de *romboedro*: *obtuso* (fig. 10): cuando el ángulo sólido A está formado de ángulos planos mayores que 90°, por ejemplo la *cal carbonatada*: y *agudo* (figura 11) cuando son menores, como sucede en la misma cal carbonatada.

SÓLIDOS DE OCHO CARAS.

Octaedro. Este nombre en rigor podria aplicarse á todo sólido de ocho caras: bastaria por ejemplo que dos aristas de un paralelepípedo fuesen reemplazadas por dos facetas para que este sólido se convirtiese en octaedro. Pero se ha reservado este nombre para un sólido mucho mas importante formado de dos pirámides cuadrangulares opuestas base á base, y que sirve de forma primitiva á un gran número de especies minerales. Consta de ocho caras triangulares, seis ángulos sólidos y doce diedros. Puede ser *regular*, *simétrico ó irregular*.

Se llama *octaedro regular* (fig. 12), cuando está formado de ocho triángulos equiláteros iguales cuyos ángulos y lados son por consiguiente todos iguales. Se puede hacer pasar por las doce aristas tomadas de cuatro en cuatro, tres planos ó tres cortes que son iguales, cuadrados y perpendiculares entre si: las tres diagonales de estos cuadrados son, pues, tambien iguales y perpendiculares, y se pueden tomar indiferentemente una ú otra por eje del cristal. Todos los ángulos diedros son iguales y su valor de 109° 28′ y 16″. El *hierro oxidulado* y el *espato fluor* tienen por forma primitiva un octaedro regular.

Los *octaedros irregulares* son de cuatro clases: el 1.° se llama *octaedro agudo* (fig. 13), y se presenta cuando permaneciendo cuadrado el corte horizonta ó la base de las dos pirámides se prolongan estas ó se hacen mas agudas, pre-

Fig. 9.ª

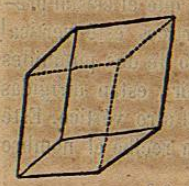


Fig. 10

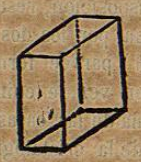


Fig. 11

Fig. 12

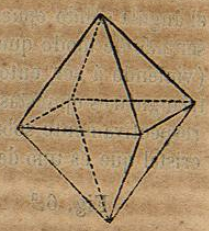


Fig. 14

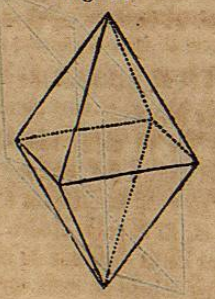
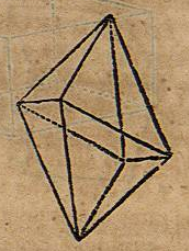


Fig. 15



sentando por caras triángulos isósceles cuyos lados culminantes iguales son mas largos que el tercero que le sirve de base. *El titano anatasa* cristaliza de esta manera.

El segundo octaedro irregular (fig. 14), llamado *octaedro obtuso*, conserva tambien su base cuadrada como el anterior, pero los lados culminantes de la pirámide son mas cortos que el de la base. Tal es, por ejemplo, la forma primitiva del *gergon*.

El tercer octaedro irregular (fig. 15) se diferencia de los anteriores en que la base de la pirámide ó sea su corte horizontal es un rectángulo. Las caras son triángulos isósceles, pero generalmente de dos especies en la misma pirámide, teniendo dos de ellos los lados mas largos que su base y los otros dos mas cortos. Se le da el nombre de *octaedro de base rectangular*: ejemplo, el *plomo sulfatado*.

El cuarto octaedro irregular (fig. 16) se denomina *octaedro de triángulos escalenos*, en cuya forma se presenta el *azufre nativo*. Las caras son triángulos escalenos iguales; los tres cortes diagonales son perpendiculares entre sí como en el octaedro regular, solo que son romboidales y desiguales.

Finalmente con el nombre de *octaedro cuneiforme* (fig. 17), ó sea en forma de cuña, se designa la modificacion de uno de los octaedros anteriores, que resulta cuando alargándose el cristal en el sentido de dos aristas paralelas de la base ó del corte horizontal se convierte esta de cuadrado en rectángulo, al mismo tiempo que el ángulo sólido ó vértice de las pirámides pasa á ser una arista paralela á la base. Dos de los lados ó triángulos de la pirámide se convierten entonces en trapecios inclinados uno sobre otro en figura de cuña: de este modo se nos presentan muchas veces el *oro nativo*, el *hierro* y el *cobre oxidulados* y el *azufre nativo*.

