

ΑΣΚΗΣΗ 34

ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ

Περίληψη

Η παρούσα εργαστηριακή αναφορά αφορά την εκτέλεση της Άσκησης 34 στα πλαίσια του εργαστηριακού μέρους του μαθήματος Κυματικής και Κβαντικής Φυσικής. Μελετήθηκε η υπόθεση de Broglie καθώς και οι ιδιότητες του πολυκρυσταλλικού γραφίτη.

ΟΝΟΜΑ: Ιωάννης
ΕΠΙΘΕΤΟ: Τσαντήλας
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 03120883
ΟΜΑΔΑ: Z3
ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ: Αναστάσης Τσεριώνης (03120817)
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Βασίλης Παναγόπουλος
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ: 23/05/2022

34.1 Σκοπός και Θεωρία

Σκοπός αυτού του πειράματος είναι να επαληθεύσουμε την υπόθεση de Broglie, καθώς και την περίθλαση ηλεκτρονίων μέσω λεπτού φύλλου πολυκρυσταλλικού γραφίτη.

Ορίζουμε ως **περίθλαση** το φαινόμενο της διάδοσης του φωτός, όταν αυτό διέρχεται μέσα από μία λεπτή σχισμή, κατά το οποίο (σε μία οθόνη τοποθετημένη πίσω από την σχισμή) εμφανίζεται μία εικόνα που περιλαμβάνει φωτεινές και σκοτεινές περιοχές αντί για το σχήμα της ίδιας της σχισμής.

Σύμφωνα με την **υπόθεση de Broglie**, αν h η σταθερά Planck, p η ορμή του σωματιδίου και λ το μήκος του κύματος, κάθε σωματίδιο σχετίζεται με ένα κύμα, για τα οποία ισχύει:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

Ή ισοδύναμα:

$$E = h\nu \quad \text{ή} \quad E = \hbar\omega \quad \text{και} \quad p = \frac{h}{\lambda} \quad \text{ή} \quad p = \hbar k$$

$$\omega = 2\pi\nu, \quad \hbar = h/2\pi \quad \text{και} \quad k = 2\pi/\lambda.$$

Τα ηλεκτρόνια μπορούν να εμφανίσουν κυματικές ιδιότητες, αρκεί η κινητική τους ενέργεια να είναι της τάξεως των 100eV και να διέρχονται από σχισμές 1Å. Πρακτικά, βομβαρδίζουμε την επιφάνεια ενός κρύσταλλου με ηλεκτρόνια ενέργειας 100-1000eV.

Σύμφωνα με την **συνθήκη Bragg**:

$$2d \sin \theta = n\lambda_0$$

όπου n (**τάξη περίθλασης**) φυσικός, που στα πλαίσια του πειράματος θα είναι 1.

34.2 Μέθοδος

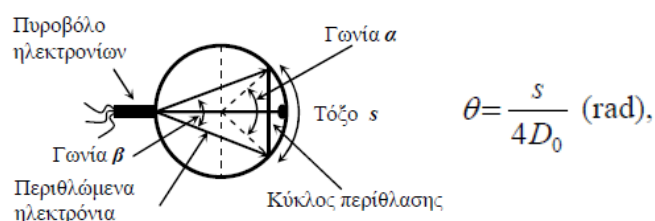
Βάση των κάτωθι σχέσεων:

$$2d \sin \theta = n\lambda_U \quad \text{και} \quad \lambda_U = \frac{12,25}{\sqrt{U}} \text{ Å}$$

με $n=1$ και U η τάση επιτάχυνσης των ηλεκτρονίων στο πυροβόλο, προκύπτει:

$$\frac{6,125}{\sin \theta_i} = d\sqrt{U_i}$$

Έτσι, θέλουμε να μετρήσουμε τα U , θ , s . Η γωνία θ μπορεί να υπολογιστεί απλά:



με $D_0 = 135 \pm 2$ mm. Το τόξο s υπολογίζεται άμεσα από την επιφάνεια της σφαίρας. Μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι η γραφική παράσταση των μεγεθών $6,125/\sin\theta_i$, συναρτήσει των $\sqrt{V_i}$, παριστάνει μία ευθεία με κλίση d .

