

SCOPO

Osservazione della diffrazione degli elettroni sulla grafite policristallina e conferma della natura ondulatoria degli elettroni

FUNZIONI

- Determinazione del diametro dei due anelli di diffrazione per diverse tensioni di accelerazione.
- Determinazione della lunghezza d'onda degli elettroni per diverse tensioni di accelerazione sulla base della condizione di Bragg.
- Conferma della relazione di De Broglie per la lunghezza d'onda.

RIASSUNTO

La diffrazione degli elettroni su una pellicola di grafite policristallina dimostra la natura ondulatoria degli elettroni. Sullo schermo fluorescente del tubo di diffrazione elettronica si osservano due anelli di diffrazione attorno a un punto centrale in direzione del fascio. Questi anelli sono da ricondurre alla diffrazione degli elettroni sui piani reticolari dei microcristalli della pellicola di grafite che soddisfano le condizioni di Bragg. L'osservazione è comparabile al risultato della diffrazione di Debye-Scherrer dei raggi X su una polvere di cristalli.

APPARECCHI NECESSARI

Numero	Apparecchio	Cat. n°
1	Tubo di diffrazione elettronica S	1013889
1	Portatubo S	1014525
1	Alimentatore ad alta tensione 5 kV (230 V, 50/60 Hz)	1003310 o
	Alimentatore ad alta tensione 5 kV (115 V, 50/60 Hz)	1003309
1	Set di 15 cavi di sicurezza per esperimenti, 75 cm	1002843

BASI GENERALI

Nel 1924 *Louis de Broglie* formulò l'ipotesi che sostanzialmente anche le particelle abbiano carattere ondulatorio, e che la loro lunghezza d'onda dipenda dall'impulso. Le sue considerazioni furono confermate da *C. Davisson* e *L. Germer* mediante la diffrazione di elettroni su nichel cristallino.

Per la dipendenza della lunghezza d'onda λ di una particella dal suo impulso p De Broglie indicò la relazione

$$(1) \quad \lambda = \frac{h}{p}$$

h : Costante di Planck

Per quanto riguarda gli elettroni che hanno attraversato una tensione di accelerazione U_A questa relazione può essere trasformata nell'equazione

$$(2) \quad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m \cdot e \cdot U_A}}$$

m : Massa elettronica, e : Carica fondamentale

Se la tensione di accelerazione è per es. 4 kV, è possibile assegnare agli elettroni una lunghezza d'onda di circa 20 pm.

Nell'esperimento è stata dimostrata la natura ondulatoria degli elettroni in un tubo di vetro sotto vuoto mediante diffrazione su grafite policristallina. Sullo schermo fluorescente del tubo di vetro si osservano anelli di diffrazione attorno a un punto centrale in direzione del fascio, il cui diametro dipende dalla tensione di accelerazione. Essi sono provocati dalla diffrazione degli elettroni sui piani reticolari dei microcristalli che soddisfano la condizione di Bragg

$$(3) \quad 2 \cdot d \cdot \sin \vartheta = n \cdot \lambda$$

ϑ : Angolo di Bragg, n : Ordine di diffrazione, d : Distanza dei piani reticolari

(vedi fig. 2). Il diametro dell'anello di diffrazione da correlare all'angolo di Bragg ϑ è

$$(4) \quad D = 2 \cdot L \cdot \tan 2\vartheta$$

L : Distanza tra la pellicola di grafite e lo schermo fluorescente.

Poiché la grafite presenta una struttura cristallina con due distanze dei piani reticolari $d_1 = 123$ pm e $d_2 = 213$ pm (vedi fig. 3), nel primo ordine di diffrazione ($n = 1$) si osservano due anelli di diffrazione con i diametri D_1 e D_2 .

ANALISI

Dai diametri dei due anelli di diffrazione e dalle distanze dei piani reticolari è possibile determinare la lunghezza d'onda λ applicando la condizione di Bragg. Per i piccoli angoli di apertura vale:

$$\lambda = 2 \cdot d_{1/2} \cdot \sin \left(\frac{1}{2} \cdot \arctan \left(\frac{D_{1/2}}{2 \cdot L} \right) \right)$$

La lunghezza d'onda così calcolata viene confrontata con quella calcolata sulla base di (2).