Llegamos al *prisma exagonal ó prisma exaedro* (fig. 18), cuya base es un exágono y que por consiguiente presenta seis caras laterales. Este prisma es *regular* cuando su base es un exágono regular sobre el que se levantan perpendicularmente las caras Como cada ángulo del exágono regular tiene por medida 120° los ángulos diedros de las caras laterales tienen tambien 120°, v. g. la *cal fosfatada*.

El prisma exaedro se llama *simétrico* (fig. 19) cuando la base en vez de ser un exágono regular tiene dos lados mayores que los otros, resultando que dos caras del prisma son mas anchas que las otras cuatro.

Por último, el prisma exaedro puede ser *oblicuo* (fig. 20) sobre su base, lo cual ocasiona una gran modificacion en su forma y propiedades.

SÓLIDOS DE MAS DE OCHO CARAS.

El *dodecaedro* ó sólido de 12 caras es de muchas especies.

1.ª El *dodecaedro romboidal* (fig. 21), formado por 12 caras romboidales iguales, equidistantes de un punto interior que es el centro del cristal; tiene 24 ángulos diedros y 14 ángulos sólidos, de los que seis son cuadruples é iguales y los otros ocho triples y tambien iguales entre sí. El ángulo diedro entre dos caras cualesquiera es de 120°: el formado por dos caras opuestas de un ángulo cuadruple tiene 90° y por último el ángulo plano obtuso de cada cara tiene 109° 28′ 16″ como el ángulo diedro del octaedro regular.

2.° El *dodecaedro pentagonal* (fig. 22), terminado por 12 pentágonos completamente iguales. Este sólido suponiéndole regular deberia tener todos sus lados iguales y todos sus ángulos planos tambien iguales ó sea de 108° que es la quinta parte de 6 ángulos rectos. El dodecaedro pentagonal regular no existe en la naturaleza, y el único que se conoce (entre las formas secundarias del *hierro sulfurado* y del *cobalto gris*) tiene todas sus caras iguales, pero sus pentágonos no son regulares, siendo mayor que los otros uno de los lados, á que se da el nombre de base. Los dos ángulos adyacentes no tienen mas que 102° 26′ 19″: el ángulo opuesto, que es el mayor, es igual á 121° 35′ 17″, y los dos ángulos laterales son de 106° 36′ 2″.

En este dodecaedro están dispuestas de tal manera las caras, que dos tienen siempre un mismo lado por base, por consiguiente no hay mas que seis bases para las doce caras: todos los ángulos sólidos son triedros y en número de 20, pero solo ocho de ellos son simétricos entre sí, y compuestos de tres ángulos planos iguales que son los ángulos laterales de los pentágonos; los otros doce ángulos son formados del ángulo vértice de un pentágono y de dos ángulos de la base de otras dos caras.

Los ocho ángulos sólidos simétricos estan colocados rigorosamente entre si como los ocho ángulos de un cubo: y lo son efectivamente, porque, como veremos luego, este dodecaedro pentagonal está formado por láminas progresivamente decrecientes añadidas á las 6 caras de un cubo.

3.° El *dodecaedro triangular* (fig. 23), que es un sólido formado de dos pirámides de 6 caras unidas base á base: el *cuarzo* se presenta algunas veces en esta forma.

Despues de los dodecaedros tenemos el *icosaedro* y el *trapezoedro* (figuras 24 y 25.)

El primero es un sólido formado de veinte caras triangulares, que seria regular si todas fuesen triángulos equiláteros (fig. 24); pero este icosaedro regular no existe en la naturaleza; y el único que se encuentra entre las especies de *hierro sulfurado* y de *cobalto gris*, como el dodecaedro pentagonal, está formado por ocho triángulos equiláteros y doce isósceles reunidos de cinco en cinco para formar cada ángulo sólido, de modo que solo tiene doce ángulos sólidos.

El *trapezoedro* (fig. 25) es un sólido de 24 caras cuadriláteras todas semejantes y colocadas semejantemente; está terminado por 26 ángulos sólidos, de los que 8 son triples, y dispuestos como los ángulos de un cubo, y 18 cuádruples. Aun estos son de dos especies, pues 6 de ellos son mas agudos y colocados entre si como los ángulos de un octaedro, y otros doce mas obtusos situados entre los primeros en la direccion de las aristas del mismo sólido. El *hierro persulfurado*, el *cobalto gris* y el *granate* se presentan en esta forma.

