

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ
γ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ
ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ GEIGER -MULLER
ΑΠ1

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Τι είναι: Διάδοση ενέργειας στο χώρο ως κύμα ή σωματίδιο

Πηγές: Φυσικές π.χ.ο Ήλιος, η κοσμική ακτινοβολία, τα φυσικά ραδιοϊσότοπα
Τεχνητές π.χ. Ραντάρ, κεραιές, λαμπτήρες, ιατρικά μηχανήματα

Πώς ανιχνεύεται : Με τις αισθήσεις (περιοχή ορατού και UV) και με ανιχνευτές

Πώς χαρακτηρίζεται : Μήκος κύματος στο κενό, ή συχνότητα (ή ενέργεια $E=h \cdot \nu$)

Επίδραση στην ύλη:

Ιονίζουσες (e , p , n , X , γ) Υψηλή ενέργεια. Προκαλούν ιονισμό των ατόμων, διασπούν χημικούς δεσμούς, προκαλούν βιολογικές βλάβες.

Μη ιονίζουσες (στατικά E και B πεδία, γήινο B , E και B πεδία (50Hz) από ηλ. Συσκευές, συστήματα μεταφοράς και διανομής Ηλ. Ενέργειας , ραδιοκύματα και μικροκύματα από κεραιές ραδιοφωνίας, τηλεόρασης, τηλεπικοινωνιών, φούρνοι μικροκυμάτων, UV, VIS, IR. Σχετικά μικρή ενέργεια.

Επίδραση στον άνθρωπο: ευεργετική ή αρνητική ανάλογα με ένταση, ενέργεια, είδος

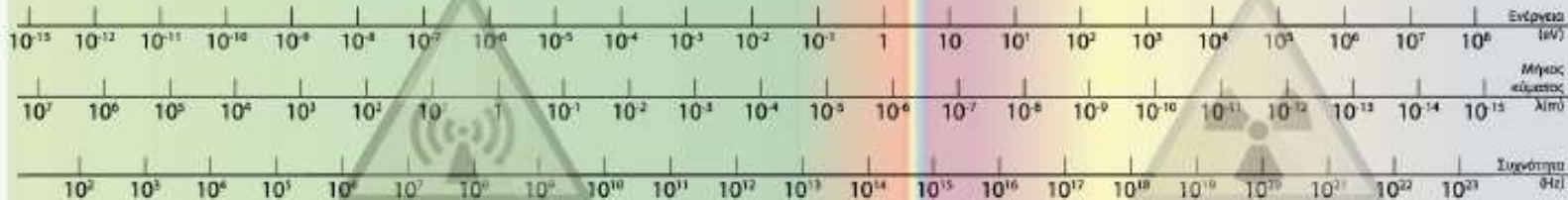


Η ακτινοβολία... παντού γύρω μας



Μη Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες

Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες



Χαμηλές Συχνότητες

Ραδιοκύματα / Μικροκύματα

Υπέριθρη

Υπεριώδης

Ακτίνες Χ

Ακτίνες γ



Ορατό Φάσμα

Π. ΧΡΥΣΙΚΟΠΟΥΛΟΥ

Οι ακτίνες- γ εκπέμπονται από ραδιενεργούς πυρήνες , φυσικούς ή τεχνητούς. Επίσης ακτινοβολία γ παράγεται σε επιταχυντές που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για την κατανόηση της δομής της ύλης.

Όμως η μεγαλύτερη πηγή ακτίνων γ είναι το σύμπαν!

Οι ακτίνες γ καταλαμβάνουν μία μεγάλη περιοχή του Η/Μ φάσματος που ξεκινά από ενέργειες 30 keV (περιοχή μαλακών ακτίνων γ) και να φτάνουν έως 30 TeV (περιοχή ακτίνων γ πολύ υψηλών ενεργειών), αυτές καλύπτοντας 9 τάξεις μεγέθους!

Η αστρονομία ακτίνων γ τις χωρίζει ανάλογα με την ενέργεια τους σε περιοχές

- Χαμηλής ενέργειας 30 keV-1 MeV
- Μεσαίας ενέργειας 1 MeV-30 MeV
- Υψηλής ενέργειας 30 MeV-30 GeV
- Πολύ υψηλής ενέργειας 30 GeV-30 TeV

Κάθε μία από τις παραπάνω περιοχές έχει διαφορετικές τεχνικές παρατήρησης, Επίσης διάφοροι φυσικοί μηχανισμοί είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή των ακτίνων γ και οι παρατηρήσεις γίνονται για άλλες περιοχές από το διάστημα, άλλες από τη γη και για άλλες δεν υπάρχουν τεχνικές παρατήρησης ακόμα.

Η εκπομπή ακτινοβολίας γ από ραδιενεργούς πυρήνες συνδιάζεται συνήθως με την εκπομπή ακτινοβολίας α και β .

Οι ακτίνες γ δεν φέρουν κανένα φορτίο ή μάζα και κατά συνέπεια η εκπομπή τους από έναν πυρήνα δεν οδηγεί σε καμιά αλλαγή στις χημικές ιδιότητες του πυρήνα αλλά μόνο στην απώλεια ενός ορισμένου ποσού ακτινοβόλου ενέργειας.

Η εκπομπή των ακτίνων γ οφείλεται σε μια αποδιέγερση του πυρήνα που βρισκόταν σε μια ασταθή κατάσταση, λόγω των εκπομπών α ή β από τον πυρήνα. Το αρχικό α ή β σωματίδιο και η επακόλουθη εκπομπή ακτίνων γ εκπέμπονται σχεδόν ταυτόχρονα.

Μερικές μόνο περιπτώσεις είναι γνωστές για την εκπομπή α και β ακτινοβολίας χωρίς να συμμετέχει σε αυτές η εκπομπή ακτίνων γ ,

Επίσης είναι δυνατή εκπομπή αποκλειστικά γ ακτινοβολίας από ορισμένα ισότοπα με δύο διαφορετικές μορφές, που αποκαλούνται πυρηνικά ισομερή έχοντας τους ίδιους ατομικούς αριθμούς και τους μαζικούς αριθμούς αλλά με διαφορετικές καταστάσεις διέγερσης του πυρήνα. Ακτίνες γ εκπέμπονται κατά τη μετάβαση του υψηλού-ενεργειακού ισομερούς στην χαμηλή-ενεργειακή μορφή (π.χ. το ισότοπο πρωτακτίνιο-234, που υπάρχει σε δύο ευδιάκριτες ενεργειακές καταστάσεις)

Οι ακτίνες α , β , και οι ακτινοβολίες γ εκπέμπονται από τους μητρικούς πυρήνες τους με τεράστιες ταχύτητες.

Οι ακτίνες γ δεν έχουν φορτίο, και ως εκ τούτου δεν μπορούν να προκαλέσουν ιονισμό τόσο εύκολα όπως τα α και β .

Οι β ακτίνες παράγουν το 1/100 έως το 1/200 του ιονισμού που παράγεται από τις α ακτίνες ανά εκατοστό-μετρο της διαδρομής τους στον αέρα.

