

Θάλαμος Νεφών



Ίδρυμα Ευγενίδου

Κωνσταντίνος Μουστάκας: Φυσικός

Δημήτριος Σταθόπουλος: Δρ. Αστροφυσικής

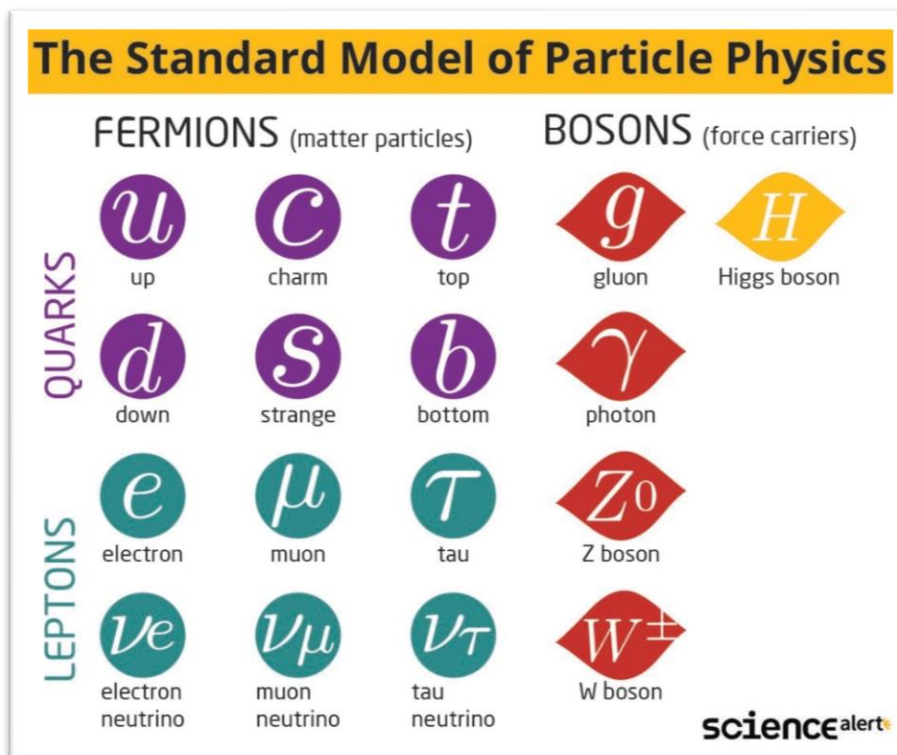
Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή	σελ. 1
1.1.	Ιοντίζουσες και μη-ιοντίζουσες ακτινοβολίες	σελ. 2
1.2.	Κοσμική ακτινοβολία	σελ. 3
1.2.1.	Πρώτες μετρήσεις της κοσμικής ακτινοβολίας	σελ. 4
1.2.2.	Τύποι κοσμικής ακτινοβολίας	σελ. 4
1.2.3.	Θάλαμος νεφών	σελ. 6
2.	Κατασκευή ενός θαλάμου νεφών	σελ. 7
2.1.	Μέρη από τα οποία αποτελείται ο θάλαμος	σελ. 7
2.2.	Οδηγίες Κατασκευής Θαλάμου Νεφών	σελ. 9
2.3.	Αρχή λειτουργίας	σελ. 11
2.4.	Ανίχνευση ακτινοβολίας από ραδιενεργό πηγή	σελ. 12
3.	Πιθανά προβλήματα που θα προκύψουν	σελ. 14
4.	Βιβλιογραφία	σελ. 14

1. Εισαγωγή

Κατά τη διάρκεια της ζωής μας, δεχόμαστε διαρκώς ενέργεια με τη μορφή ακτινοβολίας από το περιβάλλον. Η επίδρασή της στον ανθρώπινο οργανισμό είναι άλλοτε ευεργετική και άλλοτε επιβλαβής, πράγμα που εξαρτάται από το είδος, την ένταση και την ενέργεια που μεταφέρει.

Με τον όρο ακτινοβολία περιγράφουμε τη διάδοση ενέργειας στο χώρο, είτε με τη μορφή κυμάτων, είτε με τη μορφή σωματιδίων. Η εκπομπή σωματιδίων λογίζεται ως ακτινοβολία όταν τα σωματίδια αυτά έχουν διαστάσεις μικρότερες του ατόμου, ξεκινώντας από τα πιο μικρά (νετρίνα, ηλεκτρόνια, μόνια) και φτάνοντας στα πιο μεγάλα σε μέγεθος, όπως ο πυρήνας του ατομικού στοιχείου **Ήλιο** (σωμάτιο α). Στην κλίμακα αυτή, η ύλη εμφανίζει κυματικές ιδιότητες. Κάποια από αυτά τα σωματίδια είναι στοιχειώδη (μόνιο, ηλεκτρόνιο, νετρίνο, κ.τ.λ.) το οποίο σημαίνει ότι δεν μπορούν να διαιρεθούν περαιτέρω και κάποια άλλα αποτελούνται από συνδυασμό στοιχειωδών σωματιδίων (πρωτόνιο, νετρόνιο, πόνιο κ.τ.λ.). Ένα συγκεντρωτικός πίνακας των στοιχειωδών σωματιδίων, σύμφωνα με το Καθιερωμένο Πρότυπο, παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.



