



## PROFESORES AL DÍA

# Ecuación de Langmuir en líquidos simples y tensoactivos



Federico D. Sandoval-Ibarra\*, José L. López-Cervantes y Jesús Gracia-Fadrique

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, México, D.F., México

Recibido el 28 de enero de 2015; aceptado el 2 de marzo de 2015

Disponible en Internet el 12 de agosto de 2015

### PALABRAS CLAVE

Langmuir;  
Superficie;  
Isoterma;  
Adsorción;  
Tensoactivo;  
Micela

**Resumen** La isoterma de Langmuir es uno de los modelos fenomenológicos más poderosos y descriptivos del proceso de adsorción. En el caso de superficies fluidas, aunado a la ecuación de adsorción de Gibbs, proporciona una clara descripción física del comportamiento de la tensión superficial en términos moleculares. La ecuación de estado resultante puede expresarse en composición tanto de la fase volumétrica como de la fase superficial, evaluar la concentración micelar crítica en tensoactivos y calcular de forma directa e inmediata las energías de adsorción y micelización, sin necesidad de constantes empíricas. A lo largo de este trabajo se muestran las diversas ventajas del modelo de Langmuir y su aplicación en el cálculo de estas propiedades.

Derechos Reservados © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

### KEYWORDS

Langmuir;  
Surface;  
Isotherm;  
Adsorption;  
Surfactants;  
Micelle

### Langmuir's Equation for simple liquids and surfactants

**Abstract** The Langmuir isotherm is one of the most powerful and descriptive models for the adsorption process. Applied to fluid interfaces, in conjunction with Gibbs adsorption equation, it provides a meaningful physical description of surface tension on a molecular level. The resulting equation could be expressed as a function of volumetric phase composition or surface phase composition to calculate critical micelle concentration of surfactants in solution, as well as the adsorption and aggregation energies in a direct way, avoiding the use of empirical constants. In this work, the multiple advantages of the Langmuir model and its application to the calculation of these properties are presented.

All Rights Reserved © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [sandovalfed@gmail.com](mailto:sandovalfed@gmail.com) (F.D. Sandoval-Ibarra).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

## Introducción

La isoterma de adsorción de Langmuir ha sido ampliamente usada en sistemas de tipo sólido-líquido, sólido-vapor, sólido-gas, líquido-vapor y líquido-líquido. Cuando el proceso de adsorción o concentración se produce sobre una superficie sólida, la isoterma de adsorción se construye a partir del balance de material entre la fase fluida y el sólido en contacto. Para la adsorción en fases fluidas, como es el caso de líquido-vapor o líquido-líquido, es necesario emplear la ecuación de adsorción de Gibbs para evaluar la concentración del anfífilo en la superficie, mediante la medición de la tensión superficial o interfacial; procedimiento y objetivo del presente artículo.

## Antecedentes

Irving Langmuir desarrolló investigaciones sobresalientes en el campo de la estructura de sólidos, la adsorción de gases sobre sólidos, diseñó el filamento de wolframio para su empleo en bulbos de gas en las lámparas incandescentes (Suits y Martin, 1974) aumentando la eficiencia y la vida útil de las lámparas en comparación a los bulbos al vacío. Estas investigaciones realizadas en los laboratorios de General Electric lo hicieron acreedor del premio Nobel en Química en 1932. La experimentación efectuada con diferentes gases le permitió la observación de reacciones químicas en la superficie del filamento incandescente, hasta el desarrollo de una teoría de las reacciones químicas a altas temperaturas, con la cual logró estimar el calor de disociación del hidrógeno (Langmuir, 1912). Los trabajos de Langmuir sobre los filamentos incandescentes establecieron los fundamentos de la transmisión de electrones inducida por las altas temperaturas, lo cual contribuyó al desarrollo de la electrónica, la fabricación de tubos de alto vacío y la utilización del plasma, término que el mismo acuñó (Suits y Martin, 1974). Sus estudios sobre superficies fluidas y monocapas facilitaron el análisis de películas de proteínas como técnica en la investigación bioquímica. El trabajo de Langmuir se distinguió por la búsqueda de aplicaciones prácticas, mostrando preferencia por experimentos sencillos con los cuales fuera posible el desarrollo de conceptos que permitieran extender el análisis teórico, como es el caso de la isoterma que lleva su nombre, motivo de este artículo.

