DELLA POLISIMMETRIA DEI CRISTALLI; MEMORIA DI A. SCACCHI.

Il primo concetto sulla polissimmetria dei cristalli l'ho manifestato discorrendo dei cristalli di armotomo e di solfato potassico nella Memoria sulla poliedria (1); indi ho creduto confortare di novella pruova lo stesso concetto esponendo il fatto della scambievole sovrapposizione dei cristalli di solfato potassico appartenenti a sistemi diversi (2). Con la presente Memoria farò conoscere altri fatti in seguito esaminati per i quali mi si è aperta la strada a più ampie conoscenze sulla natura di questo fenomeno che ho chiamato polisimmetria e sulle cagioni che lo producono. Per diverse ricerche già intraprese e non per anco portate a compimento sono indotto a credere che l'argomento che ora prendo a trattare riceverà fra breve più largo svolgimento. Nondimeno ho voluto pubblicare con questa prima memoria i fatti che ho sin qui rinvenuto, sembrandomi poter essi da se soli meritare l'attenzione de naturalisti.

Fin ora si son chiamate dimorfe o polimorfe quelle sostanze d'identica composizione chimica che si presentano cristallizzate con forme non riferibili alle medesime condizioni di assi, o, come suol dirsi, non appartenenti allo stesso sistema. In alcune di tali sostanze dimorfe, ma non in tutte paragonando i tipi di forme di specie diverse, si ravvisa più o men facilmente tra loro tale somiglianza, che se per poco si facciano

(1) Sulla poliedria delle facce dei cristalli. *Memorie della R. Accad. delle Scienze di Torino*. Tomo **xxi**, 1862.

(2) *Rendiconto dell'Accad. delle Scienze fisiche e matematiche*, Maggio 1862.

variare le inclinazioni delle facce dei cristalli di un tipo, si passa alle forme dei cristalli dell'altro tipo. Egli è vero che secondo il principio adottato dai cristallografi sulla costante posizione delle facce dei cristalli, da niuno sino a pochi anni indietro contrastati, non può accordarsi gran valore a tale somiglianza; dappoichè tanto lo scostarsi le misure goniometriche per pochi minuti, quanto l'allontanarsi per molti gradi, basta perchè i caratteri geometrici di un cristallo lo escludano da un dato sistema. Ma essendo oramai per molti fatti dimostrata la mutabile inclinazione delle facce per un fenomeno di particolare natura chiamato poliedria, i caratteri geometrici dei cristalli hanno molto perduto della importanza che ad essi si attribuiva; da immutabili sono divenuti tra certi limiti variabili, e le piccole differenze, anche di qualche grado, nelle misure goniometriche non valgono per escludere una data forma cristallina da un sistema cristallografico fondato sopra un determinato rapporto di lunghezza di tre assi, e sopra determinati angoli che misurano le scambievoli inclinazioni dei medesimi assi. Egli è però che la riferita somiglianza di forme nei cristalli di diverso tipo delle sostanze polimorfe, ammessa la poliedria delle facce, è tal fatto che ha gran valore per dimostrare che i caratteri geometrici dei diversi tipi di forme della medesima sostanza non sono diversi che in apparenza, ma che in realtà essi sono essenzialmente identici. S'immagini un cristallo di solfato potassico romboedrico circoscritto, come avviene assai spesso, dalle facce laterali e dalle basi di un prisma esagonale, e con gli spigoli terminali del prisma troncati dalle faccette di una specie di bipiramide esagonale. Chiameremo C la base del prisma e delle sei faccette della bipiramide che circondano la base, chiameremo μ due facce opposte, ed m , m' le altre due coppie di facce opposte. Per i caratteri geometrici del sistema romboedrico le coppie di facce m , μ , m' sono egualmente inclinate sulla base; e servendoci di un linguaggio più fisico che geometrico diremo che diviso il cristallo in sei parti corrispondenti alle sei facce m , μ , m' queste sei parti sono in tutto tra loro identiche. Ora supponiamo che nelle qualità fisiche delle medesime sei parti sia avvenuto un cambiamento di cui ignoriamo la natura, ma che ci si manifesterà per particolari feno-

