

## Diffrazione degli elettroni

### OSSERVAZIONE DELLA DIFFRAZIONE DEGLI ELETTRONI SULLA GRAFITE POLICRISTALLINA E CONFERMA DELLA NATURA ONDULATORIA DEGLI ELETTRONI.

- 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.

UE501050

09/08 JS

#### 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  $\lambda$  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

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

$m$ : 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 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  $D$  dipende dalla tensione di accelerazione (vedere la fig. 1). Essi sono provocati dalla diffrazione degli elettroni sui piani reticolari dei microcristalli che soddisfano la condizione di Bragg (vedere la fig. 2).

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

$\vartheta$ : angolo di Bragg,  $n$ : ordine di diffrazione  $d$ : distanza dei piani reticolari

Il diametro dell'anello di diffrazione da correlare all'angolo di Bragg  $\vartheta$  è

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

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

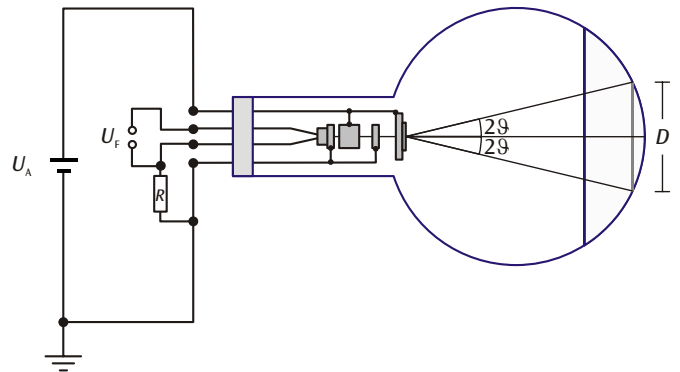


Fig. 1: Rappresentazione schematica del tubo di diffrazione elettronica

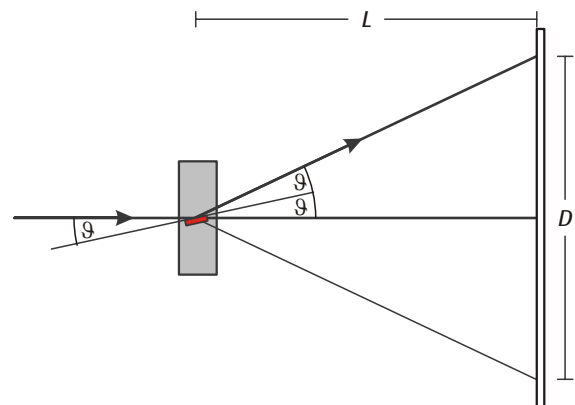


Fig. 2: Riflessione di Bragg su una serie di piani reticolari "adatta" di un cristallite selezionato nella pellicola di grafite

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

Dai diametri dei due anelli di diffrazione e dalle distanze dei piani reticolari è possibile determinare la lunghezza d'onda  $\lambda$  applicando la condizione di Bragg.

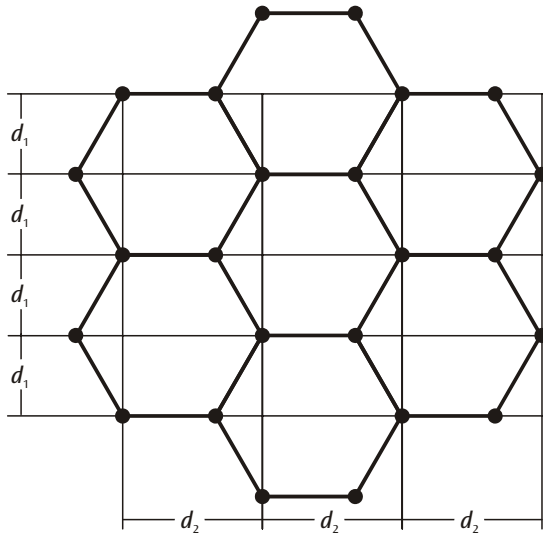


Fig. 3: Struttura cristallina della grafite con le due costanti reticolari  $d_1 = 123 \text{ pm}$  e  $d_2 = 213 \text{ pm}$ .

**ELENCO DEGLI STRUMENTI**

- 1 Tubo di diffrazione elettronica S U18571
- 1 Portatubo S U185001
- 1 Alimentatore ad alta tensione 5 kV U33010
- 1 Set di 15 cavi di sicurezza per esperimenti, 75 cm U138021

**AVVERTENZE PER LA SICUREZZA**

I tubi catodici incandescenti sono bulbi in vetro a pareti sottili, sotto vuoto. Maneggiare con cura: rischio di implosione!

