

los cuerpos sobre el paladar, se puede hablar de la adherencia á la lengua, carácter bastante insignificante que se emplea sin embargo algunas veces para sustancias siempre térreas que le presentan en alto grado. Este carácter, se debe á la facilidad con que estas sustancias absorben la humedad natural de aquel órgano, al cual se pegan con fuerza. Algunas veces hay tal adherencia que se separa una porción de la materia cuando se le quiere desprender violentamente.

Delicuescencia. La facultad de absorber la humedad que se manifiesta por la adherencia á la lengua, es una acción puramente física que se refiere á los fenómenos de los tubos capilares; pero hay también una absorción que se verifica en virtud de una acción química: en este caso la humedad de la atmósfera atraída por el cuerpo se combina con él y le disuelve poco á poco; se dice de estos cuerpos que son delicuescentes y se concibe que esta propiedad no puede existir sino en los cuerpos solubles que por este medio se pueden distinguir de las otras sales que permanecen secas á pesar de la humedad de la atmósfera. La sal marina es delicuescente, pero los nitratos ó hidroclosoratos de cal y de magnesia lo son aun mucho más, y de tal manera que no se puede conservarlos en estado de cristales aun en el tiempo más seco. Hay cuerpos que atraen solamente la humedad, se ponen húmedos; pero no se liquidan como los anteriores; en muchos casos hay una acción química; pero en otros hay una sola acción física que parece debida á la capacidad de calórico.

PARTE SEGUNDA.

Estudio de las propiedades químicas de las sustancias minerales.

CAPITULO PRIMERO.

DE LA COMPOSICION DE LOS MINERALES Y MEDIOS DE REPRESENTARLA.

Numero de los elementos. El exámen químico de los minerales ha dado á conocer sucesivamente sesenta y tres sustancias particulares que no se han podido descomponer por ninguno de los medios conocidos hasta ahora y en consecuencia se consideran como cuerpos simples, como elementos del reino inorgánico.

Composicion de los cuerpos. Algunos de los cuerpos ó elementos que acabamos de citar se hallan en estado libre en la naturaleza; tales son; el antimonio, el arsénico, el bismuto, el carbono, el cobre, el hierro, el mercurio, el oro, el paladio, la plata, el platino, el azufre y el teluro.

Todas las demás materias naturales son cuerpos completos formados por la combinación de los cuerpos elementales de dos en dos, de tres en tres, etc., lo cual se llaman combinaciones binarias, ternarias, cuaternarias, etc.

A primera vista aparece que el número de estas combinaciones debe ser casi infinito; pero la naturaleza ha puesto límites que le reducen considerablemente y aun no parece que haya realizado todas las combinaciones cuya existencia hace sospechar, y que se han efectuado en los laboratorios. En los compuestos binarios naturales, uno de los elementos es siempre alguno de los doce cuerpos siguientes: oxígeno, azufre, arsénico, cloro, carbono, fluor, antimonio, selenio, teluro, mercurio, oro y osmio. Solo el otro

V. Eflorescencia.

Si hay cuerpos que atraen fácilmente la humedad, hay otros por el contrario que pierden fácilmente el agua de combinación que encierran y entonces caen en polvo, efecto que se designa por medio de la palabra eflorescente. El carbonato, sulfato y fosfato de sosa, no pueden hallarse expuestos al aire sin sufrir esta descomposición, sin embargo no se puede admitir que este efecto sea enteramente debido á la pérdida del agua de combinación; por una parte las sales que acabamos de citar, no pierden toda su agua, sino solamente una parte, de manera que la cantidad que queda se halla en proporción determinada; por otra hay sustancias minerales que se hacen polvo sin perder nada de agua, como por ejemplo, la sustancia llamada laumonita, que en el estado de polvo procedente de la eflorescencia contiene tanta agua como en el estado cristalino: el efecto podría depender entonces de que las sustancias han cristalizado en formas forzadas que se les agregan despues por circunstancias atmosféricas aun desconocidas (quizá simplemente por la diferencia de temperatura del interior de la tierra á la superficie): como el aragonito se desagra antes de perder ningun de sus principios á la temperatura del rojo oscuro, como la lágrima batabica se deshace cuando se rompe su punta, etc., esto sucede también á diferentes sales que se obliga á cristalizar en formas que no son las que toman ordinariamente en el agua pura y á la temperatura ordinaria.

elemento puede variar en una serie más extensa y casi en todas las de los cuerpos simples. Las combinaciones en que el oxígeno es uno de los elementos y que se llaman óxidos y ácidos, son las más abundantes y variadas de todas; se presentan á cada paso en la superficie de la tierra, y principalmente los óxidos de silicio, de aluminio, de hierro, etc. Despues vienen las combinaciones del azufre, que se llaman *sulfuros* que son también bastante variadas, siendo las más comunes los sulfuros de hierro, de cobre, de plomo, etc. Todas las demás combinaciones que se llaman *fluoruros, cloruros, carburos, arseniuros, antimoniueros, estibiuros, seleniuros, telururos, hidrargiueros* (combinación del mercurio), *aururos y osmiuros*, son infinitamente menos variadas y menos comunes como veremos más adelante.

Los compuestos ternarios naturales resultan en general de la combinación de dos de los compuestos binarios que acabamos de citar los géneros y que tengan un principio común, lo más general es de dos cuerpos oxigenados ó bien de dos sulfuros, de dos arseniuros, ó de un sulfuro y un arseniuro del mismo metal; muy rara vez resultan de la reunión de otros dos compuestos binarios existentes. Se ve, por consiguiente, que estos compuestos son muchos menos que lo que indicarían las combinaciones de tres en tres de todos los cuerpos simples. Pero hay más, que si se examinan más particularmente los que están formados de cuerpos oxigenados, que son los más variados y más comunes, conoceremos que son asimismo menos numerosos que lo que permite el número de los compuestos binarios de esta especie combinados de dos en dos, de aquí se sigue que las

combinaciones no tienen lugar indiferentemente entre todos estos cuerpos. En todos los compuestos ternarios que conocemos, comprendiendo aquellos cuya existencia solo se sospecha, uno de los elementos binarios es siempre alguno de los compuestos oxigenados siguientes: *ácidos antimónico, antimoniuro, arsénico, arsenioso, bórico, bromico, carbónico, clórico, perclórico, crómico, yódico; molibídico, nítrico ó azótico nítrico ó azooso, fosfórico, fosforoso selenico, sulfúrico, sulfuroso, tantálico, y tungstico. Oxidos aluminico, crómico, ferrico, hidrico, (agua) mangánico, silícico, stánico y titánico.*

De suerte que un centenar de cuerpos oxigenados diferentes que nosotros conocemos hasta el día, tanto en la naturaleza, cuanto en los laboratorios, y que combinados de dos en dos, podrían formar cerca de cinco mil compuestos ternarios, no forman más que unos treinta géneros, que pueden solamente multiplicarse por el número de los otros óxidos, entre los cuales el segundo elemento binario, puede variar para cada uno de ellos.