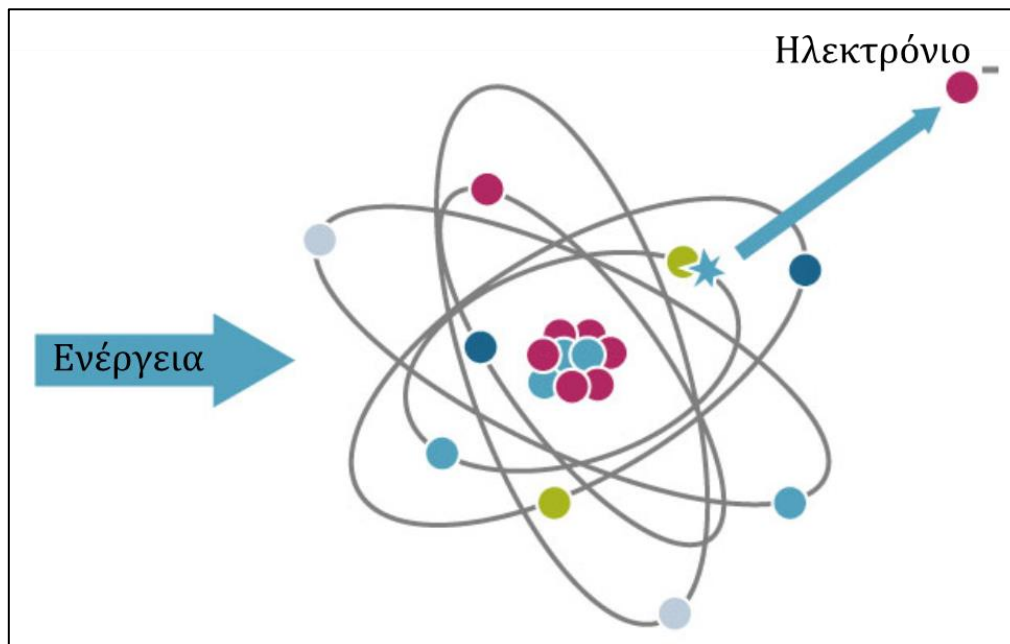
Εικόνα 1: Ο Πίνακας των στοιχειωδών σωματιδίων σύμφωνα με το Καθιερωμένο πρότυπο.

Η εκπομπή σωματίων α (Πυρήνων Ηλίου) ονομάζεται ακτινοβολία α, η εκπομπή ηλεκτρονίων ή ποζιτρονίων ονομάζεται ακτινοβολία β, ενώ η εκπομπή φωτονίων ονομάζεται ακτινοβολία γ.

Βασιζόμενοι στις αισθήσεις μας, μπορούμε να αντιληφθούμε μόνο ένα μικρό μέρος του φάσματος των ακτινοβολιών, το οποίο περιορίζεται στο ορατό φως και στις υπέρυθρες ακτινοβολίες, που αντιλαμβανόμαστε μέσω της θερμότητας.

1.1. Ιοντίζουσες και μη-ιοντίζουσες ακτινοβολίες

Η ακτινοβολία μπορεί να χωριστεί σε δύο μεγάλες κατηγορίες, την ιοντίζουσα και τη μη ιοντίζουσα, ανάλογα με το αν μπορεί να προκαλέσει ιονισμό, να φορτίσει δηλαδή την ύλη με την οποία αλληλεπιδρά, διώχνοντας ηλεκτρόνια από τα άτομα δημιουργώντας ιόντα, καθώς και να σπάσει τους δεσμούς των χημικών ενώσεων (Εικόνα 2)



Εικόνα 2 : Ενέργεια με τη μορφή ακτινοβολίας απομακρύνει ένα ηλεκτρόνιο αφήνοντας το άτομο φορτισμένο (ιονισμένο).

- **Ιοντίζουσα:** Προκαλεί διάσπαση του γενετικού υλικού και, όταν ξεπεραστούν τα επιτρεπτά όριά της, παρουσιάζονται βιολογικές βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό. Αυτού του είδους την ακτινοβολία δεν τη δεχόμαστε μόνο από τις ακτινοδιαγνωστικές εξετάσεις (ακτινογραφίες, μαστογραφίες, αξονικές τομογραφίες), αλλά επίσης και από το φυσικό περιβάλλον – δηλαδή, από το έδαφος, το νερό και την ατμόσφαιρα, τα οποία περιέχουν φυσικά ραδιενεργά στοιχεία, όπως το ραδόνιο, το ράδιο και το ουράνιο.
- **Μη ιοντίζουσα:** Είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε συχνότητες που μεταφέρουν σχετικά μικρή ενέργεια, η οποία δεν είναι ικανή να προκαλέσει ιονισμό, μπορεί όμως να επιδράσει στον οργανισμό, ευεργετικά ή επιβλαβώς. Μη ιοντίζουσα είναι η ακτινοβολία που εκπέμπεται από κάθε ηλεκτρική συσκευή, από τις πρίζες, την τηλεόραση, το ραδιόφωνο, το κινητό και το ασύρματο τηλέφωνο, από τους φούρνους μικροκυμάτων κτλ.

