σωλήνα και τότε ένας ηλεκτρικός παλμός καταγράφεται από τη συσκευή απαρίθμησης. Ο ανιχνευτής -απαριθμητής GEIGER -MULLER δεν αναγνωρίζει τη φύση των σωματιδίων που προκαλούν τον ιονισμό του αερίου Ar. Υπάρχουν διάφοροι τύποι απαριθμητών G-M και για τη χρήση τους απαιτείται προηγουμένως προσεκτική μελέτη των εγγράφων που τους συνοδεύουν (οδηγίες χρήσης). Τέτοιες συσκευές φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.

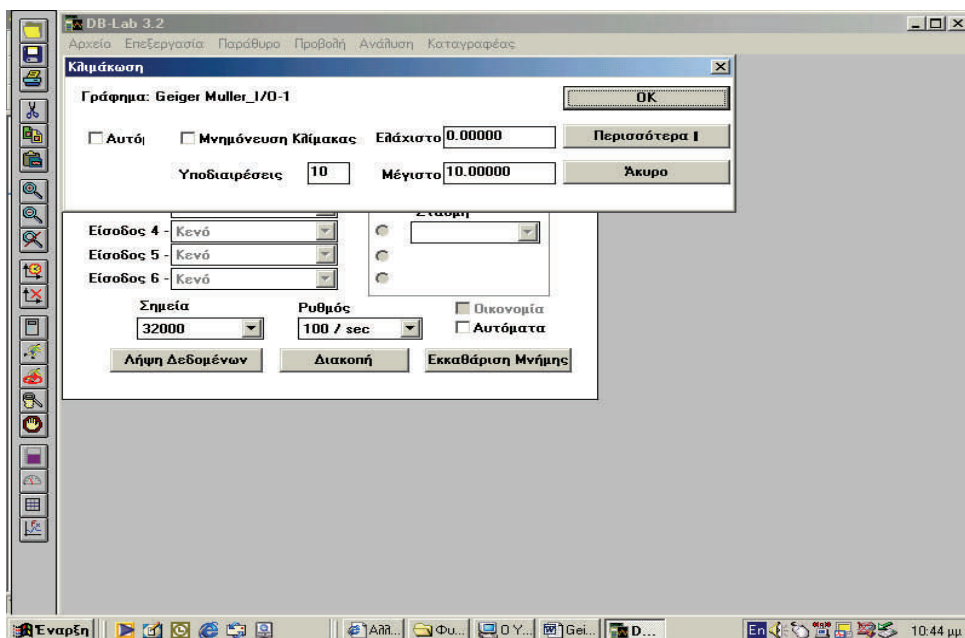


ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

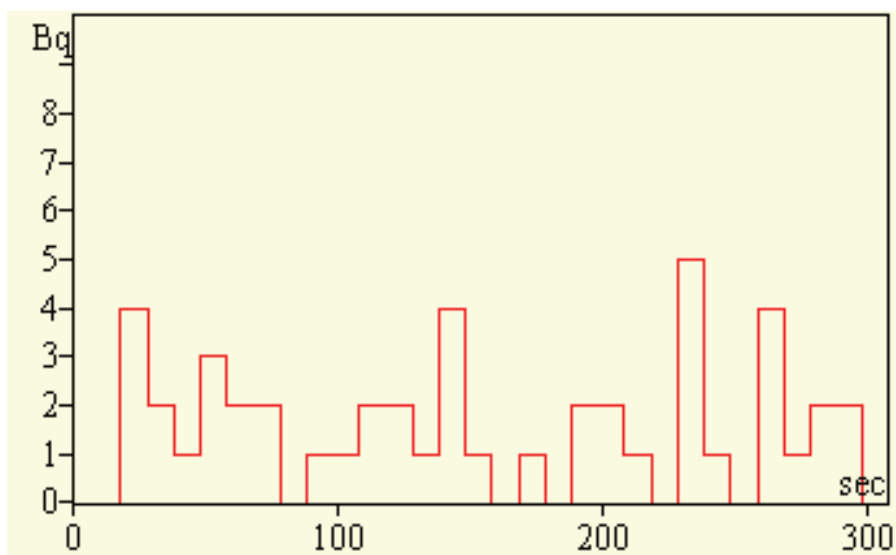
1. Συνδέουμε στην είσοδο 1 του Multilog τον αισθητήρα του Geiger Muller.
2. Τοποθετούμε την λαβίδα στην παραλληλόγραμμη βάση
3. Τοποθετούμε τον αισθητήρα στη λαβίδα (πιάνοντας, με τη λαβίδα, τον βραχίονα του αισθητήρα),
4. Στέφουμε τον αισθητήρα σε οριζόντια θέση.
5. Ανοίγουμε το πρόγραμμα **DB-Lab**.
6. Ανοίγουμε το **MultiLog** πατώντας το “κουμπί” **On** και περιμένουμε να παρουσιαστεί στην οθόνη του η λέξη **Ready**.
5. Στο μενού «Καταγραφέας» (οθόνη Η/Υ) επιλέγουμε «Πίνακας Ελέγχου».