Estas combinaciones ternarias oxigenadas, dos son designadas por los nombres sacados de los principios binarios que acabamos de dar en la tabla que antecede, modificados por la terminación en *ato* ó en *ito*, segun que aquellos principios pueden terminarse en *ico* ó en *oso*; así se dice, *arseniato, arsenito, carbonato, ferrato, manganeso, silicato, tantalato, etc.*, para designar las combinaciones de los ácidos, *arsénico y arsenioso*, del ácido carbónico, de los óxidos ferrico, mangánico, silícico, etc. Se llaman *hidratos* los cuerpos donde el agua es uno de los componentes.

Los compuestos cuaternarios son aun proporcionalmente más reducidos. Todos los que se hallan en la naturaleza ó que se forman en los laboratorios, resultan ya de la combinación de tres compuestos binarios del mismo género, de lo cual no hay más que tres ó cuatro ejemplos y aun no bien demostrados; ya de un compuesto ternario con un compuesto binario que siempre son los dos oxigenados y el segundo de ellos agua; ya, en fin, de dos de los compuestos ternarios oxigenados que hemos citado, pero principalmente de aquellos en que el óxido silícico, el ácido sulfúrico, y el ácido carbónico, forman uno de los elementos binarios. Estos últimos géneros de compuestos cuaternarios muy numerosos, ya pueden llegar á serlo infinitamente más; entre ellos sobre todo se descubren diariamente nuevas especies que llegarán ciertamente á algunos millares.

Los compuestos de un orden más elevado no parecen hallarse nunca formados sino de compuestos ternarios ya sea de tres de estos compuestos, uno de los cuales es casi siempre el agua, de manera que no son en tal caso sino compuestos cuaternarios hidratados, ya de cuatro, lo cual es raro, y entre los cuales existe también el agua; no se conocen otros más complicados por lo menos que se puedan considerar como verdaderas combinaciones.

Resulta de los pormenores que acabamos de dar, que las sustancias minerales se refieren todas ya á algunos cuerpos simples, ya á un corto número de compuestos que pertenecen siempre á uno ú otro de los géneros siguientes:

| | |
|----------------|--------------|
| Antimoniuros. | Bromatos. |
| Arseniuros. | Carbonatos. |
| Aururos. | Cloratos. |
| Carburos. | Percloratos. |
| Hidrargiueros. | Cromatos. |
| Aluminatos. | Cromitos. |
| Antimoniatos. | Ferratos. |
| Antimonitos. | Hioratos. |
| Arsenitos. | Yodatos. |
| Arseniatos. | Osmiuros. |
| Boratos. | Oxidos. |

| | |
|-------------|---------------|
| Fluoruros. | Fosfitos. |
| Seleniuros. | Sileniados. |
| Sulfuros. | Selicosos. |
| Telururos. | Stanatos. |
| Manganatos. | Sulfatos. |
| Molibdatos. | Sulfitos. |
| Nitratos. | Titalatos. |
| Nitritos. | Tantalatos. |
| Fosfatos. | Tungstonatos. |

Division de los cuerpos en electro-positivos y electro-negativos. El conjunto de las observaciones anteriores nos conduce á ver, que los cuerpos brutos simples ó compuestos se dividen en general en dos órdenes muy diferentes uno de otro que representan en cierto modo los sexos en el reino orgánico. En cada uno de los órdenes los cuerpos tienen en general poca acción unos sobre otros y no hay combinación sino entre cuerpos que pertenecen á series diferentes. Esto es lo que los antiguos mineralogistas habian sospechado en las pocas materias que habian estudiado para la preparación de los metales usuales, cuando reconocian principios mineralizantes y cuerpos mineralizados. Los principios mineralizantes que primero conocieron eran el azufre y el arsénico; posteriormente han admitido principios mineralizantes ácidos: estos cuerpos entran precisamente en la serie de los que hemos citado como determinantes de diferentes compuestos binarios ó ternarios, etc. Los mismos hechos más desarrollados son los que conocemos hoy, y podríamos también presentar los dos órdenes de cuerpos que conocemos como compuestos uno de principios mineralizantes y otro de principios mineralizables. Pero en el estado actual de la ciencia se observa alguna cosa más y se formulan expresiones que revelan un fenómeno fundamental, resultado de los descubrimientos modernos y unidos íntimamente á las causas de la acción química neutra de los cuerpos.

Cuando se somete de una manera conveniente un cuerpo á la acción de la pila voltaica, sucede en general que este cuerpo se descompone, uno de los componentes se dirige al polo positivo y el otro al negativo. Si este cuerpo es un óxido, el elemento que se dirige al polo positivo es el oxígeno, si está compuesto de dos óxidos, ó para hacer comprender mejor el hecho, si está compuesto de un ácido y un óxido, el ácido es el que se dirige al polo positivo. Fácilmente se puede experimentar este resultado; basta, por ejemplo, poner una disolución de nitrato de potasa en un tubo pequeño, agua pura en otro, establecer una comunicación entre estos dos tubos por medio de una mecha de amianto empapada en agua y despues introducir el alambre positivo de una pila en actividad en el primer tubo y el negativo en el segundo. Al cabo de poco tiempo se observa que el tubo que contenia la sal no presenta más que un licor ácido y el que contenia el agua pura presenta un licor alcalino; es decir, que uno contiene ácido nítrico, y otro potasa.

De aquí se deduce que en la descomposición de un cuerpo por la pila, el componente que se dirige al polo positivo es en dicho cuerpo el electro-negativo, y el que se dirige al polo negativo el electro-positivo, y como el hecho se ha presentado en todos los experimentos de descomposición que se han podido hacer hasta ahora, se admite que en todos los compuestos, uno de los componentes es electro-negativo y el otro electro-positivo. Pero la consecuencia necesaria de esta opinión es, que la misma acción química en vista de la cual se combinan dos cuerpos, es el resultado de esta oposición eléctrica de los componentes; se supone que hay combinación entre dos cuerpos siempre que uno de ellos es electro-negativo con relación al otro que entonces es electro-positivo. Se ve también segun esto como sucede que todos los cuerpos no se combinan indiferentemente entre sí, como hay combinaciones más

débiles unas que otras, etc. En efecto, no puede haber combinacion entre dos cuerpos del mismo género de electricidad y la combinacion será débil entre dos cuerpos que uno respecto al otro no tengan mas que una ligera diferencia eléctrica. Tambien se comprende que tal ó cual cuerpo que es electro-negativo respecto á unos sea electro-positivo respecto á otros, y en efecto, hay de estos muchos ejemplos, por consiguiente la propiedad no es absoluta.

Los cuerpos mas comunmente electro-negativos son en general los que ya hemos hecho notar tanto entre los cuerpos simples como entre los cuerpos compuestos y que se hallan siempre uno ú otro entre los componentes de un mineral, es decir, los doce cuerpos simples, los ácidos y los óxidos de que hemos formado una tabla; los demás cuerpos simples y los demás óxidos son comunmente electro-positivos, lo cual no impide que algunos de ellos puedan ser electro-negativos, respecto á algunos otros, como el óxido plúmbico respecto al óxido cálcico, lo mismo que ciertos cuerpos de la primera serie son algunas veces electro-positivos, respecto á algunos otros como el óxido aluminico, el óxido férrico, etc., respecto á los ácidos sulfúrico, nítrico, etc.

