

## OTTICA MINERALOGICA

Si definiscono **mezzi isotropi** quei materiali le cui proprietà ottiche siano le stesse in tutte le direzioni. I liquidi, così come le sostanze amorfe come il vetro e i materiali plastici, sono solitamente isotropi a causa della distribuzione casuale delle molecole. Anche alcuni cristalli aventi reticoli cristallini cubici, come NaCl e KCl sono mezzi otticamente isotropi.

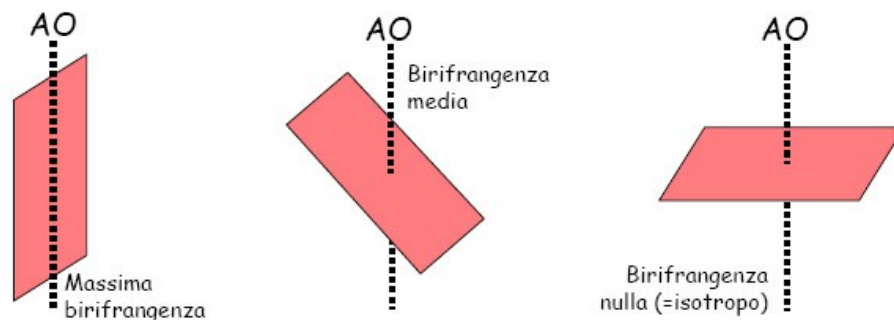
La velocità di un fascio di luce che attraversa queste sostanze ha un valore costante qualunque sia la direzione del fascio incidente, ed è data dalla relazione:

$$v = c / n \quad \begin{array}{l} c = \text{velocità della luce;} \\ n = \text{indice di rifrazione della sostanza} \end{array}$$

In molti cristalli, tuttavia, le proprietà ottiche, così come le altre proprietà fisiche, sono diverse in direzioni diverse. Questa **anisotropia** ottica, chiamata **birifrangenza**, è dovuta alla particolare sistemazione degli atomi nel reticolo cristallino. Consideriamo, ad esempio, uno di questi cristalli, lo spato d'Islanda, un cristallo di calcite,  $\text{CaCO}_3$  trasparente alla luce. Si disegni un punto scuro su di un foglio di carta e si ponga sopra di esso il cristallo. Guardando attraverso di esso si vedranno ora due punti, invece di uno. Ruotando il cristallo, una delle due immagini, rimarrà ferma, quella formato dal cosiddetto **raggio ordinario**  $\omega$ , mentre l'altra, formata dal **raggio straordinario**  $\epsilon$ , ruota intorno ad essa. E' facile verificare, con dei filtri polarizzatori, che la luce che forma le due immagini è polarizzata su piani mutualmente ortogonali. Esistono tuttavia degli assi del cristallo tali per cui se il fascio di luce si propaga lungo queste direzioni non si osservano i fenomeni sopra descritti. Tali direzioni si dicono *assi ottici* del cristallo. Un mezzo anisotropo può essere definito monoassiale (come la calcite) o biassiale a seconda del numero di assi ottici che presenta.

Quindi, lo ripetiamo, la birifrangenza varia a seconda delle diverse direzioni di propagazione della luce all'interno del cristallo:

- è massima per sezioni tagliate parallelamente all'asse ottico AO
- è nulla per sezioni tagliate perpendicolarmente a questo asse.