6. Στο μενού «**Είσοδος 1**» επιλέγουμε τον απαριθμητή Geiger Muller. Στο μενού «**Σημεία**» διαλέγουμε **32000** και στο μενού «**Ρυθμός**» επιλέγουμε **100/s**.
7. Από το μενού «**Προβολή**» επιλέγουμε «**Κλιμάκωση**». Θέτουμε **ελάχιστο 0**, **μέγιστο 10** και επιλέγουμε **10 υποδιαίρεσεις**. Κατόπιν επιλέγουμε «**Μνημόνευση κλίμακας**» και πατάμε **OK**.



8. Πατάμε το κουμπί «**Λήψη δεδομένων**». Στην οθόνη δημιουργείται, με την πάροδο του χρόνου το ραβδόγραμμα Ενεργότητας – Χρόνου με εύρος 10s.



9. Παίρνουμε μετρήσεις για 5min (300s) και πατάμε το κουμπί «**Διακοπή**»
10. Κλείνουμε το MultiLog, πατώντας το “κουμπί” **Off**.
11. Στην οθόνη του Η/Υ έχουμε το ραβδόγραμμα Ενεργότητας – Χρόνου με εύρος 10s.
12. Αποθηκεύουμε το ραβδόγραμμα με το όνομα «Geigero».
13. Εκτυπώνουμε το ραβδόγραμμα Ενεργότητας – Χρόνου.
14. Στέλνουμε το ραβδόγραμμα για αναπαραγωγή στο φωτοτυπικό μηχάνημα, στη γραμματεία του σχολείου, σε τόσα αντίγραφα όσοι και οι μαθητές.

15. Περιστρέφουμε τον αισθητήρα κατά 90° (τώρα είναι κατακόρυφος) και επαναλαμβάνουμε τις ενέργειες 5 έως 14 αποθηκεύοντας το ραβδόγραμμα με το όνομα «Geigerk»
16. Διανέμουμε στους μαθητές τις γραφικές παραστάσεις «Ενεργότητας – χρόνου».

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ – ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑ

1. Ζητάμε από τους μαθητές να μας πουν τι παριστάνουν τα επιμέρους εμβαδά μεταξύ της γραφικής παράστασης και του άξονα των χρόνων. Αυτό μπορεί να γίνει κατά την λήψη των δεδομένων με τον G-M σε κατακόρυφη θέση.

Για να διευκολύνουμε τους μαθητές ανατρέχουμε σε γραφικές παραστάσεις I-t, από την ύλη της Β΄ Λυκείου, με το $i = \frac{dq}{dt}$ μεταβλητό με το χρόνο ή σε γραφικές παραστάσεις ισχύος

$$P = \frac{dE}{dt}$$

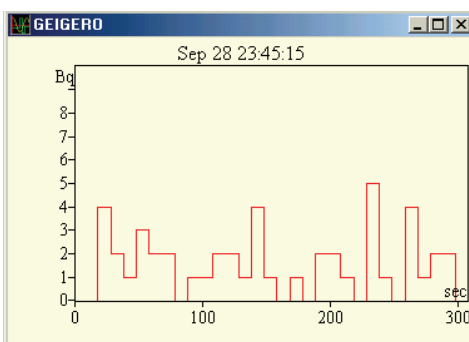
Στις περιπτώσεις αυτές το εμβαδόν παριστάνει το διερχόμενο ηλεκτρικό φορτίο και

την ενέργεια - έργο αντίστοιχα. Στην περίπτωση του διαγράμματος $\frac{dN}{dt} - t$ το εμβαδόν παριστάνει καταγραφές.

