ePublishing

Open Schools Journal for Open Science

Vol 3, No 1 (2020)

Ανίχνευση Αλμπίντο Νετρονίων

Θοδωρής Φραγγατζής, Πέτρος Φραγγατζής, Βασιλική Κατάκαλου, Δημήτρης Φραγγατζής

doi: 10.12681/osj.22363

Copyright © 2020, Θοδωρής Φραγγατζής, Πέτρος Φραγγατζής, Βασιλική Κατάκαλου, Δημήτρης Φραγγατζής

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0.

To cite this article:

Φραγγατζής Θ., Φραγγατζής Π., Κατάκαλου Β., & Φραγγατζής Δ. (2020). Ανίχνευση Αλμπίντο Νετρονίων. *Open Schools Journal for Open Science*, *3*(1). https://doi.org/10.12681/osj.22363

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 07/01/2026 22:41:50

Open Schools Journal for Open Science

Volume 4

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΛΜΠΙΝΤΟ ΝΕΤΡΟΝΙΩΝ

Θοδωρής Φραγγατζής[1], Πέτρος Φραγγατζή[1]ς, Βασιλική Κατάκαλου[1], Δημήτρης Φραγγατζής[2]

[1] Μειονοτικό Λύκειο Ίμβρο, Τουρκία
[2] Φυσικός, Μειονοτικό Λύκειο Ίμβρο, Τουρκία

Περίληψη

Σχεδιάσαμε την πειραματική μας διάταξη στηριζόμενη στον προσφερόμενο εξοπλισμό του CERN. Στόχος αυτής της διάταξης είναι η παραγωγή, ανίχνευση και καταμέτρηση των albedo νετρονίων που παράγονται στην ατμόσφαιρα όταν πρωτόνια κοσμικής ακτινοβολίας φτάνουν σε αυτήν. Θέλουμε να καταμετρήσουμε το πλήθος των νετρονίων που οπισθοσκεδάζονται σε συγκεκριμένες γωνίες ώστε να φτιάξουμε το διάγραμμα της γωνιακής τους κατανομής.

Έχουμε σχεδιάσει μια διάταξη, κατά την οποία μια δέσμη πρωτονίων που πας διατίθεται, συγκρούεται με ατμοσφαιρικό αέρα συγκεκριμένης πίεσης, τέτοιας ώστε να παραχθούν νετρόνια, κάποια από τα οποία θα οπισθοσκεδαστούν. Τα υπόλοιπα θα συγκρουστούν με έναν δεύτερο στόχο από σίδηρο παράγοντας περισσότερα νετρόνια. Ο εντοπισμός των νετρονίων θα γίνει από ανιχνευτές νετρονίων BF3 σε συγκεκριμένες γωνίες. Μπορούμε να τρέξουμε το πρόγραμμα προσομοίωσης Geant4, που θα μας δώσει την παραμετροποίηση του πειράματος.

Η γωνιακή κατανομή, περιμένουμε να είναι συνάρτηση του cos2θ, όπου θ η γωνία σκέδασής τους, σύμφωνα με την εργασία των Hess at al.

