ePublishing

Open Schools Journal for Open Science

Vol 6, No 1 (2023)

Open Schools Journal for Open Science - Special Issue -Πρακτικά του «3ου Μαθητικού Συνεδρίου Έρευνας και Επιστήμης»

Το ειδικό φορτίο και η ακτινοβολία β

Αριστέα Κολυμπίρη, Vasilis Dimopoulos, Μάριος Γαλερός, Ευάγγελος Κοτρώνης

doi: 10.12681/osj.32449

Copyright © 2023, Αριστέα Κολυμπίρη, Vasilis Dimopoulos, Μάριος Γαλερός, Ευάγγελος Κοτρώνης

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

To cite this article:

Κολυμπίρη A., Dimopoulos, V., Γαλερός M., & Κοτρώνης E. (2023). Το ειδικό φορτίο και η ακτινοβολία β. *Open Schools Journal for Open Science*, *6*(1). https://doi.org/10.12681/osj.32449

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 25/01/2026 22:02:09

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 25/01/2026 22:02:09

Το ειδικό φορτίο και η ακτινοβολία β

Αριστέα Κολυμπίρη[1]

[1] *Γενικό Λύκειο Κολλεγίου Ψυχικού, Αθήνα*

aristeakolympiri1@yahoo.com

Επιβλέποντες Καθηγητές: Μάριος Γαλερός[1], *Βασίλης Δημόπουλος*[2], *Ευάγγελος Κοτρώνης*[3]

[1, 2, 3]*ΠΕ 04, Γενικό Λύκειο Κολλεγίου Ψυχικού*

mgaleros@haef.gr, vdimop@haef.gr, ekotronis@haef.gr

Περίληψη

Ο υπολογισμός του ειδικού φορτίου, δηλαδή ο υπολογισμός του λόγου του φορτίου του ηλεκτρονίου προς τη μάζα του, έδωσε τη δυνατότητα να προσδιοριστεί το είδος της ακτινοβολίας β, όταν το 1909, ο Becquerel διαπίστωσε από μετρήσεις του λόγου αυτού ότι η ακτινοβολία β αποτελείται από ηλεκτρόνια. Το θέμα της εργασίας είναι ο προσδιορισμός του ειδικού φορτίου του ηλεκτρονίου καθώς και η ανάδειξη της ιδιότητας της ακτινοβολίας β να αποκλίνει από την αρχική της πορεία όταν εισέρχεται σε μαγνητικό πεδίο.

Στο πρώτο πείραμα παράγεται δέσμη ηλεκτρονίων που -αφού επιταχυνθεί- εισέρχεται στην περιοχή του μαγνητικού πεδίου και καμπυλώνεται, εξαιτίας της δύναμης Lorentz. Μέσω κατάλληλης σχέσης προκύπτει ο λόγος e/m. Τέλος, στο δεύτερο πείραμα μελετάται μία ιδιότητα της ακτινοβολίας β, η απόκλισή της όταν διέρχεται μέσα από μανγνητικό πεδίο. Χρησιμοποιείται πηγή ακτινοβολίας β, διοπτήρας και περιστρεφόμενος βραχίονας, πάνω στον οποίο τοποθετείται σωλήνας Geiger–Müller, ανιχνεύοντας την ακτινοβολία για διαφορετικές γωνίες.

Λέξεις - Κλειδιά: ηλεκτρόνιο, ακτινοβολία β, ειδικό φορτίο, μαγνητικό πεδίο

Εισαγωγή

Στα τέλη του 19ου αιώνα ο Thompson προσδιόρισε πειραματικά τον λόγο του φορτίου του ηλεκτρονίου προς τη μάζα του -ποσότητα γνωστή ως ειδικό φορτίο-, μέσω της μελέτης των καθοδικών ακτινών. Η χρήση του μαγνητικού πεδίου σε αυτό τον

υπολογισμό ήταν καθοριστικής σημασίας, όπως αναδεικνύεται παρακάτω στη θεωρητική προσέγγιση (Giancoli, 2000).