Vemos, segun esto, que la division nació sin bases, que se ha establecido hace mucho tiempo en los cuerpos oxigenados, corresponde á la division en electro-negativos, que son todos los ácidos y electro-positivos, que son las bases; pero esta última division se extiende á todos los demás cuerpos y además hace comprender mas fácilmente que un mismo cuerpo puede obrar, ya de una manera, ya de otra, segun el estado eléctrico relativo del cuerpo en cuya presencia se encuentre.

Leyes de combinacion. Sistema atómico. Procuremos ahora penetrar mas en el secreto de la combinacion de los cuerpos. Acabamos de ver que los cuerpos simples ó compuestos pueden combinarse de dos en dos, de tres en tres, etc., y producir asi un gran número de materias muy distintas unas de otras; pero hay una circunstancia que puede ó no aumentar este número, porque las mismas sustancias pueden combinarse en muchas proporciones y formar asi compuestos que presenten caracteres diferentes; afortunadamente estas proporciones no se forman al azar sino que obedecen á ciertas leyes que señalan límites á las combinaciones que vamos á estudiar.

Las combinaciones se forman en proporciones definidas. Examinando los diferentes compuestos que unos mismos cuerpos pueden formar, se observa bien pronto que no se combinan entre sí, sino en un corto número de proporciones fijas y que no hay ninguna intermediaria; vamos á dar algunos ejemplos.

En los laboratorios se forman varias combinaciones de azufre y de oxígeno que tienen caracteres muy diferentes y que presentan en el análisis las cantidades relativas siguientes:

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| 100 de oxígeno y 201,20 de azufre | (ácido hiposulfuroso) |
| 100 | 100,56 (ácido sulfuroso) |
| 100 | 67,06 (ácido sulfúrico) |

Tres combinaciones de oxígeno y de cobre ofrecen las cantidades relativas siguientes:

| | |
|----------------------------------|--------|
| 100 de oxígeno y 791,39 de cobre | |
| 100 | 395,69 |
| 100 | 197,84 |

En dos combinaciones de azufre con el cobre se encuentra

| | |
|---------------------------------|--------|
| 100 de azufre y 393,39 de cobre | |
| 100 | 196,69 |

Los compuestos binarios ofrecen relaciones análogas, asi en dos combinaciones de ácido sulfúrico y óxido potásico se encuentran las cantidades relativas siguientes:

| | |
|--|-------|
| 100 de ácido sulfúrico y 117,52 de óxido potásico. | |
| 100 | 58,76 |

Estos pocos ejemplos bastan para demostrarnos cuál es la ley que siguen estos diversos compuestos; en efecto, comparando los números que se encuentran en las segundas columnas, se ve que en el primer ejemplo las cantidades de azufre son entre sí como los números 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$; del mismo modo en 2 óxidos de cobre, las cantidades de este método son tambien sucesivamente 1, $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$; en fin si se examinan las combinaciones de azufre y de cobre, de ácido sulfúrico y óxido potásico, se reconocen ante las mismas leyes. En general siempre que dos cuerpos son susceptibles de varias combinaciones, siguiendo fija la cantidad de uno de los componentes, las cantidades del otro son sucesivamente 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, etc., ó bien 1, 2, 3, 4; etc., porque si se toman los números que hemos dado en sentido inverso, se tendrán las cantidades relativas siguientes:

| | |
|--------------------------|-------------------------------|
| 201,20 de azufre | á 100,200,300 de oxígeno |
| 791,39 de cobre | á 100,200,300 |
| 397,79 de cobre | á 100,200, de azufre |
| 117,52 de óxido potásico | á 100,200 de ácido sulfúrico. |

No hay excepciones á estas leyes ó si se encuentran algunas no son mas que aparentes. En efecto se conoce una combinacion de oxígeno y de azufre, el ácido hiposulfúrico, en la cual 100 de oxígeno están unidos á 80 de azufre, número que es los $\frac{2}{3}$ de 201,20; pero todo hace creer que esta combinacion está formada de ácido sulfúrico y sulfuroso igualmente en proporciones definidas como veremos mas adelante. Se conocen tambien tres óxidos de hierro, en los cuales se encuentran las cantidades relativas siguientes:

| | |
|------------------------------------|--------|
| 100 de oxígeno y 339,18 de hierro. | |
| 100 | 254,38 |
| 100 | 226,12 |

en las cuales no se ven inmediatamente relaciones. Sin embargo, si se compara el primero y último número, se ve que están en la relacion de 1 á $\frac{2}{3}$, lo cual puede hacer sospechar que existe otra combinacion, en la cual 100 de oxígeno estarian combinados con 678,36 de hierro, y entonces los tres números 678,36; 339,18 y 226,12 se hallarian entre sí en la relacion de 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$. En cuanto al número intermedio 254,38 todo hace creer que el óxido que le presenta, es una combinacion definida del primero con el tercero, como veremos tambien mas adelante.

Todas las excepciones muy poco numerosas que se han encontrado hasta aquí entran en una ó en otra de las que hemos citado, por consiguiente se puede deducir que las proporciones son fijas y siguen leyes invariables y muy sencillas de un compuesto á otro.

De otras leyes para los compuestos ternarios. Si en las combinaciones en particular binarias se encuentran con bastante frecuencia relaciones complicadas entre el número de las partículas electro-positivas y el de las partículas electro-negativas, se reconoce estudiándolas bajo otro punto de vista que estas combinaciones se hallan en general sometidas á otra ley muy sencilla; esta ley está sacada de la relacion que existe entre la cantidad de elemento electro-negativo comun en uno de los componentes binarios y la que se encuentra en el otro. Para hallar esta ley vamos á poner algunos ejemplos; vemos que

| |
|---|
| 117,52 de óxido potásico se combinan con 100 ó 200 de ácido sulfúrico |
| 994,21 de óxido barítico se combinan con 100, 200, 400, 600 de óxido silícico |
| 210,07 de sulfuro argéntico se combinan con 100 de sulfuro de antimonio |

Busquemos las cantidades de oxígeno del ácido sulfúrico y del óxido potásico, del óxido silícico y del óxido barítico; busquemos asimismo las cantidades de azufre que se hallan en el sulfuro de antimonio y en el de plata y encontraremos que

| | |
|--------------------------------------|------------------|
| 117,52 de óxido potásico contienen | 19,92 de oxígeno |
| 100 de ácido sulfúrico contienen | 59,86 |
| 200 de id. | 119,72 |
| 994,21 de óxido barítico contienen | 103,89 |
| 100 de óxido silícico contienen | 51,95 |
| 200 de id. | 103,89 |
| 400 | 207,79 |
| 600 | 311,69 |
| 110,07 de sulfuro de plata contienen | 27,20 de azufre |
| 100 de sulfuro de antimonio | 27,23 |