Λέξεις κλειδιά

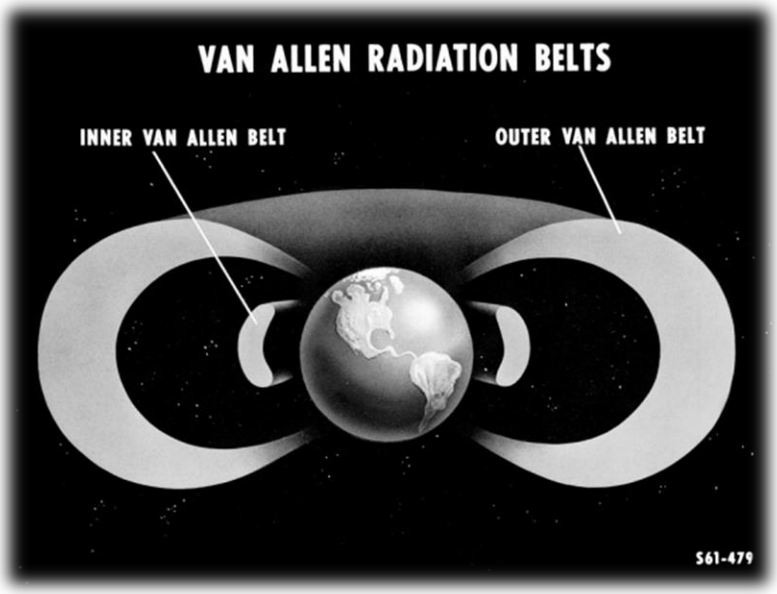
Αλμπίντο νετρόνια, γωνιακή κατανομή

Θεωρία

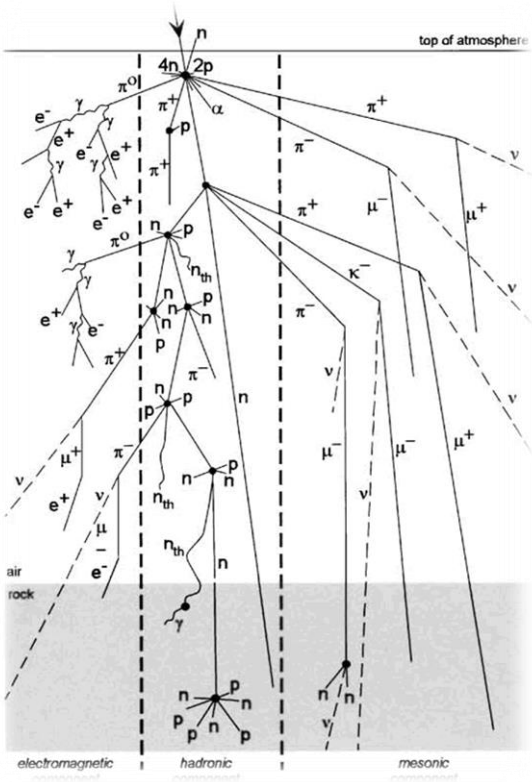
Οι ζώνες ακτινοβολίας της Γης είναι ζώνες ενεργειακά φορτισμένων σωματιδίων τα οποία παγιδεύονται και συγκρατούνται από το μαγνητικό πεδίο της Γης. Υπάρχουν 2 ζώνες Van Allen η εξωτερική, της οποίας τα σωματίδια είναι κυρίως ηλιακής προέλευσης και η εσωτερική, της οποίας τα σωματίδια πιστεύεται πως είναι κοσμικής προέλευσης. Επικεντρωνόμαστε στην εσωτερική ζώνη που αποτελείται από πρωτόνια, ηλεκτρόνια και άλλα σωματίδια. Ο μηχανισμός ο οποίος παράγει αυτά τα σωματίδια ονομάζεται CRAND (Cosmic Ray Albedo Neutron Decay) και λειτουργεί με τον ακόλουθο τρόπο :
Κοσμικές ακτίνες (relativistic protons, με δύναμη πολλών GeV) εισέρχονται βαθιά μέσα στην ατμόσφαιρα και αλληλεπιδρούν με τα ουδέτερα άτομα της ατμόσφαιρας . Χάρη σε αυτήν την αλληλεπίδραση δημιουργείτε ένα πλήθος σωματιδίων, συμπεριλαμβανομένων των νετρονίων και

σχηματίζουν έναν δενδρίτη. Τα α νετρόνια τα οποία δημιουργούνται με αυτήν την διαδικασία μπορούν να ακολουθήσουν τρεις κατευθύνσεις.

1. Πρώτη κατεύθυνση: Τα υψηλής ενέργειας νετρόνια οπισθοσκεδάζονται πίσω στην ατμόσφαιρα αμέσως μετά την δημιουργία τους.
2. Δεύτερη κατεύθυνση: Τα νετρόνια εξαιτίας σύγκρουσής τους με άλλα άτομα χάνουν μέρος της ενέργειάς τους και τελικά σκεδάζονται με κατεύθυνση αντίθετη της κατεύθυνσης της κοσμικής ακτινοβολίας, με σχετικά χαμηλές ενέργειες.
3. Τρίτη κατεύθυνση: Τα νετρόνια υψηλής ενέργειας φτάνουν στην επιφάνεια της γης, αλληλεπιδρούν με αυτήν χάνοντας ένα μέρος της ενέργειάς τους και οπισθοσκεδάζονται με χαμηλότερη ενέργεια.



