

Efecto del tratamiento magnético del agua sobre la solubilidad de sales en sistemas binarios a 30°C

Luis Bello.

Depto. Química Universidad de Oriente

Santiago de Cuba, Cuba 90500

<lbelo@sta.uo.edu.cu>

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia el efecto del tratamiento magnético del agua sobre la solubilidad de cloruros de algunos elementos representativos del grupo I de la tabla periódica, así como del cloruro de amonio, cuyo comportamiento químico es similar a los antes mencionados. Se presentan resultados relacionados con:

- El aumento de la solubilidad, de todos los componentes estudiados, en agua tratada magnéticamente.
- El efecto memoria de la propiedad estudiada, que para estos compuestos se mantiene durante 3 horas y 20 minutos.
- La optimización del sistema con cloruro de sodio en condiciones de $B_2 = 0.05 \text{ T}$ y $v = 0.26 \text{ m/s}$.
- El análisis del comportamiento periódico de la propiedad estudiada para las sales en cuestión.

Palabras clave: tratamiento magnético, solubilidad.

ABSTRACT

This work presents the effect of magnetic treatment in water over chlorures solubility of some representative elements from Group I of the Periodic Table, as well as ammonia chlorure which chemical behaviour is similar to those mentioned above. In this paper results related with the following are presented:

- Solubility increase of all compounds under study in magnetically treated water.
- The "memory" effect of the studied property which for these compounds remains during 3 hours and 20 minutes.
- System optimization with sodium chlorure under conditions of $B_2 = 0.05 \text{ T}$ and $v = 0.26 \text{ m/s}$.
- Analysis of periodic behavior of the property under study of the mentioned salts.

Keywords: magnetic treatment, solubility.

INTRODUCCIÓN

Una de las tareas fundamentales de la química de las soluciones ha sido el estudio del comportamiento anómalo del agua, explicando los fenómenos que se observan en ésta, mediante los enlaces por puentes de hidrógeno. No obstante, en la actualidad el agua no está completamente estudiada, y existen sólo hipótesis para explicar muchos fenómenos que en ella se observan. Una de las suposiciones que tiene

gran fuerza es la que señala, como requisito indispensable, el cambio de la estructura del agua mediante la ruptura de los puentes e hidrógeno; aunque se han encontrado trabajos (1) que afirman que para estos cambios no es necesaria la ruptura de dichos puentes, sino que pueden estar determinados por la flexibilidad entre las líneas de unión de los centros de moléculas cercanas del agua y en la dirección del enlace OH de una de ellas. Se señala además, que la energía necesaria para doblar

los puentes de hidrógeno es mucho menor que la que hace falta para romperlos, siendo además más probable la variación del ángulo y longitud del enlace molecular simultáneamente, que cada uno de estos por separado.(2)

Se ha establecido además, una determinada influencia sobre la estructura del agua, de iones y de moléculas presentes en ellos. La influencia de los primeros se relaciona con su hidratación, cuyos aspectos básicos fueron desarrollados por Samoilov O. Ya³, quien introdujo los conceptos de hidratación positiva y negativa en función de la mayor o menor movilidad de las moléculas de agua cerca del ión, respecto al agua pura.

El carácter de los iones influye, entre otras propiedades, en los procesos de disolución, por lo que el grado de hidratación de los iones es uno de los factores principales que determina su movilidad y actividad química. Es pues una hipótesis interesante el establecer si el tratamiento magnético del agua (TMA) influye o no en la hidratación de los mismos presentes en ella ya que esta puede tener relación con el mecanismo de acción.

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar la influencia del TMA sobre la solubilidad de cloruros de algunos elementos representativos del grupo I de la tabla periódica y del cloruro de amonio.

METODOLOGÍA

La instalación experimental utilizada en el trabajo para el TMA, consta de un sistema para colocar el recipiente con agua que permite, al variar la posición relativa del mismo, obtener diferentes velocidades del agua a través del magnetizador que, aunque el agua fluya por gravedad, asegure un flujo laminar en el sistema. El magnetizador está en posición vertical y se alimenta con una fuente de corriente directa de hasta 10A y permite variar la inducción en el mismo 0.012 T hasta 0.12 T.

Para la determinación de la solubilidad de las sales LiCl, NaCl, RbCl y NH₄Cl se empleó el método osotérmico, descrito en los trabajos anteriores (4, 5). Las variantes experimentales utilizadas fueron dos: agua sin tratar magnéticamente (ASTM) (1) y agua tratada magnéticamente (ATM) (2), empleando en la obtención del

ATM una combinación fija de velocidad del agua y de inducción del campo magnético "B" ($v = 0.26$ m/s, $B_2 = 0.05$ T)

Se estudió la acción del ATM en la solubilidad de los compuestos mencionados anteriormente a través de las curvas correspondientes, obteniéndose información adicional sobre el tiempo en que se alcanza el máximo de la misma, el tiempo que dura el efecto del TMA (efecto memoria), el incremento de la solubilidad máxima y el comportamiento periódico de estos sistemas.

Se optimizó la instalación en función de "B" para NaCl, esto consistió en la variación del campo de inducción magnética en $B_1 = 0.012$ T y $B_3 = 0.12$ T, manteniéndose la velocidad del agua constante para ver si influía en los resultados experimentales obtenidos para $B_2 = 0.05$ T, común para el resto de las sales estudiadas.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En las Figuras 1-5 (Tabla 1-2), se presentan los resultados de la solubilidad de los compuestos estudiados tanto para el ASTM como para el ATM, de los que puede apreciarse de forma general que los tiempos de equilibrio de saturación para todos los casos se alcanza primero para el ATM, obteniéndose como promedio 1.4 horas antes que el ASTM, excepto para el KCl en donde para ambos casos, la diferencia en el tiempo no es significativa y cuyos datos son los siguientes:

Tabla 1. Dependencia de los tiempos en que se alcanza el equilibrio de saturación para cada uno de los compuestos estudiados.