Οι ακτίνες γ παράγουν περίπου το 1/100 του ιονισμού των β ακτίνων

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	ΜΑΖΑ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ α	ΣΧΕΤΙΚΑ ΒΑΡΙΑ	+2	ΣΧΕΤΙΚΑ ΑΡΓΑ
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ β	ΠΕΡΙΠΟΥ ΟΚΤΩ ΦΟΡΕΣ ΕΛΑΦΡΥΤΕΡΑ	-1	ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ
ΑΚΤΙΝΕΣ γ	ΔΕΝ ΕΧΟΥΝ	ΔΕΝ ΕΧΟΥΝ	3×10^8 m/s ΣΤΟ ΚΕΝΟ

Η ενέργεια των ακτίνων γ εξαρτάται από τις ενεργειακές στάθμες των πυρήνων των στοιχείων οι οποίες είναι **διακριτές** όπως και οι ενεργειακές στάθμες των ηλεκτρονίων σε ένα άτομο, αλλά πολύ μεγαλύτερες σε αριθμό. Ένας πυρήνας μπορεί να βρεθεί σε μια **διεγερμένη** ή **θεμελιώδη** κατάσταση.

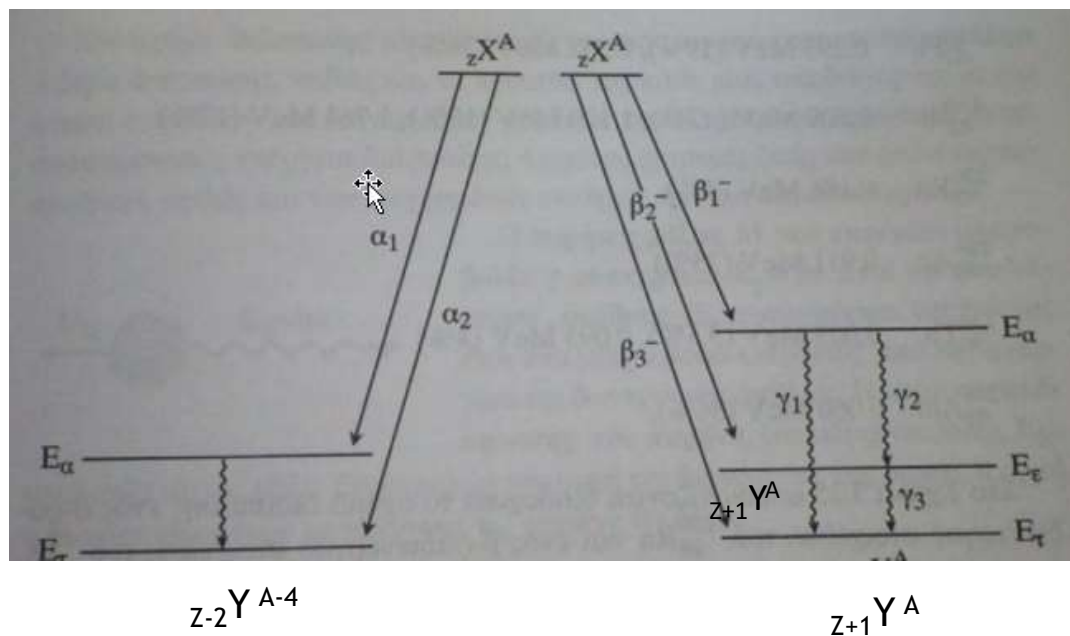
Όταν ένας ραδιενεργός πυρήνας διασπάται με εκπομπή ακτινοβολίας α ή β , τις περισσότερες φορές (όχι όμως πάντα) ο **θυγατρικός πυρήνας βρίσκεται σε διεγερμένη ενεργειακά κατάσταση**. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι δυνατόν ή η ενέργεια διέγερσης να μην είναι αρκετά μεγάλη ώστε να οδηγήσει σε μια καινούργια διάσπαση με εκπομπή α ή β , ή η εκπομπή ακτίνων γ να «προλάβει» να γίνει σε χρόνο μικρότερο από κάποιο άλλο είδος αποδιέγερσης.

Κατά την αποδιέγερση αυτή, ο πυρήνας μεταβαίνει από μια υψηλότερη σε μια χαμηλότερη ενεργειακή κατάσταση και η διαφορά της ενέργειας αποδίδεται ως την ενέργεια του σωματιδίου γ

$$\Delta E = E_{\text{αρχ}} - E_{\text{τελ}} = h \cdot \nu$$

Εάν η χαμηλότερη ενεργειακή κατάσταση είναι και η ενεργειακά θεμελιώδης κατάσταση του πυρήνα, τότε τερματίζεται η εκπομπή των ακτίνων γ . Είναι όμως δυνατόν να χρειαστούν παραπάνω από μία αποδιεγέρσεις γ σε ενδιάμεσες ενεργειακές στάθμες μέχρι την μετάπτωση στην θεμελιώδη κατάσταση.

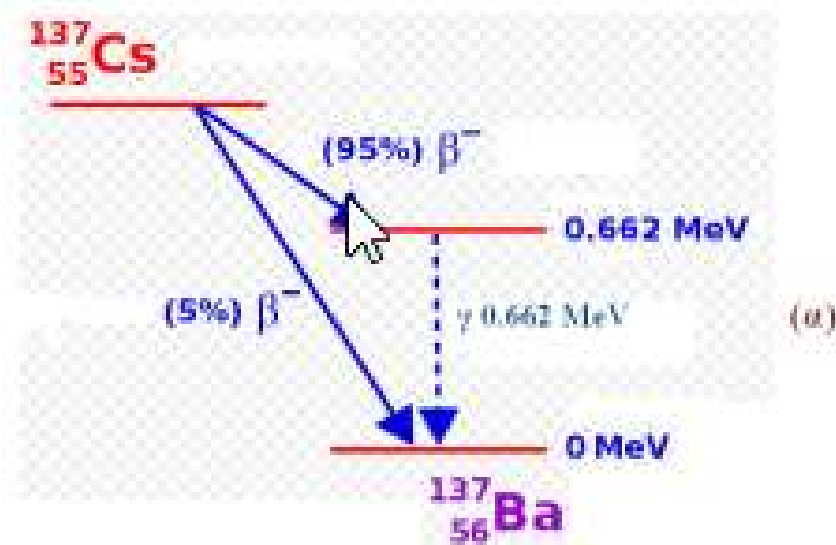
Κατά την αποδιέγερση γ και σε αντίθεση με τις αποδιεγέρσεις α και β , δεν μεταβάλλεται ο ατομικός και ο μαζικός αριθμός ενός πυρήνα