Στις 2 τελευταίες περιπτώσεις τα νετρόνια ονομάζονται αλμπίντο νετρόνια εξαιτίας της χαμηλής τους ενέργειας . Τα αλμπίντο νετρόνια διασπόνται σε πρωτόνια, ηλεκτρόνια και αντινετρίνα μέσω της διάσπασης β, λόγω του ότι τα ελεύθερα νετρόνια είναι από μόνα τους ασταθή σωματίδια. Κάποια από αυτά φτάνουν και διασπόνται μέσα στην εσωτερική ζώνη Van Allen. Τα ηλεκτρόνια και τα πρωτόνια, που παράγονται κατ' αυτό τον τρόπο παγιδεύονται μέσα στη ζώνη αυτή εξαιτίας του φορτίου τους.

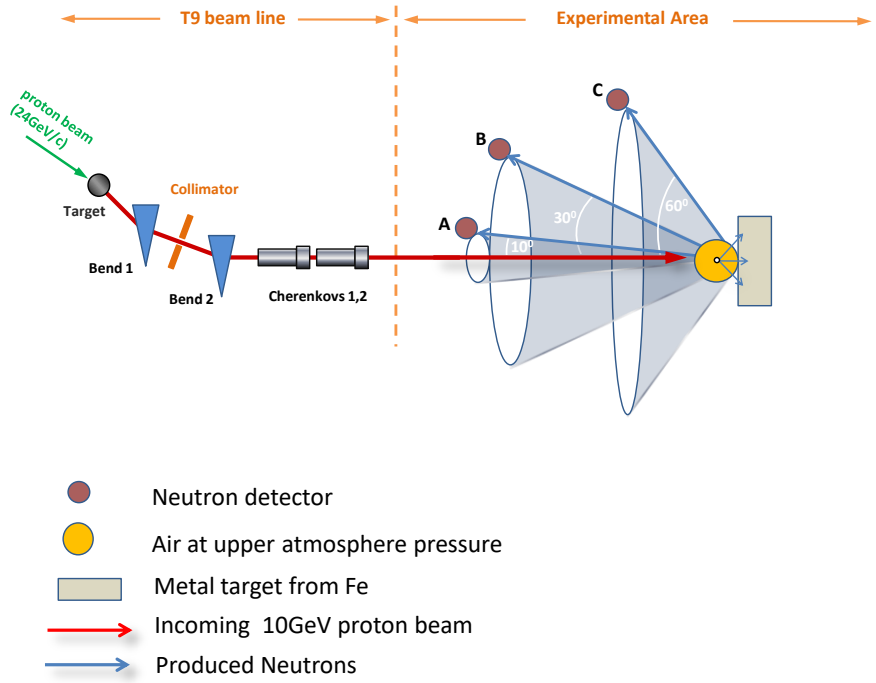


Πείραμα

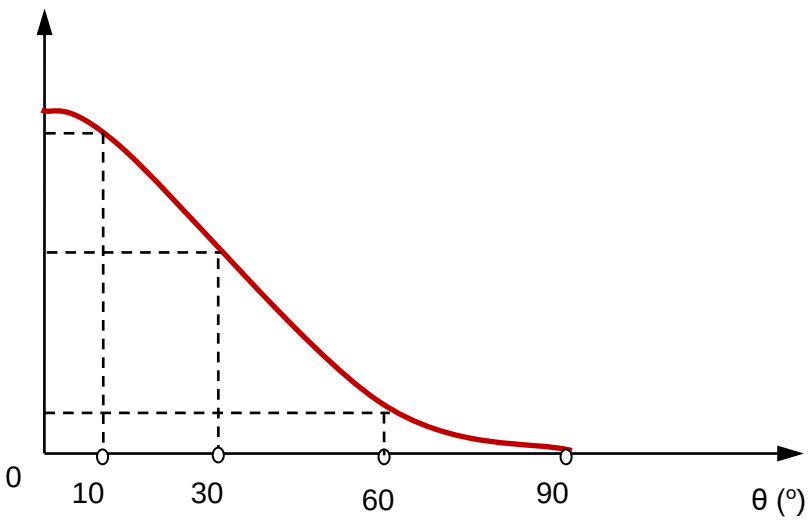
Η πειραματική μας διάταξη έχει ως εξής:

1. Η δέσμη πρωτονίων συγκρούεται με τον αρχικό στόχο δημιουργώντας πλήθος σωματιδίων, συμπεριλαμβανομένων πρωτονίων χαμηλής ενέργειας.
2. Χρησιμοποιούμε την προκαθορισμένη

3. διάταξη T9 Beam Line προκειμένου να παράξουμε μια θετικά φορτισμένη δέσμη συγκεκριμένης ενέργειας (μερικών GeV).
4. Στην πειραματική μας διάταξη κατευθύνουμε την δέσμη πάνω σε έναν αέριο στόχο, που προσομοιάζει τον ατμοσφαιρικό αέρα.
5. Η δέσμη αλληλεπιδρά με τον αέριο στόχο και παράγει νετρόνια μαζί με άλλα σωματίδια.
6. Τα παραγόμενα νετρόνια κατευθύνονται προς έναν στερεό στόχο (Fe) καθορισμένων διαστάσεων, ο οποίος προσομοιάζει την γήινη επιφάνεια και οπισθοσκεδάζονται.
7. Τοποθετούμε ανιχνευτές BF_3 σε γωνίες 10, 30 και 60 μοιρών για να ανιχνεύσουμε τα αλμπίντο νετρόνια.



8. Αφού συγκεντρώσουμε τα δεδομένα σχηματίζουμε την γωνιακή κατανομή των νετρονίων, η οποία περιμένουμε να είναι της ακόλουθης μορφής:



Προσομοιώσεις

Εφόσον η ατμόσφαιρα και επιφάνεια της Γης είναι μερικά χιλιόμετρα πλατιά, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα ισοδύναμο μοντέλο για να αναπαραστήσουμε πειραματικά το φαινόμενο. Όσον αφορά την ατμόσφαιρα, ένα ισάξιο μέσο θα μπορούσε να είναι αέρας σε υψηλή πίεση ώστε να μειωθεί το μήκος αλληλεπίδρασης των παραπάνω σωματιδίων. Προκειμένου να καθορίσουμε τις τιμές του μέσου, θα υπολογίσουμε τον αντίστοιχο αριθμό των αναμενόμενων συγκρούσεων των πρωτονίων κοσμικής προέλευσης και θα βρούμε την κατάλληλη πυκνότητα για τον στόχο. Σχετικά με την επιφάνεια, το ισοδύναμό της είναι πιο εύκολο να βρεθεί (π.χ. μέταλλο).

Η τελική πειραματική διάταξη θα βελτιωθεί μετά από προσομοιώσεις που θα πραγματοποιηθούν χρησιμοποιώντας το Geant4 simulation toolkit. Αυτές οι προσομοιώσεις θα μας παρέχουν την πρόβλεψη σχετικά με το πώς θα ανταποκριθεί η διάταξή μας. Αυτές επίσης μας υποδεικνύουν το ιδανικό μέσο αναπαράστασης της ατμόσφαιρας. Πιο συγκεκριμένα, πρέπει να τρέξουμε δύο προσομοιώσεις για να μάθουμε:

1. την ενέργεια και την γωνιακή κατανομή των νετρονίων όταν φτάνουν στην επιφάνεια της Γης, λαμβάνοντας υπόψη μια τυπική ατμόσφαιρα και ένα τυπικό φάσμα κοσμικής ακτινοβολίας. Για να το καταφέρουμε αυτό θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα ‘DYASTIMA’, διαμορφωμένο από το Πανεπιστήμιο Αθηνών.
2. Την ενέργεια και την γωνιακή κατανομή των νετρονίων όταν χρησιμοποιούμε το ισάξιο μέσο ως προς την ατμόσφαιρα.

Θα τρέξουμε την δεύτερη προσομοίωση με αρκετά μέσα, τα οποία μπορούμε να τοποθετήσουμε στην πειραματική ζώνη του CERN και θα μας βοηθήσει να επιλέξουμε το ιδανικό ισοδύναμο της ατμόσφαιρας.