

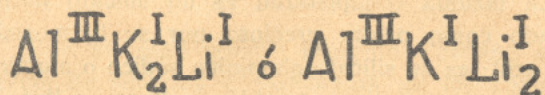
SILICIO

Q. Farmacéutico ADOLFO LEPORE

(CONCLUSION)

SILICATOS ALCALINOS

El litio forma principalmente 2 silicatos naturales: la LEPIDOLITA que es un trisilicato de aluminio, litio y potasio $[\text{Si}^3\text{O}^9][\text{AlKLi}]^n$ en ella el valor total de n es igual a 6 valencias, por ejemplo, puede ser



y también en el anión trisilicato puede haber fluoruro o hidróxido, y el Spodumen $[\text{Si}^4\text{O}^{12}][\text{Al}^2\text{Li}^2]$ trisilicato puede haber fluoruro o hidróxido, y el Spodumen $[\text{Si}^4\text{O}^{12}][\text{Al}^2\text{Li}^2]$

El sodio existe bajo forma de FELDESPATO SODICO o ALBITA $[\text{Si}^3\text{O}^8][\text{AlNa}]$.

La NATROLITA $[\text{Si}^2\text{O}^5]^3(\text{OH})^9[\text{Al}^4\text{Na}^3]$ que es una ceolita o permutita.

La NEFELINA $[\text{SiO}^4]\text{AlNa}$.

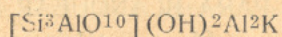
La soladita $3[\text{SiO}^4]\text{AlNa} \cdot \text{ClNa}$

Los ultramares, lazulita o lapislázuli, de composición aproximada. $[\text{SiAlO}^4\text{Na}]^6\text{S}^2\text{Na}^2$

Los Feldespatos sodo-cálcicos o PLAGIOCLASAS $[\text{Si}^3\text{O}^8]^2[\text{AlCaNa}]^n$ aquí el valor total de $n = 8$ valencias, por ejemplo $[\text{Si}^3\text{O}^8]^2[\text{AlCa}^2\text{Na}]$

El potasio existe como FELDESPATO POTASICO u ORTOCLASA $[\text{Si}^3\text{O}^8][\text{AlK}]$

La mica potásica MOSCOVITA



La BIOTITA o mica magnésica

$[\text{Si}^3\text{AlO}^{10}](\text{OH})^2\text{Al}^2\text{K} \cdot [\text{SiO}^4][\text{FeMg}]$ que es una mezcla isomorfa de mica potásica y olivino.

El Rubidio puede encontrarse como sustituto del potasio en la LEPIDOLITA o sea $[\text{Si}^3\text{O}^9][\text{AlRbLi}^2]$

El Cesio forma el silicato natural llamado polux o POLUCITA de fórmula $[\text{SiO}^3]^9\text{H}^2\text{Al}^4\text{Cs}^4$

SILICATOS ALCALINO-TERREOS

El berilio o glucinio existe en la naturaleza como silicato natural llamado BERILO, al que le debe el nombre el elemento, tiene como fórmula

$[\text{Si}^6\text{O}^{18}]\text{Al}^2\text{Be}^3$. Cuando este exasilicato natural toma color verde por tener como impureza cromo (alrededor 0.3 % de Cr^2O^3) constituye la piedra preciosa llamada ESMERALDA; a veces toma color verde azulado y claro como el agua, entonces se llama, AGUA MARINA, otras veces es atornasoadado con reflejos verdes y rojos, se llama ALEJANDRITA.

El magnesio se encuentra bajo la forma de los siguientes silicatos naturales.

El metasilicato de magnesio o ESTEATITA $[\text{SiO}^3]\text{Mg}$

El ortosilicato magnésico u OLIVINO $[\text{SiO}^4]\text{Mg}^2$ en el cual el magnesio puede estar parcialmente sus-

tituido por el hierro $[\text{SiO}^4]\text{MgFe}$

La SERPENTINA $[\text{Si}^2\text{O}^5](\text{OH})^4\text{Mg}^3$

La ESPUMA DE MAR $[\text{Si}^3\text{O}^5]\text{H}^2\text{Mg}^2(\text{H}_2\text{O})^n$

El TALCO $[\text{Si}^2\text{O}^5]\text{Mg}^2 \cdot (\text{OH})^2\text{Mg}$.