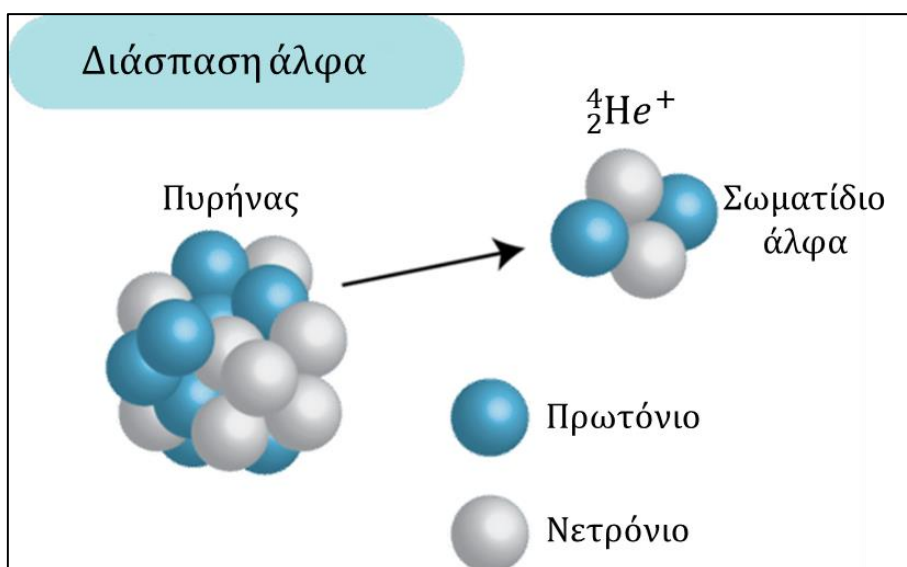


Εικόνα 3: Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (Ιονίζουσα - Μη ιοντίζουσα)

1.2. Κοσμική Ακτινοβολία

Μία μορφή ιοντίζουσας ακτινοβολίας είναι η Κοσμική Ακτινοβολία. Με τον όρο αυτό, περιγράφουμε τα σωματίδια υψηλών ενεργειών τα οποία δημιουργήθηκαν σε κάποιο μέρος του Σύμπαντος μακριά από τη Γη και κινούνται με σχετικιστική ταχύτητα (κοντά στην ταχύτητα του φωτός). Η σύσταση της Κοσμικής ακτινοβολίας είναι είτε στοιχειώδη σωματίδια (ηλεκτρόνια, μόνια και νετρίνα) είτε μη στοιχειώδη σωματίδια όπως πρωτόνια, νετρόνια , πόνια και σωματίδια άλφα.

Σωματίο άλφα ονομάζουμε έναν πυρήνα που αποτελείται από δύο πρωτόνια και δύο νετρόνια , δηλαδή ένα πυρήνα Ηλίου.



Εικόνα 4: Σωματίο άλφα (πυρήνας ηλίου).

1.2.1. Πρώτες μετρήσεις της Κοσμικής Ακτινοβολίας

Οι πρώτες μετρήσεις κοσμικής Ακτινοβολίας έγιναν το 1920 από το Γερμανό φυσικό Victor Hess ο οποίος, χρησιμοποιώντας ηλεκτροσκόπια Wulf, πραγματοποίησε μετρήσεις με αερόστατα σε υψόμετρο 5300 μέτρων οι οποίες αφορούσαν το ποσοστό ιονισμού της ατμόσφαιρας στο συγκεκριμένο υψόμετρο. Οι μετρήσεις του, έδειξαν ότι το ποσοστό ιονισμού ήταν τετραπλάσιο σε σχέση με το αντίστοιχο ποσοστό στο έδαφος. Προκειμένου να αποκλείσει τον Ήλιο ως πηγή ακτινοβολίας υπεύθυνης για τις μετρήσεις αυτές, πραγματοποίησε το ίδιο πείραμα σε συνθήκες ολικής έκλειψης έχοντας παρόμοια αποτελέσματα. Συμπέρανε πως τα αποτελέσματα των μετρήσεων μπορούσαν να εξηγηθούν μέσω της υπόθεσης πως ακτινοβολία πολύ μεγάλης ενέργειας προερχόμενης έξω από τα όρια της ατμόσφαιρας, εισέρχεται σε αυτήν και είναι υπεύθυνη για το αυξημένο ποσοστό ιονισμού που είχε παρατηρηθεί. Για αυτή του την ανακάλυψη, το Victor Hess τιμήθηκε με βραβείο Νόμπελ το 1936. Ο όρος «Κοσμική Ακτινοβολία» εγκαινιάστηκε το 1920 από τον Αμερικανό Φυσικό Robert Millikan ο οποίος έκανε μετρήσεις ιονισμού λόγω κοσμικής ακτινοβολίας σε ένα εύρος σημείων, από μεγάλα υποθαλάσσια βάθη έως σημεία με μεγάλο υψόμετρο.

1.2.2. Τύποι Κοσμικής Ακτινοβολίας

Η Κοσμική ακτινοβολία διακρίνεται σε πρωτογενή και Δευτερογενή, ανάλογα με το αν έχει αλληλεπίδραση με τη γήινη ατμόσφαιρα ή όχι.

Πρωτογενής Κοσμική Ακτινοβολία

Είναι η κοσμική ακτινοβολία που παράγεται σε κάποιο σημείο του σύμπαντος πριν φθάσει στα όρια της ατμόσφαιρας και αλληλεπίδρασει με τα μόριά της.

