



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

Propiedades coligativas: la presión osmótica

Apellidos, nombre	Atarés Huerta, Lorena (loathue@tal.upv.es)
Departamento	Departamento de Tecnología de Alimentos
Centro	ETSIAMN (Universidad Politécnica de Valencia)



1 Resumen de las ideas clave

En este artículo vamos a describir el concepto de presión osmótica. Tras una breve introducción para ubicar esta propiedad en las denominadas propiedades coligativas (propiedades de las disoluciones), procederemos a deducir el efecto de la presión sobre el potencial químico de una sustancia. Tras ello desarrollaremos la exposición del concepto de presión osmótica.

2 Introducción

Las propiedades coligativas (del latín *colligatus* que significa "reunidos") son propiedades de las disoluciones que surgen como consecuencia del descenso del potencial químico que sufre una sustancia cuando pasa a formar parte de una disolución. Esta reducción del potencial químico se refleja en las cuatro propiedades coligativas: descenso de la presión de vapor, descenso crioscópico, aumento ebulloscópico y presión osmótica. En este objeto de aprendizaje vamos a estudiar esta última propiedad.

3 Objetivos

Con la redacción del presente artículo docente, se pretende que el alumnado sea capaz de:

- Identificar la presión osmótica como una de las propiedades coligativas consecuencia del descenso de potencial químico del disolvente de una disolución
- Deducir el efecto de la presión y la temperatura sobre el potencial químico de una sustancia
- Comprender el papel de la presión sobre las variaciones de potencial químico en la deducción del concepto de presión osmótica

4 Desarrollo

Cuando se añade un soluto a una sustancia pura A, la fracción molar de A disminuye, así como su potencial químico [1]. Consecuentemente, la adición de un soluto, a T y p constantes, reduce el potencial químico de A, haciendo que su valor en la disolución (μ_A) sea menor que el potencial químico de A en estado puro (μ_A^*). Puesto que el potencial químico de A es una medida de la tendencia de A a escapar de la disolución, el descenso del potencial químico provoca también un descenso en la presión de vapor. En relación con diferentes equilibrios de fases, surgen también el resto de propiedades coligativas: descenso crioscópico, aumento ebulloscópico y presión osmótica.



4.1 Efecto de la temperatura y la presión sobre el potencial químico

Antes de exponer el concepto de presión osmótica, conviene hacer un pequeño preámbulo para deducir el efecto de dos variables (temperatura y presión) sobre el potencial químico de una sustancia, que en el caso de sistemas puros coincide con la energía libre de Gibbs (G) molar.

En la figura 1 se muestra una sencilla deducción que ilustra el efecto de ambas variables. Partiendo de la ecuación de Gibbs para la G (en la parte superior de la figura 1), se puede deducir que a presión constante el primer término se anulará y la pendiente de G en función de T será negativa (la entropía del sistema cambiada de signo).

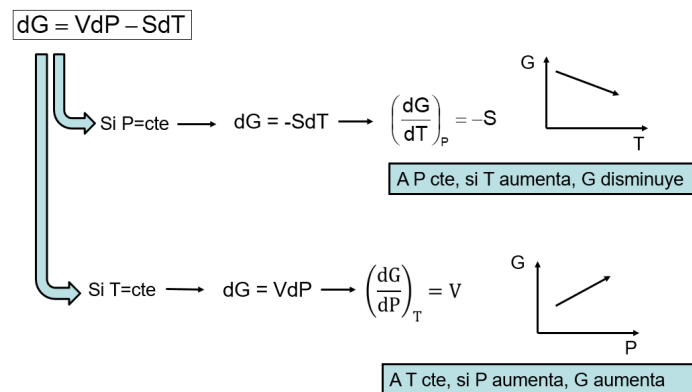


Figura 1. Efecto de T y p sobre G , y por tanto sobre el potencial químico de una sustancia.

Análogamente a lo anterior, y de mucha más importancia para la deducción que haremos en el siguiente apartado, se puede deducir el efecto de la presión sobre G a temperatura constante. De nuevo partiendo de la ecuación de Gibbs (la ecuación en la parte superior de la figura 1), si se supone temperatura constante, dT será 0 y el segundo sumando se anula. Se obtiene entonces que a T constante la pendiente de G con P es el volumen, y por lo tanto siempre se tendrá una pendiente positiva. Como consecuencia de esta deducción, podremos afirmar que **un aumento de la presión provoca un aumento del potencial químico**. Coherentemente, un descenso de la presión provoca un descenso del potencial químico.

4.2 La presión osmótica

Imagina ahora un recipiente como el que muestra la figura 2. Se trata de un tanque dividido en dos cámaras por una membrana semipermeable, que permite el paso del disolvente A pero no del soluto B. En la cámara de la izquierda tenemos disolvente puro (A), y en la de la derecha tenemos disolución (A + B). Date cuenta



de que las moléculas de A, dado que pueden atravesar la membrana, podrán moverse libremente por las dos cavidades, mientras que las moléculas de B están confinadas en la cavidad de la derecha.