El ASBESTO $[\text{Si}^{4-n}\text{Al}^n\text{O}^{11}]\text{Mg}^3$ que está constituido por dobles cadenas (fig. 8) es decir que es un metatetrasilicato de magnesio, con parte del silicio sustituido por el aluminio; las dobles cadenas es lo que le dan su estructura fibrosa.

El DIOPSIDO $[\text{Si}^4\text{O}^{12}]\text{Mg}^2\text{Ca}^2$

El calcio se halla en la naturaleza formando el metasilicato $[\text{SiO}^3]\text{Ca}$ mineral llamado WOLLASTONITA. La titanita $[\text{SiO}^3]\text{Ca} \cdot \text{TiO}^2$

La ESPURRITA es ortosilicato cálcico y carbonato cálcico $[\text{SiO}^4]^2(\text{CO}^3)\text{Ca}^5$

El bario puede sustituir al potasio en el feldespato potásico (por tener semejantes los radios iónicos $\text{K}^+ = 1.33\text{A}$ y $\text{Ba}^{++} = 1.43\text{A}$) $[\text{Si}^3\text{O}^8]^2\text{Al}^2\text{Ba}$

SILICATOS NATURALES DEL ALUMINIO

Como hemos visto, el aluminio es un elemento que integra comúnmente los silicatos junto a los otros metales, sin embargo se encuentra en la naturaleza al estado de silicato aluminico puro y silicato aluminico hidratado.

El CAOLIN PURO o TIERRA DE PORCELANA $[\text{Si}^2\text{O}^7]\text{Al}^2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ que es un piroxilicato de aluminio con 2 moléculas de agua, que en farmacia se usa muchas veces, llamándolo BOLO BLANCO; antiguamente como venía en pastillas, con un sello indicador de su origen, se llamó TIERRA SELLADA.

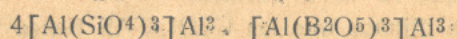
El caolín es uno de los integrantes principales de las ARCILLAS, donde también se encuentra la MONTMORILLONITA $[\text{Si}^2\text{O}^5]^2(\text{OH})^2\text{Al}^2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ cuando el caolín está impurificado con mucho carbonato de calcio (CO^3Ca) se llama BARRO; que casi siempre están impurificados con impurezas que le dan color, por ejemplo silicato de hierro.

Además del caolín puro o caolinita y de la montmorillonita, el aluminio se encuentra como ortosilicato básico $[\text{SiO}^4]\text{Al} \cdot (\text{OAl})$ llamado ANDALUCITA o SILLIMANITA; el metasilicato básico $[\text{SiO}^3](\text{AlO})^2$ o DISTENO y la dumortienita $[\text{SiO}^6]^3\text{Al}^8$

SILICATOS DE LOS GRUPOS B

El cobre, la plata y el oro, no forman generalmente silicatos naturales. El zinc forma un silicato natural llamado CALAMINA, que es un ortosilicato zincico monohidratado $[\text{SiO}^4]\text{Zn}^2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

El boro se encuentra en la naturaleza bajo forma de silicato de aluminio y boro, llamado TURMALINA; a este silicato natural, le corresponde según Jakob, la complicada fórmula:



o según la notación dualística: $12\text{SiO}_2 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{Al}_2\text{O}_3$

El titanio forma la TITANITA o ESFENO, del que ya hemos hablado.

El circonio forma el silicato natural llamado CIRCON que es ortosilicato de circonio. $[\text{SiO}_4]\text{Zr}$ utilizado como piedra semi-preciosa.

El manganeso forma el silicato natural RHODONITA $[\text{SiO}_3]\text{Mn}$.