Ahora si se comparan estos números se ve que las cantidades de oxígeno, del ácido sulfúrico, son tres ó seis veces la del óxido potásico; que el oxígeno del óxido silícico es igual al oxígeno del óxido barítico, ó que es la mitad, el doble ó el triple; que la cantidad de azufre del sulfuro de plata, es igual á la del sulfuro de antimonio, etc. Las mismas relaciones se presentan en una multitud de combinaciones, de manera que en general se puede decir, que la cantidad del elemento comun en uno de los componentes binarios, es siempre un múltiplo de la que se encuentra en el otro por uno de los números 2, 3, 4; es decir, que en la composicion de dos cuerpos oxigenados, la cantidad de oxígeno del uno es siempre un múltiplo de la cantidad de oxígeno del otro, por uno de los números 2, 3, 4, etc.; que en la combinacion de dos sulfuros, la cantidad de azufre del uno es un múltiplo de la cantidad de azufre del otro por los mismos números; en fin, que en la combinacion de dos cuerpos que tienen el mismo elemento electro-positivo, como de un sulfuro y un arseniuro del mismo metal, de un silicato y de un borato ó de un titanato del mismo óxido, entre una sal y un hidrato de la misma base, etc., la cantidad del elemento electro-positivo del uno es un múltiplo del elemento electro-positivo del otro, por estos mismos números.

Esta regla sufre, sin embargo, algunas excepciones, las cuales no obstante se limitan á ciertos ácidos que tienen de comun el que su radical produce dos ácidos cuyas cantidades de oxígeno se hallan en la relacion de tres á cinco; tales son los ácidos del fósforo, del arsénico y del azoe, cuyas combinaciones con los óxidos parecen hallarse sometidas á otras leyes. En las combinaciones de los ácidos oxigenados en *ia*, que contienen cinco partículas de oxígeno, la cantidad de oxígeno del óxido es $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{4}{5}$ del oxígeno del ácido; mas rara vez $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{10}$ ó $\frac{1}{2}$ y mas rara vez aun uno ó varios quinceavos. En las combinaciones de los ácidos acabados en *oso*, que contienen tres partículas de oxígeno, el oxígeno del óxido es $\frac{1}{3}$ ó $\frac{2}{3}$ del oxígeno del ácido.

Resumen de las leyes de combinacion. Tales son las leyes que se reconocen en la combinacion de los cuerpos entre sí y que pueden reasumirse en pocas palabras.

1.ª Los cuerpos simples ó compuestos se combinan siempre entre sí en proporciones definidas.

2.ª Los cuerpos simples ó elementos se combinan entre sí en la relacion de una partícula del uno con 1, 2, 3, 4, etc., del otro.

3.ª Los compuestos binarios se combinan comun-

mente entre sí, siguiendo las mismas leyes; sin embargo, sucede algunas veces que las combinaciones siguen leyes mas complicadas como dos partículas con tres, tres partículas con cuatro, etc. Pero en todos los casos la combinacion está sujeta á la ley siguiente.

4.ª En todas las combinaciones formadas por la reunion de dos ó mas compuestos binarios que tienen un principio comun, la cantidad de este principio en uno de los compuestos, es siempre un múltiplo de la cantidad del mismo principio en el otro por los números simples 1, 2, 3, etc.

Los ácidos fosfóricos, arsénico, nítrico, son una excepcion á esta regla; pero en su combinacion con un óxido, la cantidad de oxígeno de este es siempre una ó varias quintas partes, una ó varias décimas partes, una ó varias décimas quintas partes del oxígeno del ácido.

En las combinaciones de los ácidos, fosforoso, arsenioso, nitroso, el oxígeno de la base es siempre un tercio ó dos tercios del de ácido.

Observaciones. En todo lo que antecede, nos hemos servido de la palabra *partículas*, para designar las partes infinitamente pequeñas de los cuerpos, entre los cuales se supone que se verifican las combinaciones; esta palabra nos ha parecido en cierto modo mas elemental; pero debemos observar que hoy día es de uso general designar estas partículas con la palabra *átomo* y es por consiguiente la que usaremos en adelante.

Hemos hablado del *peso de los átomos*, pero debemos reunir aquí todo lo que se halla esparcido acerca de este asunto en los pormenores que hemos dado. Se representa por ciento, el peso de la partícula ó átomo de oxígeno; los pesos de los átomos de los otros cuerpos son los números que corresponden á este en el grado mas simple de oxidacion de este cuerpo, de donde se sigue, que para determinar el peso del átomo de un cuerpo simple cualquiera, basta conocer sus diferentes grados de oxidacion. Pero se puede tambien partir de los grados de sulfuracion cuando se ha determinado previamente el peso del átomo de azufre ó de las combinaciones con un cuerpo cualquiera simple ó compuesto, cuyo peso atómico se conoce. Estas diferentes maneras pueden servirse mutuamente de prueba y dar los términos medios que pueden adoptarse con preferencia; asi se obtienen, por ejemplo, para los pesos atómicos del azufre, del cobre, del ácido sulfúrico, etc., números muy poco diferentes de los que hemos adoptado, limitándonos á un solo hecho y que conviene mas con todas las proporciones. El peso de un átomo compuesto es la suma del peso atómico de los componentes, de lo cual hemos dado ya varios ejemplos.

Berzelius en el importante é inmenso trabajo que ha hecho sobre las proporciones químicas, cuyo espíritu hemos procurado presentar en todo lo que antecede, ha calculado el peso de los átomos de todos los cuerpos simples y de un gran número de cuerpos compuestos; nosotros adoptaremos estos números remitiéndonos á las obras para los detalles.

Utilidad del cálculo atómico. Antes de que Berzelius hubiese regularizado el sistema atómico, no se ha indicado jamás la composicion de los cuerpos sino por pesos, tales como se encontraban por la análisis química y que expresaban que en una parte ó cien partes de un cuerpo existia tal ó cual cantidad de una materia ó de otra. De esto resulta que nunca se pudo formar una idea clara de tal ó cual sustancia, sobre todo de aquellas en que se encuentran los mismos elementos de diversas proporciones. De aquí procede la especie de oposicion que los mineralogistas han manifestado por mucho tiempo hácia las aplicaciones de la química al reino mineral, que en efecto no podian ilustrar en aquella época; pero por medio del cálculo atómico se puede al presente formar ideas claras acer-

ca de la naturaleza de un cuerpo, y ver perfectamente las diferencias que presentan los diversos compuestos: daremos algunos ejemplos de esto.