meni di poliedria e di azione sulla luce polarizzata, e che per tale cambiamento le due parti opposte corrispondenti a μ , μ abbiano acquistate qualità fisiche diverse da quelle delle altre quattro parti corrispondenti ad m , m , m' , m' . Da ciò non ne segue che siasi mutato il carattere geometrico del cristallo; anzi il fatto ci mostra il contrario, dappoichè le inclinazioni delle m e delle μ sopra C si conservano le stesse; e se noi troviamo tra gli angoli diedri mC e μC la differenza di pochi minuti, tale differenza non è costante, ed essa è la necessaria conseguenza del riferito cambiamento nelle qualità fisiche tra le parti m e le parti μ , pel quale la poliedria delle faccette m è divenuta alquanto diversa dalla poliedria delle faccette μ . La forma, dunque essendo rimasta la stessa, le parti simili della medesima forma prese con determinata legge di simmetria, hanno acquistato caratteri fisici tra loro diversi. Egli è però che in questo, come in somiglianti casi, il fenomeno è molto più semplice di quello si giudicava.

Avrei voluto conservare la parola dimorfismo o polimorfismo per dinotarlo; ma queste parole da una parte non esprimono nè l'essenza nè l'apparenza del fenomeno, e da un'altra parte dicono quello che non è realmente. Un'altra ragione per la quale ho creduto necessario di adottare il nome di *polisimetria* deriva dal fatto stesso che in molte sostanze le quali sono polimorfe non troviamo gli stessi caratteri che in altre sostanze ci dimostrano una semplice polisimetria. Dobbiamo attendere che novelle indagini meglio ci facciano conoscere in che si somigliano ed in che si differenziano le specie nelle quali il polimorfismo non è che una semplice polisimetria, e le altre che non sappiamo riportare allo stesso ordine di fenomeni. Secondo quel che sinora ne sappiamo, sembrami per lo meno probabile che vi sieno due fenomeni affatto distinti, l'uno più semplice ben denominato polisimetria, un altro più complesso al quale conviene il nome di polimorfismo. Sembrami inoltre poter considerare l'emiedria, la polisimetria, ed il polimorfismo come tre fenomeni che, avendo i loro punti di contatto, sieno tra loro ben distinti; ed il terzo più complesso del secondo per quanto il secondo sia più complesso del primo. Quindi ho creduto indispensabile proporre ed adottare il nome

di polisimmetria, anche ammettendo la possibilità che sotto lo stesso nome debbano in seguito esser compresi tutti i casi di polimorfismo.

La somiglianza tra le forme cristalline di alcune sostanze dimorfe è tal fatto che non poteva certamente sfuggire all'occhio contemplatore dei naturalisti sin da quando somiglianti fatti furono per la prima volta osservati. Così, per recarne un esempio, quando Mitscherlich descrisse i cristalli di solfato potassico romboedrico, non omise di far rilevare la loro stretta analogia per le misure goniometriche con i cristalli della medesima sostanza trimetrici ortogonali. Nel 1848 Pasteur andò innanzi e sostenne la tesi che « il dimorfismo non è che in apparenza un' anomalia alle leggi della cristallizzazione e che è possibile di predire a priori quali sono i corpi suscettibili di essere dimorfi, e quale sarà il carattere generale proprio all'altra forma di queste sostanze ». Quindi manifesta l'idea che « nelle sostanze dimorfe l'una delle forme che esse presentano è una forma limite, una forma in certo modo situata alla separazione di due sistemi dei quali l'uno è il sistema proprio di questa forma e l'altro è il sistema nel quale rientra la seconda forma della sostanza ». Senza intrattenermi ad esaminare come l'Autore di queste idee le abbia applicate ai casi particolari, e prendendo soltanto in considerazione le vedute teoretiche racchiuse nei riferiti periodi testualmente prodotti, non credo scemarne il merito se dico che dal Pasteur sia stata traveduta la polisimmetria dei cristalli come cosa osservata a traverso di un vetro molto appannato che permette soltanto scorgere esservi un oggetto dalla parte opposta senza lasciar nulla conoscere della sua forma e degli altri suoi accidenti. La polisimmetria quale da me è stata concepita, e quale la espongo con la presente Memoria, non sussisterebbe senza la poliedria; e quindi essa non poteva venire in mente ad alcuno che prima non avesse posto fuori dubbio la mutabile posizione delle facce dei cristalli.