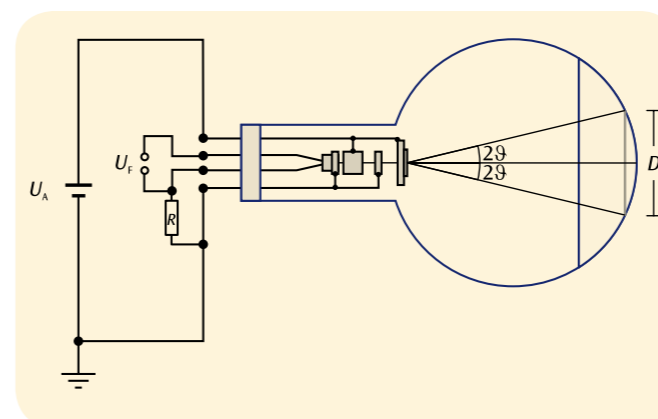


Fig. 1: Rappresentazione schematica del tubo di diffrazione elettronica

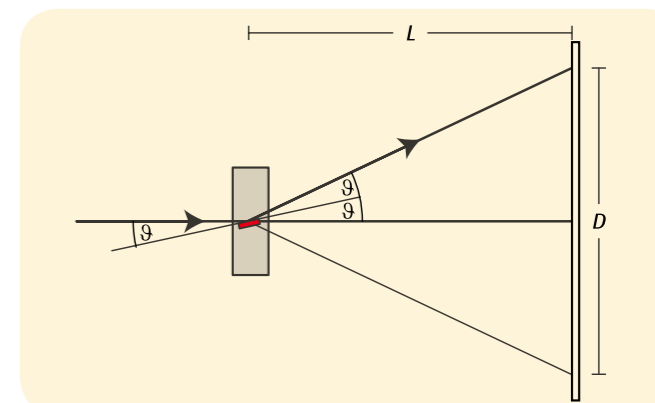


Fig. 2: Riflessione di Bragg su una serie di piani reticolari "adatta" di un cristallite selezionato nella pellicola di grafite

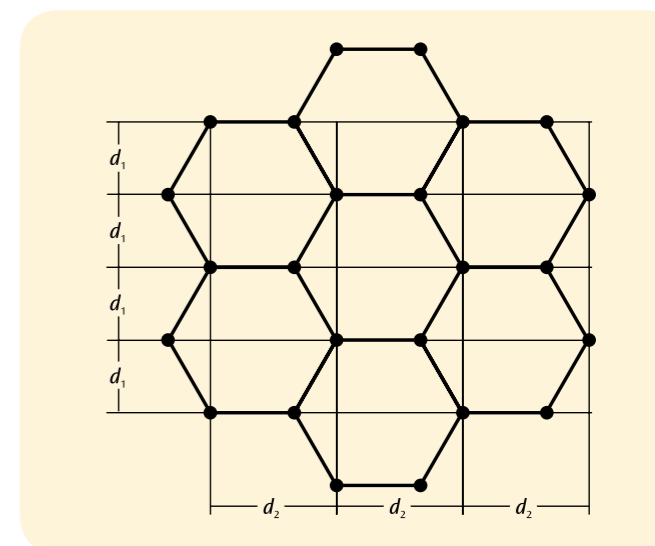


Fig. 3: Struttura cristallina della grafite

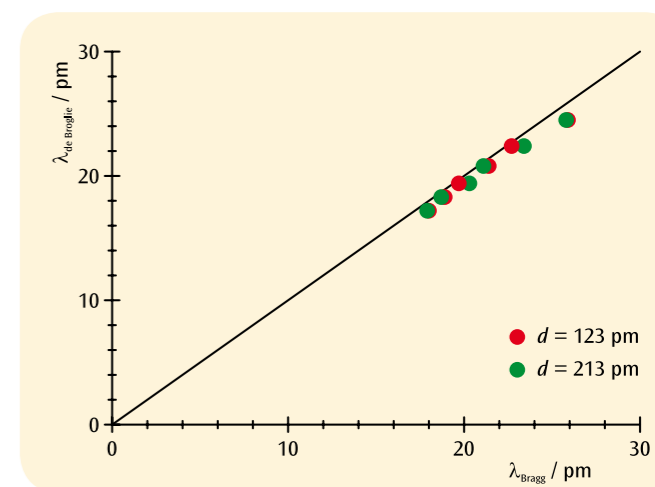


Fig. 4: Lunghezza d'onda determinata sulla base della condizione di Bragg in funzione della lunghezza d'onda di De Broglie