Se conocen desde hace mucho tiempo dos sustancias, el rejalgar y el oropimente que ambas son combinaciones de arsénico y azufre; los análisis de Lavigier han demostrado que la primera contiene en peso

| | |
|----------|--------|
| Arsénico | 0,6957 |
| Azufre | 0,3043 |
| | 1,0000 |

y la segunda

| | |
|----------|--------|
| Arsénico | 0,6186 |
| Azufre | 0,3814 |
| | 1,0000 |

Ahora bien, examinando estos análisis se ve que existe una diferencia entre los dos compuestos; pero es difícil de retener y se ha tenido de ella una idea tan confusa, que los mineralogistas que no la fundaban en la diferencia de color, han estado á punto de reunir los dos compuestos en una misma especie, como lo ha hecho Haüy, señalando estas diferencias como poco importantes. Nada de esto sucede cuando se llegan á calcular estos análisis en el sistema atómico; la diferencia de los dos compuestos se presenta claramente al ánimo, se la recuerda fácilmente y no se los puede confundir: en efecto, se encuentra en tal caso que el rejalgar se compone de un átomo de arsénico y dos de azufre, mientras que el oropimente está formado de un átomo de arsénico y tres de azufre; es decir, en el lenguaje químico actual, que el primero es un bisulfuro de arsénico, y el segundo un trisulfuro.

Existen también en la naturaleza dos óxidos de cobre, uno de los cuales contiene

| | |
|---------|------|
| Cobre | 0,88 |
| Oxígeno | 0,12 |
| | 1,00 |

y el otro

| | |
|---------|------|
| Cobre | 0,80 |
| Oxígeno | 0,20 |
| | 1,00 |

Apenas puede formarse una idea por estos números de la diferencia química de estos dos óxidos, uno de los cuales es rojo-vidrioso y el otro negro y térreo. Pero si se calculan los análisis en el sistema atómico, se encuentra que el uno contiene un átomo de cobre y uno de oxígeno y el otro un átomo de cobre y dos de oxígeno, y en este caso la diferencia es ya clara y precisa.

Estos dos ejemplos bastan para demostrar que es indispensable presentar la composición de los cuerpos en átomos; esto lo demostraremos bien pronto; pero antes es necesario decir algunas palabras acerca de la nomenclatura y de los signos atómicos.

Explicaciones de la nomenclatura. Los diferentes compuestos binarios resultan como hemos visto de la combinación de un átomo, de un elemento con 1, 2, 3, 4, ó mas átomos de otro elemento, y teniendo estas combinaciones caracteres muy diferentes es importante distinguirlos en el lenguaje. Para esto se ha imaginado añadir al nombre genérico tomado del elemento electro-negativo, y tal como se ha adoptado desde la renovación de la química por Lavoisier, epítetos que pueden indicar las proporciones. Se usan epítetos, *mono*, *bi* ó *di*, *tri*, etc., para indicar la combinación de un átomo de tal ó cual cuerpo electro-positivo con uno, dos, tres, ó mas del electro negativo. Así se dice, *mono-sulfuro* ó *bi-sulfuro*, *tri-sulfuro*, etc.;

para indicar la combinación de uno, dos, tres ó mas átomos de azufre, con un átomo de tal ó cual otro cuerpo; del mismo modo se dice, *mono-arsénico*, *bi-arsénico*, etc. En el mismo sentido se puede decir, *mono-óxido*, *bi-óxido*, *tri-óxido*, etc., palabras que usaremos mucho en adelante, y que no deben confundirse con los de *proto-óxido*, *deuto-óxido*, y *trito-óxido*, muy usadas en química; pero que comunmente no tienen relación alguna con el sistema atómico.

Sería de desear que se pudieran expresar de la misma manera las relaciones atómicas en los compuestos ternarios; pero la complicación que suele verificarse en estas relaciones como hemos hecho ver, es un obstáculo que no puede vencerse. Ha sido necesario recurrir á las relaciones que existen entre las cantidades del principio comun á los átomos binarios que se reúnen y se forman entonces una nomenclatura análoga á la anterior, aunque las palabras no tengan la misma significación; así se dice en el caso de las combinaciones oxigenadas, *mono-sal*, *bi-sal*, *tri-sal*, etc., para designar no la combinación de un átomo, de un óxido con uno, dos, tres ó mas átomos de óxido, sino para designar, que el oxígeno del ácido es una, dos ó tres veces el de la base; esto es lo que se debe comprender por palabras tales como *mono-silicato*, *bi-silicato*, *tri-silicato*, etc.; sin embargo, es de notar, que en el caso en que la base y el ácido tengan el mismo grado de oxidación, la nomenclatura expresa igualmente las relaciones atómicas.

También haremos observar, que varios óxidos han recibido desde hace mucho tiempo nombres unívocos que se usan habitualmente tales como *alúmina barrita*, *cal*, *glucina*, *magnesia*, *litina*, *potasa*, *silice*, *sosa*, *estronciana*, *itria*, *circona*, en lugar de *óxido aluminico*, *barítico*, *cálcico*, etc. Haremos uso con frecuencia de estas denominaciones simples.

Signos que representan las combinaciones. Mientras que no hay mas que un corto número de elementos combinados entre sí y que están reunidos en proporciones simples, se puede siempre expresar la naturaleza del compuesto por medio de una frase corta, fácil de entender y de recordar; pero á medida que los compuestos se hacen mas complicados, hay mayores dificultades, y por otra parte, en todos los casos, es siempre largo y algunas veces difícil comparar estas frases para ver en qué se diferencian los compuestos que describen. Estas razones han hecho imaginar medios particulares que presentan la composición de los cuerpos por medio de una especie de fórmulas muy cortas y que de una ojeada se pueden comparar muchas. Basta para esto designar los diferentes cuerpos simples por medio de una ó dos letras que se pueden tomar de sus iniciales como lo indica la tabla siguiente en que hemos adoptado la nomenclatura latina de Berzelius para conformarnos con los signos de uso general.

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Al — Aluminium. | Fl — Fluoricum (<i>Phloro</i>). |
| Ag — Argentum. | G — Glucinium (<i>Berillium</i>). |
| Ar — Arsenicum. | Hy — Hydrargyrum. |
| Au — Aurum. | H — Hydrogenium. |
| Ba — Barium. | I — Iodicum. |
| Bi — Bismuthium. | Ir — Iridium. |
| Bo — Borum. | K — Kalium ó <i>Potassium</i>). |
| Br — Bromium. | L — Lithium. |
| Ca — Calcium. | Mg — Magnesium. |
| Cd — Cadmium. | Mn — Manganium (<i>Manganosa</i>). |
| C — Carbonium (<i>Carbono</i>). | Mo — Molybdænum. |
| Ce — Cerium. | Na — Natrium ó Sodium. |
| Ch — Chloron. | Ni — Niccolum ó Nickel. |
| Chr — Chromium. | N — Nitricum ó Azoe. |
| Co — Cobaltum. | |
| Cu — Cuprum. | |
| Fe — Ferrum. | |

| | |
|---------------------------|---|
| Os — Osmium. | Sr — Strontium. |
| O — Oxigenium. | S — Sulphur. |
| Pa — Palladium. | Ta — Tantalum. |
| P — Phosphorus. | Te — Tellurium. |
| Pt — Platinum. | Ti — Titanium. |
| Pb — Plumbum. | U — Uranium. |
| R — Rhodium. | W — Wolframium seu <i>Tungstenium</i> . |
| Se — Selenium. | Y — Yttrium. |
| Si — Silicium. | Zn — Zincum. |
| Sn — Stannum. | Zr — Zirconium. |
| Sb — Stibium. | |
| — seu <i>Antimonium</i> . | |