Η σύσταση της πρωτογενούς Κοσμικής Ακτινοβολίας είναι:

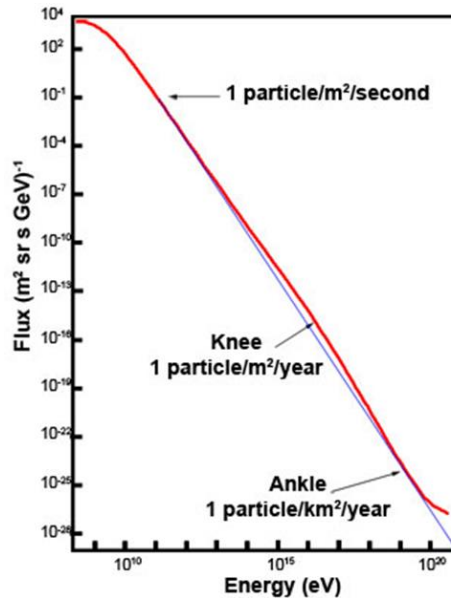
- Ατομικοί Πυρήνες 87 % (πρωτόνια)
- Σωματία Άλφα 12% (Πυρήνες Ηλίου)
- Βαρύτεροι Πυρήνες
- Ακτίνες γ
- Ηλεκτρόνια
- Νετρίνα

Η ενέργεια των σωματιδίων της κοσμικής ακτινοβολίας έχει ένα εύρος 14 τάξεων μεγέθους σε eV ξεκινώντας από 10^9 eV ενώ έχουν μετρηθεί και σωματίδια με ενέργεια 10^{21} eV. Το διάγραμμα ροής πρωτογενούς κοσμικής Ακτινοβολίας φαίνεται στην Εικόνα 5.

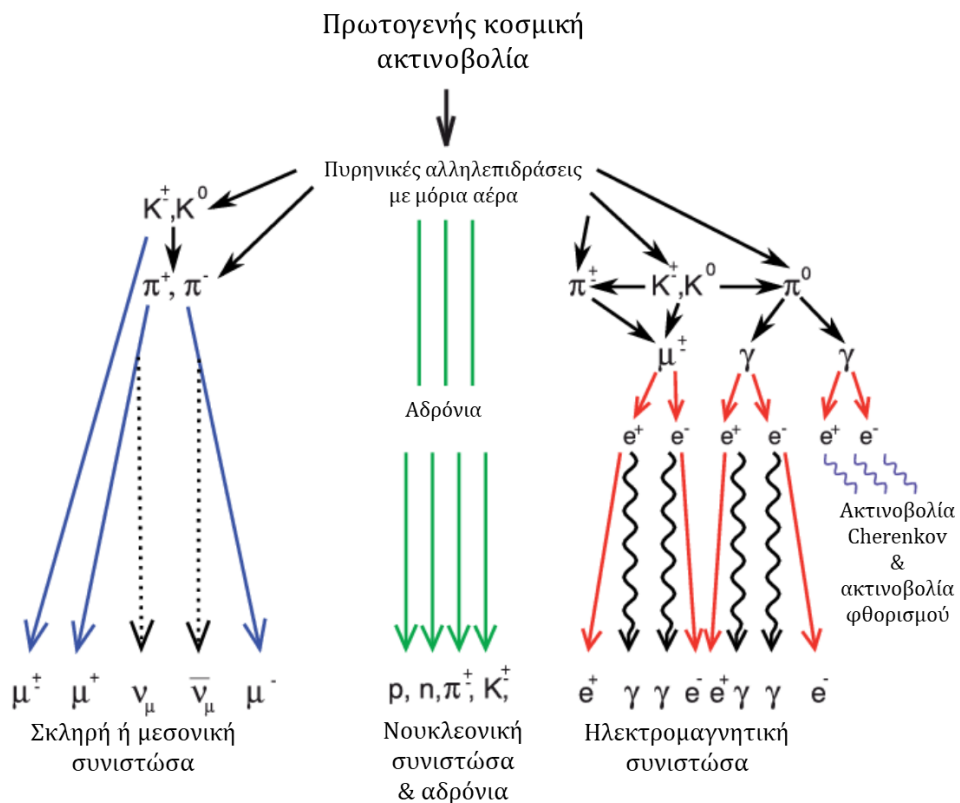
Δευτερογενής Κοσμική Ακτινοβολία

Όταν η πρωτογενής κοσμική ακτινοβολία φτάσει στη γη, αντιδρά με τα μόρια της ατμόσφαιρας και παράγονται ελαφρότερα θραύσματα από τους αρχικούς πυρήνες όπως πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια, σωματίια π, μίονια και ακτίνες γ , τα οποία αποτελούν τη δευτερογενή κοσμική ακτινοβολία. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται θρυμματισμός. Η δευτερογενής Κοσμική Ακτινοβολία διακρίνεται σε τρεις συνιστώσες:

- α) Νουκλεονική Συνιστώσα: Αποτελείται κυρίως από πρωτόνια και νετρόνια και μπορεί να προσδιοριστεί αρκετά δύσκολα
- β) Σκληρή ή μεσονική Συνιστώσα: Αποτελείται κυρίως από μόνια και είναι πολύ διεισδυτική
- γ) Μαλακή ή ηλεκτρονική συνιστώσα : Αποτελείται από ηλεκτρόνια/ποζιτρόνια και ακτίνες γ (Εικόνα 6)



Εικόνα 5. Διάγραμμα ροής-ενέργειας πρωτογενούς κοσμικής ακτινοβολίας



Εικόνα 6. Δημιουργία δευτερογενούς Κοσμικής Ακτινοβολίας.

