

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
TENSIÓN SUPERFICIAL DE COMPUESTOS PUROS.....	1
Método de estados correspondientes de Brock y Bird	
Método de Macleod-Sugden	
TENSIÓN SUPERFICIAL DE MEZCLAS.....	1
Introducción	
Método de Winterfeldt, Scriven y Davis	
Método de Tamura, Kurata y Odani	
FUENTES CONSULTADAS.....	2

NOTACIÓN

Ya que la mayoría de los métodos emplean correlaciones empíricas dimensionales, es necesario usar las unidades especificadas en esta lista salvo cuando se indica lo contrario en el método. Algunos símbolos que se emplean sólo en un método no se incluyen en esta tabla pero se definen en el método.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
\mathbb{P}	Paracoro	$\text{g}^{1/4}\cdot\text{cm}^3/\text{mol}\cdot\text{s}^{1/2}$
P_c	Presión crítica	bar
T_b	Punto de ebullición normal (@ 1 atm)	K
T_{br}	Temperatura de ebullición reducida $T_{br} = T_b / T_c$	-
T_r	Temperatura reducida $T_r = T / T_c$	-
T_c	Temperatura crítica	K
\tilde{V}	Volumen molar de líquido	cm^3/mol
x	Fracción mol (fase líquida)	-
$\rho_{m,L}$	Densidad molar de líquido	mol/cm^3
$\rho_{m,V}$	Densidad molar de vapor	mol/cm^3
σ	Tensión superficial	N/m

INTRODUCCIÓN

La tensión superficial es la tendencia que tienen los líquidos a reducir su área superficial. Esto se debe a que las moléculas en la superficie experimentan una fuerza neta de atracción hacia el interior del líquido. La tensión superficial es la responsable de que una superficie líquida se comporte como si fuera una membrana elástica.

Para la mayoría de las sustancias, la tensión superficial disminuye de forma casi lineal con respecto a la temperatura absoluta, y se vuelve cero en el punto crítico.

La tensión superficial de la mayoría de los líquidos orgánicos suele estar en el rango de 0.025 a 0.040 N/m. Los metales líquidos típicamente están entre 0.3 y 0.6 N/m. El agua pura tiene una tensión superficial bastante alta, 0.072 N/m a temperatura ambiente, sin embargo disminuye bastante con la presencia de impurezas. Algunos valores representativos de tensión superficial se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Tensión superficial de líquidos representativos a 20°C

LÍQUIDO	σ [N/m]	LÍQUIDO	σ [N/m]
hexano	0.0184	benceno	0.0289
octano	0.0218	glicerina	0.0630
metanol	0.0226	agua	0.0728
CCl_4	0.0270	mercurio	0.4840

TENSIÓN SUPERFICIAL DE COMPUESTOS PUROS

MÉTODO DE ESTADOS CORRESPONDIENTES DE BROCK Y BIRD

A falta de valores experimentales, la tensión superficial se puede estimar a partir de las propiedades críticas y el punto de ebullición del compuesto:

$$\sigma = 1 \times 10^{-3} (0.132\alpha_c - 0.278) P_c^{2/3} T_c^{1/3} (1 - T_r)^{11/9}$$

donde el parámetro α_c está dado por:

$$\alpha_c = 0.9076 \left[1 + \frac{T_{br}}{1 - T_{br}} \ln \left(\frac{P_c}{1.013} \right) \right]$$

TENSIÓN SUPERFICIAL DE COMPUESTOS PUROS

MÉTODO DE MACLEOD-SUGDEN

La tensión superficial puede estimarse también a partir del paracoro:

$$\sigma = 0.001 [\mathbb{P}(\rho_{m,L} - \rho_{m,V})]^4$$

donde las densidades molares de líquido y vapor son a la temperatura y presión del sistema. A bajas presiones, la densidad molar del vapor es muy pequeña y se puede despreciar.

El paracoro puede estimarse a su vez con el método de contribución de grupos de Quayle.

TENSIÓN SUPERFICIAL DE MEZCLAS

INTRODUCCIÓN

La tensión superficial no es una función simple de las tensiones superficiales de los componentes puros, especialmente porque la composición química de la interfase puede ser diferente de la composición global.

En particular, para soluciones acuosas, la tensión superficial es una función no lineal de la tensión superficial de los componentes puros, ya que incluso una pequeña concentración del compuesto orgánico afecta fuertemente la tensión superficial de la mezcla.