Την ίδια χρονική περίοδο, ο Rutherford και άλλοι επιστήμονες μελέτησαν τη φύση των ραδιενεργών ακτινοβολιών και αντιλήφθηκαν ότι θα μπορούσαν να τις διακρίνουν σε τρεις κατηγορίες, αναλόγως με το πόσο διεισδυτικές είναι. Οι ραδιενεργές ακτινοβολίες, ονομάστηκαν α, β και γ. Μάλιστα, διαπιστώθηκε -με τη βοήθεια μαγνητικού πεδίου- ότι καθώς, διαφορετικές ραδιενεργές ακτινοβολίες διέρχονται μέσα από αυτό, οι α και β καμπυλώνονται σε αντίθετες, μεταξύ τους, κατευθύνσεις ενώ η γ ακτινοβολία δεν αποκλίνει από την αρχική της πορεία. Συνεπώς, κάθε μία από αυτές φέρει και διαφορετικό φορτίο. Η α έχει θετικό φορτίο, η β αρνητικό και η γ ακτινοβολία είναι ουδέτερη (Giancoli, 2000). Τόσο η α όσο και η β ακτινοβολία αποτελούνται από γνωστά σωματίδια ενώ η γ ακτινοβολία είναι φωτόνια. Εστιάζοντας στη β ακτινοβολία, ο Becquerel -το 1909- διαπίστωσε από μετρήσεις του ειδικού φορτίου των σωματιδίων της, ότι η ακτινοβολία β αποτελείται από ηλεκτρόνια (Λεοντάρης, 2007).

Σκοπός της εργασίας μας είναι να προσδιορίσουμε το ειδικό φορτίο του ηλεκτρονίου, χρησιμοποιώντας κατάλληλη διάταξη που αξιοποιεί το μαγνητικό πεδίο. Στη συνέχεια με μία δεύτερη πειραματική διαδικασία θέλουμε να αναδείξουμε το ότι οι ακτινοβολίες β καμπυλώνονται κατά τη διέλευσή τους μέσα από μαγνητικό πεδίο. Όπως, αναφέρεται και παραπάνω ο προσδιορισμός του ειδικού φορτίου του ηλεκτρονίου, έδωσε τη δυνατότητα για την κατανόηση της φύσης της ακτινοβολίας β -ότι δηλαδή πρόκειται για σωματίδιο με ειδικό φορτίο ίδιο με αυτό του ηλεκτρονίου- ενώ η καμπύλωση της ακτινοβολίας αυτής, από το μαγνητικό πεδίο, βοήθησε στον προσδιορισμό του φορτίου του σωματιδίου -προέκυψε αρνητικό- οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι η ακτινοβολία β αποτελείται από ηλεκτρόνια.

Θεωρητική προσέγγιση

Όταν μια δέσμη ηλεκτρονίων εισέρχεται σε μαγνητικό πεδίο, καμπυλώνεται εξαιτίας της δύναμης Lorentz που δρα ως κεντρομόλος δύναμη. Έτσι, λοιπόν, προκύπτει ότι:

$$Beu = \frac{mu^2}{r} \Leftrightarrow u = \frac{Ber}{m} \qquad \textbf{(1)}$$

Η κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων ισούται με το έργο για την κίνηση εντός του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται. Έτσι ισχύει :

$$\frac{e}{m}\,V = \frac{1}{2}\,mu^2 \qquad \textbf{(2)}$$

Η σχέση 2 με αντικατάσταση από την (1) γίνεται:

$$\frac{e}{m}\,V = \frac{1}{2}\frac{B^2e^2\,r^2}{m^2} \Leftrightarrow \frac{e}{m} = \frac{2V}{B^2\,r^2} \qquad \textbf{(3)}$$

Η τελευταία σχέση δίνει τη δυνατότητα να προσδιοριστεί το ειδικό φορτίο του ηλεκτρονίου (Segrè, 2007).