Como punto de partida, imaginemos que ambas cámaras están llenas hasta el mismo nivel del capilar superior, y que por lo tanto se encuentran a la misma presión. Imaginemos también que todo el sistema se encuentra a la misma temperatura, de modo que este factor no tenga efecto sobre los fenómenos de transporte que vayan a tener lugar.

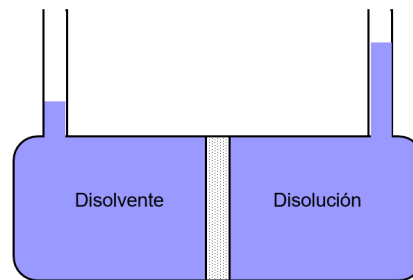


Figura 2. Dispositivo para la determinación de la presión osmótica

El potencial químico de A en la cámara de la izquierda se designaría como μ_A^* , donde el asterisco hace referencia al estado puro. El potencial químico de A en la cámara de la derecha se designaría como μ_A , donde la ausencia del asterisco hace referencia a que A está formando parte de una disolución y por tanto no está en estado puro. Debido al descenso del potencial químico de A que acompaña la adición del soluto B, se podrá afirmar que

$$\mu_A^* > \mu_A$$

Ecuación 1. Desequilibrio del potencial químico de A a ambos lados de la membrana semipermeable

Este desequilibrio del potencial químico del disolvente A a ambos lados de la membrana semipermeable tendrá como consecuencia el flujo de moléculas de A desde la cámara de la izquierda (donde el potencial químico de A es mayor) hacia la derecha (donde el potencial químico de A es menor), un flujo que se detendrá cuando ambos potenciales químicos se igualen (de la misma manera en que el flujo de calor entre dos cuerpos se detiene cuando se igualan las temperaturas de ambos).

La cuestión ahora es ¿cuándo y cómo se llegará a ese estado de equilibrio? Ten en cuenta que el soluto no puede salir de la cámara de la derecha, por lo cual las composiciones a ambos lados de la membrana nunca se podrán igualar. Siempre vamos a tener disolvente a un lado y disolvente con soluto al otro lado. Sin embargo, intuitivamente es sencillo desechar la idea de que todo el disolvente de la cámara de la izquierda sea "absorbido" por la disolución de la derecha.

La respuesta a esta cuestión es precisamente el efecto de la presión sobre el potencial químico. El flujo de disolvente hacia la cámara de la derecha hará que la presión en la cámara de la derecha aumente, mientras a la izquierda disminuye. Puesto que **un aumento de la presión provoca un aumento del potencial químico**, a medida que en la cámara de la derecha aumenta la presión, también va aumentando μ_A . Coherentemente, a medida que en la cámara de la izquierda disminuye la presión, también va disminuyendo μ_A^* . De esta forma, aunque la composición a ambos lados de la membrana siempre vaya a ser diferente, el potencial químico de A terminará igualándose en ambas cámaras, y el flujo de moléculas de A se detendrá.

Una vez alcanzado el equilibrio, designando como P la presión en el compartimento de la izquierda, la presión en el de la derecha será $P + \pi$, donde π es la presión osmótica.

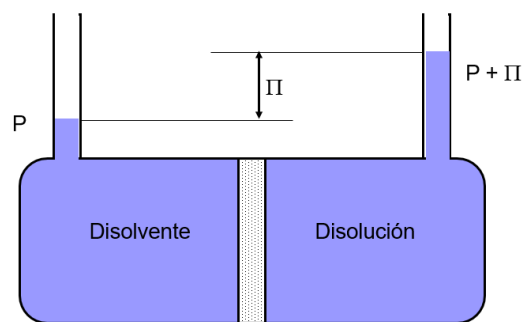


Figura 3. Presión osmótica π

La presión osmótica sería entonces el valor de presión adicional que es necesario aplicar a la disolución para que el potencial químico de A en la disolución fuera igual al potencial químico de A en estado puro, de forma que se alcanzase el equilibrio para la especie A a través de la membrana semipermeable [2].

5 Cierre

En este objeto de aprendizaje hemos hecho un resumen de las bases necesarias para comprender el fenómeno de la presión osmótica. Tras una breve exposición sobre las propiedades coligativas para dar contexto al concepto, hemos expuesto el papel de las variaciones del potencial químico en la aparición de esta propiedad.



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

6 Bibliografía

6.1 Libros:

[1] FISICOQUÍMICA. Levine, I. N. McGraw-Hill. 1991

[2] FISICOQUÍMICA. Metz, C.R. Ed. McGraw-Hill. Interamericana. 1991