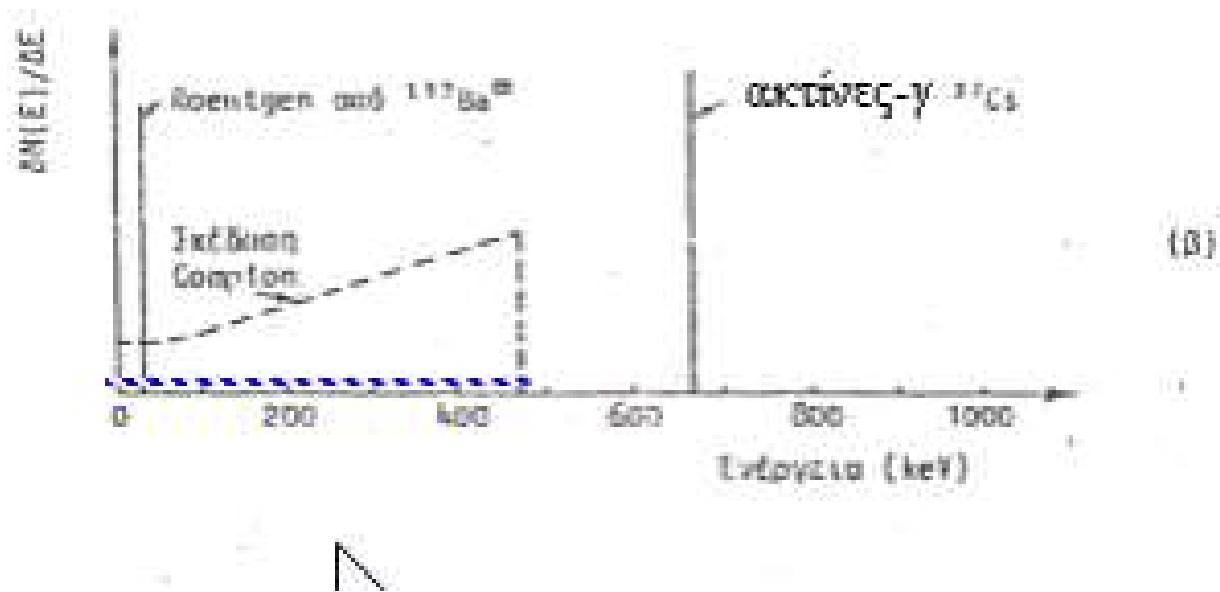
Διαγραμματική απεικόνιση εκπομπής ακτίνων γ από διεγερμένους πυρήνες. Οι πυρήνες αυτοί προέρχονται από αποδιέγερση α (η οποία μπορεί να οδηγήσει σε πυρήνες σε διεγερμένη - α_1 - ή θεμελιώδη κατάσταση - α_2) ή από αποδιέγερση β (η οποία μπορεί να οδηγήσει σε πυρήνες σε διεγερμένη - β_1 - ή ενδιάμεση διεγερμένη - β_2 - ή θεμελιώδη κατάσταση - β_3 -).

Παρόλο που το φάσμα εκπομπής ακτίνων-γ ραδιενεργού πυρήνα είναι βασικά γραμμικό, αυτό το οποίο παίρνουμε με τη βοήθεια φασματοσκοπικής διατάξης είναι σύνθετο και αποτελείται από και **συνεχή** και **γραμμική** συνιστώσα, με την γραμμική συνιστώσα να έχει την μορφή "αιχμών" ανεξάρτητων, ή επικαλυπτομένων.

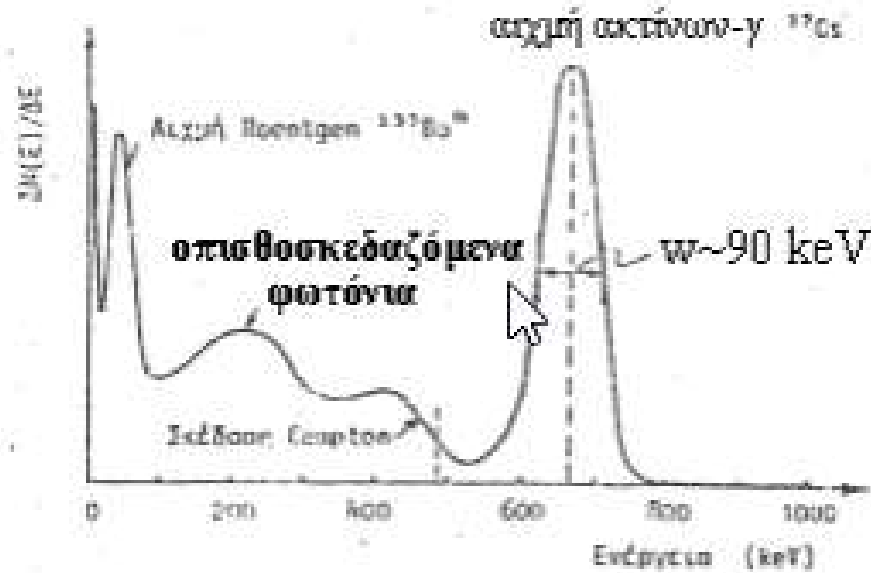
Έτσι, ενώ π.χ. για την περίπτωση του ραδιοϊσοτόπου $^{137}_{55}\text{Cs}$, το φάσμα ακτίνων-γ που αναμένεται είναι γραμμικό αποτελούμενο από μία μόνο γραμμή λόγω της **αποδιέγερσης της μετασταθούς κατάστασης m Ba $^{137}_{56}$** με εκπομπή φωτονίου ενέργειας $E_\gamma = 0.662 \text{ MeV}$



Ή για λόγους που θα εξηγήσουμε με εσωτερική μετατροπή την οποία συνοδεύει εκπομπή ακτίνας ή ακτίνων γ να έχει την μορφή που φαίνεται στο σχήμα (β),



τελικά εμφανίζεται με την μορφή του σχήματος (γ).



(γ)

Το αριστερό μέρος του φάσματος του σχήματος (β) εξηγείται ως εξής : Ο παραγόμενος στη μετασταθή κατάσταση πυρήνας m Ba 137 56 μπορεί να αποδιεγερθεί και με μια δεύτερη διαδικασία, την διαδικασία της **εσωτερικής μετατροπής** που συνοδεύεται με εκπομπή **ακτίνας ή ακτίνων -X**.

Στην **εσωτερική μετατροπή** η διαφορά ενέργειας ΔE δεν εκπέμπεται υπό μορφή φωτονίου γ αλλά προσλαμβάνεται από ένα περιφερειακό ηλεκτρόνιο, συνήθως των εσωτερικών φλοιών K ή L, που εξέρχεται από το άτομο.

Κατά την συμπλήρωση του "κενού" στους φλοιούς K ή L, εκπέμπεται από το αντίστοιχο άτομο ενέργεια υπό μορφή φωτονίου ή φωτονίων **ακτίνων-X**. Τέτοιο είναι το παρατηρούμενο φωτόνιο, ενέργειας 32 keV, στο φάσμα του σχήματος (β)

Το **συνεχές φάσμα** ενεργειών στο σχήμα (γ), οφείλεται στην απορρόφηση της ενέργειας των ηλεκτρονίων τα οποία προκύπτουν κατά την σκέδαση των ακτίνων γ , σύμφωνα με το φαινόμενο Compton, όταν τα αντίστοιχα φωτόνια διαφεύγουν από τον ανιχνευτή

ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΚΤΙΝΩΝ γ ΜΕ ΤΗΝ ΥΛΗ

Π. ΧΡΥΣΙΚΟΠΟΥΛΟΥ

ΣΚΟΠΟΣ ΑΠ1

Καθ. Α. Αραβαντινός

<<

Στην άσκηση αυτή γίνεται μελέτη της εξασθένησεως της ακτινοβολίας – γ (ραδιενεργός πηγή $Co - 60$) με την βοήθεια απαριθμητή (ή ανιχνευτή) Geiger – Muller. Χρησιμοποιώντας συγκεκριμένου τύπου απορροφητή (ή απορροφητές) υπολογίζεται πειραματικά ο γραμμικός συντελεστής εξασθένησεως και συγκρίνεται με τον αντίστοιχο της βιβλιογραφίας. Υπολογίζεται επίσης το πάχος υποδιπλασιασμού για τον (ή τους) εν λόγω απορροφητές.

