

Tomo XIII.—Núm. 1

BOLETIN

DE LA

REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA

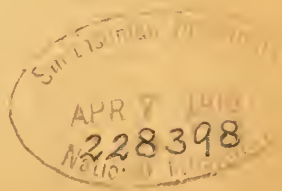
de

Historia Natural

FUNDADA EN 8 DE FEBRERO DE 1871

Enero de 1913

MADRID
(MUSEO DE CIENCIAS NATURALES)
Hipódromo



Descubrimientos recientes sobre la estructura de los cristales

POR

F. PARDILLO

(Lámina VII)

En el Instituto de Física teórica de la Universidad de Munich, se han realizado á principios del corriente año una serie de experimentos de tan gran importancia para la Cristalografía, que no puedo sustraerme al deseo de contribuir á divulgarlos, aun entre aquellos que no cultivan esta ciencia, pues son en último caso testimonios de las sublimes creaciones de la mente humana que preveen y suplen lo que ni los sentidos ni casi los medios auxiliares de experimentación permiten cónocer.

En el año 1850, publicó Bravais la teoría de la estructura de los cristales, la primera realmente compatible con los principios de la ciencia moderna.

Según el sabio francés, los cristales están constituidos por conjuntos de moléculas iguales é igualmente orientadas, cuyos centros forman una red de puntos. Estas no son otra cosa que el resultado de llenar el espacio de paralelepípedos iguales sin dejar huecós entre ellos; los vértices de los paralelepípedos son los puntos ó nudos de la red, ocupado cada uno por una molécula cristalina. Frankenheim y Delafosse vieron ya que las redes de puntos tienen la simetría, limitada, de los cristales, y en su consecuencia son en número definido. Dichos autores encontraron 15 modos diferentes, que más tarde Bravais redujo á 14.

Las redes se pueden agrupar en sistemas con la simetría de las 7 holoedrias cristalográficas, de la siguiente manera: 3 regulares, 2 tetragonales, 1 exagonal, 1 trigonal, 4 rómbicas, 2 monoclinicas y 1 triclinica.

Bravais suponía que en general las moléculas cristalinas son poliédricas. Para representar la estructura de un tipo cristalino, se considera una red de puntos propia del sistema al cual pertenece el tipo y se suponen moléculas cristalinas, con sus centros en los nudos de la red. Estas moléculas han de tener entre sus elementos de simetría, aquellos que dan las operaciones del tipo, estando en coincidencia, además, con los análogos de la red. Es

indudable que la simetría del conjunto ó red molecular, será el subgrupo de operaciones compatibles con la red de puntos y la molécula, es decir, tendrá la simetría del tipo, de análoga manera que la combinación de un cubo y un tetraedro tiene la de la hemiedría regular hemimórfica. El caso más sencillo será aquel en que la molécula corresponda á una forma simple del tipo. La molécula esférica es aplicable únicamente á la representación de las estructuras holoédricas.

Después de esta teoría idearon Wiener, Sohncke Schönflies y Federow otras que, en resumen, consisten en explicar las meroedrias por entrecruzamientos de redes, suponiendo unos sí y otros no, la meroedría de las moléculas y su orientación paralela.

Realmente eran estudios abstractos destinados á explicar las dos cualidades de la materia cristalina: la homogeneidad y la simetría. La comprobación experimental más vorosímil se encontraba en la exfoliación.

Á fines del pasado año, tratando de averiguar los físicos Haga, Wind y después Walter y Pohl, si los rayos Röntgen están constituidos tambien por diversas radiaciones, para lo cual buscaban la producción de interferencias, se veían en la necesidad de hacer pasar los rayos á través de un conjunto reticular, en el que los puntos materiales estuvieron separados por distancias menores que $5 \cdot 10^{-7}$ cm., que es la correspondiente á la mayor longitud de onda medida en dichos rayos. ¿Dónde encontrar un medio así constituido? La dificultad parecía insuperable, y el problema de la periodicidad de los rayos Röntgen imposible de resolver por tal procedimiento. Laue comunicó á W. Friedrich la probabilidad de obtener el resultado apetecido empleando placas cristalinas, pues según la teoría de Bravais tienen estructura reticular. Friedrich y Knipping han operado de la siguiente manera. Á un haz de rayos de 1 mm. de diámetro, después de pasar por varios diafragmas de plomo, se le hizo atravesar láminas talladas con orientación conocida en cristales, sujetas á un goniómetro para fijar con exactitud la dirección de incidencia. Detrás de la lámina cristalina á 35 mm. se colocó una placa fotográfica, y al cabo de unas veinte horas de exposición encontraron en ella figuras de interferencia en armonía con la estructura reticular.