Ciò premesso, debbo soggiungere che la polisimmetria non è soltanto fondata sulla somiglianza delle forme di tipo diverso della medesima sostanza, ma si poggia sopra un fatto pel quale essa non rimane una semplice veduta teoretica, ma è la schietta

espressione del medesimo fatto evidente ed incontrastabile. Questo fatto, ch'è uno dei più importanti argomenti del presente lavoro, sta in ciò, che nella trasformazione dei cristalli di un tipo in cristalli di un altro tipo della medesima sostanza le facce analoghe prese nelle forme di ciascun tipo si trovano le une con le altre esattamente parallele. Tanto è dire essere le facce parallele quanto è dire avere la medesima situazione, ovvero essere geometricamente la medesima specie di faccia. Quindi la identità di forme, come va intesa nel nostro caso, per i cristalli di tipo diverso delle sostanze polisimmetriche è un fatto che non può essere rievocato in dubbio.

In questa Memoria sono esaminati non pochi fatti sia riguardanti le specie mineralogiche, sia più ampiamente, riguardanti i cristalli artefatti, nella produzione dei quali potendo a nostro piacimento interrogare natura, e spesso obbligarla a risponderci, abbiamo di gran lunga maggiori comodità d'investigazione. Tra le medesime produzioni artificiali le sostanze polisimmetriche sulle quali le mie ricerche sono andate più innanzi sono il solfato potassico, il bitartrato di stronziana con quattro proporzionali di acqua, ed il paratartrato acido di soda. Del solfato potassico avendo pubblicato una sufficiente notizia nel primo fascicolo dello scorso anno del nostro Rendiconto, credo ora rendere più utile questo sunto esponendo soltanto senza molto compendiare quel che riguarda il bitartrato di stronziana.

I cristalli di bitartrato di stronziana con quattro proporzionali di acqua presentano due tipi di forme in apparenza le une dalle altre grandemente diverse, le prime riferibili al sistema monoclinodrico, le altre al sistema triclinoedrico. I particolari di queste forme sono descritti nella Memoria sopra i tartrati di stronziana e di barite pubblicato nel primo volume dei nostri Atti, la quale Memoria gioverà riscontrare per la chiara intelligenza di quello che ora dovrò esporre. Nei cristalli di ciascun tipo vi è una direzione di clivaggio assai nitida e le facce parallele al clivaggio dinoteremo con C per i cristalli monoclini e con K nei cristalli triclini. Quantunque le due facce parallele C, del pari che le due facce parallele K, sieno geometricamente identiche, pure sono tra loro diverse per

posizione; e disegnando i cristalli con le facce C e K perpendicolari al piano di proiezione, l'una a destra, l'altra a sinistra, e con un'altra specie di faccia in posizione costante, rimarrà stabilita la distinzione delle facce C o K di dritta da quelle di sinistra che dinoteremo per C' e K'.

Intanto ne' cristalli triclinali, trascorso un mese o poco più da che si sono generati, comincia in essi ad apparire qualche piccola macchia opaca di figura romboidale simile alle facce K, che sono di tutte le più grandi, e similmente situata; e lasciando che tutto proceda spontaneamente, le macchie opache lentamente ingrandendosi, finiscono col congiungersi insieme, e tutto il cristallo diventa affatto opaco. Da parte alcune differenze nel prodursi questo fenomeno, che saranno pubblicate nella Memoria originale, per i seguenti esperimenti apparisce chiaro che le macchie opache non sono altro che l'effetto della trasformazione del cristallo triclino in monoclini; ed il cristallo divenuto opaco è un vero cristallo metamorfozzato. Se un cristallo triclino nel quale sieno apparse due o più macchie romboidali s'immerga in una soluzione di acido tartarico e di stronziana accomodata a fare ingrandire i cristalli di bitartrato di stronziana, in meno di un giorno si vedrà ove erano le macchie opache venir fuori dalle facce K' del cristallo triclino altrettanti cristalli monoclini con le loro parti prominenti che corrispondono alle facce C'. E dopo due o tre giorni la parte prolungata dei cristalli monoclini sopra il cristallo triclino giungerà nei casi ordinarii a circa due millimetri, la qual cosa renderà agevole conoscere come i cristalli monoclini sporgenti dallo stesso cristallo triclino sieno allogati gli uni rispettivamente agli altri, e come tutti sono allogati rispettivamente al primitivo cristallo triclino.