Los anfífilos son sustancias formadas por una parte con afinidad al disolvente, liofílica, y otra parte sin afinidad al disolvente, liofóbica, como se muestra en la figura 1. De forma general se distinguen 2 tipos de anfífilos, los

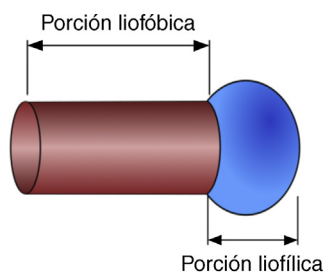


Figura 1 Molécula anfifílica.

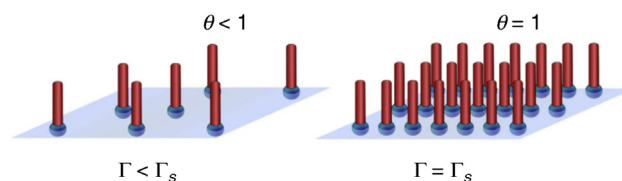


Figura 2 Concentración de soluto en la superficie  $\Gamma$  y concentración de soluto a saturación  $\Gamma_s$ .

tensoactivos, que forman agregados moleculares y los líquidos simples, que no lo hacen.

La característica principal de los anfífilos es el abatimiento de la tensión superficial del disolvente debido a la adsorción. La cuantificación de moléculas de anfífilo en la superficie es la parte fundamental en la termodinámica de superficies. De los parámetros fundamentales de la ecuación de estado superficial (EES) de Langmuir se obtienen: la concentración del anfífilo en la superficie, el área que ocupa en la superficie, el coeficiente de reparto superficie-disolución, y las energías estándar de adsorción y micelización. La información experimental previa a la obtención de los parámetros es la presión superficial en función de la concentración. La presión superficial  $\pi$  se define como la diferencia entre la tensión superficial del disolvente  $\sigma_1$  y la de la disolución  $\sigma$ ; esta presión en dos dimensiones indica la energía por unidad de área del anfífilo en la superficie.

## Modelo de adsorción de Langmuir

Langmuir estableció 3 postulados para describir la adsorción o concentración del anfífilo en la superficie:

- I. Formación de una monocapa de moléculas adsorbidas.
- II. Todos los sitios de la superficie tienen la misma probabilidad de ser ocupados.
- III. No hay interacción entre moléculas adsorbidas.

Las propiedades de la interfase como una región bidimensional y homogénea se reconocen en el primer y segundo postulado, respectivamente, pues se rechaza la condensación (fenómeno volumétrico) e indica que en la superficie existe una cantidad limitada de espacios con la misma probabilidad de ser ocupados. El tercer postulado indica que los cambios en las propiedades superficiales asociados a la adsorción de cada molécula son constantes, ya que no existen interacciones entre las especies adsorbidas.

La adsorción no se manifiesta de forma aislada, ya que de forma simultánea ocurre el proceso inverso, en que el adsorbato retorna hacia la fase volumétrica (Langmuir, 1917).



La concentración de soluto adsorbido está representada por  $\Gamma$  [ $\text{mol}/\text{cm}^2$ ] y, dado que la superficie es finita, la concentración de moléculas en esta región tiene como límite máximo la concentración superficial a saturación  $\Gamma_s$ ; el inverso de esta concentración representa el área mínima que ocupa el tensoactivo en la superficie  $A_s$ . La fracción de

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1182548>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1182548>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)