

# INTERACCIÓN DE LA MORDENITA CON SALES CUATERNARIAS DE AMONIO

## MORDENITE INTERACTION OF QUATERNARY AMMONIUM SALTS

M. HERNÁNDEZ<sup>a†</sup>, Y. COSTA<sup>b</sup> Y M. H. FARIAS<sup>c</sup>

a) Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales (IMRE), Universidad de La Habana, Cuba. mayrap@imre.oc.uh.cu†

b) Grupo de Matemática y Física Computacional, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba. cmarrero@uci.cu

c) Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNYN), Universidad Nacional Autónoma de México. Ensenada, BC, México. mario@cnyunam.mx

† autor para la correspondencia.

Palabras clave: reacción en zeolitas 82.33.Jx, física química de surfactantes 82.70.Uv.

El nombre de mecanoquímica se aplica a aquellas reacciones químicas causadas por la energía mecánica [1]. La gran mayoría de estas reacciones simplifican la síntesis de materiales, produciendo una drástica reducción de los tiempos y las temperaturas de reacción.

La mecanoquímica ha sido usada en las zeolitas, produciendo una amorfización de la estructura, con consecuencias en las propiedades químicas y físicas [2]. Otras técnicas han sido desarrolladas en años recientes para alterar las propiedades físicas, químicas, estructurales y de la superficie de zeolitas. Los procesos más usados para este fin incluyen el tratamiento térmico [3]; el tratamiento químico [4]; la aplicación de surfactantes iónicos y/o polares para cambiar su hidrofobicidad [5]; y combinaciones de los anteriores tratamientos [3].

En particular, las pérdidas en el contenido de Al de una zeolita, conocida como desaluminación, tienen un significativo impacto sobre la capacidad de intercambio iónico, la adsorción, la acidez, la estabilidad y la selectividad [3].

En el presente estudio, la mordenita (Si/Al11) fue molida suavemente con sales cuaternarias de amonio reduciendo el contenido de Al en el volumen de la zeolita, y quedando eliminado en la superficie. Las propiedades físico químicas de la mordenita fueron examinadas por XPS y EDS y DRX.

Las sales cuaternarias de amonio (Quats) de grado analítico fueron suministradas por la Fluka. Estas fueron bromuro de Dodecil Trimetil Amonio (NBrC<sub>15</sub>H<sub>34</sub>), cloruro de Tetradecil Trimetil Amonio (NCIC<sub>17</sub>H<sub>38</sub>) y cloruro de Octadecil Trimetil Amonio (NCIC<sub>21</sub>H<sub>46</sub>). La mordenita: Na<sub>4.6</sub>Al<sub>4.55</sub>Si<sub>43.45</sub>O<sub>96.8.36</sub>·H<sub>2</sub>O fue suministrada por la firma Merck.

Las muestras se prepararon a través de la la molienda de los reactivos en relación molar de 10 Mordenita por 1 de Quats (10:1). El proceso de molida de la Mordenita y Quats se efectuó en un mortero de ágata durante 0.5 horas y una hora. La

Mordenita fue también molida durante una hora en el mortero de ágata, para evaluar el efecto del proceso mecanoquímico sin la presencia de Quats. Todos los productos de los tratamientos se lavaron con abundante agua, se filtraron y se secaron en una desecadora por varios días, antes de someterlo a los análisis espectroscópicos.

La Mordenita de partida, la cual no fue sometida a ningún tratamiento, fue incluida en los análisis espectroscópicos como referencia para el resto de las muestras sometidas a diferentes tratamientos.

**Tabla I:** Concentración atómica relativa del volumen

Descripción	$\frac{Al}{Al+Si}$ ( $\pm 0.01$ )
Volumen	
MOR (mordenita)	0.08
MOR_1H (MOR molida por 1h)	0.08
MOLIDAS (0.5 h)	
MOR12_0.5 (MOR+ NBrC <sub>15</sub> H <sub>34</sub> )	0.03
MOR14_0.5 (MOR+ NBrC <sub>17</sub> H <sub>38</sub> )	0.02
MOR18_0.5 (MOR+ NBrC <sub>21</sub> H <sub>46</sub> )	0.02
MOLIDAS (1h)	
MOR12_1 (MOR+ NBrC <sub>15</sub> H <sub>34</sub> )	0.02
MOR14_1 (MOR+ NBrC <sub>17</sub> H <sub>38</sub> )	0.02
MOR18_1 (MOR+ NBrC <sub>21</sub> H <sub>46</sub> )	0.02

