

Les dades cristal·logràfiques assolides pels mètodes universals de Fedorow

per

JAUME MARCET I RIBA (1)

VII

Investigació de les constants òptiques del cristall

La investigació de l'el·lipsoide radica essencialment en la magnitud dels eixos, que donen la forma i dimensions d'aquell, de tal manera que bastaria conèixer els índexs de refracció de les direccions principals γ , β i α per deduir totes les altres constants: axicitat, signe òptic, angle dels eixos òptics, birrefringències i angles d'extinció.

La deficiència dels mètodes petrogràfics de determinació dels índexs de refracció obliga a estudiar l'el·lipsoide indirectament, investigant dites constants.

El problema de l'orientació de l'el·lipsoide en relació a determinats pols, motiva altres de les determinacions que es realitzen en estudiar el mineral.

Tant la investigació de l'el·lipsoide com l'estudi de llur orientació pot ésser practicada per mètodes directes o indirectes.

La investigació directa es realitza fàcilment amb la *platina universal de Fedorow* de tres eixos fonamentals; els indirectes, mitjantçant observacions estauroscòpiques o determinacions de retards o birrefringències en cares determinades.

Investigació de la característica òptica de l'el·lipsoide

Mitjantçant la sèrie de moviments que es poden donar a la secció que s'estudia, la determinació del caràcter òptic, això és, llur isotropia o anisotropia, i en aquest darrer cas, el caràcter uniàxic o biàxic, resulta tan clar i precís que des del primer moment ja es pot formar idea de la característica òptica del mineral.

(1) Veure BUTLLETÍ, Febrer, pp. 54-59. Parts I. II. III; Juny, pp. 157-162. Parts IV. V VI. 1925.

Tenint en compte les característiques de l'esfera i dels el·lipsoïdes uniaxials i biaxials corresponents als diversos mitjans cristal·lins, aquella determinació no ofereix cap dificultat.

NIKITIN ha analitzat detingudament tots els casos possibles.

Es ben evident que sempre que es fa coincidir l'eix I de FEDOROW amb un dels de l'el·lipsoïde, la secció normal a l'eix I és un pla del mateix, i per tant totes les diverses posicions de la secció al voltant de dit eix deuen presentar-se constantment extingides.

El mateix pot indicar-se respecte els altres eixos de la platina.

El caràcter òptic, deduït ja pels estudis preliminars, s'afirma en realitzar la projecció dels diversos plans de l'el·lipsoïde.

Investigació dels índexs principals

Com ja s'ha indicat, els mètodes petrogràfics de determinació dels índexs de refracció no són suficientment precisos per abordar directament l'estudi de l'el·lipsoïde: el caràcter principal queda per aquest motiu relegat a un paper secundari: el de cooperar a la caracterització de l'el·lipsoïde.

Els mètodes de determinació són nombrosos, però sols donen un valor mig, generalment, tenint en compte els errors que es cometem,

Característica òptica: *Anisotrop: biaxial,*

Índexs principals: $\beta = 1.66$

Investigació de l'el·lipsoïde òptic

Mètodes directes

Investigació de la posició dels plans principals de l'el·lipsoïde, de llurs eixos i signe òptic respectivament

Posició dels plans principals de l'el·lipsoïde.—Queda determinada la posició dels plans principals de l'el·lipsoïde mitjançant dues rotacions successives de la preparació al voltant dels eixos A_1 i A_2 o eixos d'orientació:

1.^{er} Una rotació al voltant de l'eix A_1 normal a la preparació, d'un angle α_1 , que fixa la posició de la traça del pla de l'el·lipsoïde, respecte a un pla de referència, per exemple, normal a la direcció de l'eix I.

2.^{on} Una rotació al voltant de l'eix A_2 , contingut en la secció, d'un angle α_2 , que dona la inclinació de dit pla sobre la secció; la vora de la platina interior que queda aixecada precisa la posició del pla.

Les operacions que es realitzen tenen per objecte fer coincidir un dels eixos de l'el·lipsoide amb l'eix I, per que el pla normal a I sigui un dels plans de l'el·lipsoide, la posició del qual es vol determinar; en tal posició, voltant a l'entorn de dit eix la secció sempre es presenta extingida, per correspondre a diverses seccions de l'el·lipsoide òptic de la zona de l'esmentat eix.

Les obres ja indicades parlen de la manera de determinar aquells plans i de la precisió assolida.

BEREK ha donat una fórmula per a determinar les coordenades del tercer pla de l'el·lipsoide a base de les corresponents als dos ja fixats.