Το ηλεκτρόνιο συναντάται στην φύση τόσο στο εσωτερικό του ατόμου -ως τροχιακό ηλεκτρόνιο- όσο και ως σωματίδιο υψηλής ενέργειας που εκπέμπεται από ραδιενεργούς πυρήνες. Ο Rutherford μετά από μακροχρόνιες έρευνες αντιλήφθηκε πως κατά τις διασπάσεις β πυρήνων, όπως είναι και του Sr, εκπέμπονται ηλεκτρόνια. Προκειμένου να δημιουργηθούν, μετατρέπεται -στο εσωτερικό του πυρήνα- ένα νετρόνιο (ουδέτερο) σε ένα πρωτόνιο (θετικά φορτισμένο) εκπέμποντας, ταυτόχρονα, ένα ηλεκτρόνιο για να διατηρηθεί το αρχικό φορτίο. Η αντίδραση της διάσπασης β είναι η ακόλουθη: $n \rightarrow p + e^{-} + 1\ \nu\epsilon\tau\rho\acute{\iota}\nu o$.

Η εκπομπή αυτή -με τη μορφή ακτινοβολίας, που προέρχεται από τον πυρήνα- ονομάστηκε ακτινοβολία β και τα σωματίδια που εκπέμπονται ονομάστηκαν -αντίστοιχα- σωματίδια β, αντί για ηλεκτρόνια ώστε να προσδιορίζουν ότι αυτά προέρχονται από τη ραδιενεργό εκπομπή ορισμένων πυρήνων (Giancoli, 2000).

Πειραματικές Διαδικασίες

1^{ο} Πείραμα - Υπολογισμός του λόγου e/m

Η συσκευή, του πειράματος, αποτελείται από μία ηλεκτρονική λυχνία τριών στοιχείων και από ένα ζεύγος πηνίων Helmholtz, τα οποία δημιουργούν μαγνητικό πεδίο όταν διαρρέονται από ρεύμα (Σχήμα 1).

Σχήμα 1: Διάταξη συσκευών, των πηνίων Helmholtz και της λυχνίας.

Η λυχνία περιέχει ένα ηλεκτρονικό πυροβόλο, το οποίο είναι προσανατολισμένο έτσι ώστε ο άξονας του να συμπίπτει με τον κατακόρυφο άξονα της λυχνίας. Στην εστίαση της ηλεκτρονικής δέσμης συνεισφέρει το πλέγμα το οποίο είναι και αυτό μέρος του ηλεκτρονικού πυροβόλου, στο οποίο εφαρμόζεται θετικό δυναμικό. Τέλος, η διάταξη περιλαμβάνει και μία άνοδο, η οποία φέρεται σε υψηλό θετικό δυναμικό προκειμένου να επιταχύνει την αρνητικά φορτισμένη δέσμη ηλεκτρονίων.
Στο επάνω άκρο του πυροβόλου βρίσκεται μία μικρή τρύπα από την οποία εκτοξεύεται η δέσμη των ηλεκτρονίων και επιταχύνεται εξαιτίας της διαφοράς δυναμικού. Στην πλευρά του δίσκου είναι χαραγμένοι τέσσερις ομόκεντροι κύκλοι, των οποίων το κέντρο τους συμπίπτει με αυτό της τρύπας από την οποία εκτοξεύεται η δέσμη ηλεκτρονίων. Έχουν διάμετρους: 0.5cm, 1cm, 1.5cm και 2cm.

Προκειμένου η ηλεκτρονική δέσμη να είναι ορατή η λυχνία περιέχει ίχνη ευγενούς αερίου, ενώ τόσο ο δίσκος όσο και η λυχνία είναι καλυμμένα από φθορίζουσα ουσία η οποία φωτοβολεί όταν πέσει πάνω της η δέσμη ηλεκτρονίων. Τα πηνία Helmholtz αποτελούνται από 118 σπείρες, των οποίων η μέση τιμή των διαμέτρων είναι 20,7cm

και είναι μεταξύ τους συνδεδεμένα σε σειρά. Η ακτίνα του σύρματος είναι περίπου 0.105cm. Τα επίπεδά τους είναι κατακόρυφα και έτσι το πεδίο που δημιουργούν όταν διαρρέονται από ρεύμα είναι οριζόντιο και η έντασή του ρυθμίζεται από την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τα πηνία.