Para concluir con este interesante punto, nos falta ver las aplicaciones interesantísimas que hace la industria, de algunos de los silicatos naturales, en la fabricación de vidrios y cristales; cementos, porcelanas, filtros; la aplicación de las permutitas en la purificación del agua; su aplicación en joyería y aparatos de precisión: en la fabricación de sustancias colorantes (ultramares). Todo esto nos hará ver la enorme importancia práctica del punto teórico que hemos tratado.

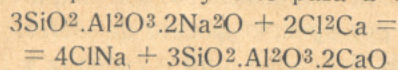
PERMUTITAS

Se llaman así, silicatos insolubles que tienen la curiosa propiedad de "permutar" su constituyente básico por otro, y luego colocadas en condiciones favorables, volver a adquirir su constituyente primitivo.

Las permutitas pertenecen al tipo de silicatos que cristalizan en REDES EN CAPA, por ejemplo, dos redes como la de la figura 12, superpuestas: corresponden las permutitas al grupo de las CEOLITAS o ZEOLITAS, una de estas es, por ejemplo, la NATROLITA $[\text{Si}_2\text{O}_5]^3(\text{OH})_9[\text{Al}^4\text{Na}^3]$.

Se pueden preparar permutitas artificialmente; las obtenidas en una atmósfera saturada de vapor de agua, tienen, si son de metales alcalinos o alcalinotérreos, una composición aproximada, de acuerdo con la notación dualística $3\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{Me}_2\text{O} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ de estas $5\text{H}_2\text{O}$ no se sabe cuantas moléculas son de constitución y cuantas de cristalización.

Vamos a suponer que tenemos una permutita en la cual $\text{Me}=\text{Na}$ y la ponemos en contacto con una solución que tiene Cl^2Ca , pasa en términos generales un fenómeno de esta naturaleza: el calcio sustituye al sodio de la permutita y este pasa a cloruro así:



Ahora la permutita de calcio que resulta, puede regenerar la permutita sódica original, para lo cual basta con tratarla con una solución de cloruro sódico que tiene una concentración apropiada, quiere decir que ahora se produce el fenómeno inverso, el sodio sustituye al calcio. Ahora además de calcio, se pueden permutar otros metales, por ejemplo hierro, manganeso, y los otros alcalinos y alcalinotérreos, la plata, etc. Esto se aprovecha en la industria para convertir en potables las aguas duras y también para separar el hierro en las aguas que contienen mucha cantidad de este elemento.

El comercio expende PERMUTITA, bajo forma de arena gruesa que sirve para filtrar a su través el agua que se va a purificar.

Ya dijimos que las CEOLITAS tienen estructura

de red en capas; como las distancias entre las capas son superiores a las que existen entre los átomos de las mismas capas, PENETRAN EN LOS ESPACIOS INTERMEDIOS DE LAS CAPAS, moléculas de agua, de sales, etc. sin producir variación fundamental en la estructura, lo mismo que pueden cambiarse los átomos que no integran el ESQUELETO del silicato, de ahí la explicación de aquella propiedad, que viene a ser el resultado de un fenómeno de adsorción y químico como consecuencia de la estructura silicea.

ULTRAMARES

La lazulita o lapislázuli es un silicato natural, utilizado como piedra preciosa por su hermosísimo color azul; es un silicato aluminico sódico o aluminico sodo-cálcico que tiene también sulfuro, sulfuro de sodio y azufre algunas veces; tiene como composición aproximada $[\text{SiO}_4\text{AlNa}]^6\text{S}^2\text{Na}^2$

Pueden prepararse cuerpos de composición semejante y que reciben en conjunto el nombre de ULTRAMARES.

Los ultramares son silicatos de constitución parecida a las permutitas y como éstas permiten permutar las bases y la riqueza en azufre sin que cambie fundamentalmente el esqueleto o estructura del silicato.

Para preparar los ultramares se emplean caolín y sal común o carbonato de sodio, azufre y sulfato de sodio y como reductores carbón o mejor resinas; según las cantidades de sustancias empleadas se obtienen ultramares cuyo color varía desde el amarillo hasta el azul intenso.