TENSIÓN SUPERFICIAL DE MEZCLAS

MÉTODO DE WINTERFELD, SCRIVEN Y DAVIS

Este método es aplicable sólo para **mezclas no acuosas**. Para un sistema binario:

$$\sigma_m = \xi_1^2 \sigma_1 + 2\xi_1 \xi_2 (\sigma_1 \sigma_2)^{1/2} + \xi_2^2 \sigma_2$$

y para un sistema de n componentes:

$$\sigma_m = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \xi_i \xi_j (\sigma_i \sigma_j)^{1/2}$$

donde los parámetros ξ están definidos como:

$$\xi_i = \frac{x_i \tilde{V}_i}{\tilde{V}_m}$$

y el volumen molar de la mezcla líquida está dado por:

$$\tilde{V}_m = \sum_{i=1}^n x_i \tilde{V}_i$$

Para este método, el error promedio es alrededor del 3-4%.

TENSIÓN SUPERFICIAL DE MEZCLAS MÉTODO DE TAMURA, KURATA Y ODANI

Este método es aplicable para la **mezcla de un compuesto orgánico en agua**:

$$\sigma_m^{1/4} = \psi_w \sigma_w^{1/4} + \psi_o \sigma_o^{1/4}$$

donde el subíndice w se refiere al agua, y el subíndice o se refiere al componente orgánico.

El parámetro ψ_w está dado por la ecuación:

$$\log_{10} \frac{(\psi_w)^q}{(1-\psi_w)} = \frac{441}{T} \left[\sigma_o \tilde{V}_o^{2/3} - q \sigma_w \tilde{V}_w^{2/3} \right] + \log_{10} \left[\frac{(x_w \tilde{V}_w)^q}{x_o \tilde{V}_o} (x_w \tilde{V}_w + x_o \tilde{V}_o)^{1-q} \right]$$

y el correspondiente parámetro para el componente orgánico es simplemente $\psi_o = 1 - \psi_w$.

El parámetro q es una constante que depende del tipo de compuesto orgánico y su número de átomos de carbono:

- **Alcoholes:** q es el número de átomos de carbono.
- **Ácidos grasos:** q es el número de átomos de carbono.
- **Cetonas:** q es el número de átomos de carbono menos uno.
- **Derivados halogenados de ácidos grasos:** q es el número de átomos de carbono, multiplicado por el volumen molar de líquido del derivado halogenado, dividido entre el volumen molar de líquido del ácido graso original (no halogenado).

Errores típicos para este método son menores del 10% para $q < 5$ y menores al 20% para $q > 5$.

FUENTES CONSULTADAS

- Fox y McDonald (1995). "Introducción a la Mecánica de Fluidos". 4ª edición, McGraw-Hill.
- Reid, Prausnitz y Poling (1987). "The Properties of Gases and Liquids". 4ª edición, McGraw-Hill.
- Perry (2004). "Manual del Ingeniero Químico". 7ª edición, McGraw-Hill.

LA LETRA PEQUEÑA

EL ÚNICO PROPÓSITO DE ESTE DOCUMENTO ES SERVIR COMO RECURSO DIDÁCTICO; SU USO DEBE SER EXCLUSIVAMENTE ACADÉMICO. PARTES DE ESTE DOCUMENTO PUEDEN ESTAR SUJETAS A RESTRICCIONES POR DERECHOS DE AUTOR EN ALGUNOS PAÍSES.

ALGUNOS DE LOS MÉTODOS HAN SIDO ADAPTADOS PARA EMPLEAR CONSISTENTEMENTE SIMBOLOGÍA Y/O SISTEMA DE UNIDADES, PARA FACILITAR LA APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS, O PARA CONCILIAR EN LO POSIBLE DISCREPANCIAS ENTRE LAS DIVERSAS FUENTES CONSULTADAS.

NO SE DA NINGUNA GARANTÍA, EXPLÍCITA O IMPLÍCITA, SOBRE LA EXACTITUD DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO, POR LO QUE NO SE RECOMIENDA SU USO EN LA PREPARACIÓN DE DISEÑOS FINALES DE EQUIPOS INDUSTRIALES, PROCESOS QUÍMICOS, O SISTEMAS DE VIAJE A TRAVÉS DEL TIEMPO. EN ESTOS CASOS, SE RECOMIENDA CONSULTAR LAS FUENTES BIBLIOGRÁFICAS ORIGINALES.