Dos de estos signos opuestos uno al lado de otro, indican un compuesto binario formado de dos cuerpos correspondientes; así FeS, indica un sulfuro de hierro; Cu Se, es un seleniuro de cobre; Fe C, un carburo de hierro; Co As, un arseniuro de cobalto. Del mismo Fo, es un óxido de hierro, Ko, un óxido de potasio; So, un óxido de Silicio, etc. Para designar el número de átomos de los componentes, se coloca una cifra en forma de exponente al lado de la letra; mientras no hay exponente, el cuerpo no entra mas que por un átomo: así FeS es un simple sulfuro de hierro; FeS² es un trisulfuro, FeS⁴ un cuadrif sulfuro, etc.: Del mismo modo FeO designa un óxido de hierro; FeO² un bióxido, FeO³ un trióxido, etcétera; pero como el oxígeno entra en un gran número de compuestos, Berzelius lo expresa de una manera mas corta por medio de uno ó mas puntos colocados sobre el signo de la base segun que hay uno ó varios átomos de oxígeno.

Signos mineralógicos. Los signos que acabamos de dar á conocer, indican rigorosamente y en detalle la composición de los cuerpos; pero se les puede encontrar algunos inconvenientes, porque en los compuestos oxigenados son bastante difíciles de leer de corrido, lo cual sucede cuando los dos cuerpos reunidos no son del mismo orden de oxidación.

Para remediar este inconveniente, Berzelius ha imaginado otros signos que llama *signos mineralógicos* para distinguirlos de los primeros que llama *signos químicos*; al efecto, suprime los signos de oxidación, y emplea caracteres cursivos á fin de que se distingan al momento esta clase de signos de los signos químicos; cuando hay dos óxidos de un cuerpo, designa el mas elevado por medio de una letra mayúscula y el mas bajo por una minúscula; así escribe *F* para el óxido de hierro, de tres átomos de oxígeno, y *f* para el óxido de dos átomos. Segun esto, escriben las combinaciones cuyos signos químicos acabamos de dar de la manera siguiente:

PbMo², CaSi, MSi², CaSi², CuSe, que indica al momento el orden del compuesto.

Se ve que estos nuevos signos ofrecen muchos menos detalles que los primeros, puesto que indican solamente, que el oxígeno del ácido es igual al oxígeno de la base, ó bien que es doble ó triple sin decir cuál es el número atómico de oxígeno de los componentes; pero por esto mismo tienen mas firmeza que los signos químicos, porque expresando solamente un hecho, no cambiarían en manera alguna si observaciones nuevas condujeran á cambiar el número atómico del oxígeno en el ácido ó en la base.

Observaciones sobre las mezclas. Las leyes de composición que hemos establecido, se manifiestan de una manera clara y precisa en los compuestos que sabemos formar artificialmente; las proporciones de los componentes son en ellos sensiblemente constantes, y las pequeñas diferencias que se observan en los análisis no salen del límite de los errores posibles de operación. Es natural creer, que debe suceder lo mismo en las sustancias minerales, y sucede con frecuencia que los análisis de estos cuerpos presentan proporciones que se separan mas ó menos de las pro-

porciones definidas, de modo, que aun en las combinaciones mas simples, hay superabundancia de un principio ó de otro. Algunas veces se encuentran por el análisis tantas sustancias diferentes y en proporciones tan singulares, que no se sabe qué pensar de la composición del mineral que es su objeto si no se ha reflexionado suficientemente en todo lo que puede pasar en los grandes laboratorios de la naturaleza.

Antes de pasar mas adelante, hagamos notar, que solo tomando todas las precauciones imaginables podremos obtener compuestos puros en nuestros laboratorios, que en nuestras fábricas donde se opera en grande solo por medio de repetidas cristalizaciones se consigue llevar las sales al estado de pureza que reclaman los artes; estado en que todavía no suele existir la pureza química. Si en lugar de tomar estas precauciones operamos por el contrario de modo de hacer cristalizar los diferentes cuerpos en circunstancias análogas á aquellas en que se encontraban los minerales en el momento de su cristalización, obtenemos resultados enteramente diferentes. Así como hemos dicho ya, cuando una disolución tiene materias extrañas en suspensión, las sales que se precipitan contienen casi siempre una cantidad mayor ó menor que se halla diseminada con mas ó menos uniformidad ó colocada entre las capas de crecimiento. Si se hacen disolver varias sales á un tiempo en un mismo líquido y despues de haber concentrado la disolución hasta cierto punto se abandona á la evaporación espontánea, se observa, que solo en el caso en que las sales se diferencien mucho por su grado de solubilidad, cristalizan una despues de otra y se hallan cada cual en estado casi puro. Cuando por el contrario su solubilidad es casi la misma, se mezclan todas unas con otras en mayor ó menor cantidad, de manera, que no hay una sola que esté pura. Estas mezclas sobre las cuales se han hecho un gran número de experimentos, se verifican indiferentemente entre toda especie de sales, de manera, que parece que se deben enteramente á la casualidad; la parte accidental se halla entonces siempre en corta cantidad; pero hay tambien mezclas que se hacen bajo ciertas condiciones que es muy importante conocer y que pueden tener lugar en todas proporciones, de manera, que sucede algunas veces no haber en ellas ninguna materia que domine sensiblemente. En general se observa en todos los experimentos, que las sales de la misma fórmula de composición se mezclan muy fácilmente unas con otras, sobre todo cuando tienen formas cristalinas casi semejantes, ó solamente del mismo género; pero muy parecidas. Así todas las especies de alumbre, el alumbre con potasa, el alumbre amoniacal, una sal de la misma fórmula en que el trióxido de hierro reemplaza á la alúmina, etc., tienen tal tendencia á mezclarse, que no se les puede impedir por mas precauciones que se tomen y que ni aun puede conseguirse separarlas completamente por cristalizaciones repetidas cuando una vez se han reunido. También se forman mezclas del mismo género entre el nitrato de barita y el nitrato de plomo; entre los nitratos de potasa y sosa, entre los sulfatos de hierro, de cobalto, de níquel, etc.; entre los sulfatos de cina, de sosa, de magnesia, etc. No solamente estas mezclas se verifican cuando la solución no contienen mas que sales de cada uno de los grupos que hemos citado, sino que son las que se forman con preferencia cuando un gran número de sales se hallan disueltas en el mismo líquido, de manera, que puede decirse, que las sales de una misma fórmula se buscan en cierto modo para cristalizar juntas, mezclándose en todas proporciones.