El polvo de ultramares se usa mucho en pintura y es el producto conocido comunmente como AZUL PARA BLANQUEAR ROPAS.

Si se calcina caolín $[\text{Si}_2\text{O}_7]\text{Al}^2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ con CO_3Na^2 y carbón se obtiene ultramar verde, que lavado con agua y calentado al rojo incipiente da ultramar azul.

CEMENTOS

Cuando se mezclan arena (SiO_2) y una lechada de cal $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ se obtiene el MORTERO DE CAL; éste en contacto con el CO_2 del aire, forma CO_3Ca y como al mismo tiempo se va evaporando el agua, el mortero se endurece; en esto está basado su uso para la construcción, por ejemplo para unir los ladrillos; ese endurecimiento es lo que se llama FRAGUADO. El mortero de cal es aéreo, lo que quiere decir que no endurece sino en el seno del aire, efectivamente en el agua no lo puede hacer porque ésta disuelve el $\text{Ca}(\text{OH})_2$; pero hay otros morteros que endurecen aún en el seno del agua, de ahí que se le designen con el nombre de morteros hidráulicos o CEMENTOS.

El CEMENTO PORTLAND se prepara haciendo mezclas de CALIZA o CO_3Ca y ARCILLA, cuyo componente principal es el caolín $[\text{Si}_2\text{O}_7]\text{Al}^2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, en proporciones variadas y se calienta en hornos especiales a una temperatura próxima a 1350° ; la mezcla

de caliza y arcilla pierde así CO_2 y H_2O y deja una masa que pulverizada constituye el cemento. Este al ser mojado fija agua y al cabo de un tiempo que varía de un cemento a otro, se endurece.

La composición aproximada de un Cemento Portland es:

Oxido de calcio (CaO)	60 %
Oxido de silicio (SiO_2)	25 %
Oxido de aluminio (Al_2O_3)	10 %
Impurezas (Fe_2O_3 - MgO - Silicato de hierro, etc.)	5 %

TEORIA DEL FRAGUADO

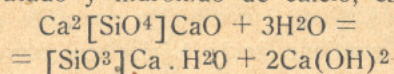
Hoy se sabe que el cemento Portland es una mezcla de silicatos y aluminatos, de los cuales hay tres fundamentales que son:

La ALITA que es un ortosilicato de calcio básico $\text{Ca}^2[\text{SiO}_4] \cdot \text{CaO}$

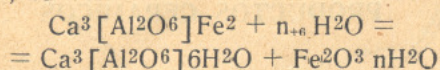
La BELITA que es ortosilicato dicálcico $[\text{SiO}_4]\text{Ca}^2$

La CELITA que es un aluminato de calcio y hierro $\text{Ca}^3[\text{Al}_2\text{O}_6]\text{Fe}^2$

En el fenómeno del fraguado o endurecimiento el principal portador de las propiedades hidráulicas es la ALITA la que se transforma en metasilicato de calcio hidratado y hidróxido de calcio, es decir:



La CELITA se transforma en aluminato tricálcico hidratado, es decir:



Ahora el aluminato tricálcico hexahidratado que origina la CELITA, primero se forma bajo estado coloidal y después con el tiempo cristaliza, como lo hacen el metasilicato cálcico y el hidróxido cálcico.

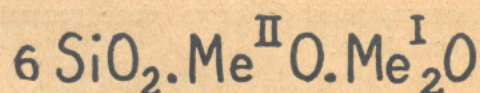
En síntesis, el fraguado consiste en que los compuestos cristalinos originados, que son el metasilicato cálcico hidratado $[\text{SiO}_3]\text{Ca} \cdot \text{H}_2\text{O}$, el hidróxido cálcico cristalizado $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ y parte del Aluminato tricálcico hidratado $[\text{Al}_2\text{O}_6]\text{Ca}^3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, lo mismo que los componentes del cemento no transformados como la BELITA o silicato dicálcico $[\text{SiO}_4]\text{Ca}^2$ quedan unidos por las partículas coloidales del aluminato tricálcico hidratado, no cristalizado o sea coloidal.