Ακόμα χρησιμοποιούνται και συνδέονται στο κύκλωμα ένας ροοστάτης πεδίου, ένας ροοστάτης του νήματος λυχνίας, ένα αμπερόμετρο πεδίου, ένα βολτόμετρο ανόδου, πλέγματος, μία πηγή συνεχούς ρεύματος και μία πηγή υψηλού δυναμικού -ο ανορθωτής. Οι σταθερές λειτουργίας για τη λυχνία είναι:

1. Νήμα: Ένταση Ρεύματος: 0.5 – 0.6 A, συνεχούς ρεύματος
2. Τάση : 6.0-6.3 V
3. Άνοδος: Τάση : 40-100
4. Πλέγμα: Τάση < Τάση Ανόδου

Αντίστοιχα, οι σταθερές λειτουργίας για τα πηνία Helmholtz είναι:

1. Ένταση Ρεύματος: 5 A, συνεχούς ρεύματος
2. Τάση: 12V

Όλες οι συσκευές είναι τοποθετημένες μακριά από μαγνητικά πεδία έτσι ώστε να μην επηρεάζονται και οι μετρήσεις που θα προκύψουν να έχουν, όσο το δυνατόν, μικρότερα σφάλματα. Τοποθετούμε την λυχνία μεταξύ των δύο πηνίων ακριβώς στην μέση. Αφού συνδέσουμε τα στοιχεία στο νήμα της λυχνίας αφήνουμε την άνοδο να θερμανθεί, πριν την εκπομπή ηλεκτρονίων, για μερικά λεπτά. Στη συνέχεια εκπέμπουμε την δέσμη ηλεκτρονίων η οποία χωρίς μεταβολή του ρεύματος, κινείται σε μία ευθεία (Σχήμα 2). Προσπαθούμε να την κάνουμε όσο πιο λεπτή γίνεται, προκειμένου τα σφάλματα να μειωθούν σημαντικά.

Σχήμα 2: Η δέσμη ηλεκτρονίων όταν δεν παρέχεται ηλεκτρικό ρεύμα

Με την μεταβολή της έντασης του ρεύματος η δέσμη ηλεκτρονίων καμπυλώνεται εξαιτίας της δύναμης Lorentz που δρα ως κεντρομόλος δύναμη (Σχήμα 3).

Σχήμα 3: Η δέσμη ηλεκτρονίων καμπυλώνεται εξαιτίας της κεντρομόλου

Γνωρίζοντας την ακτίνα κάθε φορά της καμπυλότητας της δέσμης, προσδιορίζονται τα μεγέθη που είναι απαραίτητα για την εύρεση του λόγου της $\frac{e}{m}$. Τα μεγέθη, αυτά εμφανίζονται στον πίνακα (1) και είναι: η μαγνητική επαγωγή (B), το φορτίο ηλεκτρονίων (e), η μάζα των ηλεκτρονίων (m), η ταχύτητα του ηλεκτρονίου (υ), η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς (r), η διάμετρος της κυκλικής τροχιάς (δ) και το δυναμικό επιτάχυνσης (V).

I (Ampere)	B(W/m^2)	V(Volt)	r(m)	e/m (C/Kg)
3.70	3.74E-0.3	83	0.0075	2.11E+11
3.85	3.89E-0.3	131	0.01	1.73E+11
2.87	2.90E-0.3	78	0.01	1.85E+11
3.85	3.89E-0.3	78	0.0075	1.83E+11
3.49	3.53E-0.3	114	0.01	1.83E+11
3.53	3.57E-0.3	114	0.01	1.79E+11
4.54	4.59E-0.3	114	0.0075	1.93E+11
4.46	4.51E-0.3	114	0.0075	2.00E+11

Πίνακας 1: Μετρήσεις των στοιχείων που είναι απαραίτητα για τον προσδιορισμό του λόγου e/m.

Στη συνέχεια προσδιορίσαμε τις μέσες τιμές των μεγεθών αυτών (Πίνακας 2) και τελικά την τιμή του ειδικού φορτίου ίση με $1.88 \cdot 10^{11}\ C/kg$.