Al situar-los en la projecció deuen ésser reduïts els angles α_2 als del mineral (α'_2) quan el seu index no és semblant al dels segments.

Posició dels eixos de l'el·lipsoide.—Corresponen els eixos de l'el·lipsoide als pols dels plans investigats.

Llur posició és fàcil de comprobar en la projecció.

Signe òptic dels eixos de l'el·lipsoide.—La investigació del signe òptic dels eixos de l'el·lipsoide es realitza fàcilment voltant la platina fonamental del microscopi 45.º, o els nicols i observant el comportament de les seccions òptiques presentades girant a l'entorn de l'eix I, utilitzant-se en certs plans el compensador de WRIGHT o de BEREK.

Aquesta operació pot ésser realitzada posteriorment, en investigar l'angle dels eixos òptics i el retard de la secció normal a la bisectriu que apareix menys inclinada.

En el quadre es mostra la disposició de les dades.

DETERMINACIÓ DE LA POSICIÓ DELS PLANS PRINCIPALS DE L'EL·LIPSOIDE, DE LLURS EIXOS I CARACTER ÒPTIC RESPECTIU

| PLANS DE L'EL·LIPSOIDE | COORDENADES | | | | CARÀCTER ÒPTIC DE I | OBSERVACIONS |
|------------------------|-------------|------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|--------------|
| | α_1 | α_2 | (α'_2) en el mineral | Vora de la platina aixecada. | | |
| I | 231º | 9º | 8º20' | e | β | Ben fixat. |
| II | 315º30' | 29º | 26º30' | d | γ | bast. bé. |
| III | 158º | 58º30' | 58º30' | d | α | deduït. |

Investigació de la posició dels eixos òptics, de llurs bisectrius, de l'angle 2V dels eixos i signe òptic del mineral

Posició dels eixos òptics.—La investigació de la posició dels eixos òptics es realitza comunent en fixar la posició del pla dels eixos òptics, voltant la platina fonamental o els nicols 45.º i buscant la posició en la qual la secció queda extingida (en secció prima) en girar a l'entorn de l'eix I (1); la qual cosa va precedida d'un descens dels colors de polarització, segons l'escala de NEWTON; en tal posició, la rotació de la platina a l'entorn de l'eix I no altera la foscor.

Els angles IA i IB que fixen la posició deuen ésser reduïts als del mineral (IA') i (IB'), quan l'índex d'ell és diferent del dels segments.

NIKITIN ha estudiat la precisió i condicions que deuen tenir se presents per assolir bons resultats.

Posició de les bisectrius.—En la projecció es pot deduir la posició de les dues bisectrius amb facilitat, per trobar-se en la intersecció del pla dels eixos òptics amb els altres dos plans de l'el·lipsoïde, podent-se llegir els angles (IBa') i (IBo') que fixen llur posició.

Angle dels eixos òptics.—L'angle (IA') o bé el (IB') que fixa la posició de l'eix òptic menys inclinat més l'angle IBa' o IBo' que fixa la d'una bisectriu dóna la meitat de l'angle 2V dels eixos òptics; el doble és doncs 2V, més petit o més gran de 90º segons la bisectriu sigui aguda o obtusa.

De la precisió en parla detingudament NIKITIN.

Signe òptic del mineral.—En la mateixa projecció es pot deduir el signe òptic del mineral, pel signe de les bisectrius.

En el quadre es veu la disposició de les dades.

DETERMINACIÓ DE LA POSICIÓ DELS EIXOS ÒPTICS, DE LLURS BISECTRIUS, DE L'ANGLE 2V DELS EIXOS I SIGNE ÒPTIC DEL MINERAL

| EIXOS ÒPTICS | VALORS IA i IB | | | | (IA') i (IB') en el mineral | BISECTRIUS | (IBa') i (IBo') en el mineral | ANGLE eixos i signe òptic | | OBSERVS. |
|----------------|----------------|------------|------------|------------|--------------------------------------|-----------------|--|------------------------------|------------|----------|
| | Observacions | | Suma | Promig | | | | V | 2V | |
| | A _I | 83º 37º | 37º 38º | 38º 37º | | | | 38º 38º | 38º 38º | |
| A _I | — 37º | 36º 37º | 36º 37º | 36º 36º | 363º 36º | 33º | Bo _I | 30º | +25º30' | +52º |
| B _I | | | | | 85º30' | Ba _I | 60º | | | deduït |

(1) Degut a la refracció cònica interior, apareixen algunes vegades les seccions lluegement il·luminades.