En estos casos de mezcla de diferentes sales de la misma fórmula, se observa que las formas cristalinas apenas son alteradas, de manera, que muchas veces ni aun se observa diferencia cuando se emplea el go-

niómetro ordinario. Esto depende, de que en general, las sales de la misma fórmula, tienen sino formas idénticas, á lo menos formas del mismo género y muy aproximadas por sus ángulos; se comprende en tal caso, que en el momento de la consolidación, cierto número de moléculas de una sal, puedan sustituir á otra sin que por esto la cristalización se vuelva irregular ó cambie de un modo sensible.

Esta identidad de forma para las mismas fórmulas de composición, no solo se hace notar entre sales del mismo ácido que tienen bases diferentes del mismo grado de oxigenación, sino también entre sales de la misma base ó bases cuyos grados de oxigenación son semejantes y que tienen ácidos diferentes del mismo orden de composición. De aquí resulta, que no solo hay sales de bases diferentes que tienen formas análogas mas ó menos aproximadas, sino también sales de ácidos diferentes que se encuentran en el mismo caso. Mitscherlich, combinando estos datos y otros muchos tomados en el mismo reino mineral, ha deducido, que las diferentes bases del mismo grado de oxidación que al combinarse en igual proporción con el mismo ácido, daban lugar á cuerpos de formas análogas, algunas veces semejantes, debían también ser susceptibles de formas análogas ó semejantes, y que lo mismo debía suceder con ácidos diferentes, del mismo grado de oxidación susceptibles de producir cuerpos de la misma forma combinándose con la misma base. Estas son las conclusiones que ha expresado con el epíteto *isomorfo* aplicado á diferentes bases y ácidos en que ha podido observar estas propiedades. Es esencial observar, que la palabra *isomorfo* no puede ser tomada en un sentido rigoroso, y frecuentemente indica solo una analogía muy grande porque las formas de las sustancias llamadas *isomorfas* no difieren sino muy poco por sus ángulos.

Todo lo que acabamos de decir acerca de las sales que hacemos cristalizar en los laboratorios, puede aplicarse punto por punto á las sustancias naturales. En efecto, estas sustancias han debido cristalizar en circunstancias enteramente análogas á las que hemos indicado, rara vez se encuentra una sustancia sola en una cavidad donde haya podido cristalizar en estado de pureza completa, de modo, que ofrezca al análisis un corto número de materias en proporciones definidas; por lo general, las sustancias han debido precipitarse muchas á un mismo tiempo de la misma disolución, puesto que se las encuentra agrupadas juntamente mezcladas de todas maneras y coloreadas unas por otras. Así se comprende que estas sustancias han debido mezclarse entre sí precisamente como las sales; es decir, que una sustancia determinada puede haber arrastrado á cualquier otra, y que las materias isomorfas ó mas generalmente las materias de la misma fórmula atómica, han podido mezclarse en todas proporciones etc. De aquí procede probablemente la inexactitud de las proporciones y la complicación que se observa frecuentemente en los análisis. Examinando atentamente las sustancias minerales bajo este punto de vista, se reconoce en efecto que las cosas suceden precisamente de esta manera. Por una parte se observa con frecuencia, tanto á la simple vista como con el microscopio, que hay partículas ya cristalinas, ya irregulares de tal ó tal materia, que se hallan contenidas en la masa de tal ó cual otra y frecuentemente en los cristales mejor formados; es pues claro que estas materias cuando á pesar de las precauciones preparatorias, no se ha podido aislarlas, complican los análisis y alteran las proporciones. Por otra parte, haciendo simultáneamente los análisis de diferentes sustancias que se hallaban reunidas de dos en dos, de tres en tres, etc., en un mismo grupo y que por consiguiente habían debido cristalizar juntas, se ha reconocido de una manera positiva que no había una sola de estas sustancias que no contuviera

cierta cantidad de casi todas aquellas con que estaba asociada, aun cuando no pudiera observarse señal alguna de la mezcla por medio de los instrumentos mas fuertes; por medio del cálculo, se ha conseguido siempre en tales casos aislar las diferentes sustancias mezcladas y restablecer de este modo para la sustancia principal proporciones conformes á las leyes generales que hemos citado. En fin, se reconoce que estas materias de la misma fórmula atómica, son también las que se encuentran mezcladas con mas frecuencia y en proporciones mas considerables. En efecto, si en los análisis complicados en que los componentes no presentan ninguna de las relaciones simples que hemos indicado, se reúnen de una parte los principios electro-positivos, de otra, los principios electro-negativos, se encuentra entre la suma de los átomos de los unos, y la de los átomos de los otros, precisamente la misma relación que si el compuesto se hallara reducido á su mayor grado de simplicidad, lo cual no puede verificarse sino en tanto que las materias mezcladas son de la misma fórmula atómica. Si se trata de un compuesto oxigenado, se observa asimismo que la suma de las cantidades de oxígeno de los óxidos electro-positivos y la de los óxidos electro-negativos están en la misma relación que en el compuesto reducido á la mayor simplicidad: es decir, que uno ó varios óxidos se encuentran en reemplazo de otro del mismo orden atómico de oxidación, y de tal manera, que la cantidad de oxígeno de este óxido ó de estos óxidos es precisamente igual á la que contendría el óxido que se halla en menor proporción.

Aclaremos estas últimas observaciones por medio de algunos ejemplos:

1.º Hemos visto que el sulfuro de plomo se compone de

| | |
|-----------------|--------|
| Azufre. | 0,1345 |
| Plomo. | 0,8655 |
| | 1,0000 |

lo cual da la fórmula PbS^2 ; ahora bien la análisis de una galena de Schemnitz ha dado hecha la reducción de una corta cantidad de sílice y de peróxido de hierro, que pertenece á la ganga:

| | |
|-----------------|-------|
| Azufre. | 0,134 |
| Plomo. | 0,796 |
| Plata. | 0,070 |
| | 1,000 |

Si se buscan las cantidades atómicas de estas materias se encuentran los números siguientes:

| | |
|-------------------------|--------------|
| Para el azufre. | 0,000666 : 2 |
| Para el plomo. | 0,000307 |
| Para la plata. | 0,000025 |
| | 0,000332 : 1 |

donde se ve que la suma de los números atómicos del plomo y de la plata, es sensiblemente la mitad del número atómico del azufre. Por consiguiente el mineral es un bisulfuro, cuyas bases son la plata y el plomo que se puede escribir así $(Pb, Ag) S^2$ ó $Pb Ag S^2$ en fin $(Pb Ag S^2)$, esta es una mezcla de dos sulfuros de la misma fórmula, cuyas cantidades relativas en peso determinaremos en seguida.