I (Ampere)	B(W/m^2)	V(Volt)	r(m)
3.79	3.83E-0.3	103,25	0.00875

Πίνακας 2: Μετρήσεις των στοιχείων που είναι απαραίτητα για τον προσδιορισμό του λόγου e/m.

Η θεωρητική τιμή του ειδικού φορτίου του ηλεκτρονίου, και η απόκλιση της πειραματικής από τη θεωρητική τιμή είναι ίσες με:

$$\frac{|e|}{m} = \frac{1.60 \cdot 10^{-19}}{9.11 \cdot 10^{-31}} = 1.77 \cdot 10^{11}\ C/kg$$

$$\Pi\% = \frac{1.88 \cdot 10^{11} - 1.77 \cdot 10^{11}}{1.77 \cdot 10^{11}} \cdot 100\% = 6.21\%$$

2ο Πείραμα - Απόκλιση β σωματιδίων σε μαγνητικό πεδίο

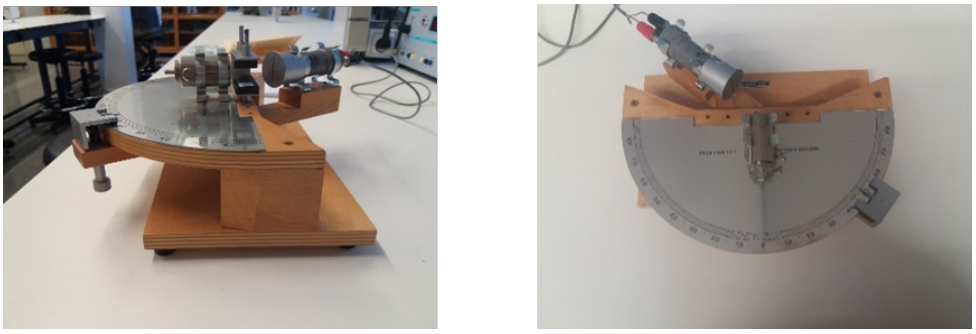
Προκειμένου να υπάρξει εκπομπή β σωματιδίων, χρησιμοποιείται πηγή Sr-90 5μCi σε ισορροπία με το θυγατρικό του νουκλεΐδιο, το ύττριο -90. Τα ραδιοϊσότοπα αυτά είναι ενσωματωμένα σε έναν ασημένιο δίσκο ο οποίος επιτρέπει την μέγιστη εκπομπή ακτινοβολίας β, που προκύπτει από την διάσπαση του Στροντίου.

Ένας διοπτήρας έχει τοποθετηθεί στο επάνω μέρος, που διαθέτει κλίμακα μοιρών και είναι προσανατολισμένος έτσι ώστε η σχισμή να είναι κάθετη. Ο διοπτήρας αυτός

κατευθύνει την δέσμη ραδιενέργειας β πάνω σε έναν περιστρεφόμενο βραχίονα, που περιστρέφεται πάνω από την κλίμακα των γωνιών και που είναι τοποθετημένος ένας σωλήνας Geiger-muller, του οποίου η σχισμή είναι προσανατολισμένη και αυτή κάθετα. Ο διοπτήρας και ο σωλήνας πάνω στον περιστρεφόμενο βραχίονα βρίσκονται στη μικρότερη δυνατή απόσταση, αυτή δηλαδή που επιτρέπει την περιστροφή του βραχίονα. Ο σωλήνας Geiger- Müller συνδέεται με έναν μετρητή στον οποίο αναγράφονται οι διασπάσεις του πυρήνα του Στροντίου ανά ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, που στο πείραμά μας έχει οριστεί στα 15 λεπτά.

Στο δεύτερο μέρος του πειράματος, οι μετρήσεις παίρνονται με την παρουσία μαγνητικού πεδίου που τοποθετείται ανάμεσα στον περιστρεφόμενο βραχίονα και τον διοπτήρα. Αφού πρώτα συναρμολογήσουμε κατάλληλα και με κατάλληλο προσανατολισμό την διάταξη (White, 1978), υπολογίζουμε χωρίς την τοποθέτηση του Sr την ακτινοβολία υποβάθρου, η οποία τελικά θα αφαιρεθεί από τις τιμές. Τις ημέρες που διεξήχθη το πείραμα η ακτινοβολία υποβάθρου υπολογίστηκε 195 και 213 κβάντα ανά μονάδα χρόνου αντίστοιχα.