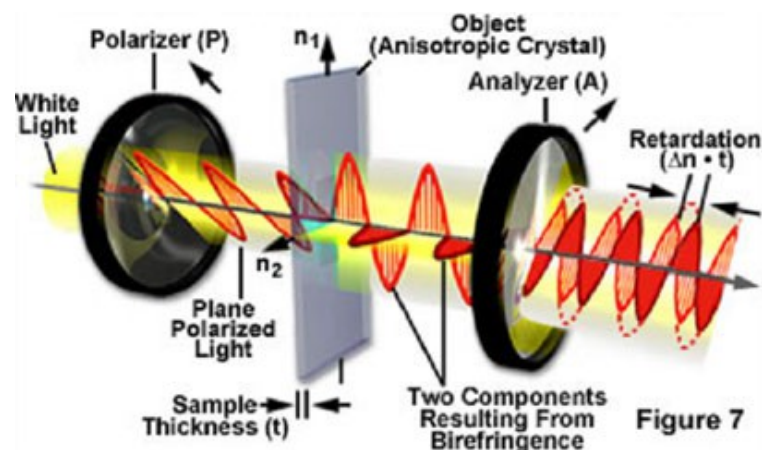


Allora, nei cristalli birifrangenti, un fascio di luce non parallelo agli assi ottici, viene suddiviso in due frazioni, le quali mostrano di propagarsi a velocità diverse, essendo diverso l'indice di rifrazione del cristallo lungo queste direzioni. Se il raggio ordinario si propaga più velocemente di quello straordinario, la birifrangenza è *positiva*, nel caso opposto è *negativa*.



## Analisi della birifrangenza con polarizzatori ("a Nicol incrociati" o "crossed-polarized illumination")

Prendiamo ora un microscopio polarizzatore con filtri polarizzatori incrociati, il campo appare scuro. Se si inserisce tra il polarizzatore e l'analizzatore una sezione sottile di un minerale birifrangente il campo luminoso viene ripristinato e il minerale assume una colorazione che dipende dallo spessore e dalla birifrangenza della sezione in esame.



Il ripristino del campo luminoso è causato dall'interferenza tra le onde polarizzate emergenti dal cristallo che, essendosi propagate con velocità diversa all'interno del minerale ne fuoriescono con un certo ritardo reciproco. La colorazione assunta è nota come **colore di interferenza**.

Al ruotare del tavolino portaoggetti, tuttavia, il minerale estingue (diventa nero) in quattro distinte posizioni poste tra loro a  $90^\circ$ , mentre assume la massima vivacità dei colori di interferenza a  $45^\circ$  rispetto alle posizioni di estinzione.

*Riassumendo.*

*I **cristalli isotropi** rimangono oscuri in tutte le posizioni fra polarizzatori incrociati.*

*I **cristalli anisotropi** si comportano come gli isotropi soltanto nelle sezioni perpendicolari agli assi ottici.*

*In tutte le altre sezioni presentano posizioni di **estinzione** alternate a posizioni di **luminosità**.*

*Ruotando, si alterneranno ogni 45° posizioni di estinzione e di massima luminosità (in totale si avrà una posizione di estinzione ogni 90°).*

La natura dei colori di interferenza di una sezione di un minerale dipende dal *ritardo* dell'onda più lenta rispetto alla più veloce.

Questo a sua volta è funzione

- 1) della differenza degli indici di rifrazione delle onde (i.e. della loro velocità nei cristalli) e
- 2) dello spessore della lamina del minerale.

Dall'analisi dei colori osservati si giunge alla misura della birifrangenza dei cristalli contenuti nel minerale e quindi alla loro identificazione.

La natura dei colori dipende, tuttavia, anche

- 3) dall'orientazione lungo la quale il minerale è tagliato.

Infatti, in cristalli anisotropi colorati la luce viene assorbita in modo differente a seconda della direzione lungo la quale il cristallo è tagliato.

Questo può risultare in differenti colori e/o intensità per lo stesso cristallo quando visto a luce polarizzata. Siccome i cristalli di una roccia sono orientati, e quindi tagliati, in modo casuale, possono mostrare differenti colori o tonalità di colore nella stessa sezione sottile.

Inoltre, un minerale che è colorato in sezione sottile può mostrare differenti colori o tonalità al ruotare del tavolino portaoggetti.

La dipendenza allo spessore della lamina è eliminata tagliando tutte le sezioni sottili di roccia in uno spessore standard di 0,03 mm (30 micron).

Per quanto riguarda la terza variabile viene considerato solo il valore massimo di colore di interferenza e il valore della birifrangenza si ottiene dalla tavola di Michel-Levy, detta anche *carta di birifrangenza*, che mostra i colori di interferenza in una sezione di spessore standard di un minerale incolore in funzione della sua birifrangenza.

-----

### Esempi