2.º Existe en la naturaleza una sustancia, el anfibol tremolita donde se ve que el oxígeno de las bases es al oxígeno de la sílice, como cuatro á nueve, siendo el de la magnesia tres veces mayor que el de la cal. Esta fórmula da en peso:

| | |
|-------------------|--------|
| Sílice. | 0,6050 |
| Cal. | 0,1243 |
| Magnesia. | 0,2707 |
| | 1,0000 |

pero hay, otras muchas sustancias que sus caracteres físicos hacen considerar como anfíboles y cuyos análisis son mucho mas complicados tales, como la siguiente:

| | | Que contiene de oxígeno. | |
|----------------------------|-------|--------------------------|------|
| Sílice. | 0,531 | 0,1758 | 9 |
| Alúmina. | 0,041 | 0,0191 | ... |
| Cal. | 0,106 | 0,0297 | ...1 |
| Magnesia. | 0,104 | 0,0402 | ...3 |
| Bióxido de hierro. | 0,218 | 0,0496 | ...3 |

donde no se ve desde luego como puede resultar una fórmula análoga á la precedente. Ahora bien, si después de haber buscado las cantidades de oxígeno, se reúnen la de la cal, de la magnesia y del bióxido de hierro, se encuentran 0,4195, número que es al de 0,2758 próximamente como cuatro á nueve; además si se reúnen solamente el oxígeno de la magnesia y del bióxido de hierro, se encuentran 0,898, número que es al de 0,0297 que presenta la cal poco mas ó menos como tres á uno. Se ve pues que la sola diferencia importante que existe entre este análisis y la composición que hemos presentado, consiste en que hay cierta cantidad de bióxido de hierro que reemplaza á la magnesia.

Por esta especie de sustitución es de un óxido á otro se puede concebir la coloración de las sustancias por combinaciones químicas y esto es en efecto lo que se observa mas ordinariamente. La tremolita por ejemplo es blanca cuando se halla enteramente pura; pero desde el momento en que un poco de bióxido de hierro viene á reemplazar una porción de magnesia, el color pasa al verde, tanto mas oscuro cuanto mayor es la cantidad de este óxido. Cuando el cuerpo contiene como principio esencial cierta cantidad de alúmina, sucede que esta sustancia es reemplazada por trióxido de hierro ó trióxido de manganeso, y el color se vuelve rojo. En la descripción de las especies, tendremos ocasión de hacer otras observaciones de este género.

CAPITULO II.

DEL ENSAYO QUIMICO DE LAS SUSTANCIAS MINERALES.

La análisis química es el único medio que tenemos de conocer con precisión la composición de un mineral, es decir, determinar las proporciones relativas de las partes que le constituyen; pero sin recurrir á una análisis rigurosa que exige grandes cuidados, instrumentos y aun un local particular, existen medios de reconocer la naturaleza de las materias que entran en la composición de un cuerpo, operando únicamente sobre partículas de este cuerpo por medios sencillos y fáciles. Las operaciones pueden hacerse ya por la vía húmeda ya por la vía seca.

Operación por la vía seca. Para operar por la vía seca y procurar el calor necesario, se usa el soplete, instrumento destinado á dirigir una corriente de aire ó de otro gas cualquiera, sobre la llama de un cuerpo en ignición, con objeto de que este actúe sobre el mineral que se sujeta al ensayo. Varias especies de soplete se han usado por los mineralogistas; el mas sencillo, consiste en un tubo cónico de metal ú otra sustancia, ligeramente encorvado hacia una de sus extremidades. El defecto de que adolece, es el de que si le usamos por algun tiempo, el agua en vapor que se deposita en la superficie interna del mismo, salga por la punta y apague la llama á mas de fundirse la extremidad en virtud de la alta temperatura. Se modificó este instrumento, haciendo que la punta fuese de un metal infusible á altas temperaturas, y que cerca de este mismo punto hubiese una cavidad de diversa forma destinada á alojar el agua en vapor. No

se logró con ello que el agua dejase de salir por la punta del soplete, pues teniendo este una ligera curvatura, era arrastrada en su dirección por la fuerza del aire, cuya velocidad va creciendo á medida que se aproxima á la parte mas estrecha. En la actualidad, los sopletes que se construyen, constan de dos brazos desiguales, unidos en ángulo recto. El mas corto se llama *pico del soplete*, y su extremidad es de platino, para evitar que se funda. El mas largo tiene también forma algo cónica, con objeto de que el aire adquiera mayor velocidad, y está terminado por una cavidad cilíndrica ó esférica destinada á alojar el agua en vapor, que sale de nuestros pulmones en el acto de la respiración. En la parte superior y lateral de esta cavidad, hay un agujero, al cual se ajusta exactamente el pico ó brazo corto. Cuando por medio de este instrumento actuamos durante algun tiempo sobre una llama cualquiera, la punta del soplete no puede fundirse por ser de platino, y el agua en vapor de ningún modo saldrá apagando la llama, pues habrá de acumularse en la superficie interna del brazo largo y pasar desde aquí siguiendo la dirección del aire al receptáculo colocado en su terminación y destinado á contenerla, no pudiendo desde este punto pasar al pico ó brazo corto por unirse ambos en la parte superior de dicha cavidad, á no ser que la cantidad del líquido, exceda el nivel de punto de unión. Es necesario advertir, que en los sopletes bien contruidos hay dos ó tres picos de diversos diámetros, con objeto de hacer mas fáciles las operaciones.

No siempre nos valemos de esta especie de sopletes, pues tienen la desventaja de requerir por parte del que los usa una gran práctica, y además un perfecto desarrollo é integridad de los pulmones. De lo contrario semejante ejercicio podría acarrear grandes daños á los sujetos que operan. Para evitar este inconveniente, nos valemos de sopletes, en los cuales la corriente de aire se establece por medio de un fuelle movido con nuestro pie.

En algunas ocasiones nos servimos de sopletes en que se determina una corriente de vapor de agua ó de alcohol elevando de temperatura estos líquidos colocados en aparatos dispuestos al efecto, y en las cuales por consiguiente el hombre solo interviene con sus manos, quedando completamente libre el órgano respiratorio.

Pueden dirigirse también las corrientes de gas oxígeno en vez de aire presentando las de aquel gas la ventaja de producir efectos muy superiores á las de este. El célebre químico Newmann, ha propuesto un soplete en que se usan los gases oxígeno é hidrógeno mezclados en las proporciones convenientes para formar agua. Cuando dicha mezcla gaseosa se inflama, la temperatura producida es sumamente alta y por su medio se han fundido minerales reputados antes por infusibles. Sin embargo grandes peligros corre el operador si no toma las precauciones necesarias. El mayor peligro consiste en que el aparato estalle á consecuencia de inflamarse la mezcla gaseosa contenida en su interior. Diferentes medios se han propuesto para evitar este inconveniente, creyendo unos que el aparato debía estar colocado en una pieza separada de la en que estuviese el operador, y otros que el agujero por donde saliese la mezcla gaseosa, fuera lo mas pequeño posible. Por ninguno de estos medios se consiguió el objeto, y en el dia se ha llegado á darle cima haciendo aplicación del célebre descubrimiento de Davy, inventor de la lámpara para los mineros. Se colocan para ello varias telas metálicas en el tubo por donde ha de salir la mezcla gaseosa, y aunque la llama se comuniqué al interior, no puede verificarse la explosión en razón á que las telas referidas le roban una cantidad de calórico tal, que cuando llega á la mezcla gaseosa no es suficiente para inflamarla.

La lámpara del soplete es una pieza indispensable,