>>

Όταν η δέσμη φωτονίων γ διέρχεται μέσα από ένα υλικό στόχο, τα φωτόνια :

-είτε διέρχονται μέσα από το στόχο χωρίς να χάσουν ενέργεια

-είτε εξασθενούν του αθροιστικού αποτελέσματος τριων κυρίως μηχανισμών αλληλεπίδρασης

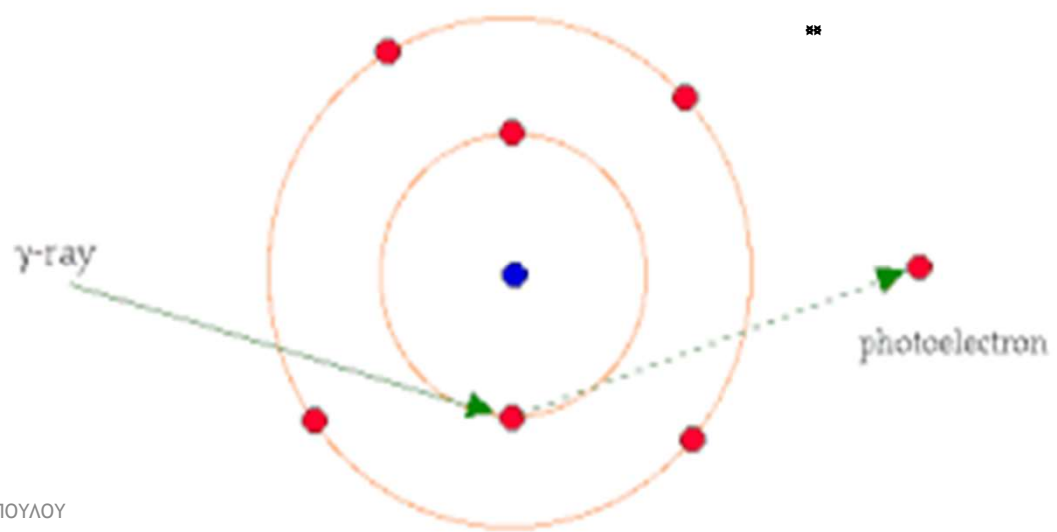
1) Σκέδαση λόγω φαινομένου Compton

Απορρόφηση λόγω 2) φωτοηλεκτρικού φαινόμενου και 3) φαινομένου παραγωγής ζεύγους ηλεκτρονίων-ποσιτρονίων

<<

Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο : Αυτή η αλληλεπίδραση είναι περισσότερο σπουδαία για μικρής σχετικά ενέργειας φωτόνια σε υλικά μεγάλου ατομικού αριθμού Z . Πρόκειται για την απομάκρυνση ατομικών ηλεκτρονίων που προκαλείται από τα φωτόνια της ακτινοβολίας γ η οποία και απορροφάται πλήρως από το άτομο.

>>



Προσέξτε ότι το φωτόνιο γ απορροφάται τελείως στο φαινόμενο αυτό και επιπλέον προκύπτει και ένα ιόν όταν το **φωτοηλεκτρόνιο** εγκαταλείπει το άτομο.

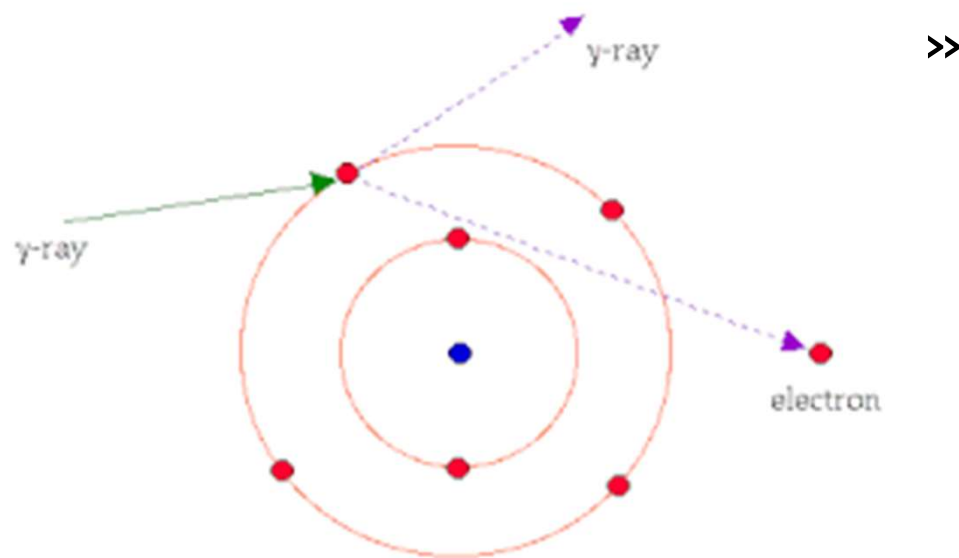
Το φωτοηλεκτρόνιο μπορεί με την σειρά του να προκαλέσει ιονισμό κατά μήκος της τροχιάς του όπως και ένα ηλεκτρόνιο β .

Επίσης μπορεί να λάβει χώρα εκπομπή φωτονίου X όταν το κενό που δημιουργήθηκε κατά την εκπομπή του φωτοηλεκτρονίου καταληφθεί από ηλεκτρόνιο ανώτερου φλοιού

Τόσο αυτό το φαινόμενο, όσο και το φαινόμενο Compton που ακολουθεί αφορούν φαινόμενα τόσο **απορρόφησης** όσο και **σκέδασης** για αυτό το λόγο χρησιμοποιείται ο όρος **εξασθένιση** της ακτινοβολίας γ

<<

Φαινόμενο Compton : Αυτό το φαινόμενο κυριαρχεί σε ενεργειακές περιοχές ακτινοβολίας γ από 1 έως 5 MeV και σε υλικά επίσης μεγάλου ατομικού αριθμού. Πρόκειται για το φαινόμενο στο οποίο το φωτόνιο γ εκδιώκει ένα ηλεκτρόνιο από το άτομο του απορροφητή, ενώ παράλληλα δημιουργείται και ένα νέο φωτόνιο μικρότερης όμως ενέργειας. Τέλος,



<<

Δίδυμη γέννηση : Πρόκειται για την πλήρη απορρόφηση φωτονίων (με ενέργεια όμως μεγαλύτερη από 1.1 MeV) στο πυρηνικό δυναμικό ενός ατόμου του απορροφητή. Η «εξαφάνιση» αυτή συνοδεύεται με την ταυτόχρονη δημιουργία ενός ζεύγους ηλεκτρονίου – ποζιτρονίου, (e^- , e^+) τα οποία και αυτά με την σειρά τους απορροφούνται προκαλώντας ιονισμό στο πέρασμά τους μέσα από τον συγκεκριμένο απορροφητή.



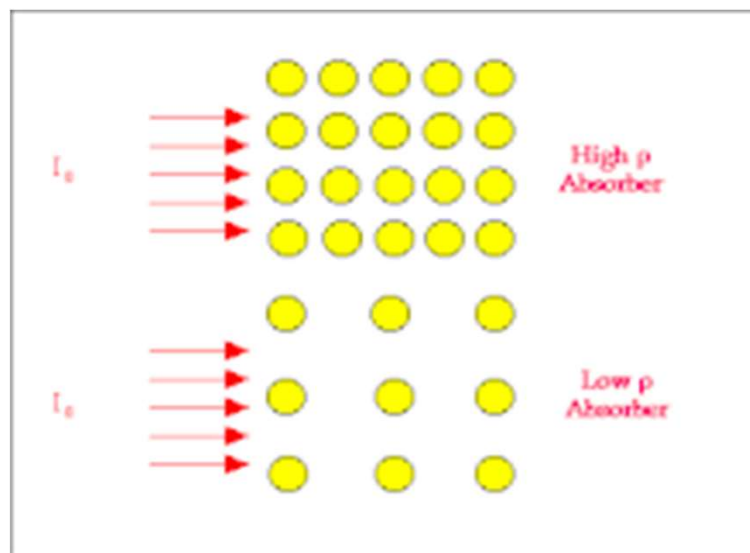
>>

Όταν μια δέσμη φωτονίων γ διέρχεται μέσα από υλικό στόχο υφίσταται εξασθένιση.