La dureza del cemento tiene entonces como origen la unión íntima de los productos cristalinos mediante los productos coloidales.

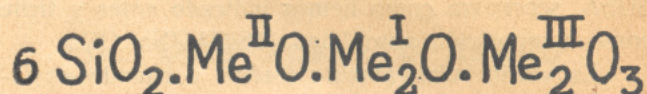
VIDRIOS Y CRISTALES

Estos son generalmente silicatos, silico aluminatos o silico-boratos de los metales alcalinos y alcalino-térreos o de los metales alcalinos y el plomo o el zinc.

La composición del vidrio es muy variable; pero se pueden comprender todos en 2 fórmulas generales que serían, de acuerdo con la teoría dualística, las siguientes:



para los VIDRIOS COMUNES y



para los vidrios de APLICACION ESPECIAL y donde Me^{I} representa un metal alcalino, generalmente sodio o potasio; Me^{II} un metal alcalino térreo generalmente calcio o sino plomo, zinc o bario y Me^{III} representaría el Boro o el aluminio.

El vidrio se prepara generalmente calentando en orisoles refractarios SILICE (sea arena o cuarzo triturado) con CARBONATO SODICO o POTASICO y CARBONATO DE CALCIO; a veces se sustituye el carbonato por una mezcla de sulfato y carbón que son más económicos.

Se calientan estos ingredientes hasta fusión y claridad completa y luego se cuegan o se soplan en los moldes para darles forma.

El vidrio se prepara generalmente calentando en ISOTROPAS, es decir que tiene las mismas propiedades en todas las direcciones; esta propiedad que es característica de los cuerpos amorfos y de los líquidos, ha hecho que se considere al vidrio como un líquido sobre-enfriado, efectivamente se ha podido demostrar que el vidrio existe en un estado inestable, porque calentándolo enérgicamente y durante bastante tiempo a la temperatura de reblandecimiento o por enfriamiento muy lento, el vidrio presenta FENOMENOS DE CRISTALIZACION al cual se llama DESVITRIFICACION. Los vidrios muy antiguos presentan algunas veces estos fenómenos de cristalización o desvitrificación.

La llamada PORCELANA DE REAMUR es vidrio desvitrificado por enfriamiento muy lento.

Veamos ahora la COMPOSICION APROXIMADA que le corresponde a cada una de las clases más conocidas de vidrios.

Fundiendo al rojo blanco una mezcla de 45 partes de cuarzo en polvo o arena con 23 partes de carbonato de sodio o una cantidad equivalente de sulfato de sodio y 3 partes de carbón, se obtiene una masa vítrea, transparente e incolora (si los ingredientes no tienen impurezas en cantidad) que se disuelve muy difícilmente en el agua a la presión ordinaria, pero que se disuelve bien en autoclaves y a una temperatura de 150° , se puede obtener así una solución de silicatos sódicos llamada generalmente VIDRIO SOLUBLE SODICO, el cual parece estar formado por un trisilicato sódico $3\text{SiO}_2 \cdot \text{ONa}^2$ y un tetrasilicato $4\text{SiO}_2 \cdot \text{ONa}^2$

De la misma manera puede obtenerse, si se sustituye el carbonato sódico por el potásico, VIDRIO SOLUBLE POTASICO.

Como el VIDRIO SOLUBLE del comercio tiene

como impurezas sales de hierro, tiene generalmente un color amarillento.

VIDRIO COMUN O SODO-CALCICO

Este vidrio llamado también ORDINARIO o DE SOSA, se prepara como hemos indicado antes y tiene como composición aproximada $6SiO_2 \cdot ONa_2 \cdot OCa$

Es vidrio relativamente fusible y cuando es incoloro sirve para preparar vidrios de ventanas, espejos comunes, vasos ordinarios, etc. Si está coloreado por impurezas que contiene, por ejemplo óxido ferroso que le da un tono verdoso, entonces se usa para obtener botellas. Si a este vidrio se le agrega fosfato de calcio u óxido de estaño, se obtiene el VIDRIO TRASLUCIDO o VIDRIO OPALO. Si se le agrega óxido de cobalto se obtiene vidrio azul; si se le agrega óxido de manganeso, violeta; si es óxido de cromo, verde; si es óxido cuproso, rojo; si es óxido de urano, amarillo.