Empleando láminas de blanda paralelas á las caras del cubo y siendo normal la incidencia de los rayos, se obtiene el fotograma de la figura 1.^a (lám. VII). La mancha central está producida por

el haz primario de rayos, debiéndose su ensanchamiento á la irradiación fotográfica y á los rayos homogéneos secundarios originados por los diafragmas; las restantes manchas corresponden á los máximos de intensidad. La simetría de esta figura es la misma del plano reticular de la lámina cristalina. Normalmente á las caras del octaedro resulta la figura 2.^a, que también responde á la simetría del plano reticular correspondiente. Igualmente satisfactorios son los experimentos hechos con placas normales á los ejes binarios holoédricos.

Con estos notabilísimos experimentos, además de dar origen á la teoría de Laue, por la cual serían 5 los componentes de los rayos Röntgen, se ha encontrado la mejor comprobación de la estructura cristalina según el criterio de Bravais y sus continuadores. La existencia de diversas redes entrecruzadas no aparece en los fotogramas, ni entra en juego en la teoría de Laue.

En los casos de meroedrias, como el de la blenda, la simetría de la figura de interferencia siempre corresponde á la holoedria del sistema. Hay que observar, sin embargo, que la red de puntos que indica la placa es mucho más sencilla que la asignada á la blenda, teniendo en cuenta la exfoliación. Según esta propiedad, la red pertenecería al modo dodecaédrico. En este concepto, los rayos Röntgen pueden servir tal vez para determinar la red propia de una substancia cristalina. Por diversas circunstancias y medidas, se ha llegado al conocimiento de que en el cristal interfiere solamente una longitud de onda. Con arreglo á tal principio, la figura de interferencia deducida teóricamente es más rica en puntos de máxima intensidad que la obtenida por la práctica; habría, pues, que admitir que redes regulares complicadas, no alteran el carácter de las mencionadas figuras y que muchos de sus puntos serían como inactivos. La red cúbica centrada es todavía insuficiente, pues la diferencia entre el número de puntos teóricos y el de los experimentales es aún muy grande. Opina Friedrich que quizás será posible, siguiendo este camino, y mediante elección hábil y acertada de las redes posibles, encontrar aquélla en la cual la figura de interferencia teórica sea idéntica á la práctica.

Puesto que las placas cristalinas tienen cierto espesor, cabe preguntar: ¿qué significación tienen en la red las direcciones de estos rayos refractados? Atendiendo á la teoría de Laue y limitándose al caso de la blenda tallada según las caras del cubo, deduce

Wulff que son direcciones cristalográficas posibles, toda vez que los cocientes de sus cosenos directores son números racionales. El fotograma equivale, por tanto, á la proyección gnomónica del haz cristalino hecha sobre la cara del cubo; los máximos están en efecto en líneas rectas, que son las trazas de planos cristalográficos posibles.

Si algunos de los términos primeros de la serie cristalina no aparecen, como por ejemplo, los puntos (112) y (021), se debe á que las direcciones de los rayos refractados no solamente se caracterizan por la racionalidad de los cosenos directores, sino también por la racionalidad de estos mismos, condición esta última de que no todas las direcciones cristalográficas gozan.

La teoría reticular, que encontró su primer campeón en Bravais, ha prestado, pues, á la Ciencia, simultáneamente, dos inmensos servicios: el descubrimiento de nuevas é importantes propiedades de los rayos Röntgen y dar verídica explicación á la estructura cristalina, demostrando al mismo tiempo que la cristalografía, aunque disciplina joven, camina con la seguridad y tiene el vigor y la energía de las ciencias adultas.

Publicaciones que ha recibido la Real Sociedad Española de Historia Natural durante los meses de Abril y Mayo de 1913.

(*La liste suivante servira d'accusé de réception.*)

ALEMANIA

Entomologischer Litteraturblätter, Berlin. 1913, n° 4.

Geologisches Centralblatt, Leipzig. Band XIX, nos 1-3.

Internationalen Entomologen-Verein, Stuttgart.

Entomologische Rundschau. xxx Jahrg., nos 7-9.

Insektenbörse. xxx Jahrg., nos 14-19.

Societas entomologica. xxviii Jahrg., nos 7-9.

Naturæ Novitates, Berlin. 1913. Nos 3-5.

Physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg.

Sitzungsberichte. 1912, n° 3.

BÉLGICA

Société entomologique de Belgique, Bruxelles.

Annales. Tome 57°, 111.



FIG. 1.^a



FIG. 2.^a