Η εξασθένιση εξαρτάται :

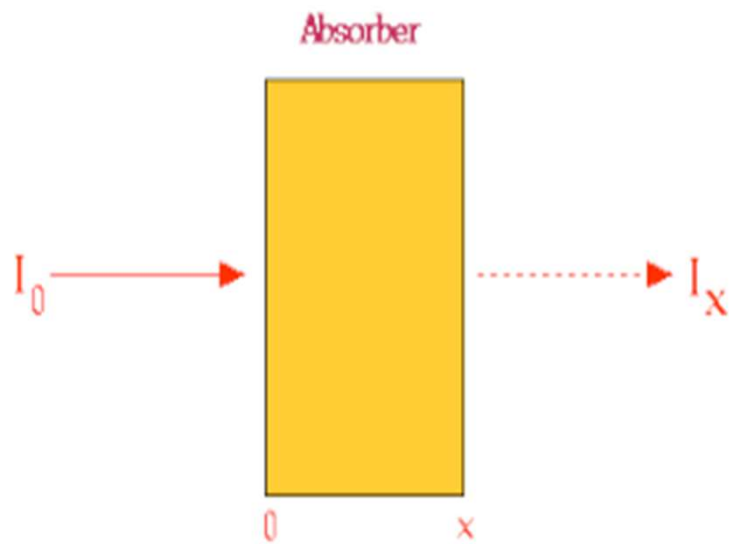
-Από την πυκνότητα του υλικού

Όσο μικρότερη η πυκνότητα τόσο μικρότερη η εξασθένιση



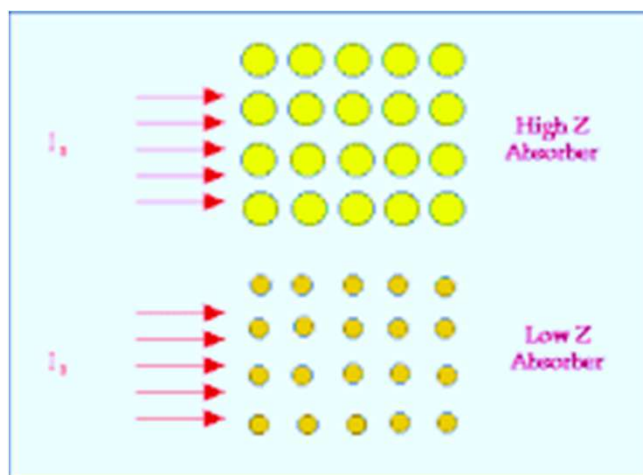
-Από το πάχος του στόχου

Όσο μεγαλύτερο το πάχος τόσο μεγαλύτερη η εξασθένηση



-Από τον **Ατομικό Αριθμό** των ατόμων του στόχου

Όσο μεγαλύτερο το Z τόσο μεγαλύτερη η εξασθένηση



-Από την **ενέργεια** των φωτονίων της δέσμης

Όσο μεγαλύτερη η ενέργεια τόσο μικρότερη η εξασθένηση

ΟΛΑ ΑΥΤΑ ΜΑΣ ΔΙΝΟΥΝ ΤΗΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΝΑ ΠΟΥΜΕ ΟΤΙ :

«

Η ακτινοβολία – γ λυγόν υφίσταται κάποια απορρόφηση, όταν διέρχεται μέσω της ύλης. Συγκεκριμένα η μεταβολή dJ της έντασης που υφίσταται η ακτινοβολία αυτή όταν διαπερνά στρώμα απορροφητή πάχους dx είναι ανάλογη της προσπίπτουσας έντασης J και του πάχους dx , δηλαδή ισχύει :

$$dJ = -\mu J dx$$

Στην σχέση αυτή ο συντελεστής μ είναι ο γραμμικός συντελεστής εξασθενήσεως και

ξεαρτάται από τη φύση του απορροφητή και την ενέργεια $E = h \nu$ των φωτονίων της ακτινοβολίας. Εύκολα αποδεικνύεται ότι σε βάθος x εντός του απορροφητή η ένταση είναι :

$$J = J_0 e^{-\mu x}$$

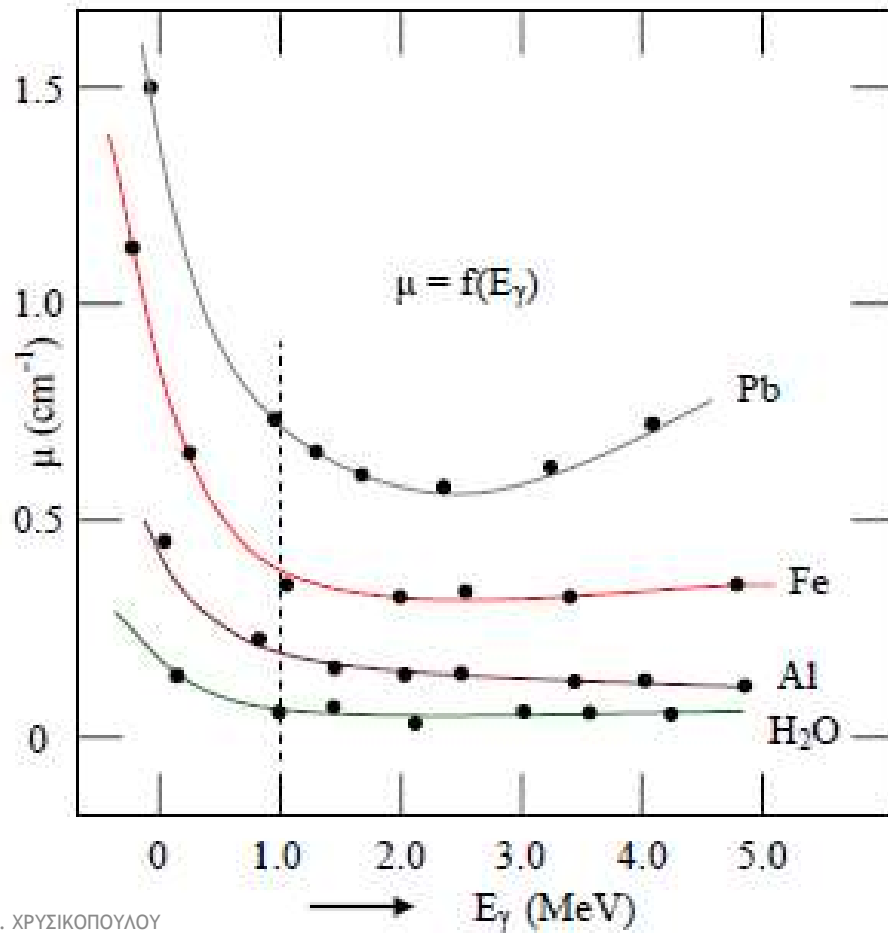
Όπου J_0 είναι η αρχική ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

Η προηγούμενη σχέση δηλώνει ότι η ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας – γ ελαττώνεται εκθετικά σε σχέση με το βάθος διείσδυσης. Για έναν απορροφητή έχει μεγάλη σημασία να γνωρίζουμε το πάχος υποδιπλασιασμού του $I_{1/2}$, δηλαδή το πάχος του αναγκαίου στρώματος, ώστε αυτό να ελαττώνει την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο μισό.