- Non esporre i tubi a sollecitazioni meccaniche.

Durante il funzionamento il collo del tubo si riscalda.

- Se necessario far raffreddare i tubi prima di smontarli.

**MONTAGGIO**



Fig. 4: Struttura di misura

- Inserire il tubo di diffrazione elettronica nel portatubo accertandosi che gli spinotti di contatto del tubo s'innestino completamente nelle apposite aperture di contatto del portatubo. Lo spinotto di guida centrale del tubo deve sporgere leggermente sulla parte posteriore del portatubo.
- Collegare i jack F3 e F4 del portatubo con l'uscita tensione di riscaldamento dell'alimentatore a 5 kV.
- Collegare il polo negativo dell'uscita a 5 kV con il jack C5 e il polo positivo con il jack G7 e la messa a terra di protezione.

**ESECUZIONE**

- Applicare un'alta tensione di 5000 V e misurare il diametro dei due anelli di diffrazione sullo schermo fluorescente curvo.
- Ridurre l'alta tensione a stadi di 500 V e misurare di volta in volta i corrispondenti anelli di diffrazione.

**ESEMPIO DI MISURAZIONE**

Distanza dello schermo fluorescente:  $L = 130 \text{ mm}$ ,  
 Diametro dell'ampolla:  $D = 100 \text{ mm}$ ,  
 Costanti reticolari:  $d_1 = 123 \text{ pm}$ ,  $d_2 = 213 \text{ pm}$

Tab. 1: Diametro degli anelli di diffrazione e lunghezze d'onda calcolate sulla base di questi a diversi valori di alta tensione

$U / \text{V}$	$\lambda(U) / \text{pm}$	$D_1 / \text{mm}$	$\sin \vartheta_1$	$\lambda_1 / \text{pm}$	$D_2 / \text{mm}$	$\sin \vartheta_2$	$\lambda_2 / \text{pm}$
2500	24,6	58	0,105	25,9	32	0,060	25,8
3000	22,4	50	0,092	22,7	29	0,055	23,4
3500	20,8	47	0,087	21,4	26	0,049	21,1
4000	19,4	43	0,080	19,7	25	0,048	20,3
4500	18,3	41	0,077	18,9	23	0,044	18,7
5000	17,4	39	0,073	18,0	22	0,042	17,9

## ANALISI

Dai valori immessi nella tabella di misurazione per la tensione  $U$  viene calcolata, sulla base di (2), la lunghezza d'onda di De Broglie  $\lambda(U)$ .

Se vengono misurati i diametri  $D_1$  e  $D_2$  degli anelli di diffrazione sullo schermo fluorescente curvo, nella determinazione dell'angolo di Bragg  $\vartheta_1$  o  $\vartheta_2$  occorre tenere in considerazione il diametro  $D$  dell'ampolla. Secondo (3) vale

$$\lambda = 2 \cdot d_{1/2} \cdot \sin \vartheta_{1/2} \quad \text{con} \quad \sin \vartheta_{1/2} = \frac{D \cdot \sin\left(\frac{D_{1/2}}{2 \cdot D}\right)}{4 \cdot L}$$

Nella Tab. 1 sono inserite le lunghezze d'onda calcolate sulla base della condizione di Bragg e la lunghezza d'onda di De Broglie. La Fig. 5 mostra una rappresentazione grafica. La retta tracciata è stata calcolata supponendo che le due lunghezze d'onda siano identiche.

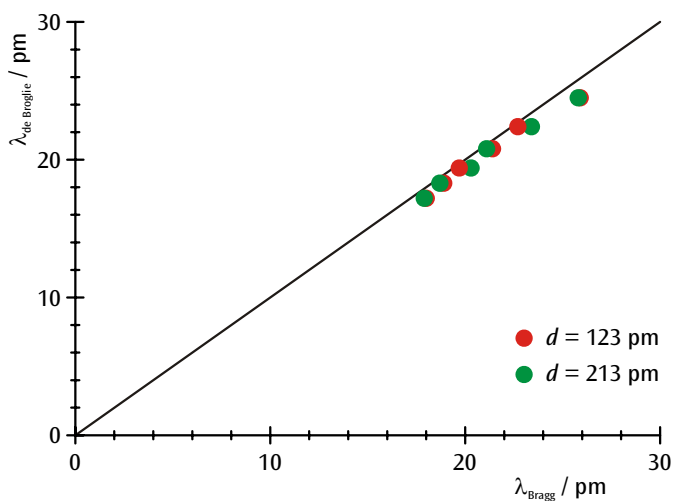


Fig. 5: Lunghezza d'onda determinata sulla base della condizione di Bragg in funzione della lunghezza d'onda di De Broglie