1.2.3. Θάλαμος Νεφών

Στην προσπάθειά μας να ανιχνεύσουμε σωματίδια (δευτερογενούς) Κοσμικής Ακτινοβολίας αλλά και να οπτικοποιήσουμε τις τροχιές τους, θα κατασκευάσουμε έναν ανιχνευτή σωματιδίων που καλείται Θάλαμος Νεφών.

Η κατασκευή του Πρώτου Θαλάμου Νεφών, οφείλει την ύπαρξή του στον Σκωτσέζο Φυσικό Charles Thomson Rees Wilson, ο οποίος άρχισε να αναπτύσσει θαλάμους για τη μελέτη του φαινομένου της συμπύκνωσης και του σχηματισμού νεφών. Κατά τη διάρκεια των μελετών του, παρατήρησε ότι τα ιόντα που δημιουργούνται μέσα σε αυτούς τους θαλάμους, λειτουργούσαν ως πυρήνες σχηματισμού σταγονιδίων νερού. Έτσι, το 1911, κατασκευάστηκε ο πρώτος θάλαμος νεφών (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Ο Θάλαμος νεφών του Wilson

Ο πρωτότυπος θάλαμος του Wilson χρησιμοποιούσε ένα διάφραγμα το οποίο μέσω μιας αδιαβατικής εκτόνωσης, έψυχε τον αέρα μέσα στο σφραγισμένο δοχείο και δημιουργούσε υπέρκορους υδρατμούς. Όταν ένα φορτισμένο σωματίο εισερχόταν στο θάλαμο, ιόνιζε τα μόρια του αέρα, τα οποία λειτουργούσαν ως πυρήνες συμπύκνωσης των υδρατμών. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα μικρό νέφος συμπιεσμένων υδρατμών κατά μήκος της τροχιάς του φορτισμένου σωματιδίου.

Μερικές από τις σημαντικότερες ανακαλύψεις που έγιναν με τη χρήση του θαλάμου Wilson ήταν:

- η επίδειξη της ύπαρξης ηλεκτρονίων ανάκρουσης Compton (σκέδαση Compton),
- η ανακάλυψη του ποζιτρονίου από τον Άντερσον,
- η οπτική επίδειξη των διαδικασιών "δημιουργίας ζεύγους" ("pair creation" - "δίδυμος γένεση") ποζιτρονίου - ηλεκτρονίου και "εξαφάνισης" ("annihilation") ηλεκτρονίων και ποζιτρονίων από τους Blackett και Occhialini,
- η μεταστοιχείωση των ατομικών πυρήνων που διεξήχθη από τους Cockcroft και Walton.

2. Κατασκευή ενός θαλάμου νεφών

2.1. Μέρη από τα οποία αποτελείται ο θάλαμος

Στον παρόντα εργαστηριακό οδηγό, θα κατασκευάσουμε ένα θάλαμο νεφών με απλά υλικά με σκοπό να παρατηρήσουμε τις τροχιές των φορτισμένων σωματιδίων που διέρχονται μέσα από αυτόν. Στη συνέχεια, θα προσπαθήσουμε να αναγνωρίσουμε τις τροχιές αυτές και να ταυτοποιήσουμε το είδος των σωματιδίων που παρατηρήσαμε. Για την κατασκευή του θαλάμου νεφών θα χρειαστούμε τα παρακάτω υλικά :

α) Ένα παραλληλεπίπεδο πλέξιγκλας (όχι συγκεκριμένων διαστάσεων) του οποίου η μία πλευρά να είναι ανοιχτή (Εικόνα 8.)



Εικόνα 8. Παραλληλεπίπεδο πλέξιγκλας με ανοιχτή τη μία πλευρά.

β) Ένα κομμάτι τσόχας ή κάποιο άλλο απορροφητικό υλικό (Εικόνα 9)



Εικόνα 9. Κομμάτι τσόχας που να χωρά στον πάτο του δοχείου πλέξιγκλας

γ) Μία μεταλλική επιφάνεια μαύρου χρώματος η οποία να λίγο μεγαλύτερη από τις διαστάσεις του πλεξιγκλας (Εικόνα 10).



Εικόνα 10. Μεταλλική επιφάνεια

δ) Ένα κουτί φελιζόλ θερμομονωτικό με τέτοιες διαστάσεις έτσι ώστε να εφαρμόζει ακριβώς η μεταλλική πλάκα στο εσωτερικό του κουτιού.



ε) Ξηρό Πάγο , περίπου 5 kg.



στ) Ένα ηλεκτρόδιο ηλεκτροκόλλησης με πρόσμειξη θορίου (με κόκκινο διακριτικό στην απόληξη του).