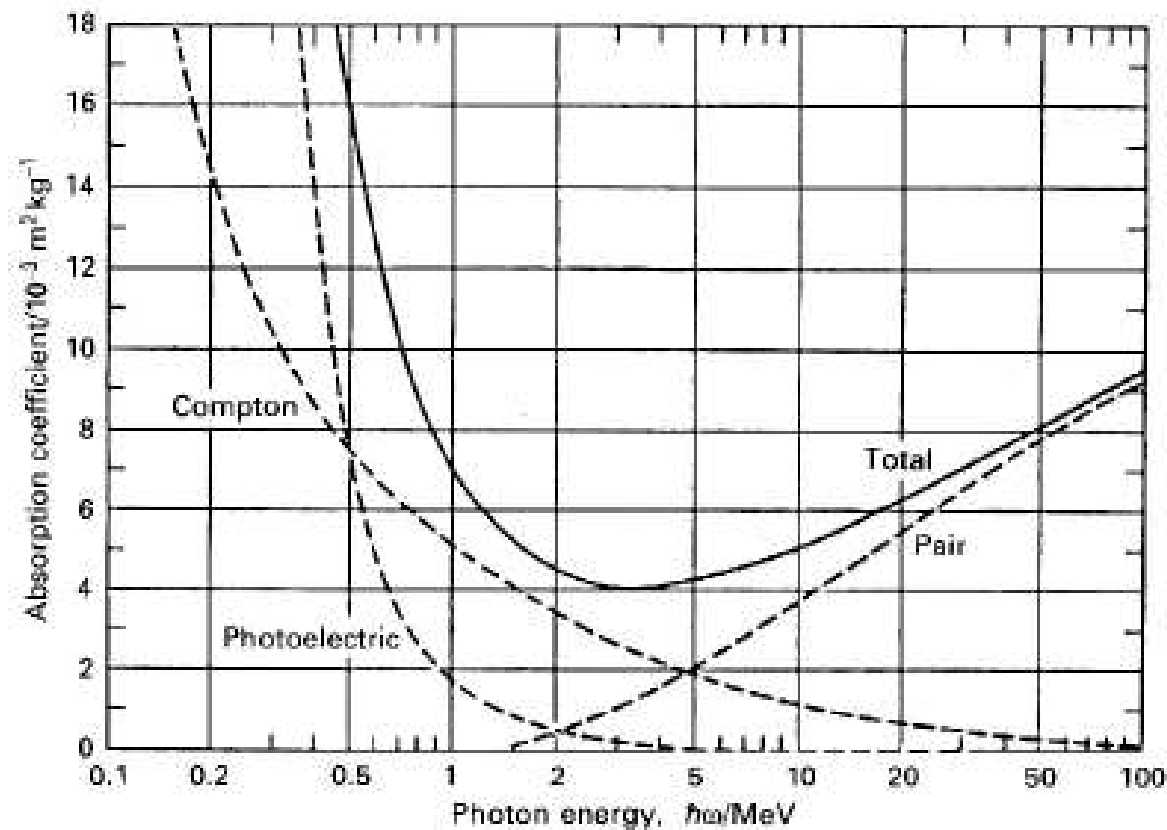
Βέβαια για $J = J_0 / 2$ θα ισχύει : $J_0 / 2 = J_0 e^{-\mu x}$ ή τελικά $\ln 2 = \mu I_{1/2}$ με αποτέλεσμα το :

$$I_{1/2} = 0.69 / \mu$$

Από την τελευταία σχέση φαίνεται ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο γραμμικός συντελεστής εξασθενήσεως, τόσο μικρότερο είναι το πάχος υποδιπλασιασμού για τον συγκεκριμένο βέβαια απορροφητή. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται συνοπτικά η μεταβολή του γραμμικού συντελεστή εξασθενήσεως μ (σε cm^{-1}) για διάφορους συνηθισμένους απορροφητές. Οι τιμές έχουν ληφθεί από αντίστοιχη βιβλιογραφία και αφορούν την ενεργειακή περιοχή γ – ακτινοβολίας από 0 έως 5,0 MeV.



Σχήμα 2. Μεταβολή γραμμικού συντελεστή εξασθένησης μ για διάφορα υλικά απορρόφησης



Σχήμα 3.1: Ο συντελεστής απορρόφησης των τριών φυσικών διαδικασιών κατά την αλληλεπίδραση φωτονίων με ύλη (στην προκειμένη περίπτωση με μόλυβδο). Για χαμηλές ενέργειες η πιο σημαντική διαδικασία είναι η φωτοαπορρόφηση, για ενδιάμεσες ενέργειες επικρατεί ο σκεδάσμος Compton ενώ, τέλος, για υψηλές ενέργειες η παραγωγή ζευγών ηλεκτρονίων-ποζιτρονίων.

Συνολικός συντελεστής απορρόφησης μ



$$\mu = \mu_{\phi} + \mu_C + \mu_{\delta}$$

<<

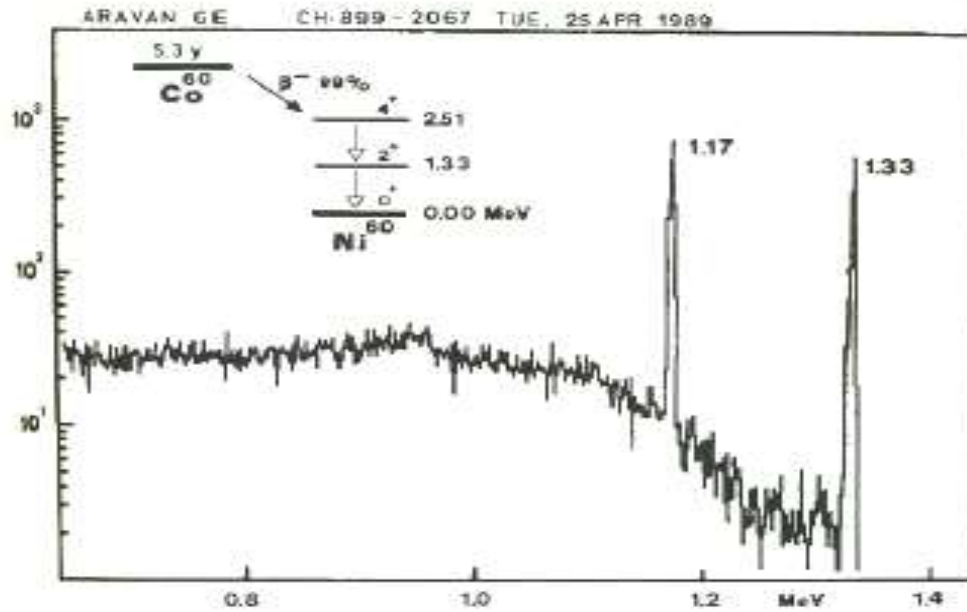
Εκτός όμως από τον γραμμικό συντελεστή εξασθένησεως μ στην πράξη χρησιμοποιείται και ο αντίστοιχος μαζικός συντελεστής κ που ικανοποιεί την σχέση $\mu = \kappa \rho$ όπου ρ είναι η πυκνότητα του απορροφητή ($\rho = m / V$).