IDEA DE LA ESTRUCTURA DE LOS CRISTALES Y TRANSITO DE UNA FORMA A OTRA.

Anteriormente hemos dicho que existen en los cristales junturas naturales por las cuales se pueden dividir en ciertas direcciones separando de ellos láminas mas ó menos delgadas.

Estas láminas podemos concebirlas divididas hasta el punto de no ser mas que series paralelas de una sola hilera ó de un corto número de hileras de partículas que constituirán su grueso: cuya suposicion conduce naturalmente á

otra, que es, que los cristales se han formado y han ido creciendo por la sobreposicion sucesiva de láminas al rededor del nucleo primitivo.

Supongamos por ejemplo que este nucleo primitivo es un *cubo*. Si se van añadiendo (fig. 26) láminas con igualdad sobre todas sus caras, de tal modo que se cubran unas á otras esactamente, el sólido no se alterará, conservará siempre su forma cúbica: pero si la lámina que se aplica inmediatamente sobre cualquiera de sus caras tiene una hilera menos de partículas por cada lado, dejará al descubierto todo al rededor otra de partículas del nucleo primitivo. Si á esta primera lámina se sobrepone otra que tenga tambien una hilera menos que ella por cada lado, resultará una cara que tendrá dos hileras menos que el núcleo: y añadiendo sucesivamente láminas siempre decrecientes en la misma proporcion, es claro que la cara del cubo se hallará cubierta por una pirámide cuadrangular.

Suponiendo igual sobreposicion y decrecimiento de láminas sobre otra cara del cubo adyacente á la primera, resultará otra pirámide semejante; y ademas las dos nuevas caras triangulares contiguas á la arista del cubo estarán en un mismo plano formando una sola cara romboidal, cuya diagonal será la misma arista del cubo.

Pero como estas son doce, si sobre cada una se verifica la misma transformacion, se habrá convertido el cubo en un *dodecaedro romboidal*.

Considerando los sólidos mas regulares de la mineralogia, que son: el *tetraedro*, *el cubo*, *el octaedro*, *el dodecaedro romboidal* y el *trapezoedro*, veremos que pueden originarse unos de otros por decrecimientos análogos al que acabamos de esplicar.

El tetraedro, por ejemplo (fig. 27) puede convertirse en *un cubo* por un decrecimiento igual sobre cada una de sus aristas; porque disminuyendo cada vez mas las caras triangulares, irán por el contrario creciendo las que se formen sobre las aristas, hasta que juntándose resulten seis caras cuadradas y perpendiculares entre sí.

Fig. 13

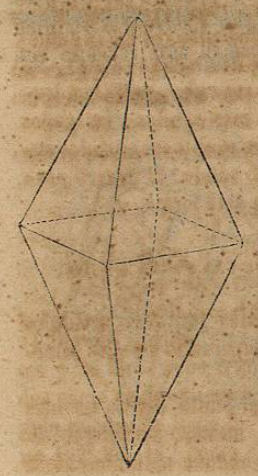


Fig. 16

Fig. 17

Fig. 20

El mismo *tetráedro* dá lugar tambien á *un octáedro*, (fig. 28) si en vez de verificarse el decrecimiento sobre sus aristas se efectua sobre sus ángulos sólidos: porque estos son reemplazados por triángulos equiláteros, que á medida que se van aumentando van disminuyendo las caras del sólido, hasta que llega un momento en que se igualan unas con otras, resultando ocho caras triangulares iguales, equiláteras, y simétricas, colocadas al rededor de un mismo centro, que es lo que constituye el octáedro regular.

Si suponemos que las cuatro caras últimamente formadas continuan estendiéndose hasta reunirse haciendo desaparecer las antiguas enteramente, volverá á producirse el tetraedro, pero inverso del primitivo, pues que sus caras corresponderán al sitio en que estaban los ángulos de este y viceversa.

El *tetraedro* pasa tambien al *dodecáedro romboidal* (fig. 29) por un apuntamiento simétrico de tres caras sobre cada ángulo sólido, correspondiendo cada cara del apuntamiento respectivamente á otra del tetráedro.

Otras modificaciones del cubo.

Acabamos de ver que el cubo por el decrecimiento de *una hilera de partículas sobre cada arista* se convierte en dodecaedro romboidal: pero si el decrecimiento se verifica desigualmente sobre las aristas contiguas, (fig. 30) de manera que el sólido sobreañadido disminuya por ejemplo *dos hileras de partículas de ancho por cada una de alto* en un lado; y en el otro *una de ancho por cada dos de alto*, necesariamente habrá de resultar la primera cara mucho mas tendida ó rebajada que la segunda, y el sólido sobrepuesto, en vez de terminar en una punta, lo verificará en una arista.