Investigació dels retards i de les birrefringències principals.

Es la investigació de les birrefringències principals de l'el·lipsoide de gran importància per determinar l'angle 2V dels eixos òptics i el signe òptic del mineral.

NIKITIN en la seva obra fa un estudi profund sobre la determinació de les birrefringències principals, essent d'interès llur consulta.

Considerant el cas més general, en que els eixos de l'el·lipsoide siguin oblics al pla de la preparació, per determinar les birrefringències principals de l'el·lipsoide cal inclinar la secció a l'entorn de l'eix I, fins que l'eix normal a la secció principal en la qual es vol realitzar la determinació coincideixi amb l'eix del microscopi.

Els angles aparents, en els segments, IBa, IBo i INm es dedueixen dels de la projecció, (IBa'), (IBo') o (INm').

La determinació del retard Δ es realitza pels mètodes usuals, amb el compensador WRIGHT, NIKITIN, BEREK o BABINET, tenint en compte el nombre de divisions de l'aparell i el color de polarització.

Les birrefringències de les seccions principals venen determinades per els retards amidats i l'espessor de preparació ε travessat pels raigs que segueixen els eixos, normals a aquelles seccions. L'espessor ε recorregut pels raigs o *espessor oblic* es dedueix a base de l'espessor real e del mineral, i l'angle φ' que dita direcció forma amb la normal, que es llegeix en la projecció. El diagrama trigonmètric permet reduir l'espessor normal a l'oblic.

FEDOROW determina la birrefringència a base del retard observat en una secció principal i reduït a l'espessor de la preparació: Δ cos φ'.

El càlcul de la birrefringència pot ésser realitzat per mitjans gràfics amb la taula de birrefringències de MICHEL-LÉVY o per la regla de càlcul

NIKITIN ha fet un estudi complet de la precisió.

En el quadro es veu la disposició que donem a les dades.

DETERMINACIÓ DELS RETARDS I DE LES BIRREFRINGÈNCIES PRINCIPALS

| PLANS DE L'EL·LIPOIDE | POSICIÓ dels eixos I (I') α ₁ ; α ₂ (α' ₂) | Angle d'inclinació (φ') en el min. | VALORS DELS RETARDS PRINC. | | | | ESPESSORS | | BIRREFRIN. PRINCIP. | OBSERV. |
|-----------------------|--|------------------------------------|----------------------------|------------------|-------------------|--------------------------|-----------|----------|---------------------|---------|
| | | | Colors de polarització | Div. del Comp. n | Retards observ. Δ | Retards reduïts Δ cos φ' | normals e | oblics ε | | |
| | | | | | | | | | | |
| Bo _I | -- 33 (30) | 31°30 | groc | 40 | 400 | 340 | 1.65 | 2 | 0,020 | |
| Bo _{II} | -- 11°(10°) | 31°30 | groc | 39 | 390 | 332 | 1.65 | 2 | 0,019 | |

Investigació del pleocroisme

Aquesta investigació es realitza en determinar la birrefringència de les seccions principals de l'el·lipsoide, separant l'analitzador i observant els colors mostrats per la secció en fer coincidir cada una de les direccions d'extinció amb el pla de vibració del polaritzador.

Les dades es poden ordenar de la forma següent:

DETERMINACIÓ DEL PLEOCROISME

| SECCIONS PRINCIPALS | α | β | γ | OBSERVACIONS |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| Ba | Lleug. morat | Lleug. morat | | Pleocroisme molt poc aparent. |
| Bo | | Lleug. morat | Lleug. morat | |
| Nm | Lleug. morat | | Lleug. morat | |
| COLORS OBSERVATS | Lleug. morat | Lleug. morat | Lleug. morat | Molt poc apart. |

Investigació de les direccions i dels angles d'extinció

Aquesta determinació es realitza directament quan es determina l'extinció en les seccions principals de l'el·lipsoide respecte una determinada línia directriu, traça d'una cara o pla d'exfoliació; també es dedueix en la projecció per les construccions de FRESNEL, quan es tracta d'una secció qualsevol.

DETERMINACIÓ DE LES DIRECCIONS I DELS ANGLES D'EXTINCIÓ

| SECCIONS | Línies directrius. | Índexs direcc. d'extinció | Angles d'extinció | OBSERVACIONS |
|----------|--------------------|---------------------------|-------------------|--------------|
| (010) | (110) | α | 43° | |