Για φύλλο απορροφητή σταθερού πάχους x και εμβαδού S θα ισχύει

$$J = J_0 e^{-\mu x} = J_0 e^{-\kappa \sigma}$$

Όπου $\sigma = m / S$ είναι η επιφανειακή πυκνότητα του υλικού του απορροφητή και εκφράζει την περιεχόμενη μάζα ανά μονάδα επιφάνειας.

Η χρησιμοποιούμενη πηγή της ακτινοβολίας γ είναι το $\text{Co} - 60$ (πρόκειται για ραδιενεργό πηγή εκπαιδευτικού χαρακτήρα με ενεργότητα $5\mu\text{Ci}$) και χρόνο ημιζωής 5.3 χρόνια ($\tau = 5.3\text{y}$). Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται αφ' ενός το σχηματικό διάγραμμα παραγωγής των δυο ακτίνων γ που η συγκεκριμένη πηγή δημιουργεί από την αποδιέγερση του θυγατρικού πυρήνα $\text{Ni} - 60$ και αφ' ετέρου το ενεργειακό φά-



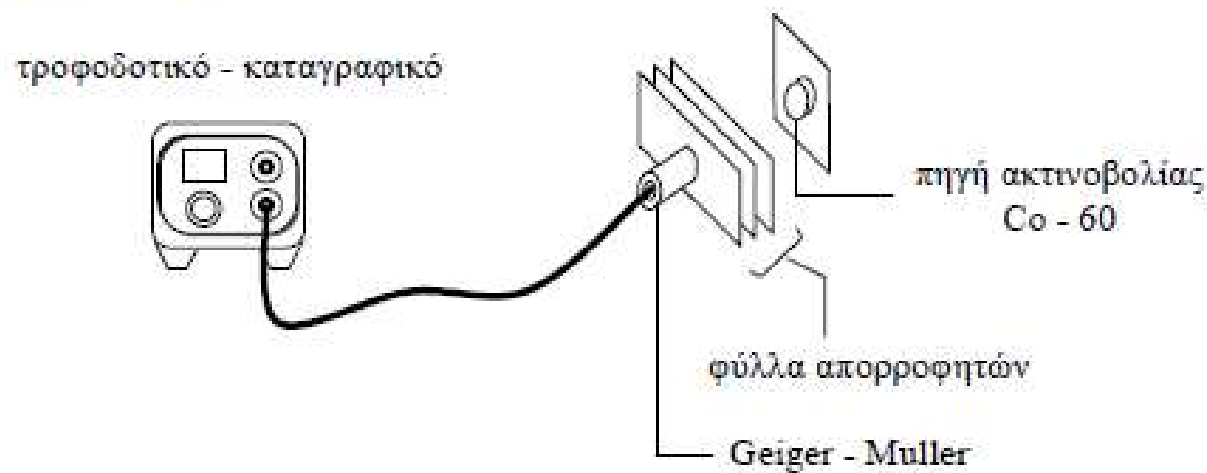
Σχήμα 5

σμα των δυο αυτών ακτίνων που έχουν ενέργειες 1.17 και 1.33 MeV ίσης περίπου έντασης. Οι απορροφητές που διαθέτει το εργαστήριο και χρησιμοποιούνται στην άσκηση είναι σελ ομοιόμορφων φύλλων μολύβδου (Pb) ή και αλουμινίου (Al) .

3. Πειραματική διαδικασία

Στην άσκηση γίνεται μελέτη της εξασθένησως της γ - ακτινοβολίας από συγκεκριμένο απορροφητή. Η μελέτη συνίσταται στον υπολογισμό του μαζικού και γραμμικού συντελεστή εξασθένησως καθώς και του πάχους υποδιπλασιασμού του απορροφητή.

Οι υπολογισμοί αυτοί επιτυγχάνονται πειραματικά με την βοήθεια ενός απαριθμητή Geiger - Muller δια μέσου των κρούσεων που καταγράφονται στην αντίστοιχη πυρηνική, μετρητική μονάδα. Η πειραματική διάταξη που χρησιμοποιείται στην άσκηση παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 4

Π. ΧΡΥΣΙΚΟΠΟΥΛΟΥ

Η χρησιμοποιούμενη πηγή της ακτινοβολίας γ είναι το $Co - 60$ (πρόκειται για ρα-

σθηνήσεως. Στην διάταξη που προαναφέρθηκε θα πρέπει τα φύλλα του απορροφητή να είναι ακριβώς μπροστά από το «παράθυρο» του ανιχνευτή, έτσι ώστε η ακτινοβολία που καταγράφεται σε αυτόν να χρειάζεται να διαπερνά, κάθε φορά, όλο το στρώμα του απορροφητή σε σχεδόν κάθετη διεύθυνση.

Στο διαδικαστικό τώρα μέρος ο πειραματικός προσδιορισμός του μαζικού συντελεστή απορροφήσεως στηρίζεται ουσιαστικά στο γεγονός ότι η ένταση J της ακτινοβολίας είναι ανάλογη του ρυθμού κρούσεων που αυτή καταγράφει σε ένα μετρητικό κύκλωμα με απαριθμητή G.M. Έτσι, η αναλογία αυτή μετατρέπει την σχέση εντάσεων ακτινοβολίας J σε σχέση ρυθμού κρούσεων R . Δηλαδή από την σχέση :

$$\ln (J / J_0) = - \kappa \sigma \text{ καταλήγουμε στην σχέση : } \ln (R / R_0) = - \kappa \sigma$$

όπου κ ο άγνωστος μαζικός συντελεστής και σ η επιφανειακή πυκνότητα του απορροφητή.

Βέβαια θα πρέπει απαραίτητα να ληφθεί υπόψη και το γεγονός ότι οι καταμετρούμενες πειραματικά κάθε φορά κρούσεις R αφορούν όχι μόνο την ακτινοβολία που προέρχεται από την ραδιενεργό πηγή αλλά αυτή που προέρχεται μόνιμα από το εξωτερικό περιβάλλον (background radiation). Για την αντιμετώπιση της καταστάσεως αυτής

Αν κάναμε την άσκηση στο εργαστήριο θα έπρεπε να αφαιρέσουμε από τις μετρήσεις μας την **ακτινοβολία υπόβαθρου** που ουσιαστικά είναι **ιονίζουσα ακτινοβολία παρούσα** στον τόπο του πειράματος και **δεν οφείλεται σε ηθελημένη εισαγωγή κάποιας πηγής**.

Αυτή οφείλεται σε διάφορες πηγές, **φυσικές** και **τεχνητές**:

ραδιενέργεια περιβάλλοντος από φυσικά ραδιενεργά υλικά (όπως το ραδόνιο),
κοσμική ακτινοβολία, υπολείμματα πυρηνικών δοκιμών ή ραδιενεργών ατυχημάτων.