Si en este lado tiene lugar un decrecimiento semejante en las caras contiguas, pero en sentido contrario, las nuevas caras formadas adyacentes á cada arista del cubo se hallarán en el mismo plano terminado por un lado en ángulo y por otro en una arista constituyendo un pentágono: y por consiguiente siendo estos en número de doce, el sólido resultante será *un dodecáedro pentagonal*.

Si en vez de decrecer el cubo sobre las aristas lo efectuase sobre los ángulos en el sentido de la diagonal opuesta á cada ángulo, (fig. 31) estos se convertirian en caras triangulares equiláteras: y cuando las ocho nuevas caras hubiesen cubierto enteramente las del cubo, este se habria transformado en un octaedro regular (fig. 32) y recíprocamente este conduce al cubo por un decrecimiento regular de sus seis ángulos sólidos (fig. 33).

Fig. 18

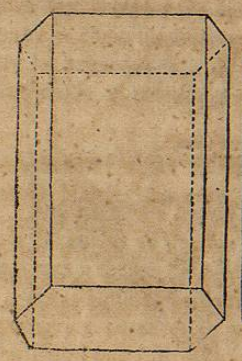


Fig. 19

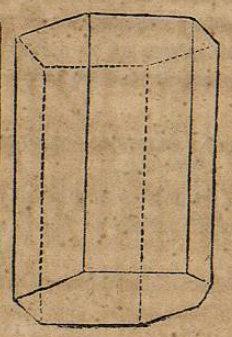
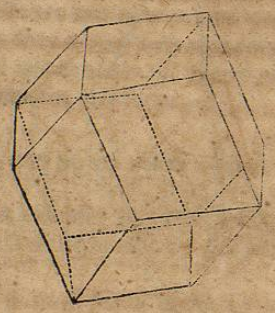


Fig. 21



Hemos visto antes que el *dodecáedro pentagonal* podria originarse de un decrecimiento desigual aunque simétrico sobre las aristas *del cubo*. Pues este mismo dodecaedro puede producir un icosaedro por un decrecimiento igual sobre los ocho ángulos simétricos formados de tres planos iguales: porque reemplazando á cada ángulo de estos un triángulo equilátero, lo que queda de las doce caras del dodecaedro forma otros doce triángulos isósceles.

Respecto del *trapezoedro*, sólido terminado por 24 cuadriláteros, proviene de la truncadura tangente de las 24 aristas del *dodecaedro romboidal*, (fig. 34) que segun hemos visto procede del cubo.

De los sistemas ó tipos de cristalizacion.

Al considerar el número casi infinito de formas cristalinas que presentan los minerales, parece á primera vista que mas bien que utilidad, debe ocasionar embarazo su estudio para la determinacion de estos: pero ya hemos visto que Haüy ha utilizado este lujo de formas para distinguir las especies, haciendo ver que todos los cristales de un mismo mineral se pueden reducir por medio de la clivacion á una forma única, que se debe considerar como la primitiva y fundamental de todas las demas. Despues de Haüy los cristalógrafos han simplificado todavia este resultado, reduciendo todas estas formas sean ó no primitivas á seis grupos ó tipos, tales, que todas las comprendidas en cada grupo pueden deducirse unas de otras, ó combinarse entre sí de manera que producen cristales más compuestos; mientras que las de un grupo no pueden resultar de las de otro, ni combinarse con ellas.

Primer tipo.—*Sistema cúbico*, llamado tambien *sistema regular ó isoáxico*.

En el capítulo anterior hemos demostrado como pueden transformarse unos en otros los cristales de este grupo. Todos ellos tienen sus ejes de la misma naturaleza, iguales y dispuestos semejantemente entre sí. Estos ejes son de dos especies; tres llamados *perpendiculares* (aa′, ee′, ii′ (fig. 35) que son

Fig. 22

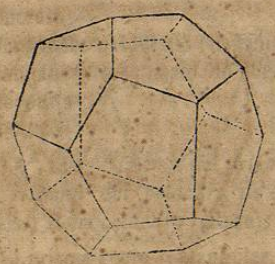
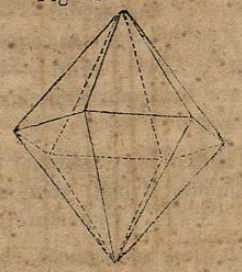



Fig. 23