Per meglio fare intendere come sia avvenuto il mostrarsi dei cristalli monoclini prominenti sopra il cristallo triclino, debbo ricordare il particolare carattere dei medesimi monoclini d'ingrandirsi assai più rapidamente dalla parte di C' sinistra che dalla opposta parte di C destra. Quindi immergendo nel liquore cristallizzante il cristallo triclino con le macchie opache, e queste macchie opache essendo cristalli monoclini generatisi per metamorfismo, essi ben presto si fanno prominenti

per la parte corrispondente a C' . Nondimeno continuando a stare nel liquore, s'ingrandiscono contemporaneamente sì i cristalli monoclinali, che il cristallo triclino; ed i monoclinali mentre s'ingrandiscono assai rapidamente dalla parte di C' , non mancano d'ingrandirsi pure per ogni verso, sia nella parte libera immersa nel liquore, sia nella parte radicata nel cristallo triclino. E mentre la parte immersa nel liquore prende da questo gli elementi del suo accrescimento, l'altra parte incastonata nel cristallo triclino s'ingrandisce togliendo gli elementi del suo accrescimento dallo stesso cristallo triclino che di continuo consuma scavando sino a che anche la faccia destra C vien fuori dalla faccia K .

Da questa compendiate esposizione del modo come procede il metamorfismo dei cristalli triclinali in monoclinali si ha già in parte dichiarata la maniera come questi si trovano conformemente e con obbligata disposizione parallela delle facce analoghe situati con quelli. Dappoichè le facce C' , C oltre al trovarsi parallele alle facce K' , K , immancabilmente avviene che stia la faccia C' dalla parte di K' , e la faccia C dalla parte di K . Continuando a supporre le due specie di cristalli figurati con le facce C' , C e K' , K perpendicolari al piano di proiezione e con le facce C' e K' a sinistra, nei cristalli monoclinali si hanno altre specie di facce superiormente ed anteriormente, delle quali facce per la simmetria propria del loro sistema, le superiori si ripetono inferiormente e le anteriori si ripetono posteriormente. Alcune di queste specie di facce, se non tutte, si trovano parallele alle analoghe facce dei cristalli triclinali con questo divario che se nel cristallo monoclino a sinistra vi sono due facce della medesima specie, una anteriore e l'altra posteriore, nel cristallo triclino vi è una sola faccia parallela ad una di esse, sia all'anteriore sia alla posteriore. E dicasi lo stesso per le facce superiori ed inferiori dei medesimi cristalli. Egli è poi facile intendere che tutti i cristalli monoclinali generatisi sullo stesso cristallo triclino a qualche distanza gli uni dagli altri sono scambievolmente con tale corrispondenza disposti che ingrandendosi e congiungendosi insieme, compougono esattamente un solo cristallo monoclino.

Illo detto per non complicare l'esposizione del fatto, che le

facce dei cristalli monoclini sono parallele alle analoghe facce del cristallo triclino, la qual cosa non è a rigore esatta; nè, se si badi alla vera indole del fenomeno, è presumibile che vi sia esatto parallelismo tra le facce dei cristalli monoclini e le analoghe facce del cristallo triclino; perchè come si è cambiato col metamorfismo il carattere della simmetria, si è pure mutato il carattere della poliedria delle medesime specie di facce. L'esame di tale cambiamento, che trovasi svolto nella Memoria originale, non può aver luogo in questo sunto.

