TEORIA Y GENERALIDADES

SOBRE INTERCAMBIO IONICO

MARZO 1967

POR EL ING. CARLOS LUGO FLORES.

CONTENIDO.

INTERCAMBIO IONICO

I.- INTRODUCCION

II.- DATOS HISTORICOS

III.- MECANISMO DE INTERCAMBIO IONICO

A.- Intercambiadores de iones inorgánicos.

IV.- NATURALEZA DE LOS INTERCAMBIADORES DE IONES.

B.- Intercambiadores de iones inorgánicos sintéticos.

C.- Resinas orgánicas sintéticas.

Resinas catiónicas

Resinas aniónicas.

Polímeros de condensación.

V.- SELECTIVIDAD DE LOS INTERCAMBIADORES DE IONES.

VI.- APLICACION A TRATAMIENTO DE AGUA Y TERMINOLOGIA USADA.

INTERCAMBIO IONICO

I. INTRODUCCION

Con el actual desarrollo industrial de nuestra época ha nacido la necesidad de abastecerse de agua con características de máxima pureza, para su uso en operaciones que la requieren. Por tal motivo se han desarrollado métodos de coagulación y filtración para eliminar materiales en suspensión; procesos químicos para eliminar compuestos que se encuentran en solución y que no es posible eliminarlos por procesos tan simples como los antes mencionados. Dentro de los procesos para la eliminación de impurezas solubles se han practicado métodos como suavización cal en frío, procesos de suavización en caliente (para eliminar los compuestos incrustantes incluyendo la sílice), destilación, y por último Intercambio Iónico.

El Intercambio Iónico será objeto de nuestra atención en los siguientes momentos, ya que es uno de los mayores avances tecnológicos que se han logrado en el campo de tratamiento de agua.

El campo de tratamiento de aguas por Intercambio Iónico, es muy extenso y no se pretende profundizar, sino simplemente establecer algunos conceptos que creemos sean de bastante utilidad. Si se desea profundizar en el campo de Intercambio Iónico, al final se dá una lista bibliográfica para aquellas personas que deseen ampliar su conocimiento en esta materia.

II. DATOS HISTORICOS

Aunque el fenómeno de Intercambio Iónico fué notado, vagamente se ha dado noticia de él en la historia del hombre, ya que no se tenía conocimiento de las leyes químicas que rigen este fenómeno. El crédito del uso práctico de los materiales de Intercambio Iónico es dado a H. S. Thompson quien observó y reportó que al pasar un líquido que contenía amoníaco a través de tierras vegetales, las sales de amoníaco se absorbían en dichas tierras vegetales, y que cuando dichas tierras fueron subsecuentemente tratadas con cal, el amoníaco fué recobrado. Los estudios originales de Thompson fueron continuados por Thomas Way durante los años de 1850 y 1854 y Way reportó sus investigaciones a la Royal Agricultural Society de Londres

Estas investigaciones fueron seguidas, pero no fué sino hasta 1905 cuando en Alemania el Químico Robert Gangs, sintetizó minerales de Intercambio Iónico, fundiendo arcilla, arena y carbonato de sodio. Gangs llamó a estos compuestos Permutadores del latín "Permuto", el cual significa intercambio. El nombre de "Zeolita" ha sido más comumente usado para describir materiales usados en la suavización de agua, los cuales son materiales naturales procesados o materiales sintéticos. El nombre de Zeolita fué inventado de las palabras griegas "Zein" y "Litos" que traducidas literalmente significan "piedra hirviente".

El Geólogo Sueco Cronstedt usó este término para describir ciertos silicatos, los cuales se deshidrataban al ser calentados.

Pero la más espectacular evolución en el Intercambio Iónico empezó en 1935, cuando los Señores Químicos Ingleses Adams Y Holmes notaron que las resinas usadas en la manufactura de discos fonográficos acusaban propiedades de Intercambio Iónico. Estas resinas fueron mejo

radas y desarrolladas en Alemania y después de la segunda guerra mundial en Inglaterra y de los Estados Unidos.

Pero el Intercambio Iónico ha avanzado y en 1950 se crearon las membranas de Intercambio Iónico, éstos materiales son un tema que necesita tratarse separadamente y por consiguiente, sólo se mencionan para establecer su presencia en el campo de Intercambio Iónico.

III. MECANISMO DE INTERCAMBIO IONICO

Se ha mencionado la frase Intercambio Iónico, pero no se ha establecido nada que defina éste y otros términos anteriormente expresados.

Primeramente se necesita, tener el precedente de qué son los Iones y qué se entiende por Intercambio Iónico.

Para contestar la primera fase de nuestra pregunta, es necesario tomar en cuenta que el Intercambio Iónico tiene un fundamento fisicoquímico.