Περιστρέφουμε κατάλληλα τον βραχίονα έτσι ώστε να βρίσκεται πάνω ακριβώς από την κάθε επιθυμητή γωνία. Στην συνέχεια με τη βοήθεια ενός χρονομέτρου υπολογίζουμε ένα χρονικό διάστημα το οποίο θεωρούμε πως είναι ικανοποιητικό έτσι ώστε να λάβουμε αξιόπιστες μετρήσεις. Για τις ανάγκες του πειράματος το χρονικό διάστημα αυτό ήταν 15 λεπτά. Αυτή την ενέργεια την επαναλαμβάνουμε μέχρι τις 60° και -60° αντίστοιχα στα δύο τεταρτημόρια χωρία και με την παρουσία μαγνήτη (Σχήμα 4). Έτσι προέκυψαν οι διορθωμένες μετρήσεις (χωρίς την ακτινοβολία υποβάθρου) που αναγράφονται στους πίνακες 4 και 5.



Σχήμα 4: Η διάταξη χωρίς και με τον μαγνήτη. Πάνω στον περιστρεφόμενο βραχίονα και στην κορυφή της κλίμακας είναι τοποθετημένοι ο διοπτήρας, ο σωλήνας και το ραδιενεργό υλικό.

Μοίρες	Αριθμός πυρήνων (Α τεταρτημόριο)	Αριθμός πυρήνων (Β τεταρτημόριο)
0	1321	1321
10	1121	597
20	438	380
30	249	294
40	185	183
50	156	143
60	84	92

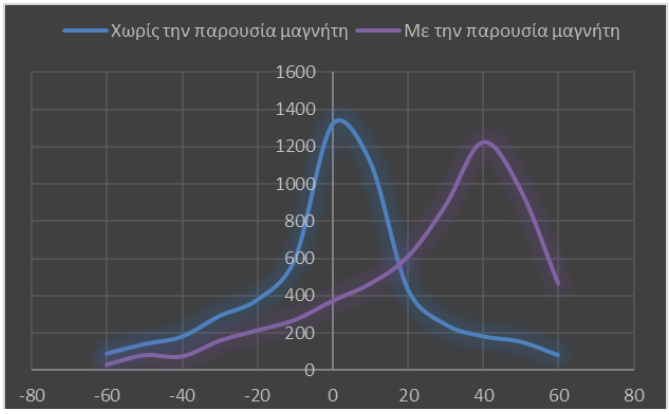
Πίνακας 4: Μετρήσεις των διασπάσεων του ραδιενεργού πυρήνα

χωρίς την παρεμβολή μαγνητικού πεδίου

Γωνία (Μοίρες)	Αριθμός πυρήνων (Α τεταρτημόριο)	Αριθμός πυρήνων (Β τεταρτημόριο)
0	371	371
10	464	268
20	967	213
30	1223	157
40	881	73
50	608	80
60	463	29

Πίνακας 5: Μετρήσεις διασπάσεων ραδιενεργού πυρήνα με την παρεμβολή μαγνητικού πεδίου

Στη συνέχεια απεικονίσαμε τις μετρήσεις των πυρηνικών διασπάσεων με την παρουσία και χωρίς την παρουσία του μαγνητικού πεδίου (Σχήμα 5). Τα β σωματίδια που εκπέμπονται από πηγή ραδιενεργού Sr όταν δεν βρίσκονται σε χώρο που υπάρχει μαγνητικό πεδίο παρουσιάζουν απόλυτη συμμετρία, όπως φαίνεται και στην καμπύλη, που είναι συμμετρική ως προς τον y'y άξονα. Όταν, όμως, τοποθετείται μαγνήτης που δημιουργεί το μαγνητικό πεδίο, οι μέγιστες διασπάσεις του ραδιενεργού πυρήνα μειώνονται και η καμπύλη μετατοπίζεται, υποδεικνύοντας έτσι πως τα β σωματίδια που εξήλθαν από αυτόν απέκλιναν της τροχιάς τους (Σχήμα 5).