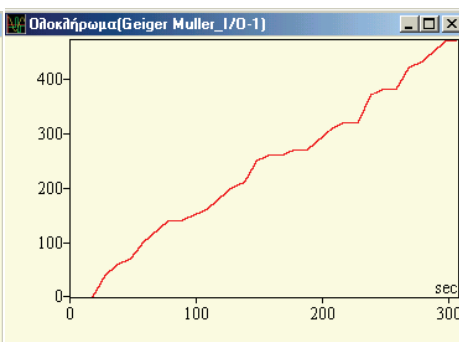
2. Οι μαθητές επεξεργάζονται τις γραφικές παραστάσεις και συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας.
3. Τις εργασίες τους τις διορθώνουν και τις παραδίδουμε βαθμολογημένες

ΠΑΡΑΠΕΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΜΟΝΟ ΑΠΟ ΤΟΝ ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑ

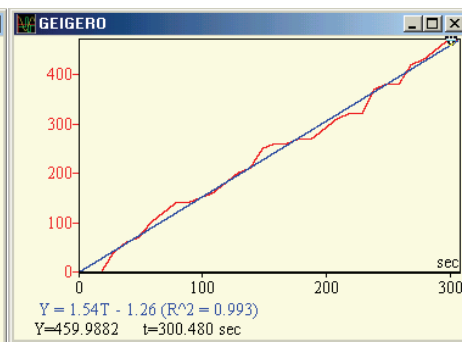
4. Ανοίγουμε το αποθηκευμένο αρχείο «Geiger» (Εικόνα 1). Από το μενού «**Ανάλυση**» επιλέγουμε «**Ολοκλήρωμα**» και στην οθόνη εμφανίζεται η γραφική παράσταση «καταγραφές – χρόνος» (Εικόνα 2). Από το μενού «**Ανάλυση**» επιλέγουμε «**Γραμμική παλινδρόμηση**» και στην οθόνη εμφανίζεται η γραφική παράσταση «καταγραφές – χρόνος» προσαρμοσμένη (ευθεία εικόνας 3). Στο κάτω μέρος της γραφικής παράστασης εμφανίζεται η κλίση της ευθείας – μέση ενεργότητα ($Y=1,54T$ στο συγκεκριμένο πείραμα). Τοποθετούμε τον κέρσορα επάνω στην γραφική παράσταση και πατάμε αριστερό κλικ. Μεταφέρουμε το βέλος κρατώντας πατημένο το αριστερό κλικ και σύροντας το ποντίκι πάνω στην στο άξονα των χρόνων μέχρι τα 300s. Αφήνουμε το δάκτυλό μας και στη συνέχεια πατάμε διπλό αριστερό κλικ. Στο κάτω μέρος της γραφικής παράστασης εμφανίζεται (κάτω από την κλίση) ο συνολικός αριθμός των διασπάσεων (460 στο συγκεκριμένο πείραμα), και τον συγκρίνουμε με το αποτέλεσμα της επεξεργασίας των μαθητών.



Εικόνα 1



Εικόνα 2



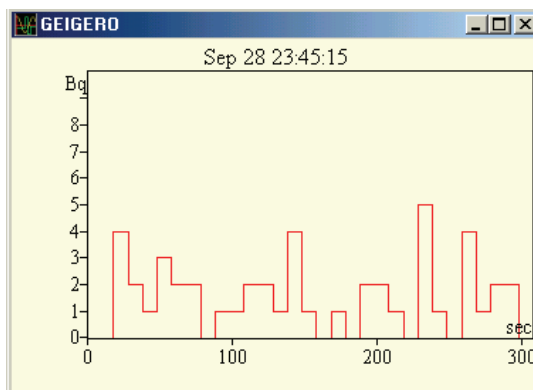
Εικόνα 3

Φύλλο εργασίας - Απαντήσεις

Εργαστηριακή άσκηση

**.Μετρήσεις ακτινοβολίας υποβάθρου με τον απαριθμητή
GEIGER -MULLER**
Λυχνία G.M οριζόντια

Ερώτηση 1η: Παρατηρήστε τα διαγράμματα ενεργότητας χρόνου.



- Για πόσο χρονικό διάστημα ο απαριθμητής G-M κατέγραψε την ακτινοβολία;
Ο απαριθμητής G-M κατέγραψε την ακτινοβολία για 300s (5 min)
- Ποια η ελάχιστη και ποια η μέγιστη τιμή της ενεργότητας;
Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή της ενεργότητας είναι αντίστοιχα 0 και 5Bq

Ερώτηση 2η: Τι παριστάνουν τα επί μέρους εμβαδά μεταξύ της γραφικής παράστασης και του άξονα των χρόνων;

Τα επί μέρους εμβαδά μεταξύ της γραφικής παράστασης και του άξονα των χρόνων παριστάνουν τον αριθμό των κρούσεων των σωματιδίων α, β και γ με τα μόρια του αερίου που υπάρχει στο σωλήνα του ανιχνευτή G-M.

Ενέργεια 1η: Να υπολογίσετε τα επί μέρους εμβαδά ανά 10s και οι υπολογισμοί να καταχωρηθούν στον πίνακα 1.

