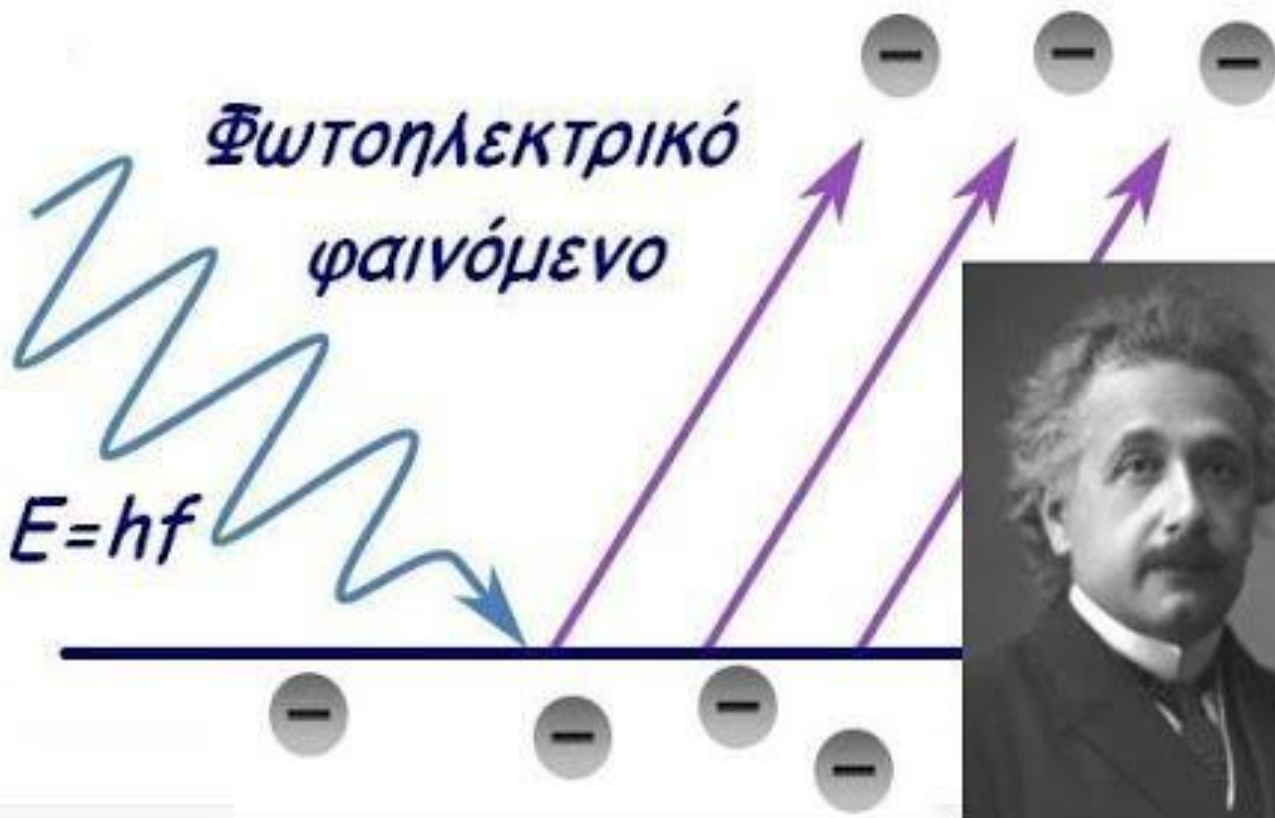


2023

Πειραματική μελέτη του φωτοηλεκτρικού φαινομένου



Μουρούζης Π

Φύλλο εργασίας

Ονοματεπώνυμο Ομάδας

.....

.....

.....

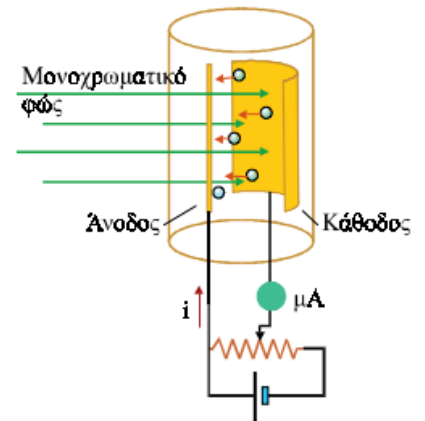
.....

ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο ονομάζουμε το φαινόμενο αποβολής ηλεκτρονίων από μία επιφάνεια ενός μετάλλου, όταν πέσει πάνω της φως.