ζ) Πλαστελίνη

η) Φακό

θ) Ισοπροπυλική Αλκοόλη (περίπου 20-30 ml). (την προμηθευόμαστε από εταιρίες χημικών)



2.2. Οδηγίες Κατασκευής Θαλάμου Νεφών

- Αρχικά κόβουμε την τσόχα στις διαστάσεις της εσωτερική πλευράς του πλεξιγκλας που είναι απέναντι από την ανοιχτή πλευρά και την κολλάμε με σιλικόνη όπως φαίνεται στην **Εικόνα 11**.



Εικόνα 11

- Στη συνέχεια, τοποθετούμε τον ξηρό πάγο στο θερμομονωτικό μας φελιζόλ και από πάνω τοποθετούμε την μεταλλική επιφάνεια. Είναι καλό η μεταλλική επιφάνεια να «βυθίζεται» 2-3 εκατοστά μέσα στο φελιζόλ, να εφαρμόζει ακριβώς και να στέκεται οριζόντια πάνω στον ξηρό πάγο και να μην έχει κλίση (Εικόνα 12).



Εικόνα 12. Τοποθέτηση μεταλλικής πλάκας πάνω στον ξηρό πάγο

- Στη συνέχεια, εμποτίζουμε με την ισοπροπυλική αλκοόλη την τσόχα έτσι ώστε να υπάρχει αρκετή ποσότητα αλλά να μην ρέει αλκοόλη στα τοιχώματα του δοχείου.
- Τοποθετούμε την πλαστελίνη περιμετρικά της ανοιχτής πλευράς του δοχείου έτσι ώστε να καλύψουμε χωρίς ασυνέχειες και τις τέσσερις ακμές της πλευράς.
- Στη συνέχεια τοποθετούμε το δοχείο με την πλαστελίνη πάνω στη μεταλλική μας πλάκα και πιέζουμε έτσι ώστε η πλαστελίνη να συμπιεστεί και να μονώσει το σύστημά μας χωρίς να υπάρχουν διαρροές. (Εικόνα 13)



Εικόνα 13. Τελική τοποθέτηση του θαλάμου νεφών μαζί με το φακό

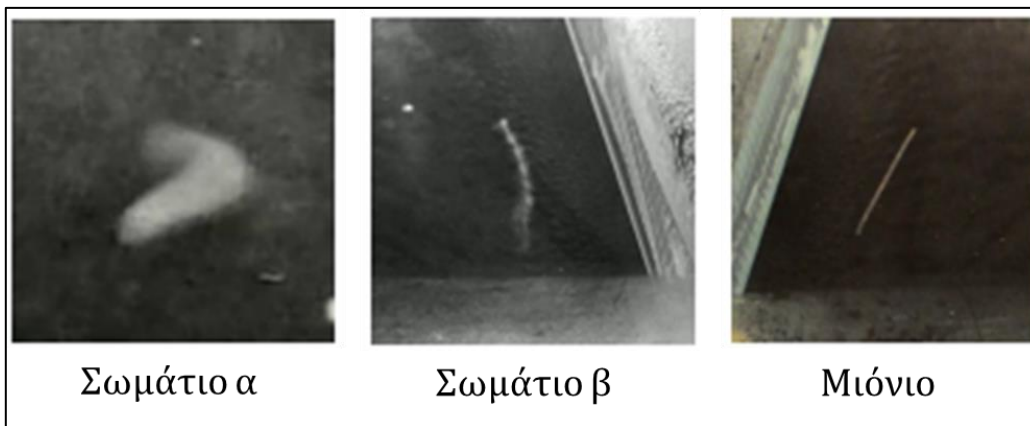
- Αναμένουμε περίπου πέντε λεπτά έως ώτου αρχίσουμε να παρατηρούμε. Θα αρχίσει να σχηματίζεται ένα στρώμα νέφους περίπου δύο με τρία εκατοστά πάνω από τη βάση του δοχείου και εκεί περιμένουμε να δούμε τροχιές σωματιδίων με τη μορφή μικρών νεφών αντίστοιχων οπτικά με τα ίχνη που αφήνει ένα αεροσκάφος στον ουρανό.

2.3. Αρχή λειτουργίας

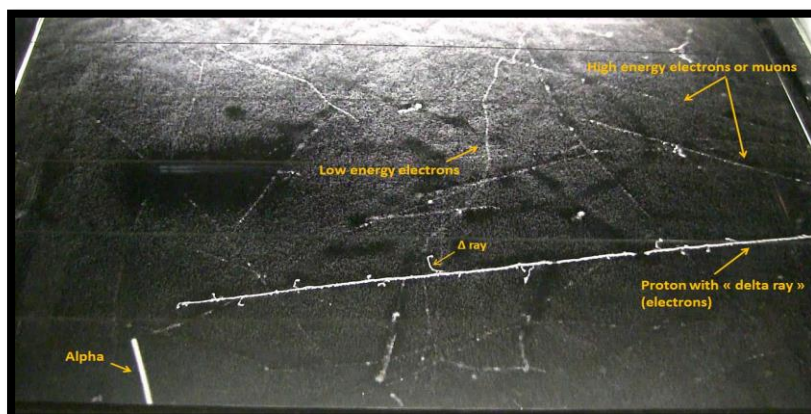
Ο θάλαμος νεφών που κατασκευάσαμε έχει ως στόχο να αναγνωρίσουμε τις τροχιές φορτισμένων σωματιδίων που διέρχονται μέσα από αυτόν και με βάση αυτές τις τροχιές να αναγνωρίσουμε τα σωματίδια αυτά, κάποια από τα οποία ενδέχεται να είναι και σωματίδια δευτερογενούς κοσμικής ακτινοβολίας με τη διαδικασία παραγωγής που έχει αναφερθεί στη θεωρητική εισαγωγή. Ο μηχανισμός με τον οποίο λειτουργεί ο συγκεκριμένος θάλαμος νεφών είναι ο εξής:

- Η ισοπροπυλική αλκοόλη η οποία είναι πολύ πτητική, εξατμίζεται και καθότι βρίσκεται στην κορυφή του δοχείου (όπου βρίσκεται η εμποτισμένη τσόχα) αρχίζει να κατέρχεται μέσα στο δοχείο. Καθώς φτάνει κοντά στον πάτο του δοχείου αρχίζει και ψύχεται ολοένα και περισσότερο. Αυτό συμβαίνει επειδή στο δάπεδο του θαλάμου, η μεταλλική επιφάνεια έρχεται σε επαφή με τον ξηρό πάγο ο οποίος βρίσκεται σε θερμοκρασία $\sim -80^\circ$ Κελσίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η ισοπροπυλική αλκοόλη να βρίσκεται σε μια κατάσταση υπέρκορων ατμών και με την παραμικρή διατάραξη αυτών των συνθηκών, είναι έτοιμη να υγροποιηθεί.

- Όταν ένα φορτισμένο σωματίο εισέρχεται μέσα στο θάλαμο, συγκρούεται με τα μόρια της αλκοόλης και τα ιονίζει. Κάθε ιονισμένο μόριο, λειτουργεί ως κέντρο συμπύκνωσης για την υπέρκορη ισοπροπυλική αλκοόλη και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρατηρούμε ένα μονοπάτι «νέφους» από εκεί που πέρασε το φορτισμένο σωματίο. Ουσιαστικά, εμείς παρατηρούμε όχι το σωματίδιο αυτό καθ'εαυτό αλλά το «ίχνος» που αφήνει από τα σημεία που πέρασε, από τα μόρια δηλαδή τα οποία ιόνισε κατά τη διαδρομή του μέσα από το θάλαμο.
 - Ανάλογα με το είδος του φορτισμένου σωματιδίου που θα διέλθει μέσα από το θάλαμο νεφών αλλά και την ενέργειά του, θα έχουμε και διαφορετικό είδος τροχιάς.
1. Μικρές παχιές τροχιές, μαρτυρούν την ύπαρξη σωματιών α (πυρήνες ηλίου) όπως αυτές στην Εικόνα 14.
 2. Μακρόστενες καμπυλωτές τροχιές, πιθανότατα οφείλονται σε σωματία β (ηλεκτρόνια ποζιτρόνια) όπως αυτή της Εικόνας 14.
 3. Ευθείες τροχιές αποτελούν ίχνη τροχιάς μιονίων (Εικόνα 14).
 4. Ευθείες παχιές μακροσκελείς τροχιές μαρτυρούν την ύπαρξη πρωτονίων



Εικόνα 14. Τροχιές διαφορετικών σωματιδίων που μπορούν να παρατηρηθούν στον θάλαμο νεφών.



Εικόνα 15. Αναγνώριση διαφορετικών τροχιών σωματιδίων

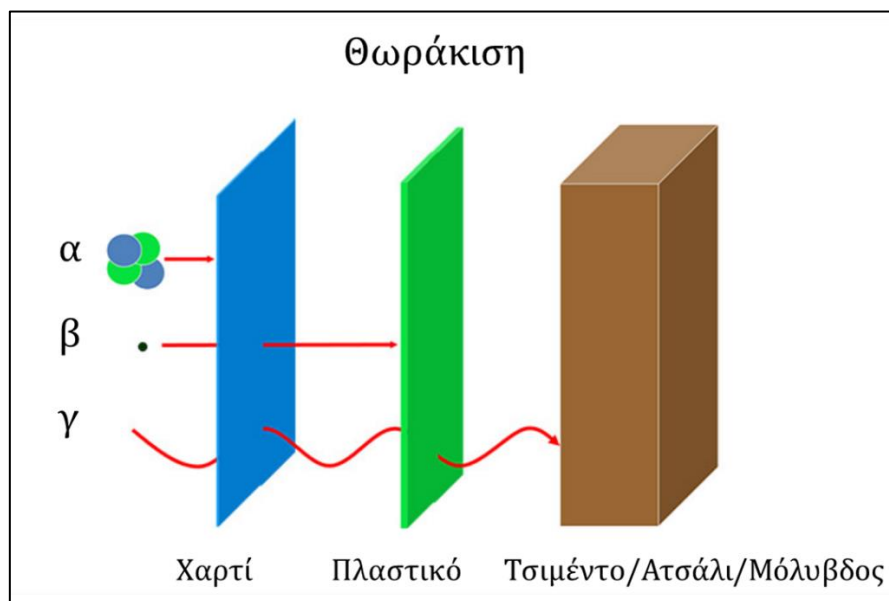
2.4. Ο θάλαμος νεφών ως ανιχνευτής ακτινοβολίας από ραδιενεργό πηγή

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, υπάρχουν διάφορες πηγές ακτινοβολίας πέραν της Κοσμικής ακτινοβολίας και μάλιστα κάποιες από αυτές προέρχονται από φυσικές πηγές του περιβάλλοντος. Κάποια χημικά στοιχεία, τα οποία βρίσκονται στη φύση εκπέμπουν ακτινοβολία από τον πυρήνα τους, είτε με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είτε με τη μορφή σωματιδίων. Η εκπομπή αυτή, καλείται ραδιενέργεια και η αντίστοιχη πηγή (χημικό στοιχείο) ονομάζεται ραδιενεργός πηγή.