Para poder definir los Iones, hay que recordar que la materia en sus formas más simples, se ha —

determinado que está formada por diversas agrupaciones de partículas tales como protones, electrones, etc. para formar átomos y éstos a su vez moléculas de acuerdo a los — arreglos atómicos para dar compuestos químicos de características muy diversas. En estas agrupaciones atómicas, se distinguen químicamente, uniones electrovalentes, uniones covalentes y uniones coordinadas. La unión electrovalente es el enlace químico que será objeto de nuestra atención en el curso de este tema. Los compuestos electrovalentes son partículas unidas electrostáticamente, y dichas partículas están constituídas desde agrupaciones de átomos por uniones diferentes a la electrovalente, hasta la forma — simple del átomo. Los compuestos electrovalentes se les — ha dado el nombre de electrolitos, porque al disolverse — en el agua, lo hacen en partículas cargadas eléctricamente, éste fenómeno es conocido como disociación electrolítica, y las partículas han recibido el nombre de Iones — (palabra de origen griego que significa caminante), porque cuando una solución acuosa se somete a una tensión — eléctrica las partículas se dirigen hacia los electrodos (de signo contrario) de la fuente de tensión. De aquí se infiere que las expresadas partículas están cargadas ——

eléctricamente y como las moléculas salinas tienen la propiedad de ser por lo menos en apariencia, eléctricamente neutras, hay que admitir que están compuestas por cantidades equivalentes de partículas cargadas positivamente llamadas Cationes porque se dirigen al electrodo negativo (catodo), al ser sometida una solución a una tensión eléctrica, y partículas cargadas negativamente llamadas Aniones, porque éstas se dirigen al electrodo positivo llamado ánodo al estar dicha solución en la condición antes mencionada. Así podemos ver, que en una solución de cloruro de sodio (NaC1) no son moléculas de NaC1 las que "nadan" de modo desordenado, sino iones sodio (Na^+) con carga positiva e iones cloruro ($C1^-$) de carga negativa.

A continuación se ilustra con algunos ejemplos lo anteriormente dicho.

COMPUESTO QUIMICO	FORMULA	DISOCIADO EN
Cloruro de Sodio	NaC1	$Na^+ \; C1^-$
Cloruro de Calcio	$CaC1_2$	$Ca^{++} 2C1^-$
Sulfato de Sodio	Na_2SO_4	$2Na^+ \; SO_4^=$
Sulfato de Magnesio	$Mg \; SO_4$	$Mg^{++} SO_4$

COMPUESTO QUIMICO	FORMULA	DISOCIADO EN
Hidróxido de Sodio	NaOH	$Na^+ \; OH^=$
Carbonato de Calcio	$Ca\,(HCO_3)_2$	$Ca^{++} \; 2\,HCO_3^-$

Básicamente el mecanismo de Intercambio Iónico es el proceso mediante el cual, iones que entran en contacto con determinadas substancias sólidas (cambiadores de iones) son absorbidos por éstas cediendo a la vez otros iones.

Este intercambio de iones sólo puede realizarse entre iones que tengan la misma naturaleza eléctrica, es decir, iones positivos sólo se intercambian con iones positivos.

Las substancias insolubles portadoras de la propiedad de intercambio iónico, son conocidas como intercambiadores de iones. Los intercambiadores de iones, que cambian iones positivos es decir, cationes, son llamadas INTERCAMBIADORES DE CATIONES y las que cambian iones negativos o aniones son denominados INTERCAMBIADORES DE ANIONES.

El intercambio iónico se efectúa en una cantidad equivalente estequiométricamente por iones del mismo signo.

Ilustrando lo anteriormente mencionado, nos referimos a las siguientes reacciones.

Un intercambiador de cationes:

$$\underline{2\ Na^{+}\ X^{-}} + Ca^{++}\ Cl_2^{-}\ (aq) \quad \underline{Ca^{++}\ X_2^{-}} + 2\ Na\ Cl\ (aq)$$

Un intercambiador de aniones:

$$\underline{2\ X^{+}\ Cl^{-}} + Na_2\ SO_4\ (aq) \quad \underline{X_2^{+}\ SO_4^{=}} + 2\ Na\ Cl\ (aq)$$

La X la unidad estructural ó molecular del intercambiador de iones. La fase sólida es la que se encuentra subrayada, y (aq) significa que el electrolito se encuentra en solución.

Las fases insolubles son compuestos de origen inórganico, como son los silicoaluminatos (llamados Zeolitas) y los compuestos de origen orgánico obtenidos sintéticamente.

Dichos intercambiadores de iones tienen incorporados en sus estructuras moleculares, grupos iónicos de diversas naturalezas, los cuales dotan a dichos compuestos de una actividad intercambiadora. Estos grupos iónicos son los que dotan a las resinas de la capacidad de intercambiar cationes o intercambiar aniones al entrar en contacto con soluciones.

IV. NATURALEZA DE LOS INTERCAMBIADORES DE IONES

Los materiales insolubles que se utilizan para el intercambio iónico, como anteriormente se mencionó, son compuestos inorgánicos y compuestos orgánicos.

Estos compuestos existentes en el intercambio iónico se muestra en seguida.

- INTERCAMBIADORES IONES
  - INORGANICOS
    - NATURALES
    - ARTIFICIALES
  - ORGANICOS
    - RESINAS CARBONACEAS SULFONADAS
    - POLIMEROS POR CONDENSACION
    - POLIMEROS POR ADICION.