Η μελέτη αυτού του φαινομένου ήταν καθοριστική για την εξέλιξη της σύγχρονης φυσικής και η ερμηνεία του φαινομένου χάρισε στον Αϊνστάιν το βραβείο Νόμπελ το 1921. Τα ίδια μονοπάτια θ' ακολουθήσει και η ομάδα σας. Η διάταξη που υπάρχει μπροστά σας απεικονίζεται στη διπλανή εικόνα:

Ρυθμίστε τη διάταξη και καλέστε τον υπεύθυνο καθηγητή ώστε να την ελέγξει και να ανοίξει την τροφοδοσία. Ως πηγή φωτός μπορείτε να χρησιμοποιήσετε είτε έναν λαμπτήρα πυρακτώσεως σε συνδυασμό με διάφορα έγχρωμα φίλτρα, είτε ακόμη καλύτερα 3 Leds ένα κόκκινο ένα πράσινο και ένα μπλε. Μετακινώντας την πηγή φωτός είναι φανερό ότι αλλάζει η ένταση του φωτός (φωτεινή ενέργεια ανά μονάδα χρόνου που φθάνει στην κάθοδο).



1^ο ΠΕΙΡΑΜΑ

Αυξομειώστε την ένταση της φωτεινής πηγής ή μετακινήστε τη φωτεινή πηγή. Τι παρατηρείτε στην ένδειξη του αμπερόμετρου; Όταν αυξάνει η φωτεινή ενέργεια ανά μονάδα χρόνου που φθάνει στην κάθοδο τότε:

- Αυξάνει και η ένδειξη του αμπερόμετρου
- Ελαττώνεται η ένδειξη του αμπερόμετρου
- Η ένδειξη του αμπερόμετρου μένει σταθερή

Πως ερμηνεύετε την παραπάνω πειραματική παρατήρηση;

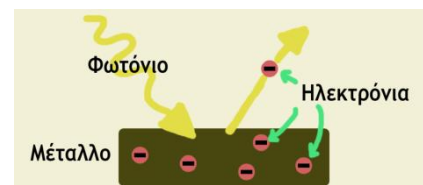
.....

.....

.....

.....

2^ο ΠΕΙΡΑΜΑ



Ελαττώστε την τάση ανόδου-καθόδου θέτοντας και αρνητικές τιμές σε αυτήν μέχρις ότου μηδενιστεί οριακά το ρεύμα του αμπερομέτρου. Η τάση για την οποία μηδενίζεται οριακά το ρεύμα λέγεται **τάση αποκοπής**. Προσδιορίστε πειραματικά την τάση αποκοπής.

Μέσω του ποτενσιόμετρου αλλάξτε την ένταση της φωτεινής πηγής ή απλά μετακινήστε τη φωτεινή πηγή ώστε να επέλθει αλλαγή στην φωτεινή ενέργεια ανά μονάδα χρόνου που φτάνει στην κάθοδο και προσδιορίστε ξανά την τάση αποκοπής. Προτιμείστε τη μετακίνηση της φωτεινής πηγής εφόσον είναι εφικτό, αφού με τη μετακίνηση της πηγής δεν αλλάζει το φάσμα εκπομπής της φωτεινής πηγής, πράγμα το οποίο συμβαίνει με την αλλαγή της έντασης από το ποτενσιόμετρο. (γιατί;)

Με την αλλαγή της έντασης αλλάζει ή όχι η τάση αποκοπής;

Το πείραμα μας έδειξε ότι με την αλλαγή της φωτεινής ενέργειας ανά μονάδα χρόνου που φθάνει στην κάθοδο:

- Η τάση αποκοπής αλλάζει
- Η τάση αποκοπής δεν αλλάζει

Εάν K η κινητική ενέργεια που έχει ένα ηλεκτρόνιο όταν δραπετεύει από το μέταλλο αποδείξτε τη σχέση:

$$K_{καθ} = V_{αποκ} \cdot e$$

Για την ερμηνεία των πειραματικών δεδομένων 2 διαθέτουμε δύο θεωρίες:

Η πρώτη θεωρία η λεγόμενη κυματική θεωρία του φωτός μας λέει ότι η φωτεινή ενέργεια που πέφτει στην επιφάνεια του μετάλλου αποδίδεται στα ηλεκτρόνια. Το κάθε ηλεκτρόνιο έστω ότι χρειάζεται μία ενέργεια ϕ για να δραπετεύσει και $K_{καθ}$ η κινητική ενέργεια ενός ηλεκτρονίου στην κάθοδο. Τότε η φωτεινή ενέργεια ανά μονάδα χρόνου που πέφτει στην επιφάνεια του μετάλλου θα ισούται με

$$I_{ένταση_φωτός} = N \cdot K_{καθ} + N \cdot \phi = N \cdot V_{αποκ} \cdot e + N \cdot \phi \rightarrow V_{αποκ} = \frac{I_{ένταση_φωτός}}{N \cdot e} - \frac{\phi}{e}$$

Όπου N ο αριθμός των e που δραπετεύουν από το μέταλλο ανά μονάδα χρόνου.

Η δεύτερη θεωρία η λεγόμενη κβαντική θεωρία, μας λέει ότι η ενέργεια του φωτός μεταφέρεται σε αδιαίρετα πακέτα, το καθένα από τα οποία ονομάζεται φωτόνιο. Το φωτόνιο αλληλεπιδρά (δηλαδή απορροφάται) **από ένα και μοναδικό ηλεκτρόνιο**, το οποίο παίρνοντας αυτήν την ενέργεια αυτή μπορεί πλέον και δραπετεύει από την επιφάνεια του μετάλλου. Η ενέργεια που μεταφέρει το κάθε πακέτο είναι ανάλογη της συχνότητας της ακτινοβολίας. Έτσι μ' αυτή την θεωρία εφαρμόζοντας την Α.Δ.Ε για ένα ηλεκτρόνιο που δραπετεύει θα έχουμε:

$$E_{φωτ} = K + \phi \rightarrow E_{φωτ} = V_{αποκ} \cdot e + \phi \rightarrow V_{αποκ} = \frac{E_{φωτ} - \phi}{e}$$

Όπου $E_{φωτ}$ η ενέργεια που μεταφέρει το κάθε φωτόνιο.

Ποια θεωρία θα αποδεχόσασταν για την ερμηνεία του πειράματος 2^ο και γιατί;

.....

.....

.....

.....

3^ο ΠΕΙΡΑΜΑ

Η ενέργεια που μεταφέρει το κάθε φωτόνιο δίνεται από τη σχέση:

$$E_{\text{φωτ}} = h \cdot f$$

Όπου f η συχνότητα του φωτός και h μία σταθερά που λέγεται σταθερά του Planck. Η βιβλιογραφία αναφέρει ότι:

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

Σ' αυτή τη δραστηριότητα θα προσπαθήσετε να προσδιορίσετε πειραματικά την τιμή της h , τουλάχιστον σε τάξη μεγέθους. Εφαρμόζοντας την Α.Δ.Ε σύμφωνα με τη σωματιδιακή θεωρία για ένα ηλεκτρόνιο που δραπετεύει από το μέταλλο θα έχουμε:

$$h \cdot f = K_{\text{καθ}} + \varphi \rightarrow h \cdot f = V_{\text{αποκ}} \cdot e + \varphi \rightarrow V_{\text{αποκ}} = \frac{h}{e} f - \frac{\varphi}{e} \quad (1)$$

Από τη σχέση (1) παρατηρούμε ότι η γραφική παράσταση $V_{\text{αποκ}} - f$ είναι ευθεία που η κλίση της ισούται με h/e . Οπότε αν γίνει η παραπάνω γραφική παράσταση, μπορείτε να προσδιορίσετε την κλίση της και επομένως και τη σταθερά h , με δεδομένο ότι:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad \text{η απόλυτη τιμή του φορτίου του ηλεκτρονίου.}$$

Χρησιμοποιείτε λοιπόν τα τρία φίλτρα κόκκινο, πράσινο, μπλε ή τα αντίστοιχα led και προσδιορίστε τις αντίστοιχες τάσεις αποκοπής συμπληρώνοντας έτσι τον παρακάτω πίνακα:

| Χρώμα | $\lambda(\text{nm})$ | $f(\text{Hz}) \times 10^{14}$ | $V_{\text{αποκ}}(\text{V})$ |
|---------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| μπλε | 465 | 6,45 | |
| πράσινο | 519 | 5,78 | |
| κόκκινο | 629 | 4,77 | |

Με τη βοήθεια του πίνακα κάντε τη γραφική παράσταση της $f - V_{\text{αποκ}}$ και στη συνέχεια προσδιορίστε την κλίση της ευθείας καθώς και τη τιμή της σταθεράς του Planck.