Ενέργεια 2η: Με βάση τα στοιχεία του πίνακα 1 να συμπληρώσετε τον πίνακα 2.

Ενέργεια 3η: Με βάση τα στοιχεία του πίνακα 2 να κάνετε το διάγραμμα αριθμού σωματιδίων που καταγράφηκαν – χρόνου (N – t) .

Με βάση τις τιμές του πίνακα 2 ο μαθητής κατασκευάζει το διάγραμμα N - t

Χρονική Διάρκεια Δt (s)	Εμβαδόν (κρούσεις)	Αριθμός κρούσεων	t (s)	Αριθμός συνολικών κρούσεων
0-10	0	0	0	0
10-20	0	0	10	0
20-30	40	40	20	0
30-40	20	20	30	40
40-50	10	10	40	60
50-60	30	30	50	70
60-70	20	20	60	100
70-80	20	20	70	120
80-90	0	0	80	140
.....	90	140
290-300	20	20
			300	460

Πίνακας 1

Πίνακας 2

Ερώτηση 3η: Ο ρυθμός κρούσεων είναι σταθερός; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.
Ο ρυθμός καταγραφής των σωματιδίων που εισέρχονται στον μετρητή δεν είναι σταθερός διότι η γραφική παράσταση $N - t$ δεν είναι ευθεία.

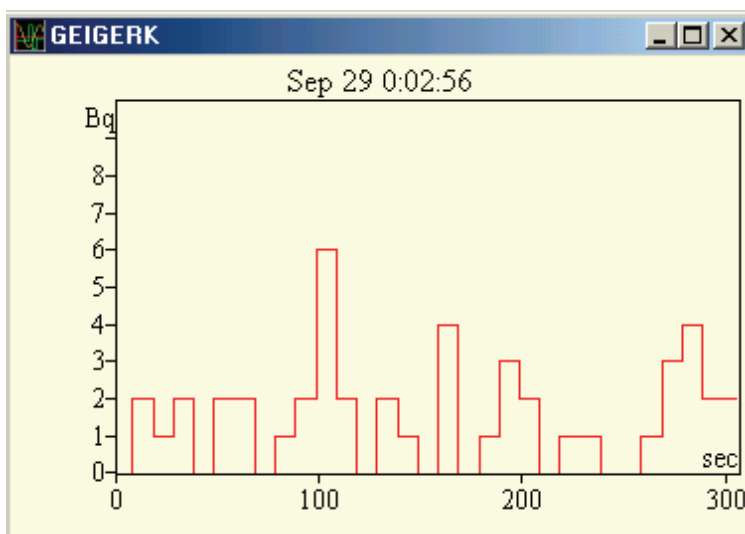
Ερώτηση 4η: .Να υπολογίσετε το μέσο ρυθμό καταγραφής – μέση ενεργότητα.
 Συνολικός αριθμός κρούσεων: **460**
 Συνολικός χρόνος: **300 s**

Μέσος ρυθμός κρούσεων:

Λυχνία G.M κατακόρυφη

Ερώτηση 5η: Παρατηρήστε τα διαγράμματα ενεργότητας χρόνου.

- Για πόσο χρονικό διάστημα ο απαριθμητής G-M κατέγραψε την ακτινοβολία;



Ο απαριθμητής G-M κατέγραψε την ακτινοβολία για 300s (5 min)

- Ποια η ελάχιστη και ποια η μέγιστη τιμή της ενεργότητας;

Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή της ενεργότητας είναι αντίστοιχα 0 και 6Bq

- Με ποιο προσανατολισμό της λυχνίας G-M (οριζόντιο ή κατακόρυφο) καταγράψατε μεγαλύτερη μέγιστη ενεργότητα;

Με τη λυχνία G.M κατακόρυφη

Ενέργεια 4η: Να υπολογίσετε τα επί μέρους εμβαδά ανά 10s και οι υπολογισμοί να καταχωρηθούν στον πίνακα 1.

Ενέργεια 5η: Με βάση τα στοιχεία του πίνακα 1 να συμπληρώσετε τον πίνακα 2

Ενέργεια 6η: Με βάση τα στοιχεία του πίνακα 2 να κάνετε το διάγραμμα αριθμού σωματιδίων που καταγράφηκαν – χρόνου ($N - t$). Διάγραμμα 2

Επαναλαμβάνουμε όπως και με την λυχνία G-M οριζόντια

Ερώτηση 9η: Αν θέλατε να μετρήσετε μόνο την κοσμική ακτινοβολία, τι μέτρηση θα κάνατε:
Πετώντας σε μεγάλο ύψος με αερόστατο και με τη λυχνία κατακόρυφη.