Quanto alle cagioni che danno origine a ciascuno dei due tipi cristallini del bitartrato di stronziana non è facile determinarle con precisione, e dobbiamo ancora ritenere che sieno assai lievi, quando consideriamo che nella medesima soluzione in pari tempo si generano e s'ingrandiscono le due specie di cristalli l'una a fianco dell'altra e spesso congiunte insieme. Da molti esperimenti fatti col proponimento di rinvenire la cagione della loro polisimmetria sono pervenuto a questi risultamenti. Le soluzioni fatte con acqua calda e concentrate al punto da cominciare a cristallizzare qualche giorno dopo che sono state abbandonate alla spontanea evaporazione esposte alla temperatura dell'ambiente danno sempre entrambe le specie di cristalli che appariscono quasi contemporaneamente, avvenendo che talvolta si generano prima i monoclini, ed il più delle volte i primi a comparire sono i triclini. Le soluzioni più concentrate e capaci di produrre cristalli prima che la loro temperie siasi equilibrata con quella dell'aria ambiente, o poco dopo l'avvenuto equilibrio, danno soltanto cristalli triclini, e per molti giorni non si hanno nel liquore che soli cristalli triclini. Le soluzioni nelle quali si sono quasi contemporaneamente generate le due specie di cristalli, nei primi giorni i cristalli triclini hanno più rapido ingrandimento dei monoclini, in seguito i secondi s'ingrandiscono al pari dei primi ed a lungo andare i cristalli triclini rimangono stazionarii, poi cominciano a disciogliersi e finiscono collo scomparire del tutto, mentre continua l'ingrandimento de' cristalli monoclini. Dai riferiti particolari sembrai poter concludere che il più rapido o il più lento passaggio allo stato solido sieno le condizioni favorevoli alla produzione dei cristalli triclini o monoclini.

E qui convien ricordare che la cagione della polisimetria dei cristalli di solfato potassico è determinata con tutta la precisione che possiamo desiderare nelle nostre ricerche, ed è di natura affatto diversa da quella che produce lo stesso fenomeno nei cristalli di bitartrato di stronziana. Dappoichè le soluzioni di puro solfato potassico danno in tutti i casi cristalli trimerici ortogonali, e le soluzioni che unitamente al solfato potassico contengono disciolta una determinata quantità di solfato sodico danno sempre cristalli romboedrici. Da questa diversità della cagione del fenomeno procede altresì la notevole differenza nella maniera come avviene il metamorfismo di una specie di cristalli nell'altra, mettendo a riscontro il solfato potassico col bitartrato di stronziana.

Tra le sostanze nelle quali non ho potuto trovar modo di riportare il loro polimorfismo alla medesima serie di fenomeni che comprendo col nome di polisimetria, la specie che ho avuto comodità di esaminare più accuratamente è il solfato di nichelio con sei proporzionali di acqua. I suoi cristalli possono essere monoclino o dimetrici ortogonali, e confrontando gli uni con gli altri, non vi ha alcuna analogia tra le facce dei primi e quelle dei secondi, o almeno io non ho saputo rinvenirla. I cristalli dimetrici hanno clivaggio nitidissimo parallelo alla base di un prisma quadrato, ed i cristalli monoclino hanno tre direzioni di clivaggio poco distinte e difficili a scuoprirsi, due che s'incontrano con angolo di $73^{\circ} 8'$, e la terza direzione incontra ciascuna delle due prime con angolo di $84^{\circ} 28'$. Il colore delle due specie di cristalli è alquanto diverso, specialmente quando sono bagnati dalle acque madri, essendo i cristalli monoclino di color verde sudicio, ed i cristalli dimetrici di bellissimo color verde tendente all'azzurro. I primi in vario modo metamorfizzandosi si trasformano nei secondi; ma i cristalli dimetrici ortogonali derivati dal metamorfismo di un cristallo monoclino li ho trovati variabilmente situati tra loro, e per conseguenza senza alcuna determinata posizione rispettivamente al cristallo primitivo.