VIDRIO POTASICO O DE BOHEMIA

Estos son vidrios en los cuales se reemplaza el carbonato sódico por el potásico, para su preparación, es decir que son silicatos potásicos cálcicos de fórmula aproximada $6SiO_2 \cdot OK_2 \cdot OCa$

Son muy difícilmente fusibles, muy transparentes y resistentes a los reactivos químicos; por esta circunstancia se usan para preparar tubos de combustión, vasos de precipitados (o de Bohemia) y muchos utensilios para uso de laboratorio.

Si se sustituye el óxido de calcio por óxido de plomo, se obtiene el VIDRIO DE PLOMO, que por tener un elevado índice de refracción sirve para preparar los CRISTALES y objetos de ornamentación: tiene como fórmula aproximada $6SiO_2 \cdot OK_2 \cdot OPb$

Si se sustituye en los vidrios sódicos o potásicos, el óxido de calcio por óxido de bario o de zinc, se obtiene el VIDRIO PYREX o el RESISTENS GLASS.

En estos últimos también es generalmente mayor el porcentaje de sílice. Son vidrios muy inatacables por los reactivos químicos y soportan muy bien los cambios bruscos de temperatura, además que ésta tiene que ser bastante elevada, para ablandarlos, de ahí que se les utilice hoy para preparar además

utensilios de cocina para lo cual la industria se ha ingeniado como hacerlos resistentes al fuego y a los cambios bruscos de temperatura (que exigen un vidrio de poco espesor) y hacerlos resistentes a los golpes (que exigen un vidrio de mucho espesor), en estos vidrios el coeficiente de dilatación se ha hecho insignificante.

Otro vidrio de esta categoría es el VIDRIO DE JENA que se utiliza lo mismo que los anteriores, con mucha eficacia en los laboratorios y cuya composición es aproximadamente $6SiO_2 \cdot ONa_2 \cdot OCa \cdot Al_2O_3 \cdot B_2O_3$

Hay algunos vidrios que se usan para preparar lentes acromáticos o sea lentes que refractan la luz blanca pero no dispersan los colores, son débilmente dispersantes, éstos están constituidos por CROWN-GLAS, este puede ser silicatos cálcico-potásicos de la mejor calidad que son muy transparentes, sin embargo hoy se prepara Crown-glas que no contiene sílice (es decir, que no es propiamente hablando, un vidrio), por ejemplo, hay crown-glas que es borofosfato de bario y lo hay que es borofosfato de magnesio. En oposición al crown-glas existe el FLINT-GLAS que es muy dispersante, que es un borosilicato de aluminio y plomo, es decir tiene bastante parecido con el cristal.

Para imitar a las piedras preciosas, hoy se prepara el vidrio de mayor índice de refracción conocido, es el STRASS de constitución parecida al flint-glas pero que contiene ácido bórico en mayor cantidad que éste.

PRODUCTOS CERAMICOS

Una aplicación importantísima de los silicatos, es la preparación industrial de estos productos, como ser la porcelana, la loza, la gres, los ladrillos, los utensilios de porcelana obscura para uso químico, los tubos de arcilla, etc., etc.

Los productos cerámicos están formados en general por mezclas de cuarzo, silicatos, óxido de aluminio y de calcio, a veces tienen impurezas que colorean la masa como el óxido de hierro.

No puedo extenderme más sobre estas cuestiones porque sería entrar en detalles industriales, lo que llevaría fuera del objeto de este trabajo.

LABORATORIOS

Preparados Marca:

"DYC" y "DELTA"

Buenos Aires 523 bis — Teléfono 8 - 19 - 39 — MONTEVIDEO

LAVOISIER

DURANTE Y CARRARA

Químicos — Farmacéuticos