Compuesto	t _{ATM}	t _{ASTM}
LiCl	1.0	2.5
NaCl	1.5	3.0
KCl	1.0	1.0
NH ₄ Cl	2.0	3.5
RbCl	1.5	2.5

Por otro lado al analizar los valores de solubilidad obtenidos tanto para el ASTM, como para el ATM se observan las diferencias entre éstos, siendo mayores para el ATM, donde de todas las sales estudiadas, el LiCl fue la que reportó una diferencia promedio mayor o igual a 0.21,

mientras que para el KCl fue de 0.1 S (% en masa).

Tabla 2. Dependencia de la solubilidad máxima y otros indicadores para cada uno de los compuestos estudiados.

Compuesto	tATM	tASTM	DS
LiCl	47.43	47.20	0.21
NaCl	26.64	26.47	0.17
KCl	27.35	27.25	0.10
NH ₄ Cl	29.28	29.15	0.14
RbCl	49.45	49.34	0.11

Un aspecto importante a destacar de los resultados obtenidos en este trabajo es el efecto memoria, tomado desde el inicio de la magnetización hasta el momento en que se pierde, ya que en la literatura se observan notables discrepancias encontradas con relación a este valor. En todos los casos se pudo observar cómo durante 3 horas y 20 minutos, se mantuvo para todos los sistemas. El análisis estadístico de la Tabla 3, corroboró las diferencias significativas para la zona I de las curvas, mientras que para la zona II estas diferencias no son notables. Es por ello que con este resultado podemos plantear que el tiempo de duración del ATM depende de la propiedad que se analiza, no debiéndose hablar de un efecto memoria común para todas las propiedades.

En general se aprecian las diferencias de solubilidad para el ATM en relación con ASTM, cuestión que puede deberse a que la estructura del ATM favorece las propiedades debido a que el campo magnético modifica los enlaces en el agua, no con el rompimiento de los mismos, sino con el aumento en longitud que favorece la interacción ión-dipolo y, por tanto, un aumento de la solubilidad. Independientemente de lo planteado, hay que señalar que en la actualidad no existe una explicación teórica única acerca del efecto del campo magnético sobre el agua y/o los sistemas acuosos. No obstante que para los consumidores del ATM no sea de tanta importancia si este fenómeno tiene o no una explicación teórica convincente, se continúa trabajando para el esclarecimiento del mismo.

Tabla 3. Comparación estadística de los resultados de las curvas de solubilidad de los compuestos estudiados en ASTM y ATM.

F (α = 0.05)	Zona I		Zona II	
	Fexp.	Ftco.	Fexp.	Ftco.
LiCl	33.68	4.08	2.97	4.60
NaCl	69.01	4.08	2.63	4.17
KCl	20.95	4.08	2.03	4.60
NH ₄ Cl	24.82	4.08	3.40	4.08
RbCl	28.82	4.08	1.30	4.00

La Figura 6 Tabla 4, presenta los resultados de la optimización de la instalación en función de la inducción magnética para el NaCl. Se aprecia que en la zona I existen diferencias estadísticas significativas entre la curva obtenida para B₁ = 0.012 T y las obtenidas para B₂ = 0.05 T y B₃ = 0.12 T. Sin embargo en esta propia zona no existen diferencias significativas entre B₂ y B₃. Respecto a la zona II no se observan diferencias significativas entre las variantes. Los resultados de este estudio se muestran a continuación.

Tabla 4. Comparación estadística de los resultados de la optimización de las curvas de solubilidad en ATM (B₁, B₂, B₃) con velocidad constante.

F (α = 0.05)

Compuesto

NaCl

Zona I	Zona II					
	Fexp.	Ftco.	Dif.	Fexp.	Ftco.	Dif.
1) 0.012 T	63.23	4.08	Si	2.27	4.17	No
2) 0.05 T	23.24	4.08	Si	2.81	4.17	No
3) 0.12 T	63.25	4.08	Si	2.27	4.17	No

CONCLUSIONES

1. El TMA incrementa la solubilidad de todos los compuestos estudiados.
2. Bajo las condiciones experimentales utilizadas, el tiempo promedio en que se alcanza la solubilidad es mayor cuando se utiliza ATM, excepto para el KCl.
3. El efecto memoria de la propiedad estudiada se mantiene durante 3 horas y 20 minutos.
4. Se proponen como condiciones óptimas en el estudio de la solubilidad para el NaCl B₃ = 0.05 T y v = 0.26 m/s.

5. El comportamiento periódico de la solubilidad de cloruros de metales alcalinos, es el mismo tanto de ATM como de ASTM.

BIBLIOGRAFÍA

García A., Sanfeliz. M., Kindelán A. *Revista cubana de química*, Vol VIII, Núm 1, 1996.

Pople J.A.: Proc Roy. Soc. 1951, serie A., Vol 205, Núm. 1081 p-163.

Samoidov O Ya. *Estructura del agua y procesos geológicos*. De. Nedra, 1987, 216 p.

Sanfeliz. M. García. A, Kripun. M. *Revista cubana de química*, Vol. VIII, Núm. 1, 1996.

Zatsenina G.N. "*Propiedades y estructuras del agua*", de Univ. Estatal de Moscú. 1974, 48p.