

# Studio dell'orientazione di cristalli singoli in zaffiro

Luca Sanna, 60/68/65275

10/12/2025

## Sommario

L'obiettivo dell'esperienza di laboratorio è studiare il diffattogramma XRD, ottenuto secondo geometria Bragg-Brentano, di sei diversi film sottili in allumina- $\alpha$  ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), comunemente chiamata zaffiro, in fase di cristallo singolo, con il fine di stimare le rispettive orientazioni privilegiate. Di nota, si è identificato, per il campione di denominazione III, l'orientazione M, di indici di Miller (3 0 0), ad un angolo di diffrazione di  $(68.23 \pm 0.07)$  deg, che, entro l'incertezza, è confrontabile con le stime osservate in letteratura.

## Introduzione

La tecnica di indagine XRD (X-Rays Diffraction) fa uso dell'interazione radiazione-materia che scaturisce tra luce incidente X e un campione in fase cristallina. Poiché le tipiche distanze interatomiche per un cristallo sono comparabili con le lunghezze d'onda  $\lambda$  della radiazione X ( $\approx 1 - 10$  Å), vi sono le condizioni perché il fenomeno della diffrazione avvenga.



.../von\_Laue.png

scio luminoso segue la direzione di incidenza, definita dal vettore d'onda  $\vec{k}_{in} = 2\pi/\lambda$  e dall'angolo di incidenza  $\vartheta$ , e interagisce con i piani costituenti il campione. Il fascio risultante segue dunque la direzione di diffrazione, definita dal vettore d'onda  $\vec{k}_{out}$  e dall'angolo  $2\vartheta$ . La differenza di cammino ottico tra i due percorsi che compie la luce interagendo tra due generici atomi del reticolo, la cui distanza è definita dal vettore reticolare  $\vec{R}$ , interferiscono costruttivamente se è rispettata la seguente condizione:

$$(\vec{k}_{out} - \vec{k}_{in}) \circ \vec{R} = 2\pi m \quad (1)$$

dove  $m \in \mathbb{N}$  è l'ordine diffrattivo (si considera il prim'ordine perché il più intenso).

Il risultato della misura è un pattern d'intensità dei fotoni difratti punto per punto sullo schermo di acquisizione. Gradi di simmetria differenti del cristallo corrispondono sistematicamente a pattern di diffrazione differenti. È intuitivo dunque modellizzare l'ambiente di predizione secondo un nuovo reticolo, sotto il nome di *reticolo reciproco*, che schematizza, analogamente al reticolo diretto per i siti reticolari, i centri diffrattivi; anziché parlare di vettore reticolare, si fa riferimento a un *vettore reticolare reciproco*,  $G = 2\pi/d_{hkl}$ , dove  $d_{hkl}$  è la distanza interplanare che caratterizza la famiglia di piani, individuata dalla controparte

**Figura 1:** Schema esemplificativo della legge di von Laue.

Usando la figura ?? come riferimento, il fa-

reciproca degli indici planari diretti, gli *indici di Miller*, ( $h k l$ ). L'equazione ?? assume così la forma:

$$\vec{G} \circ \vec{R} = 2\pi m, \quad (2)$$

e prende il nome di *legge di Von Laue*.

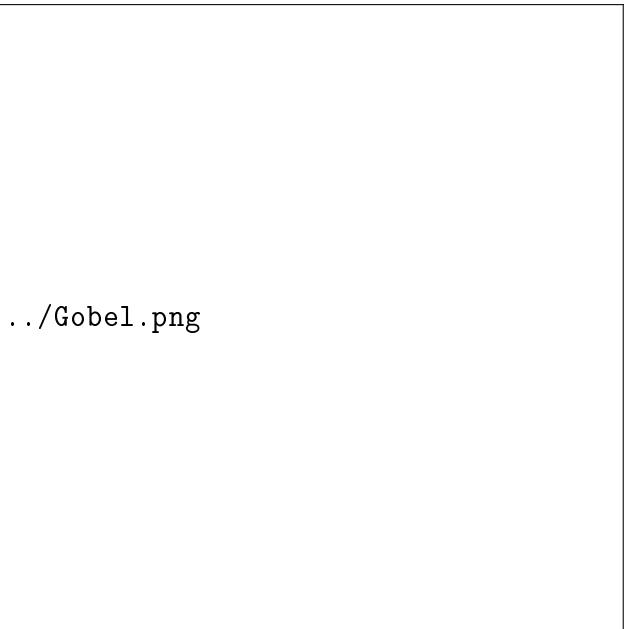
Gli indici di Miller non sono l'unico modo di contraddistinguere una famiglia di piani. Infatti, gli *indici esagonali* sono convenzionalmente utilizzati per descrivere l'orientazione di famiglie di piani facenti parte reticolati di struttura, appunto, esagonale. La legge di conversione dagli indici di Miller ( $h k l$ ) agli indici esagonali ( $h k i l$ ) sia:

$$\begin{aligned} h &\rightarrow h \\ k &\rightarrow k \\ i &\rightarrow -(h+k) \\ l &\rightarrow l \end{aligned} \quad (3)$$

In definitiva, costruendo un grafico delle intensità dei fotoni diffusi in funzione dell'angolo di diffrazione, curva che prende il nome di *diffrattogramma*, è possibile associare ad ogni picco una specifica combinazione di indici di Miller, e così la famiglia di piani di orientazione associata.

## Esperimento

L'apparecchio strumentale utilizzato XRD:spec, oltre a mettere a disposizione la geometria Bragg-Brentano, dispone dell'opzione di regolare la direzione del raggio incidente mediante specchi di



**Figura 2:** Schema strutturale di un XRD, secondo geometria di Bragg-Brentano e correzione della sorgente mediante specchio di Göbel.

## Risultati

## Conclusioni

## **Temporary page!**

$\text{\LaTeX}$  was unable to guess the total number of pages correctly. As there was some unprocessed data that should have been added to the final page this extra page has been added to receive it.

If you rerun the document (without altering it) this surplus page will go away, because  $\text{\LaTeX}$  now knows how many pages to expect for this document.