Η εκπεμπόμενη ακτινοβολία συνίσταται σε

- σωματίδια α (ακτίνες α - πυρήνες ηλίου)
- ηλεκτρόνια / ποζιτρόνια (ακτινοβολία β)
- φωτόνια (ακτινοβολία γ)

Στις δύο πρώτες περιπτώσεις, ο πυρήνας του ατόμου που εκπέμπει την ακτινοβολία, μετατρέπεται στον πυρήνα ενός άλλου ατόμου, δηλαδή μεταστοιχείωνεται. Η διαπερατότητα της κάθε ακτινοβολίας φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Η ακτινοβολία γ είναι η πιο διαπεραστική από τις τρεις (Εικόνα 15)



Εικόνα 15. Ακτινοβολίες α , β , γ και η διαπερατότητά τους από ένα κομμάτι χαρτί, ένα φύλλο πλαστικού και από ένα κομμάτι τσιμέντο/ατσάλι/μόλυβδος.

Ραδιενεργά στοιχεία που μπορούμε να συναντήσουμε στον περιβάλλοντα χώρο είναι το ράδιο, το ραδόνιο, ο μόλυβδος, το θόριο, το ουράνιο κ.α. Εμείς θα προσπαθήσουμε να ανιχνεύσουμε την εκπομπή ακτινοβολίας από μια ραδιενεργό πηγή θορίου. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιήσουμε ένα ηλεκτρόδιο συγκόλλησης βολφραμίου, το οποίο έχει πρόσμιξη θορίου κατά 2%. (Εικόνα 16). Τα ηλεκτρόδια αυτά είναι διαθέσιμα σε καταστήματα με υλικά συγκόλλησης.



Εικόνα 16. Ηλεκτρόδιο βολφραμίου με πρόσμιξη θορίου 2%

Τοποθετούμε το ηλεκτρόδιο μέσα στο θάλαμο νεφών και αφού τον μονώσουμε ξανά με πλαστελίνη περιμετρικά, παρατηρούμε τα ίχνη σωματιδίων που εμφανίζονται γύρω από τα ηλεκτρόδια. Το θόριο που περιέχεται στα ηλεκτρόδια μπορεί να διασπαστεί είτε εκπέμποντας σωματίδια α είτε σωματίδια β , οπότε περιμένουμε να παρατηρήσουμε και των δύο ειδών τροχιές.

- Μπορούμε να τοποθετήσουμε ένα μαγνήτη κάτω από τη μεταλλική επιφάνεια έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα μαγνητικό πεδίο μέσα στο θάλαμο νεφών και έτσι να παρατηρήσουμε την αλλαγή τροχιάς θετικά και αρνητικά φορτισμένων σωματιδίων που εισέρχονται μέσα στο θάλαμο λόγω της δύναμης Lorentz .

3. Πιθανά προβλήματα που θα προκύψουν

α) Λεπτό στρώμα νέφους στον πάτο του δοχείου: Ενδεχομένως να υπάρχει κάποια διαρροή περιμετρικά της βάσης τους δοχείου και να μην έχει σφραγιστεί καλά με την πλαστελίνη ή κάποιο μονωτικό υλικό.

β) Η βάση του θαλάμου έχει παγώσει: Πιθανόν να χρειάζεται λιγότερη ποσότητα ξηρού πάγου για το μέγεθος της διάταξής σας

γ) Φαίνεται ελάχιστα το στρώμα νέφους : Χρειάζεται να πειραματιστείτε με τη γωνία φωτισμού του φακού έως ότου έχετε το καλύτερο οπτικό αποτέλεσμα

δ) Αραιό Στρώμα Αλκοόλης : Χρειάζεται να εμποτίσετε με περισσότερη αλκοόλη την τσόχα

4. Βιβλιογραφία

1. Iván Esteban Muñoz , Detection of particles with a cloud chamber , Universitat del Pais Vasco
2. Bethany Allison, Particle Physics - Cloud Chambers Activities for Schools, University of Birmingham
3. Sarah Charley (2015), How to build your own particle detector symmetrymagazine.org
4. Sharma (2008). Atomic And Nuclear Physics. Pearson Education India. p. 478. ISBN 978-81-317-1924-4.
5. "Cosmic Rays". National Aeronautics and Space Administration. Nasa. Retrieved 23 March 2019.
6. "Naturally Occurring Radioactive Materials NORM - World Nuclear Association". www.world-nuclear.org. Retrieved 2019-07-17.
7. Griffiths, David J. (1987) Introduction to Elementary Particles. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-60386-4.
8. Feynman, R.P. & Weinberg, S. (1987) Elementary Particles and the Laws of Physics: The 1986 Dirac Memorial Lectures. Cambridge Univ. Press.