Ανιχνευτές τύπου “ιονισμού αερίου”

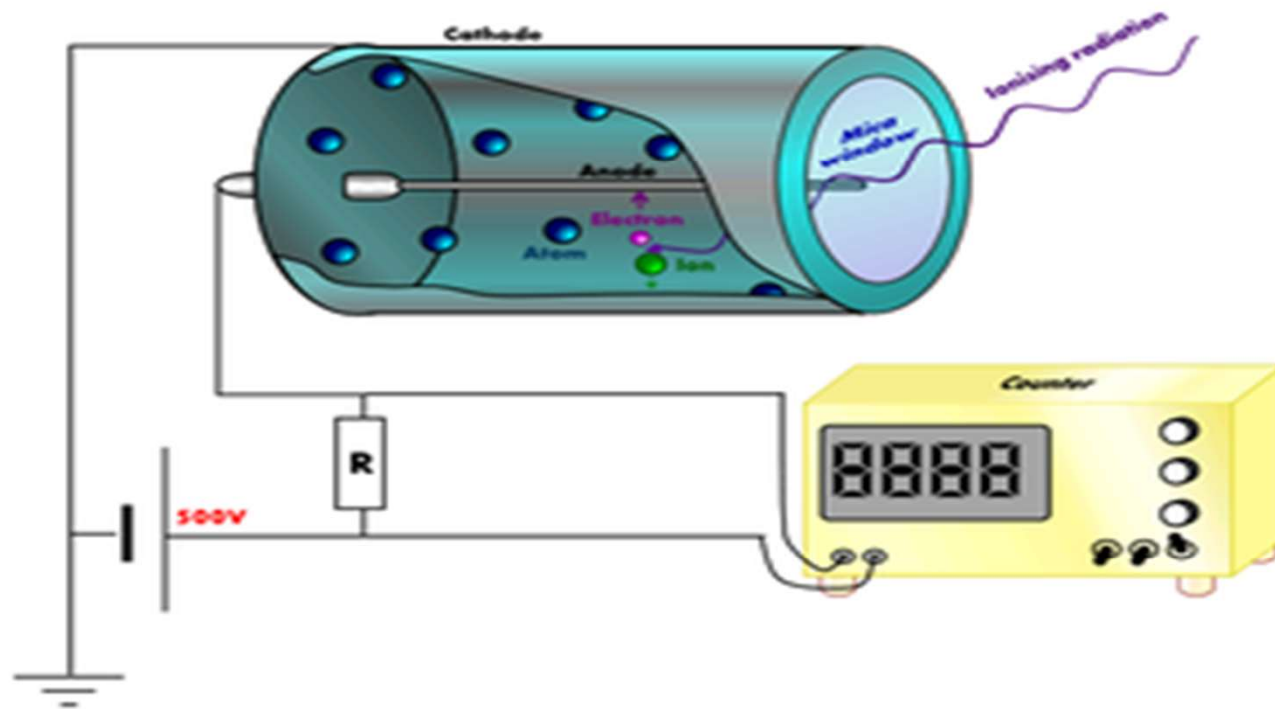
Ο απεριθμητής Geiger-Muller είναι ανιχνευτής ακτινοβολίας τύπου “ιονισμού αερίου” (όπως ακόμα ο ανιχνευτής θαλάμου ιονισμού και ο αναλογικός απεριθμητής).

Αποτελείται από ένα σωλήνα που περιέχει αδρανές αέριο όπως ήλιο, νέο, αργό σε μικρή πίεση και ένα μονωμένο, από τα τοιχώματα του σωλήνα (κάθοδος), κεντρικό ηλεκτρόδιο (άνοδος) και ένα σύστημα ηλεκτρονικής επεξεργασίας του σήματος.

Στο αέριο δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο, εφαρμόζοντας διαφορά δυναμικού μεταξύ ανόδου και καθόδου. Η ιονίζουσα ακτινοβολία (όπως α , β , X , γ) εισέρχεται στον σωλήνα με το αέριο μέσω λεπτού τοιχώματος (παραθύρου) από υλικό χαμηλής πυκνότητας όπως ο μαρμαρυγίας ώστε να εισέρχονται και σωματίδια α και χαμηλής ενέργειας β προκαλώντας ιονισμό των ατόμων του αερίου.

Τα **ιόντα και τα ηλεκτρόνια** που δημιουργούνται επιταχύνονται λόγω της παρουσίας του ηλεκτρικού πεδίου και δημιουργούν το φαινόμενο της **χιονοστιβάδας**.

Τα παραγόμενα φορτισμένα σωματίδια, λόγω της ύπαρξης ηλεκτρικού πεδίου, μετακινούνται προς τα αντίστοιχα ηλεκτρόδια, με αποτέλεσμα την δημιουργία **εύκολα μετρήσιμου ηλεκτρικού παλμού**.



The original uploader was Theresa knott at Αγγλικά Βικιπαίδεια. - Transferred from en.wikipedia to Commons., CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2397177>

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΒΙΝΤΕΟ ΓΙΑ ΤΟ ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΚΑΘ. ΦΥΣΙΚΗΣ ΜΥΡΟΦΟΡΑ ΠΗΛΑΚΟΥΤΑ

<https://www.youtube.com/watch?v=3Qb8f3LUyIY>

<https://youtu.be/CqXHK4bYvjc>

Επιπλέον στην εργασία σας απαντήστε σε τρεις από τις πιο κάτω ερωτήσεις:

Για να τις απαντήσετε μπορεί να χρειαστείτε να διαβάσετε τη θεωρία στο powerpoint

1. Πού νομίζετε ότι μπορεί να οφείλονται οι κρούσεις που ο ανιχνευτής καταγράφει παρά την απουσία της ραδιενεργού πηγής;
2. Ποιο είναι το υλικό που προστατεύει καλύτερα από μια πηγή που εκπέμπει γ ακτίνες
α. Μόλυβδος β. Αλουμίνιο γ. ξύλο
3. Κάποιοι ισχυρίζονται ότι ο σωστότερος όρος είναι εξασθένηση γ ακτινοβολίας αντί Απορρόφηση .Γιατί νομίζετε ότι έχουν δίκιο. Ποια η διαφορά των δύο διατυπώσεων;
4. Τι είδους ακτινοβολία εκπέμπουν τα κινητά τηλέφωνα;
α. ραδιενεργό β. μη ηλεκτρομαγνητική γ. ηλεκτρομαγνητική
5. Ποια από τις παρακάτω ακτινοβολίες δεν είναι ιονίζουσα;
α. γ-ακτινοβολία β. υπέρυθη ακτινοβολία γ. β-ακτινοβολία

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

http://users.uoa.gr/~amastich/HEA_1.pdf Αστροφυσική υψηλών ενεργειών Απ. Μαστιχιάδης.
Σημειώσεις μαθήματος κατεύθυνσης

<http://www.physics4u.gr/nuclear/radio4.html>

<https://indico.cern.ch/event/754250/contributions/3487107/attachments/1900432/3136830/RadiationPhysics2.pdf>

<http://www.des.upatras.gr/physics/velgakis/exam%20Lab%20F1%20FEB13.pdf> Παν/μιο Πατρών
Πολυτεχνική Σχολή

http://en.wikibooks.org/wiki/Basic_Physics_of_Nuclear_Medicine/Attenuation_of_Gamma-Rays

https://en.wikipedia.org/wiki/Pair_production

<http://armscontrol.eu/wp-content/uploads/2014/09/%CE%A6%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%AF%CE%B1-%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%AF%CE%BD%CF%89%CE%BD-%CE%B3%CE%AC%CE%BC%CE%BC%CE%B1.pdf>