Σχήμα 5: Γραφική απεικόνιση των μετρήσεων των πυρηνικών διασπάσεων εκτός και εντός μαγνητικού πεδίου

Συμπεράσματα – επίλογος

Στόχοι της εργασίας μας ήταν η πειραματική επαλήθευση του ειδικού φορτίου του ηλεκτρονίου, καθώς επίσης και η μελέτη της επίδρασης του μαγνητικού πεδίου σε ηλεκτρόνια που εκπέμπονται από ραδιενεργό ισότοπο. Στο πρώτο πείραμα η απόκλιση πειραματικής – θεωρητικής τιμής προέκυψε 6,21%. Τα πιθανά σφάλματα, είναι πιθανό να οφείλονται στην παρουσία μαγνητικών πεδίων στο χώρο του Εργαστηρίου, αφού ασκούνταν σε αυτόν και άλλοι μαθητές με διατάξεις ή έχοντας μαζί τους τα κινητά τους τηλέφωνα. Τέλος, στόχος μας κατά την εκτέλεση της άσκησης ήταν η δέσμη που παράγονταν να ήταν όσο πιο λεπτή γίνεται, κάτι που ενέχει το υποκειμενικό στοιχείο.

Στο δεύτερο πείραμα, επιβεβαιώσαμε την απόκλιση της ακτινοβολίας β από το μαγνητικό πεδίο, ιδιότητα που πειραματικά έδωσε τη δυνατότητα στους επιστήμονες να αναγνωρίσουν το φορτίο του σωματιδίου β. Ας σημειωθεί, ότι την έρευνά μας δεν την απασχόλησε το γεγονός ότι η ακτινοβολία β διακρίνεται σε β^- και β^+, αναλόγως με το αν από τον πυρήνα εκπέμπονται ηλεκτρόνια ή ποζιτρόνια αντίστοιχα (Segrè, 2007), αφού μας ενδιέφερε καταρχάς να κατανοήσουμε το πώς προσδιορίζεται το ειδικό φορτίο του ηλεκτρονίου και κατά δεύτερον να διαπιστώσουμε την απόκλιση της ακτινοβολίας β από την αρχική της πορεία, όταν διέρχεται μέσα από μαγνητικό πεδίο.

Ιδανικό, θα ήταν αν διαθέταμε την κατάλληλη συσκευή στο Εργαστήριο του Σχολείου μας, να προσδιορίσουμε το ειδικό φορτίο των σωματιδίων της ακτινοβολίας β που εκπέμπονται από το Sr, εκτελώντας έτσι και τα πειράματα που πραγματοποίησε ο Becquerel, ώστε να διαπιστώσουμε, ότι πράγματι τα σωματίδια β έχουν ίδιο ειδικό φορτίο με τα ηλεκτρόνια. Τέλος, για το δεύτερο πείραμα, αν και θεωρούμε ότι αναδείχθηκε η επίδραση του μαγνητικού πεδίου στην ακτινοβολία β θα μπορούσαμε να αυξήσουμε το χρόνο καταγραφής των δεδομένων.

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον παρασκευαστή του Εργαστηρίου ΦΕ του Λυκείου Κολλεγίου Ψυχικού, κ. Νικόλαο Κόγια, για τη συμβολή του στην πραγματοποίηση των πειραμάτων.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Segrè, E., 2007. *From X-Rays To Quarks. Mineola, N.Y: Dover.* 3d επιμ. New York : Dover Publications.

Giancoli, D. C., 2000. *Physics For Scientists & Engineers.* New Jersey: Prentice Hall.
White, M., 1978. *Selective Experiments In General Physics.* 1st επιμ. Taipei: Soo Chow University.

Λεοντάρης, Γ. Κ., 2007. *www.physics.ntua.g.* [Ηλεκτρονικό] Available at: http://www.physics.ntua.gr/eesfye/POP/articles/neutrinobig.html [Πρόσβαση 15 10 2020].