

EXPERIENȚA wa DE DIFRAȚIE A ELECTRONILOR PE O REȚEA POLICRISTALINĂ

1. Scopul lucrării

- Determinarea lungimii de undă asociată electronilor
- Verificarea ecuației de Broglie
- Determinarea constantelor de rețea ale grafitului

2. Teoria lucrării

În anul 1924 Louis de Broglie a sugerat că în afara proprietăților specifice de particule, acestea pot avea și caracter ondulator și a presupus că lungimea de undă a unei particule libere este dată de relația:

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

unde:

p este impulsul particulei

h este constanta lui Planck

Această ipoteză, confirmată de experiențele de difracție de electroni pe o rețea cristalină de nichel făcute de Clinton Davisson și Lester Germer în anul 1927, a fost extinsă e la particulele libere la orice tip de particule.d

În experimentul de față este demonstrat caracterul ondulator al electronilor printr-o experiență de difracție de electroni pe o rețea policristalină de grafit, experiment cunoscut ub numele de difracție Debye-Scherrer.s

Un fascicol de electroni monocromatici emiși de catodul unui tub electronic sunt focalizați de un sistem de lentile electromagnetice și cad pe o folie policristalină de grafit. Atomii grafitului sunt aranjați într-o rețea cristalină care acționează ca o rețea de difracție pentru electroni, pe un ecran fluorescent apărând figura de difracție sub forma a două inele concentrice (Fig. 1) corespunzătoare celor două constante de rețea d 1 și d2 (Fig. 3).

Diametrul inelelor concentrice se modifică în funcție de lungimea de undă a electronilor și, deci, in funcție de tensiunea de accelerare, conform considerațiilor de mai jos.

Energia unui electron accelerat de o diferență de potențial (tensiune) U este:

$$eU = \frac{p^2}{2m}$$

unde:

U - tensiunea de accelerare

e - sarcina electronului

p - impulsul electronului

În anul 1913 sir H. W. Bragg și fiul său W. L. Bragg au înțeles că aranjarea periodică a atomilor în rețeaua cristalină a unui monocristal este formată din plane cristaline paralele. Dacă pe un set de astfel de plane cristaline cade un fascicol monocromatic de raze X sau electroni monoenergetici care se presupune că au caracter ondulatoriu, fiecare element al planului cristalin acționează ca un centru de împrăștiere generând o undă sferică elementară reflectată, suprapunerea acestor unde sferice elementare generând un front de undă reflectat. Conform legilor reflexiei, lungimea de undă a unei reflectate este aceeași cu a unei incidente și unghiul de reflexiei este egal cu unghiul de incidență

Prelucrarea rezultatelor experimentale

a. Determinarea lungimii de undă asociată electronilor

Din valorile măsurate ale diametrelor inelelor de difracție D1 și D2 și valorile constantei de rețea d1 și d2 presupuse cunoscute folosind ecuația (7) se poate obține lungimea de undă experimentală a electronilor. $\exp 1\lambda$ $\exp 2\lambda$ și (ambele scalate în pm) se alcătuiesc cu ajutorul lui D1, d1 și respectiv D2, d2.c

b. Verificarea relației de Broglie

Relația de Broglie (1) se verifică folosind ecuația (3) prin calcularea valorii teoretice a lungimii de undă (scalată tot în pm), unde: λ_t

3. Rezultate

Tab. 1

U(kV)	D1 (cm)	D2 (cm)
5.0	2.3 cm	4.0 cm
4.5	2.4 cm	4.1 cm
4.0	2.7 cm	4.4 cm
3.5	2.8 cm	4.7 cm
3.0	3.0 cm	5.0 cm

L = 18 cm

$d_1 = 2.13 \cdot 10^{-10}$

$d_2 = 1.23 \cdot 10^{-10}$

Tab. 2

$\lambda = d \cdot (D/2L)$

$$\lambda = h / \sqrt{2meU}$$

$$h = 6.625 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$m = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$$

$$e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

U (kV)	1 / sqrt(U)	D ₁ (cm)	D ₂ (cm)	$\lambda_{1\text{exp}}$ (pm)	$\lambda_{2\text{exp}}$ (pm)	λ_t (pm)
5.0	0.44	2.3 cm	4.0 cm	$0.13 \cdot 10^{-10}$	$0.136 \cdot 10^{-10}$	$0.539 \cdot 10^{-9}$
4.5	0.47	2.4 cm	4.1 cm	$0.14 \cdot 10^{-10}$	$0.14 \cdot 10^{-10}$	$0.576 \cdot 10^{-9}$
4.0	0.5	2.7 cm	4.4 cm	$0.16 \cdot 10^{-10}$	$0.15 \cdot 10^{-10}$	$0.613 \cdot 10^{-9}$
3.5	0.53	2.8 cm	4.7 cm	$0.165 \cdot 10^{-10}$	$0.16 \cdot 10^{-10}$	$0.649 \cdot 10^{-9}$
3.0	0.57	3.0 cm	5.0 cm	$0.177 \cdot 10^{-10}$	$0.17 \cdot 10^{-10}$	$0.699 \cdot 10^{-9}$

$$k_1(d_1) = 0.17349$$

$$k_2(d_2) = 0.12081$$

c. Determinarea constantei de rețea a grafitului

Diametrele D₁ și D₂ se reprezintă grafic în funcție de $1/\sqrt{U}$. Așa cum arată ecuația (8), rezultă două drepte (regresii lineare ale punctelor experimentale), pantele lor $k_1(d_1)$ și respectiv $k_2(d_2)$ satisfăcând ecuația (9). Pantele dreptelor se determină de pe grafice, iar cu ajutorul ecuației (9) se calculează cele două constante de rețea ale grafitului, d_1 și respectiv d_2 .