



Clatratos de metano

Methane's clathrate

Por Isaac Levy Gutiérrez Monroy y Jorge López Lemus

Resumen: Los clatratos de metano son estructuras cristalinas formadas por agua y metano al exponerse a ciertos factores como baja temperatura y alta presión. Pueden ser encontradas en zonas polares y al fondo del mar. Debido a su composición podrían ser una fuente de energía, el problema es que su extracción plantea riesgos ambientales. Actualmente se están investigando métodos para controlar su extracción.

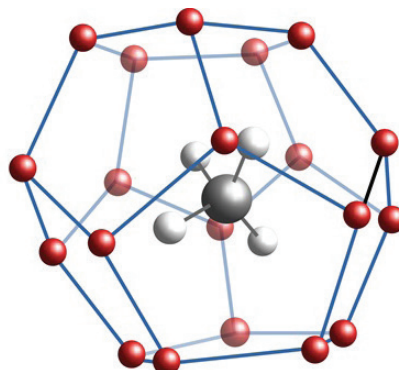
Palabras clave: clatratos, agua, metano, moléculas.

Abstract: Methane's clathrate are crystalline structures formed by water and methane when they get exposed to a number of factors as low temperature and high pressure. These can be found in polar areas and in the sea bed. Due to its composition, they could be an energy source, the problem is that the extraction of these represent ambient risks. Nowadays, methods are being studied to control its extraction.

Keywords: clathrate, water, methane, molecules.

Los clatratos de metano Los clatratos de metano son estructuras sólidas que están formadas por agua y metano en las que existe un orden espacial repetitivo denominado arreglo cristalino. El agua en fase sólida forma cavidades o jaulas que albergan las moléculas de metano (gas). Dicha estructura se forma en condiciones termodinámicas extremas: baja temperatura y alta presión.

Figura 1. Estructura de agua que alberga una molécula de metano. Para mostrar el orden espacial, se incluyen líneas que unen a los átomos de oxígeno del agua, omitiendo los átomos de hidrógeno.



A nivel molecular, ambos elementos se atraen muy poco (Ben-Naim, 1980). El agua busca otras moléculas de agua y todas rodean al metano, creando las cavidades o jaulas (Figura 1). La disposición espacial de las moléculas es importante porque generan una interacción atractiva no permanente de hidrógeno y oxígeno, que dan lugar a los puentes de hidrógeno (Herschlag y Pinney, 2018). Llama la atención el hecho de que el metano es el que da estabilidad al clatrato, pues si este es retirado entonces los arreglos estructurales se alteran.

Las cavidades deben ser lo suficientemente grandes para contener al menos una molécula de metano. En general, el tamaño de estos espacios en el agua congelada depende de la naturaleza de la molécula que alojen.

Los arreglos estructurales más importantes son sI, sII y sH (Sloan, 1998) y es posible observarlos mediante la dispersión de rayos X. En una celda unitaria de clatrato de metano del tipo sI se han identificado 46 moléculas de agua y al menos ocho de metano que ocupan todas las cavidades de dicha celda (Figura 2).

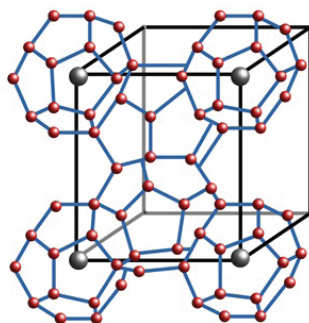
La formación de clatratos de metano se da en zonas donde se mantienen temperaturas bajas, por ejemplo, a una altitud cercana a los casquetes polares del planeta o en el fondo del lecho marino a una profundidad suficiente donde la presión sea alta, alrededor de 300 metros de profundidad y más allá. En particular, cerca de las costas de la República mexicana se encuentran bancos de clatratos de metano, tanto en el Golfo de México como en el Pacífico.

Un hecho relevante de este tipo de estructuras es que contienen una gran cantidad de gas hidrocarburo comparado con la estimación de metano en yacimientos tradicionales, que es de al menos el doble (Fierro, 2017), por esta razón es atractivo idear un plan de recuperación y su posible explotación como hidrocarburo; sin embargo, existe el riesgo de provocar un accidente ecológico, como provocar alguna fractura en los bancos de clatrato y que el gas escape a la atmósfera, lo cual agravaría el calentamiento global.

A la fecha se siguen llevando a cabo trabajos de investigación, teóricos, experimentales y de simulación por computadora, para conocer los

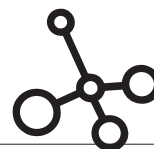
mecanismos de formación y de inhibición de los clatratos de metano, con la esperanza de poder controlar su extracción en un futuro. Precisamente, mediante la simulación de las moléculas es posible predecir el comportamiento de dichas estructuras cristalinas, que incluyen diversas sustancias para promover o inhibir su formación, evitando el riesgo de accidentes. 

Figura 2. Estructura sI.



Referencias

- Ben-Naim, Arieh (1980). *Hydrophobic Interaction*. Plenum Press, New York.
- Fierro, José Luis. (2017). "El «hielo que arde», no el «fracking», cambiará el esquema energético global", en *Adelantos*. <<https://www.adelantosdigital.com/web/no-es-el-fracking-sino-el-clatrato-el-que-abrira-una-nueva-etapa-en-el-esquema-energetico-global/>>.
- Herschlag, Daniel y Margaux M. Pinney (2018). "Hydrogen Bonds: Simple after All", en *Biochemistry*, vol. 57, núm 24. <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.biochem.8b00217>>.
- Sloan, Dendy, E. y (1998). *Clathrate Hydrates of Natural Gas*. Nueva York: Editorial Marcel Dekker.



Isaac Levy Gutiérrez Monroy es estudiante de la Licenciatura en Física de la UAEMéx. Su área de interés son la simulación molecular a nivel clásico y cuántico.



Jorge López Lemus es profesor e investigador de tiempo completo en la Facultad de Ciencias de la UAEMéx. Tiene experiencia en el estudio de la estabilidad de clatratos de metano, separación de contaminantes del agua y del gas natural. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores, nivel II.