La Tabla I muestra la razón de las concentraciones atómicas de Si y Al para el volumen, como resultado del análisis por EDS. La relación  $\frac{Al}{Al+Si}$  no presentó diferencias notables entre MOR y MOR\_1H. Este resultado indica que la energía involucradas en la molida en seco en el mortero de ágata no produce pérdidas de Al. La relación  $\frac{Al}{Al+Si}$  disminuye con el tratamiento mecanoquímico en presencia de Quats, debido

fundamentalmente a las pérdidas de Al.

La relación  $\frac{Al}{Al+Si}$  en la superficie fue medida por XPS. Estos valores coinciden con los observados en el volumen para MOR y MOR\_1H. Sin embargo, la señal de Al no fue detectada por XPS para las muestras molidas. Esta drástica reducción demostró una desaluminación total en la superficie.

La disminución de Al en el volumen viene dada por una emigración hacia la superficie provocado fundamentalmente por la disminución drástica del contenido de Al en la superficie y favorecida por el aumento de la temperatura producida por el tratamiento mecanoquímico.

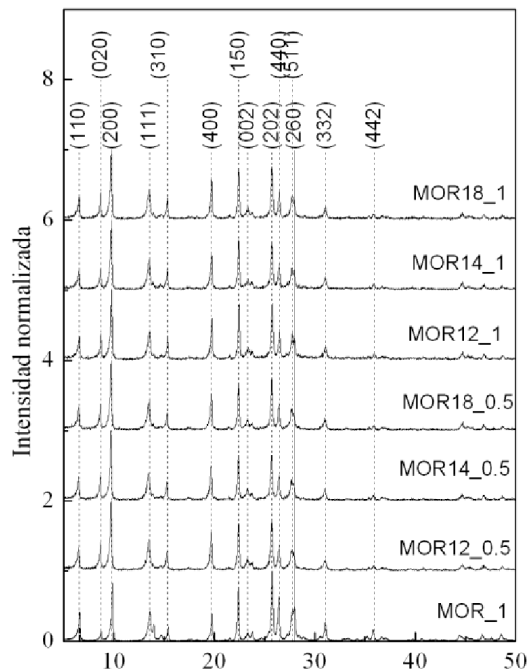


Figura 1. Patrones de difracción de la mordenita molida por 1 hr y la mordenita modificada por la molida por 0.5 y 1h en presencia de Quats.

La Figura 1 muestra la difracción de rayos X de las mordenita modificada por el proceso mecanoquímico en presencia de las Quats. En esta figura, no se aprecian cambios notables de la cristalinidad pero sí ligeras variaciones en la intensidad de los picos. La aparente conservación de la cristalinidad puede ser debida a la incorporación del N+ a la superficie de la Mordenita modificada.

La Mordenita molida en seco en un mortero de ágata no provocó cambios químicos y estructurales. Sin embargo, la Mordenita fue modificada cuando ella es sometida a un similar proceso mecanoquímico en presencia de Quats. Los cambios químicos consistieron en pérdidas de Al, parcial en el volumen y total en la superficie, conservando una aparente cristalinidad. Este trabajo ha sido apoyado financieramente por el proyecto IN111508-3 del programa PAPIIT-DGAPA UNAM. Las investigaciones estuvieron bajo la sabia dirección del Dr. José F. Fernández Bertrán.

- [1] J. F. Fernandez-Bertran. *Pure Appl. Chem.*, 71. 581-586 (1999).
- [2] J. Kosanovic, B. Bronic, I. Subotic, M. Smit, A. Stubicar, T. Tonejc, Tatsuya Yamamoto. *Zeolites*, 13. 261-268 (1993).
- [3] Yunier Garcia-Basabe, Inocente Rodriguez-Iznaga, Louis-Charles de Menorval, Philip Llewellyn, Guillaume Maurin, Dewi W. Lewis, Russell Binions, Miguel Autie, A. Rabdel Ruiz-Salvador. *Microporous and Mesoporous Materials* 135. 187-196 (2010).
- [4] Kyong-Hwan Chung. *Microporous and Mesoporous Materials* 111. 544-550 (2008).
- [5] T. Farias, L.C. de Menorval, J. Zajac, A. Rivera. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 345. 51-57 (2009).