34.3 Εκτέλεση

Μεταβάλλοντας την τάση V από 1500 έως 3500 Volt με βήμα 500 Volt, μετρούμε το τόξο του S_1 του μικρότερου κύκλου και το τόξο S_2 του μεγαλύτερου κύκλου που εμφανίζονται πάνω στην οθόνη. Οι δείκτες (1) δηλώνουν την μέτρηση που έγινε για 1500->3500 ενώ οι δείκτες (2) δηλώνουν την μέτρηση που έγινε 3500->1500.

Με τα δεδομένα που μαζέψαμε, και με τις σχέσεις που προαναφέραμε στο παράρτημα «34.2 Μέθοδος», συμπληρώνουμε τους κάτωθι πίνακες:

V (Volt)	$V^{1/2}$	λ (Å)	$S_1^{(1)}$ (mm)	$S_1^{(2)}$ (mm)	$S_2^{(1)}$ (mm)	$S_2^{(2)}$ (mm)	$\langle S_1 \rangle$ (mm)	$\langle S_2 \rangle$ (mm)	δS_1 (mm)	δS_2 (mm)	$\langle \theta_1 \rangle$ (rad)	$\langle \theta_2 \rangle$ (rad)
1500	38.72	0.31	40	44	70	69	42	69.5	4	1	0.07	0.12
2000	44.72	0.27	32	34	64	60	49	92	2	4	0.09	0.17
2500	50	0.24	31	32	53	63	31.5	58	1	10	0.05	0.10
3000	54.77	0.22	27	28	49	46.8	27.5	47.75	1	2.2	0.05	0.08
3500	59.16	0.20	28	28	48.4	48.4	28	48.4	0	0	0.05	0.08

Ορίζουμε ως y_i και δy_i την ποσότητα (θεωρούμε χάριν ευκολίας ότι $\delta S_i = 2$ mm):

$$\frac{6,125}{\sin \theta_i} \quad \delta \left(\frac{6,125}{\sin \theta} \right) = \sqrt{\left(\frac{\partial \left(\frac{6,125}{\sin \theta} \right)}{\partial \theta} \delta \theta \right)^2} = \frac{6,125 \delta \theta}{\sin \theta * \tan \theta}$$

$$\delta \bar{\theta}_i = \sqrt{\left(\frac{\partial \theta_i}{\partial D_0} \delta D_0 \right)^2 + \left(\frac{\partial \theta_i}{\partial s} \delta s \right)^2} = \sqrt{\left(\frac{s_i}{4 D_0^2} \delta D_0 \right)^2 + \left(\frac{\delta s}{4 D_0} \right)^2}$$

y_1	y_2	$\delta \theta_1$	$\delta \theta_2$	δy_1	δy_2
4512.19	2726.78	0.0012	0.0019	1.4396	0.8091
3867.49	2060.69	0.0013	0.0025	1.0154	0.5324
6016.40	3267.56	0.008	0.0016	2.1175	0.9731
6891.92	3968.97	0.007	0.0013	1.8489	1.2527
6786.30	3915.83	0.007	0.0013	1.8824	1.2697

Παραθέτουμε επίσης και τον κώδικα MATLAB που χρησιμοποιήσαμε για τον υπολογισμό των σφαλμάτων:

```
1 mytheta = 0.08;  
2 mys = 48.4;  
3 a = power(mys/36450, 2);  
4 b = power(1/36450, 2);  
5 detheta = power(a+b, 0.5);  
6 dey = 6.125*detheta./(sin(mytheta)*tan(mytheta));
```

Χαράζουμε την κοινή γραφική των y_1, y_2 συναρτήσεων του $x = V^{1/2}$. Σημειώνουμε επίσης και τα απαραίτητα error bars (υπό κλίμακα). Η βέλτιστη ευθεία που προκύπτει, όπως περιμέναμε από την συνθήκη Braggs, έχει κλίση d , την απόσταση μεταξύ των επιπέδων:

