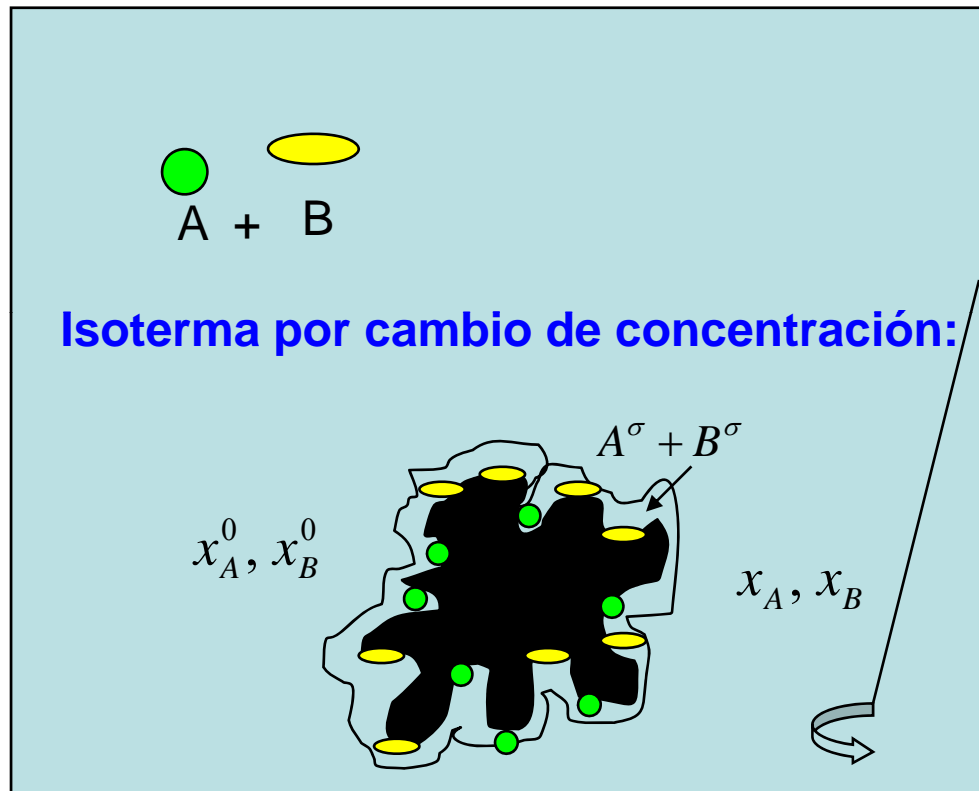
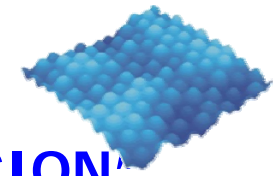


Experimento de inmersión de un sólido para medir la adsorción de una solución



$$n_0(x_A^0 - x_A) / m_S = n_0 \Delta x_A / m_S = n_A^\sigma (1 - x_A) - n_B^\sigma x_A$$





DEFINICION DE LA "ADSORCION DE UNA SOLUCION" DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA OBSERVACION EXPERIMENTAL

(*Pure and Applied Chemistry* 1986, **58**, 967-984)

La adsorción de solución ocurre cuando **existe una discrepancia** entre la **composición estequiométrica inicial** de una solución y la **composición** que alcanza el líquido una vez que ha estado en contacto con el adsorbente.

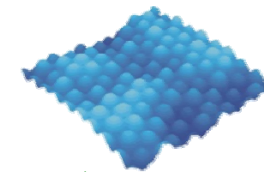
It has been pointed out that one may almost speak, *not of adsorption "from" or "in" solutions, but "of" solutions*, thus emphasising that both components are adsorbed.

(J. J. Kipling, *Quarterly Reviews*, Royal Soc. 1951, **5**, 60).

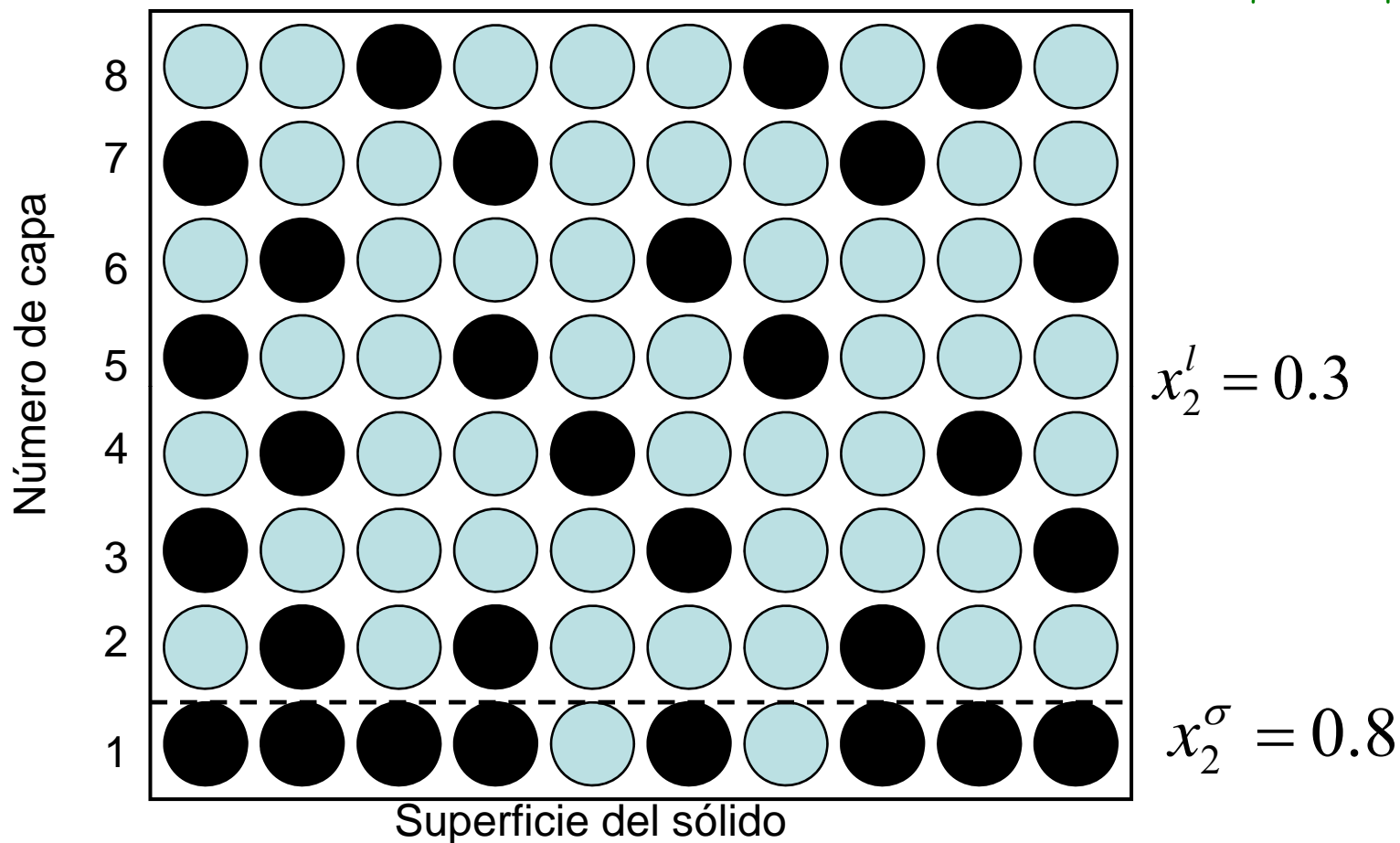




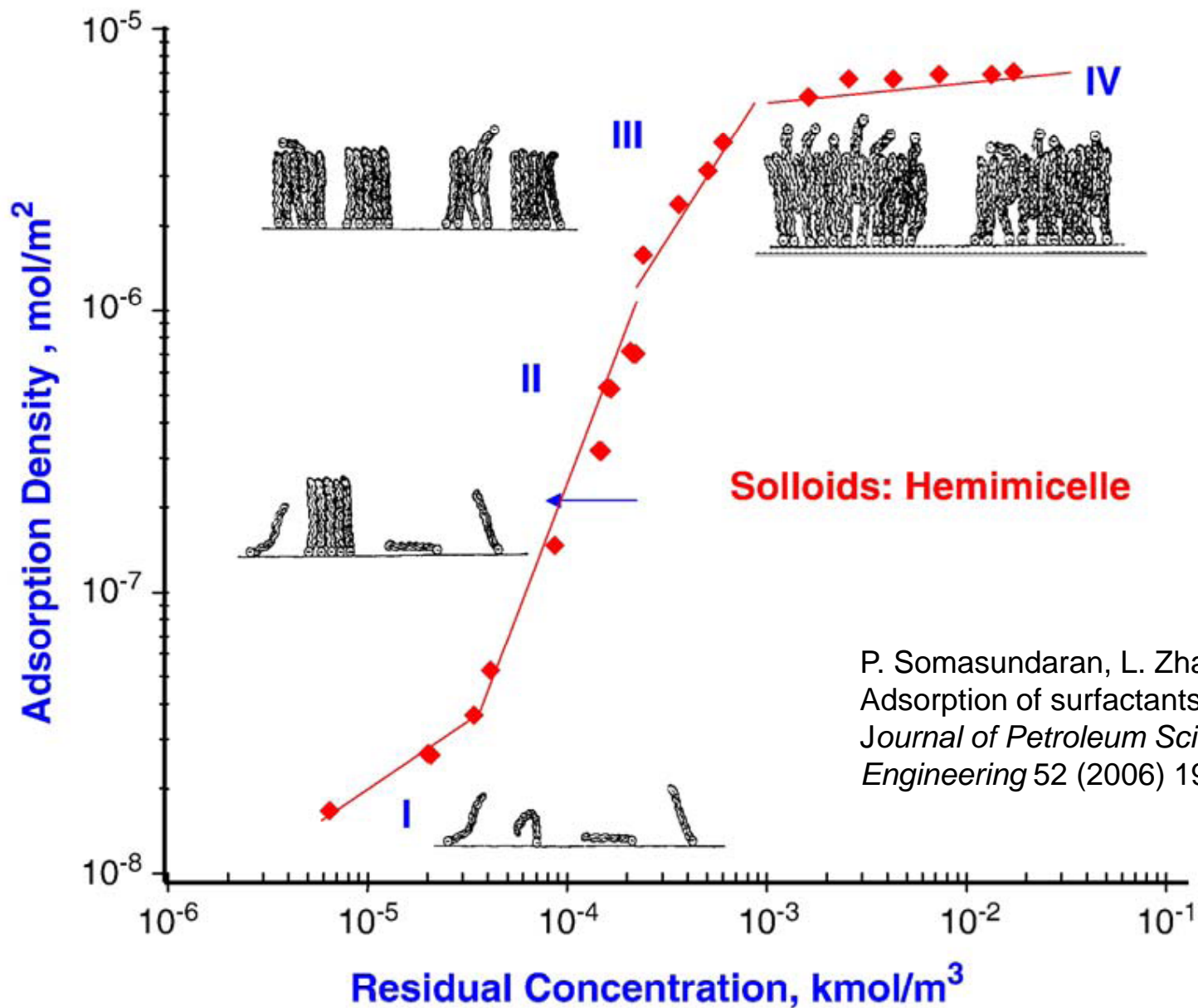
17/04/20



Area de Fisisicoquímica de Superficies



Representación esquemática del modelo de monocapa para la adsorción de una solución binaria.



Schematic representation of the growth of surfactant aggregates for various regions of the adsorption isotherm

Principio cardinal de la adsorción de solución

(J.J. Kipling, "Adsorption from solutions of non electrolytes"
Academic Press, Londres, 1965

Antes se pensaba que el cambio de concentración de la solución era una medida del grado de adsorción de un componente (i.e. el "soluto") sobre el sólido. Tácitamente se suponía que el segundo componente (i.e. el "solvente") no estaba involucrado en el proceso de adsorción.

Para sistemas con componentes completamente solubles (e.g. etanol y benceno) ninguno puede ser identificado como solvente o soluto y se debe reconocer que ambos componentes pueden ser adsorbidos.

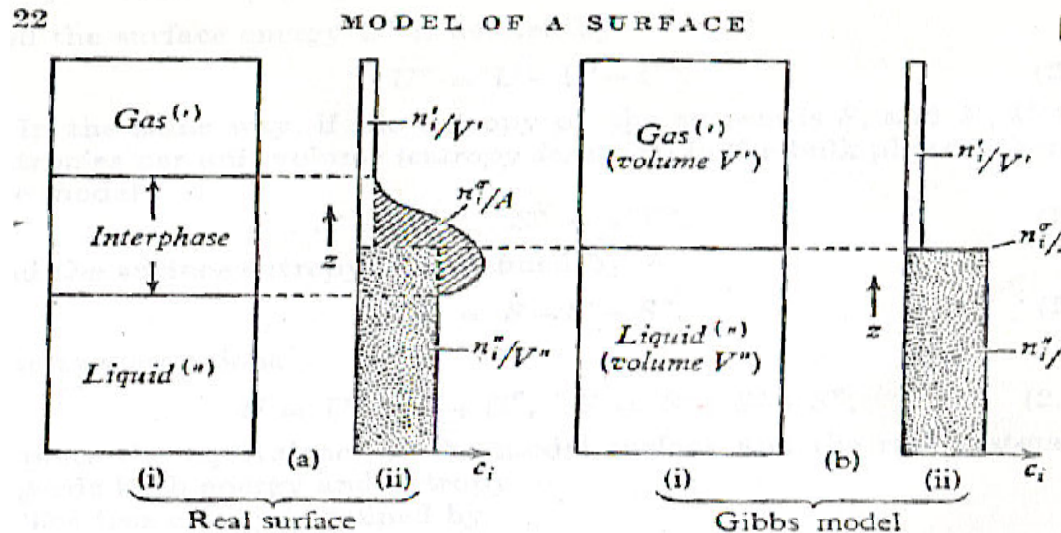


FIG. 2.1. (a) Real surface distribution of component i . (b) The Gibbs model surface equivalent to the real surface.

El **exceso superficial** ("surface excess") de un componente es la diferencia entre la cantidad de ese componente presente en el sistema y aquella cantidad que estaría presente si la concentración de ese componente en

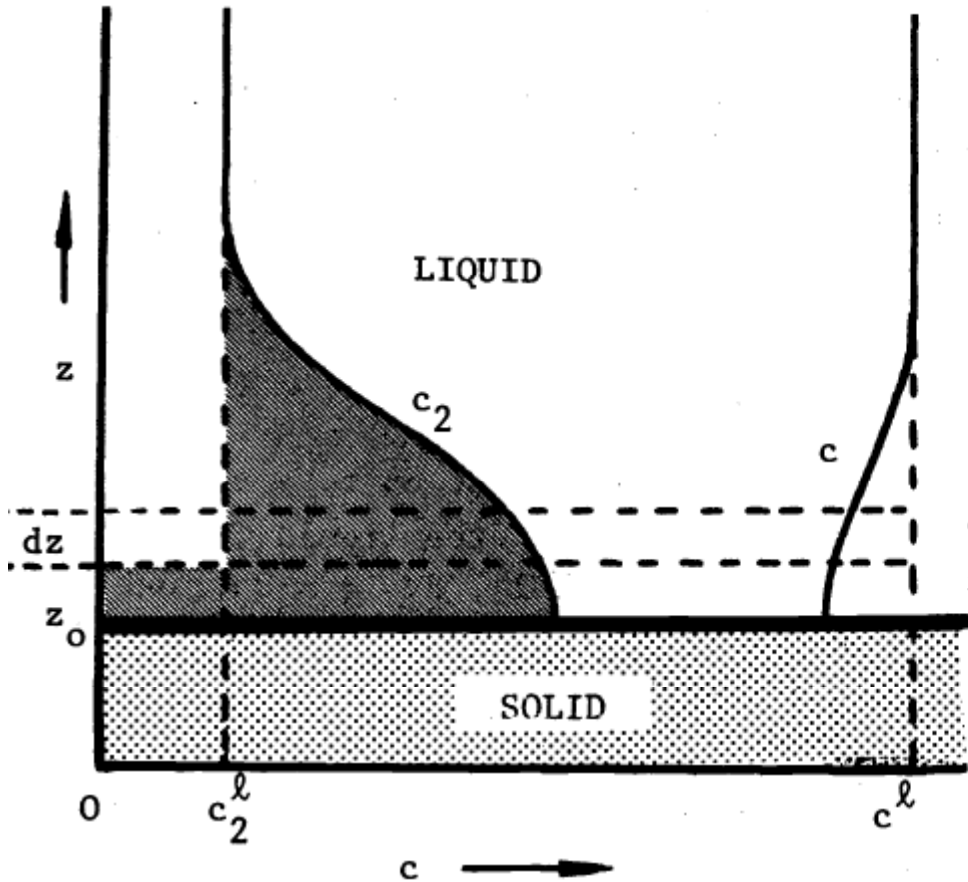


Figure 1: Profiles of concentration, c_2 , of component 2 and of total concentration, c , as function of distance z normal to the solid surface.

Gibbs dividing surface

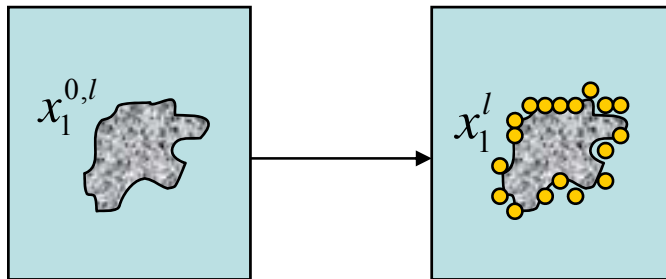
■ surface excess of 2.

Figure 1: Concentration profile of component i as function of distance z from a plane solid surface (schematic).

Isoterma de adsorción de una solución binaria en términos de sus isotermas individuales

$$x_1^l = \frac{(n^0 x_1^{0,l} - n_1^\sigma)}{n^0 - n_1^\sigma - n_2^\sigma} \longrightarrow \frac{n^0 (x_1^{0,l} - x_1^l)}{m_s} = \frac{n^0 \Delta x_1^l}{m_s} = n_1^\sigma (1 - x_1^l) - n_2^\sigma x_1^l \quad (i)$$

Isoterma de exceso superficial específico en términos de isotermas individuales de adsorción



Las variables n_1^σ y n_2^σ se pueden calcular mediante la ec. (i) y si se conociese el peso total, w , de la capa adsorbida:

$$w = w_1^\sigma + w_2^\sigma = n_1^\sigma M_1 + n_2^\sigma M_2$$

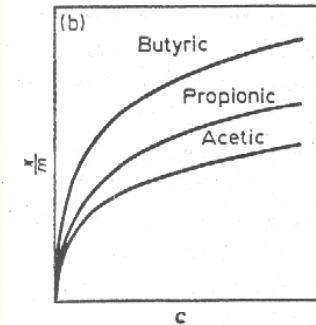
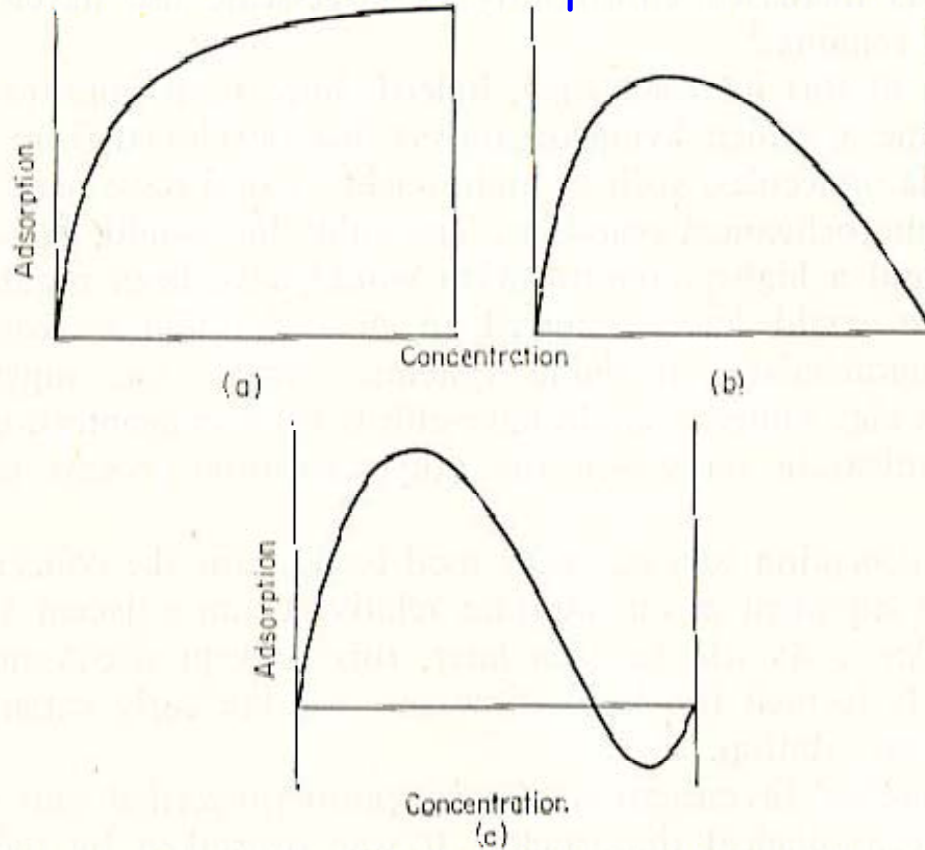
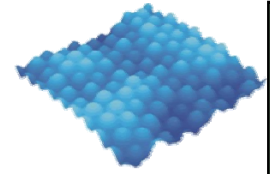
Entonces se podrían obtener n_1^σ y n_2^σ

$$S = \frac{x_2^\sigma x_1^l}{x_2^l x_1^\sigma}$$

factor de separación, $S > 1$ indica una adsorción preferente del componente 2

Clasificación de isothermas de adsorción de solución

Sistemas completamente miscibles

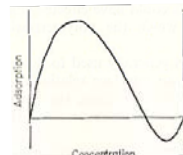


Adsorption of several fatty acids on charcoal.

$$\frac{n^0 \Delta x_1^l}{m_S} = n_1^\sigma (1 - x_1^l) - n_2^\sigma x_1^l$$

FIG. 3.1. Types of adsorption isotherm.14

Las isothermas como la siguiente:

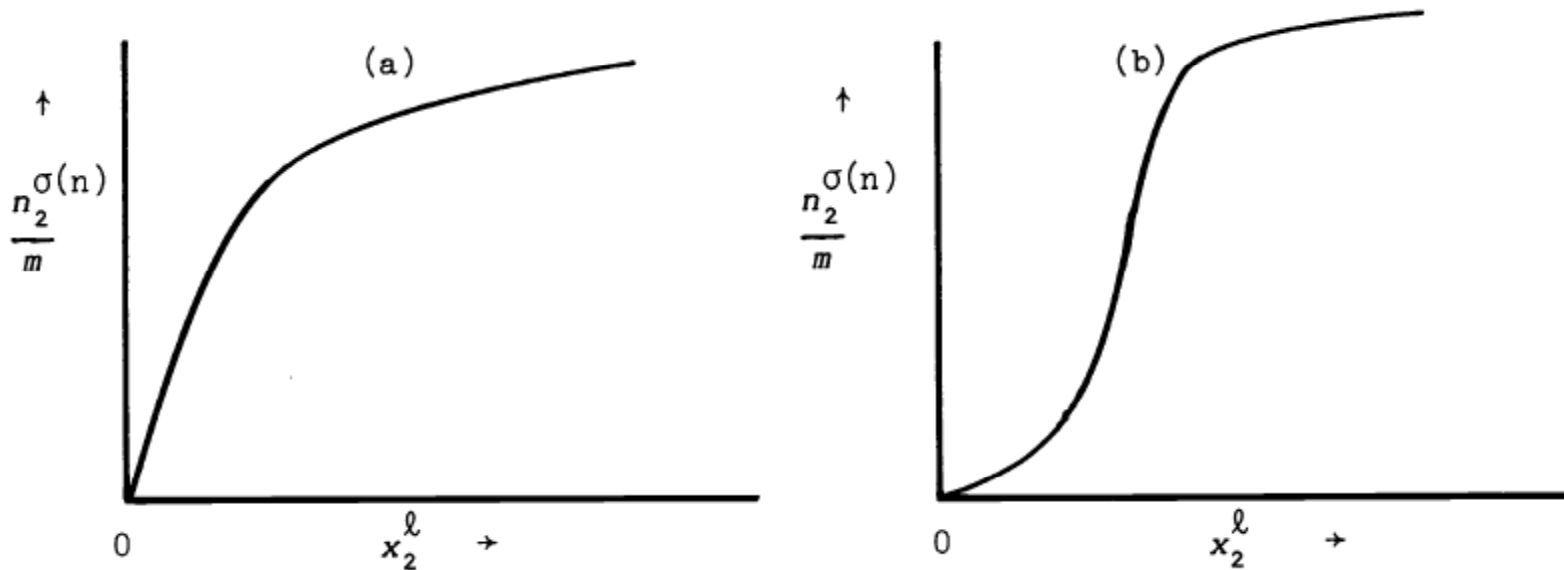


indican que en una primera parte

del intervalo de concentración un componente es **adsorbido preferencialmente** con respecto al otro. Esto significa que en el equilibrio, este componente está presente en la capa adsorbida en una mayor proporción que en la solución.

La adsorción “negativa” de la segunda parte indica una adsorción preferente del otro componente. Para líquidos completamente miscibles la isoterma decae a cero en cada extremo del intervalo de concentraciones.

En soluciones diluidas de líquidos *parcialmente miscibles*, las isotermas de exceso superficial pueden exhibir las siguientes 2 formas extremas:



La transición de la isoterma (b) a la (a) puede ocurrir cuando se aumenta la temperatura

La adsorción de solución permite calcular (mediante la ec. de adsorción de Gibbs):

- (1) La diferencia de tensiones interfaciales del tipo **sólido-líquido**, las cuales no se pueden medir de manera directa
- (2) Verificar la **ecuación de Young** en la línea de contacto de tres fases.
- (3) Calcular el **ángulo de contacto** entre un líquido y una superficie sólida, termodinámicamente.
- (4) Calcular la **tensión de desparramamiento** de un líquido sobre otro (spreading tension).
- (5) Calcular **calores y entropías de inmersión** por medio de relaciones termodinámicas

Precisión de los datos experimentales.

Ind. Eng. Chem. Res., Vol. 45, No. 1, 2006 33

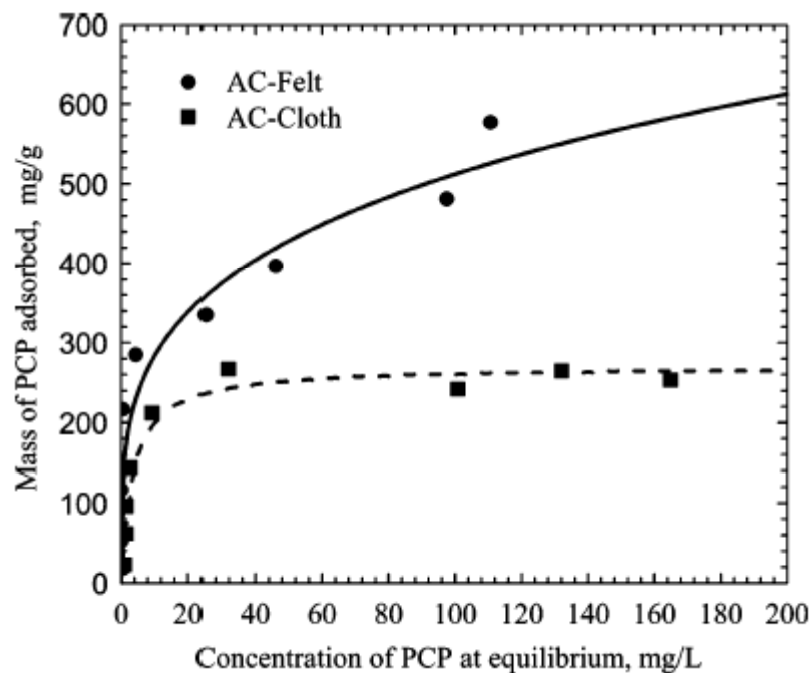


Figure 3. Effect of ACF type on the adsorption isotherm of PCP at 25 °C and pH 7. The lines represent the Prausnitz–Radke isotherm.

Adsorption of Elastomers on Carbon Black

G. Kraus, J. Dugone

Ind. Eng. Chem., 1955, 47 (9), 1809-1816•

Histéresis de adsorción de solución

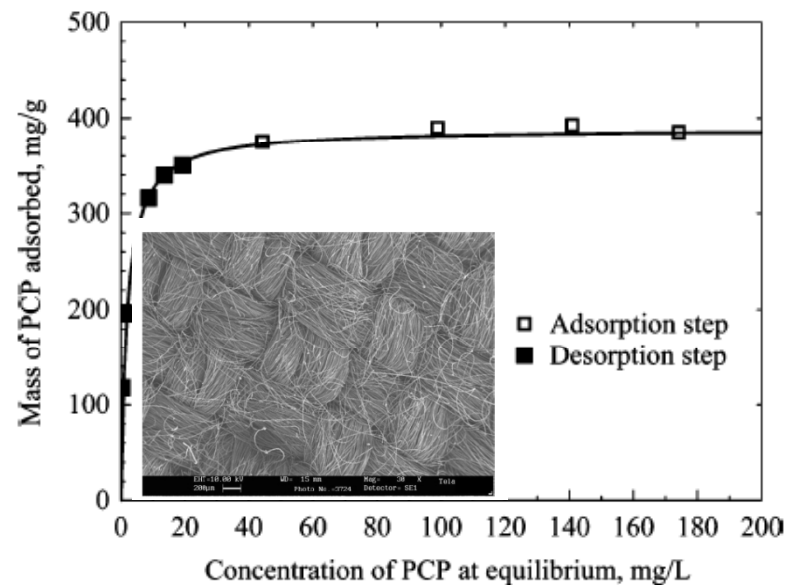


Figure 8. Reversibility of the adsorption isotherm of PCP on AC-felt at 25 °C and pH 9. The lines represent the Prausnitz–Radke isotherm.

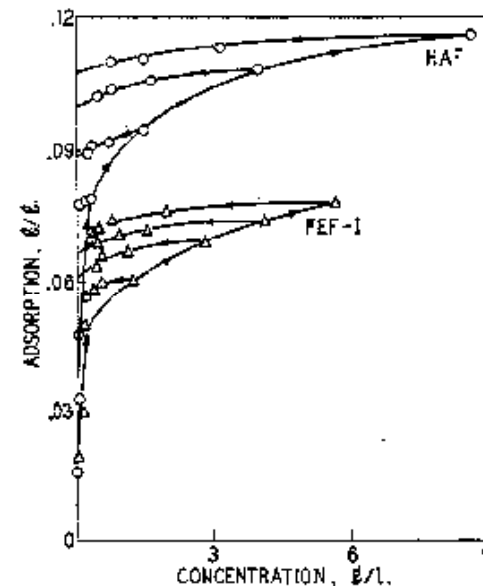


Figure 9. Hysteresis of cold rubber adsorption from *n*-heptane

P
r
e
c
i
s
i
ó
n
e
h
i
s
t
é
r
e
s
i
s

REPORTING DATA ON ADSORPTION FROM SOLUTION AT THE SOLID/SOLUTION INTERFACE

Pure & Appl. Chem., Vol. 58, No. 7, pp. 967—984, 1986.

Métodos para la medición de adsorción de solución

a) Método de inmersión

La manera tradicional es añadir una masa conocida de sólido a una cantidad dada de solución en un contenedor sellado (generalmente provisto de agitación) en un termostato. Después de alcanzar el equilibrio, el líquido sobrenadante es analizado para obtener el cambio de concentración de los componentes de la solución.

b) Método de recirculación

Se recircula el líquido continuamente sobre el sólido. La concentración se monitorea continuamente mediante su paso a través de un refractómetro de flujo. Un método diferencial en el que la solución a la concentración original es circulado a través de la celda de referencia del refractómetro es de suma conveniencia.

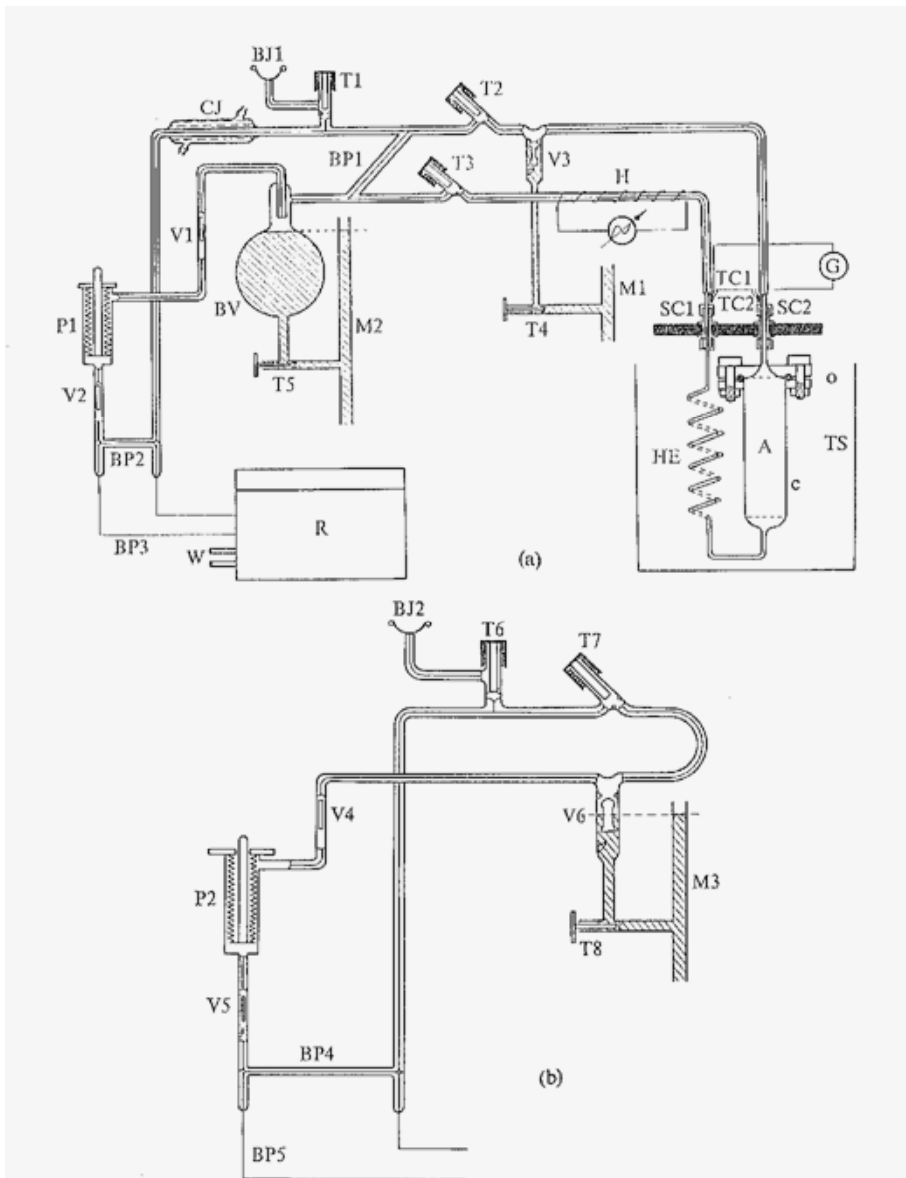


FIGURE 1. Differential adsorption apparatus: *a*, adsorption system; *b*, reference system.

P1, P2, bellows pumps; V1, V2, V4, V5, glass non-return valves; V3, V6, float valves; T1, T2, T3, T6, T7, Rotaflo taps (type TF12/C1/13); T4, T5, T8, needle valves (Hone Cr/Ni); M1, M2, M3, mercury cut-offs; BV, ballast volume ($\approx 80 \text{ cm}^3$); BP1, 0.2 mm capillary by-pass; BP2, BP4, 1 mm capillary by-passes; BP3, BP5, 1 mm i.d. stainless-steel capillary by-passes; H, liquid heater; HE, heat exchanger (3 mm o.d. stainless-steel tubing); C, adsorption cell ($\approx 65 \text{ cm}^3$); A, solid adsorbent; CJ, cooling jacket; BJ1, BJ2, ball-joints with Viton O-ring seals; SC1, SC2, Swagelok connectors to Covar-to-glass seals; O, Viton O-ring; TC1, TC2, copper-to-constantan thermocouple junctions; TS, variable temperature thermostat; R, differential refractometer (Waters Associates, type R403); W, water connexions to 298.15 K thermostat. All connecting tubes are made from 1.5 mm glass capillary.

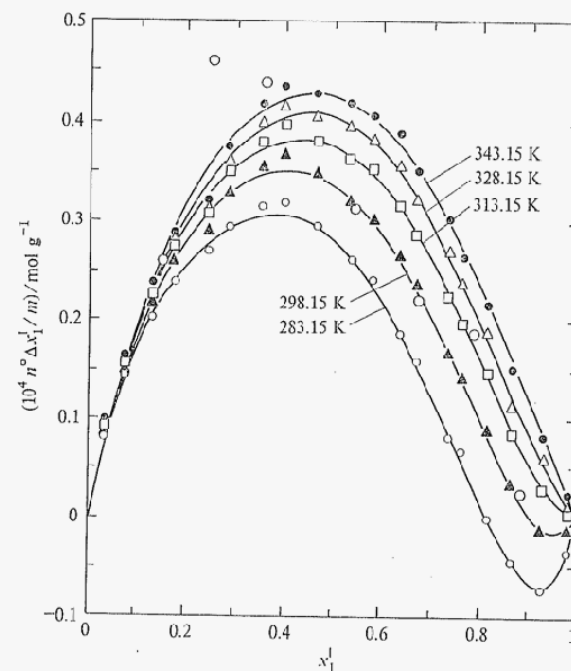


FIGURE 4. Surface excess isotherms for benzene (1) + *n*-heptane (2) + Graphon at indicated temperatures. Large circles, data of Parfitt and Willis⁽⁷⁾ at 298.15 K. Symbols as for figure 3.

Aparato diferencial
de adsorción de
solución

S.G. Ash, R. Bown,
D.H. Everett

J. Chem Thermodynamics
1973, 5, 239-246

Escuela de Química
Universidad de Bristol

Precisión $\pm 3 \times 10^{-9} \text{ mol m}^{-2}$

c) Método cromatográfico

El adsorbente es la fase estacionaria de la columna cromatográfica. Las medidas de concentración se realizan sobre el líquido que entra y el que sale de la columna. La diferencia de concentraciones puede ser monitoreada con un refractómetro diferencial. El volumen de líquido que pasa por la columna debe ser medido y el experimento termina cuando las concentraciones de entrada y salida son iguales.

d) Método nulo

Después de lograrse el equilibrio de adsorción entre el sólido y la solución, se agregan Δn^a moles de una solución de fracción molar x_2^a de tal forma que la concentración regresa a ser x_2^0 . La adsorción o exceso superficial es:

$$n_2^{\sigma(n)} = \Delta n^a (x_2^a - x_2^0)$$

o:

$$\Gamma_2^{\sigma(n)} = \frac{\Delta n^a}{m a_s} (x_2^a - x_2^0)$$

Y la adsorción relativa de componente 2 con respecto al 1 es:

$$\Gamma_2^{(1)} = \frac{\Delta n^a}{m a_s}$$

Isotermas de adsorción de solución en términos de isotermas individuales

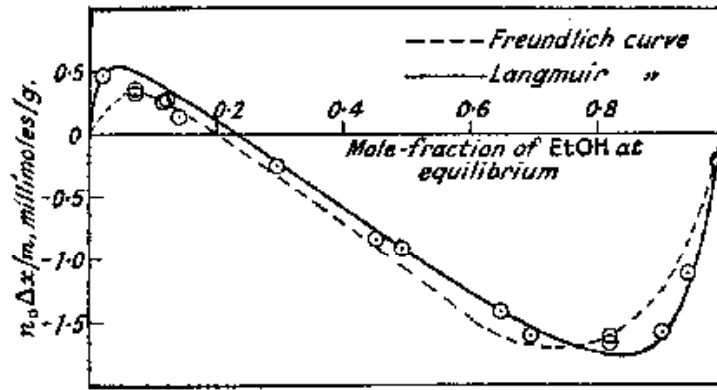


FIG. 1. Isotherms of concentration change for the system benzene-ethyl alcohol.

Points : experimental.
Curves : calculated.

$$n_0(x_0 - x) / m = n_0 \Delta x / m = n_1^\sigma (1 - x) - n_2^\sigma x$$

Bartell & Sloan

JACS 1929, 51, 1637

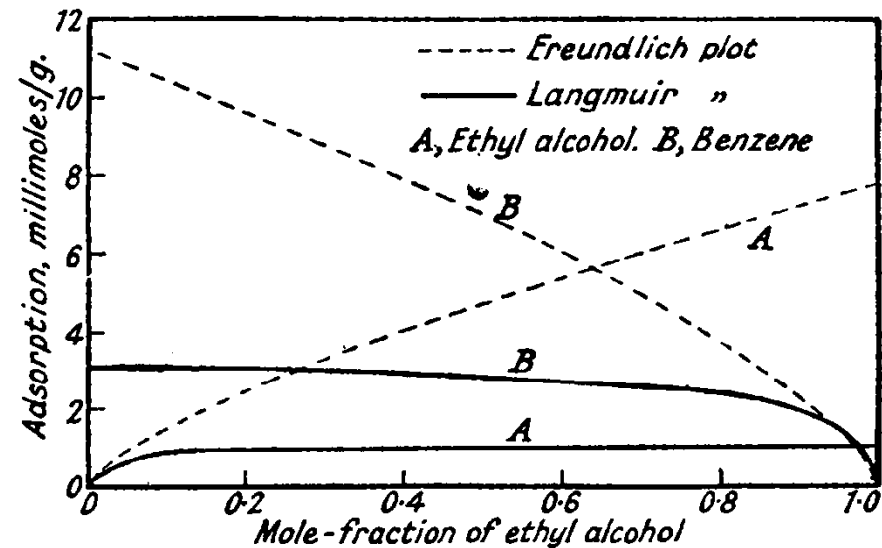
$$n_0 \cdot \Delta x / m = \frac{k_1' K x (1 - x)}{1 + k_1' x} - \frac{k_2' K' x (1 - x)}{1 + k_2' (1 - x)}$$

Isotermas individuales tipo **Langmuir**

$$n_0 \Delta x / m = k_1 x^\alpha (1 - x) - k_2 (1 - x)^\beta x$$

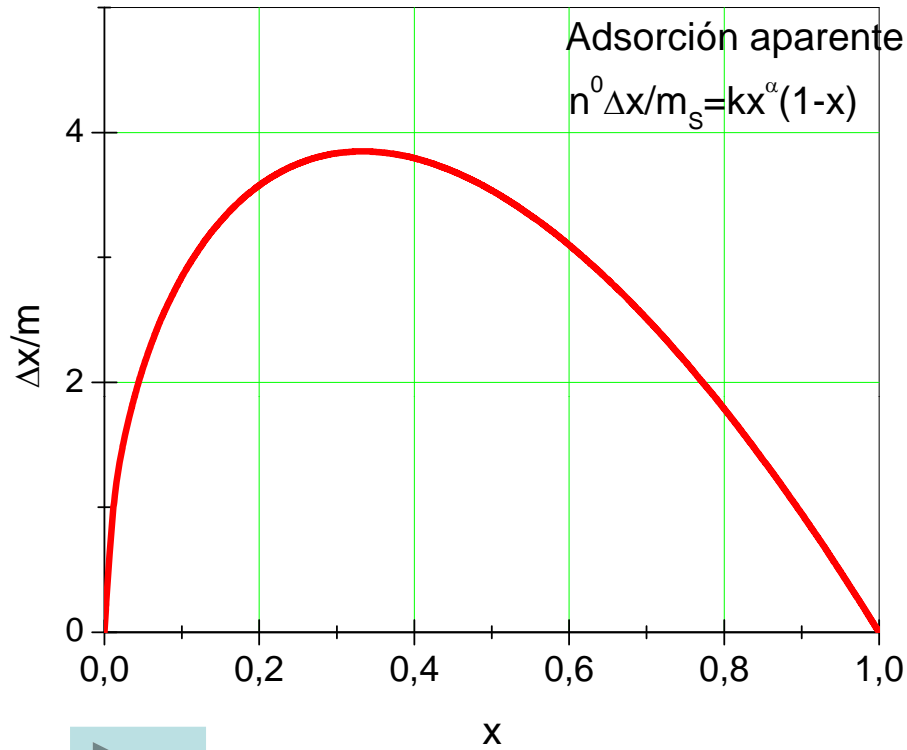
Isotermas individuales tipo **Freundlich**

FIG. 2. Individual adsorption isotherms for the system benzene-ethyl alcohol, plotted according to the Freundlich and the Langmuir equations.



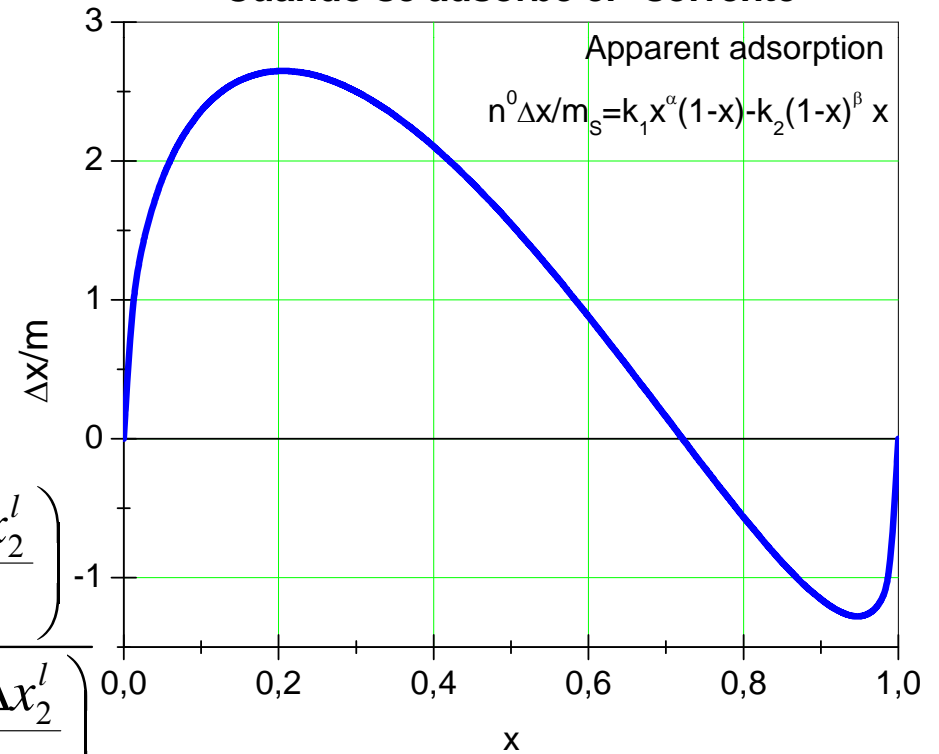
Como trazar isotermas individuales

Quando sólo se adsorbe el "solute"



Existen diversas maneras de calcular isotermas individuales

Quando se adsorbe el "solvente"



$$x_2^\sigma = \frac{x_2^l + a_1 \Gamma_2^{(n)}}{1 - (a_2 - a_1) \Gamma_2^{(n)}} = \frac{x_2^l + \left(\frac{a_1}{a_s}\right) \left(\frac{n^0 \Delta x_2^l}{m_s}\right)}{1 - \left(\frac{a_2 - a_1}{a_s}\right) \left(\frac{n^0 \Delta x_2^l}{m_s}\right)}$$

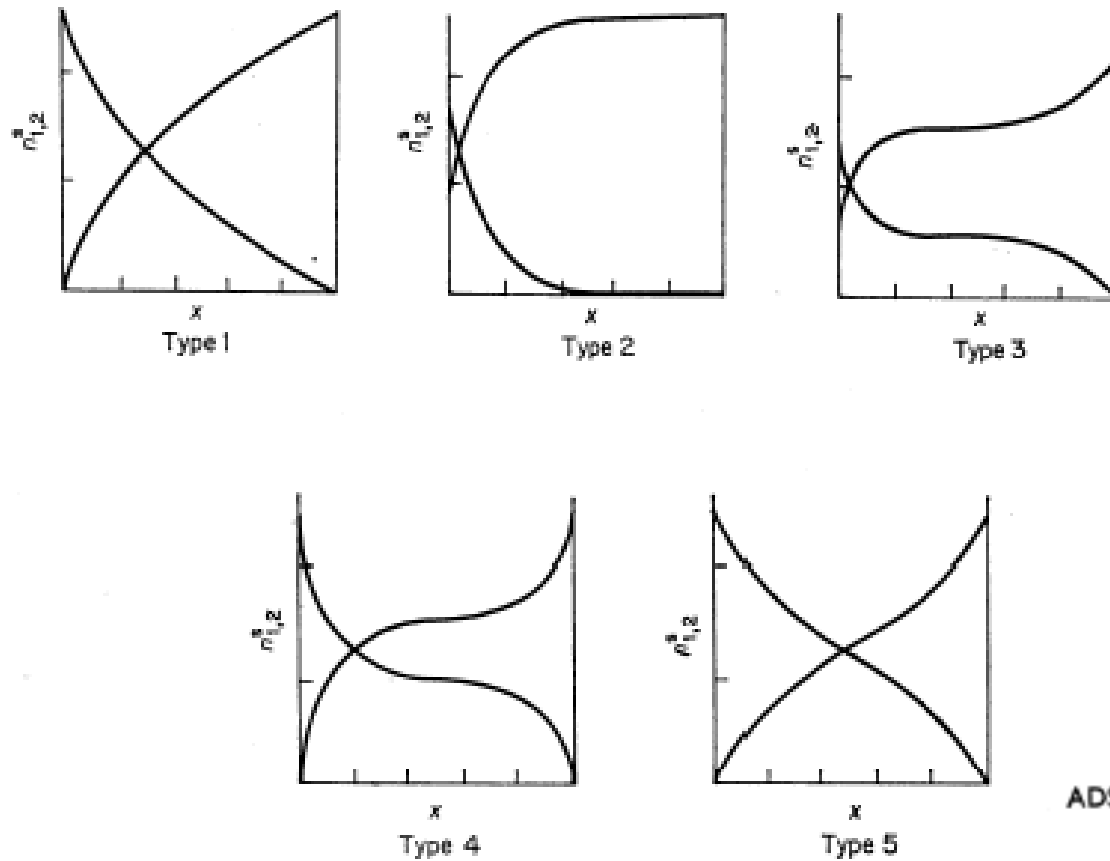


FIG. 4.21. Types of individual isotherm according to Schay.³¹ (Reproduced with permission from *Periodica Polytechnica*.)

ADSORPTION FROM SOLUTIONS OF NON-ELECTROLYTES

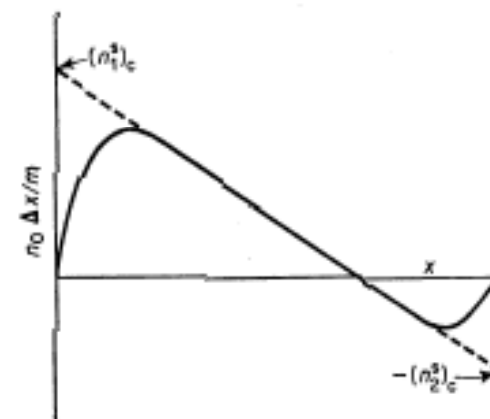
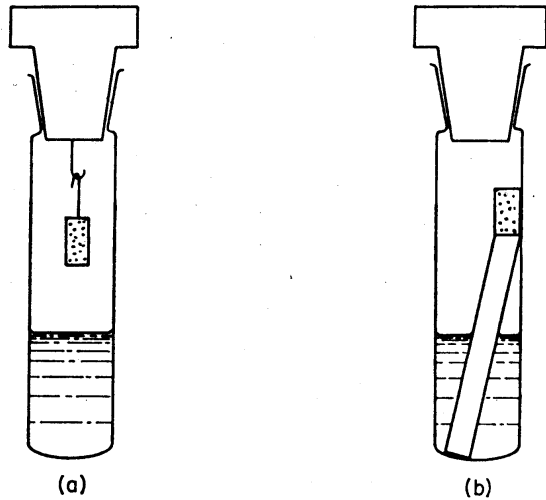


FIG. 4.9. Composite isotherm showing substantial linear section.

Adsorción de una mezcla de vapores para determinar experimentalmente isothermas de adsorción de componentes individuales



$$\frac{n^0 (x_1^{0,l} - x_1^l)}{m_S} = \frac{n^0 \Delta x_1^l}{m_S} = n_1^\sigma (1 - x_1^l) - n_2^\sigma x_1^l$$

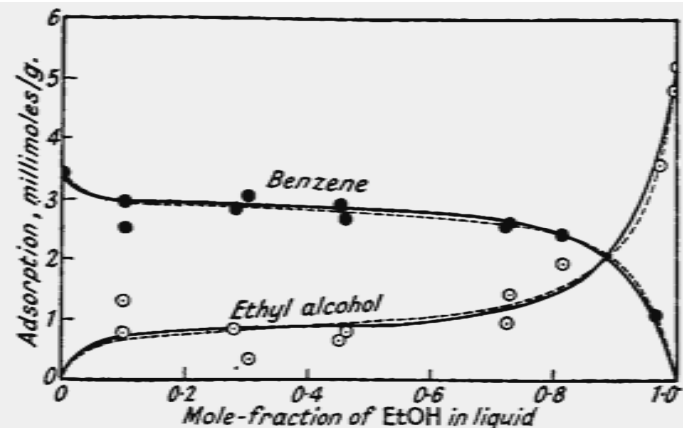
$$W = w_1^\sigma + w_2^\sigma = n_1^\sigma M_1 + n_2^\sigma M_2$$

FIG. 2.3. Adsorption from mixed vapours.

El vapor, en contacto con el sólido, está saturado con respecto a la solución líquida a la temperatura de adsorción. Cuando el peso es invariable, se determina la composición del líquido

FIG. 5. Adsorption from benzene-ethyl alcohol vapour mixtures: individual isotherms.

Points : experimental.
 Full curves : calculated (Section 3).
 Broken curves : calculated (Section 4).



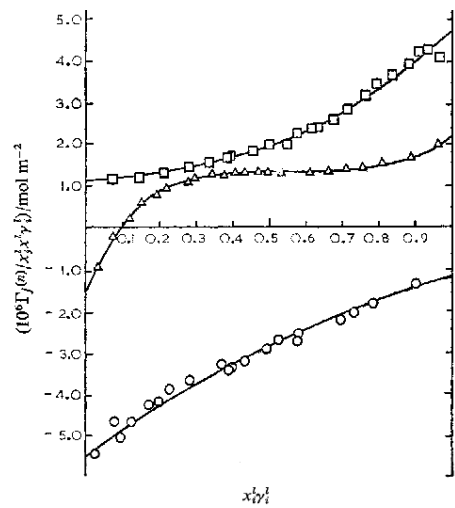
Ecuación de Gibbs. Tensión interfacial de la interfase sólido/liquido

$$\partial\sigma^{sl} = -s^\sigma \partial T - \sum_{i=1}^C \Gamma_i \partial\mu_i \quad ; \quad \partial\sigma^{sl} = -s^\sigma \partial T - \sum_{i=2}^C \Gamma_i^{(1)} \partial\mu_i \quad \text{superficie plana}$$

$$\left(\frac{\partial\sigma}{\partial\mu_2} \right)_{T,p} = -\Gamma_2^{(1)} = \frac{\Gamma_2^{(n)}}{x_1^l}$$

Al integrar esta ecuación se obtiene:

$$\sigma - \sigma_2^* = -\frac{RT}{a_S} \int_{x_2^l=1}^{x_2^l} \frac{n_2^{\sigma(n)} / m_S}{x_1^l x_2^l \gamma_2^l} d(x_2^l \gamma_2^l)$$



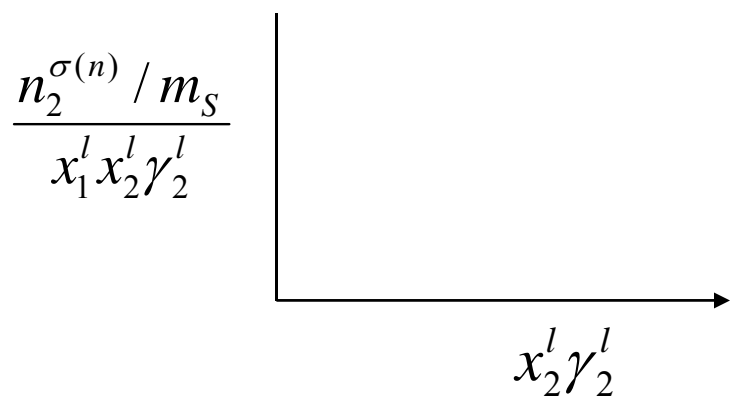
—Integrand of eqn (6) [$\Gamma_2^{(n)} / (x_1^l x_2^l \gamma_2^l)$] as function of $x_2^l \gamma_2^l$ for the three systems at 298 K: \square , 1 + 3; \circ , 1 + 2; \triangle , 3 + 1.

Entalpía de inmersión:

$$\Delta_w \widehat{h} - \Delta_w \widehat{h}_2 = \frac{\partial}{\partial(1/T)} \left[\frac{\sigma - \sigma_2^*}{T} \right]$$

Entropía de inmersión:

$$\Delta_w \widehat{s} - \Delta_w \widehat{s}_2^* = \frac{\partial}{\partial T} [\sigma - \sigma_2^*]$$



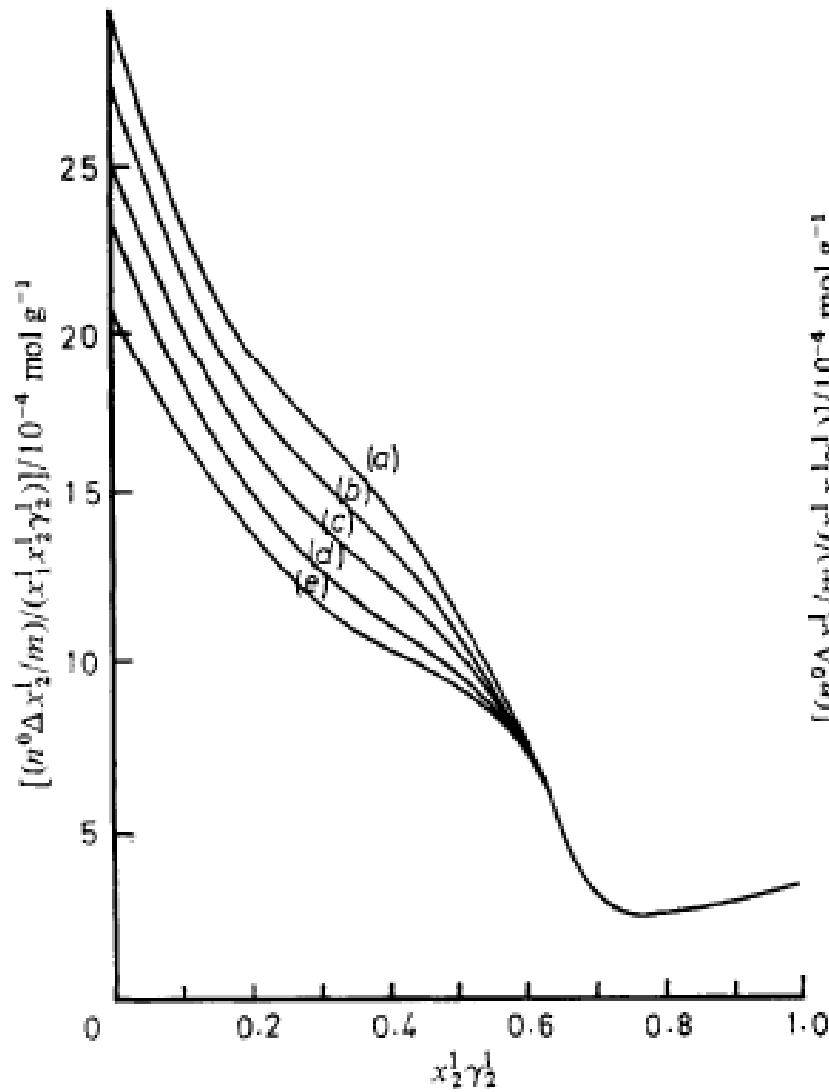


Fig. 5.

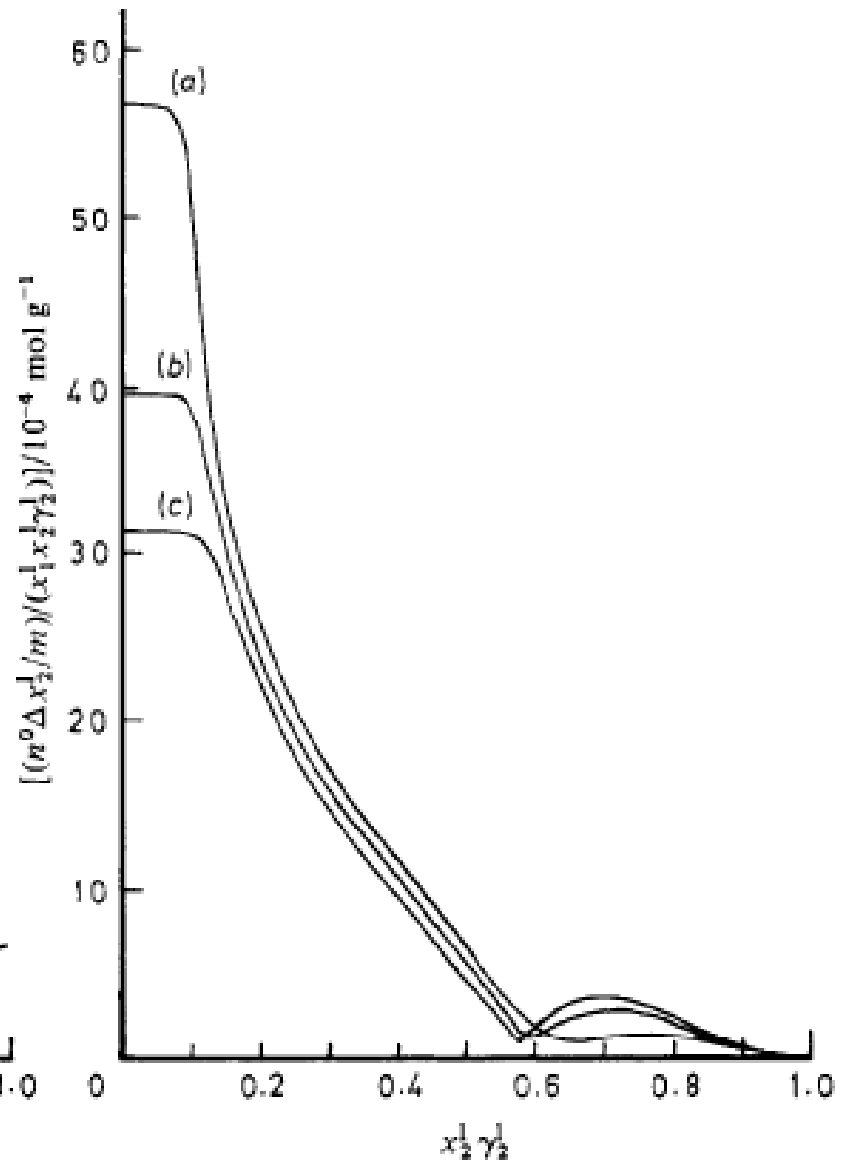


Fig. 6.

Fig. 5. Graphs of $(n^0 \Delta x_2^1 / m) / (x_1^1 x_2^1 \gamma_2^1)$ as functions of $x_2^1 \gamma_2^1$ for (water-methanol)/Graphon at (a) 298.15; (b) 308.15; (c) 318.15; (d) 328.15; (e) 338.15 K. Above $x_2^1 \gamma_2^1 = 0.6$ the curves are indistinguishable.

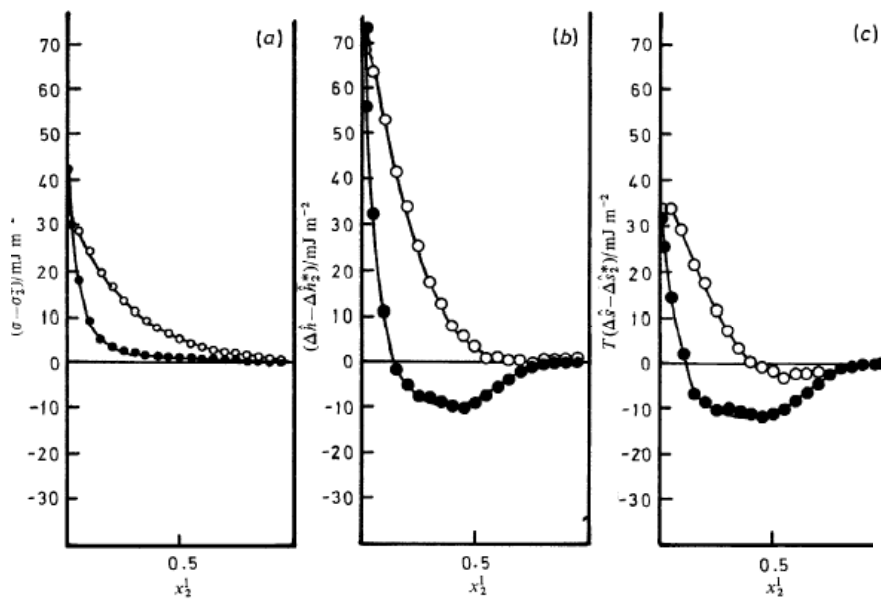


Fig. 7. Thermodynamic functions at 25 °C for (water-alcohol)/Graphon systems: (a) $(\sigma - \sigma_2^*)$, (b) $(\Delta_w \hat{h} - \Delta_w \hat{h}_2^*)$, (c) $T(\Delta_w \hat{s} - \Delta_w \hat{s}_2^*)$ as functions of x_2^1 . Open points: methanol; filled points: ethanol.

Figure 8 shows that the **dominant factor** which determines the sign of the preferential adsorption **is the enthalpy of immersion**, although the opposing entropy term is some 50% of it.

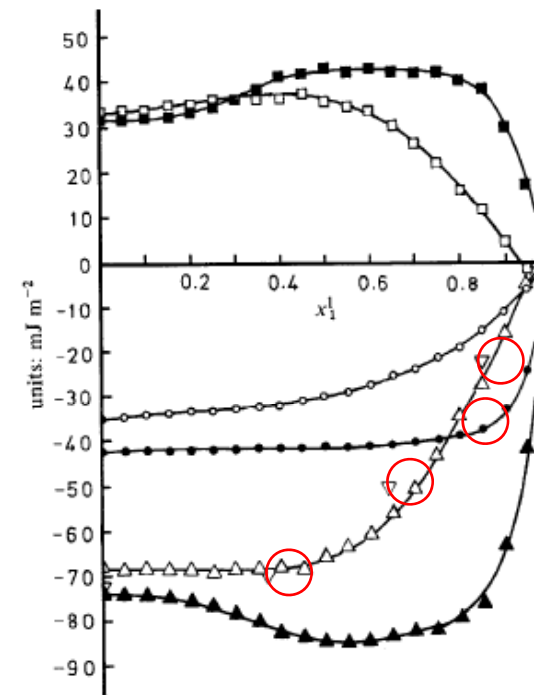


Fig. 8. Thermodynamic functions at 25 °C for (water-alcohol)/Graphon systems: \circ , $(\sigma - \sigma_1^*)$; Δ , $(\Delta_w \hat{h} - \Delta_w \hat{h}_1^*)$; \square , $-T(\Delta_w \hat{s} - \Delta_w \hat{s}_1^*)$. Open symbols, methanol; filled symbols, ethanol. ∇ , $(\Delta_w \hat{h} - \Delta_w \hat{h}_1^*)$ from immersion calorimetry.

Calor y entropia de immersion

Cálculo termodinámico del ángulo de contacto a partir de medidas de adsorción de solución

J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1, 1986, 82, 2605-2614
Douglas H. Everett and Alistair J. P. Fletcher

$$\sigma^{BS} - \sigma^{AS} = \sigma^{AB} \cos \theta$$

Ecuación de Young
en la línea de contacto
de 3 fases,

A y B son líquidos inmiscibles; σ^{AS} y α^{BS} no se pueden medir experimentalmente y por lo tanto la ecuación de Young no es posible confirmarla directamente.

“For a solid/liquid interface the global adsorption is relatively easy to determine, although the solid/liquid interfacial tension is not amenable to direct experimental measurement” D. H. Everett in *Specialist Periodical Report, Colloid Science, Vol. 1. The Chemical Soc. 1973.*

Sin embargo si A y B son miscibles en C, al medir la adsorción de mezclas A-C y B-C sobre todo el intervalo de concentraciones es posible, por integración de la ecuación de adsorción de Gibbs de obtener $(\sigma^{AS} - \sigma^{CS})$ y $(\sigma^{BS} - \sigma^{CS})$. La diferencia $(\sigma^{BS} - \sigma^{AS})$ puede entonces ser calculada y si σ^{AB} es conocida θ puede ser calculado por una ruta termodinámica.

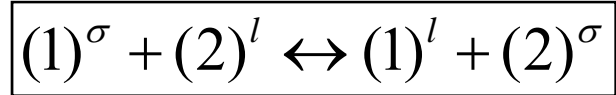
$$\sigma^{sl} - \sigma_2^{sl*} = -\frac{RT}{a_S} \int_{x_2^l=1}^{x_2^l} \frac{n_2^{\sigma(n)} / m_S}{x_1^l x_2^l \gamma_2^l} d(x_2^l \gamma_2^l)$$

El método anterior también permite calcular la tensión de pesparramamiento:

$$\sigma_{\text{spr.}} = \sigma_{12} - (\sigma_2^* - \sigma_1^*)$$

σ_{12} es la tensión interfacial entre los líquidos 1 y 2; σ_1^* , σ_2^* , son las tensiones Superficiales de los líquidos puros.

Equilibrio de intercambio de fases (2 componentes):



$$K = \frac{x_2^\sigma x_1^l}{x_1^\sigma x_2^l} ;$$

$$\ln K = -(\sigma_2^* - \sigma_1^*) a / RT$$

$$\frac{n^0 \Delta x_2^l / m x_1^l}{x_1^l} = \frac{n^\sigma}{m} (K - 1) \left[x_2^l + \frac{1}{(K - 1)} \right]$$

$n^\sigma / m = a_s / a$ Es la cantidad de moléculas de cualquiera de los 2 componentes para recubrir la superficie de una masa unitaria de sólido

$a_s = \left(\frac{n^\sigma}{m} \right) a^0 N_A$ De aquí se puede calcular el área específica del sólido

Las isothermas de exceso superficial correspondientes a este caso tienen una forma de “U” invertida.

Calculo del área específica del sólido a partir de adsorción de solución

$$\frac{n^0 \Delta x_2^l}{m_s} = \alpha - \beta x_2^l = \frac{(n_2^\sigma - n^\sigma x_2^l)}{m_s}$$

$$\left(\frac{n_2^0}{m_s} - \alpha \right) - \left(\frac{n^\sigma}{m_s} - \beta \right) x_2^l = 0$$

Una solución de la ec. anterior es:

$$\alpha = \frac{n_2^\sigma}{m_s}; \quad \beta = \frac{n^\sigma}{m_s}; \quad (\beta - \alpha) = \frac{n_1^\sigma}{m_s}$$

Si se supone la existencia de una monocapa, el área superficial está dada por:

$$a_s = \frac{A_s}{m_s} = (\beta - \alpha) a_1 + \alpha a_2$$

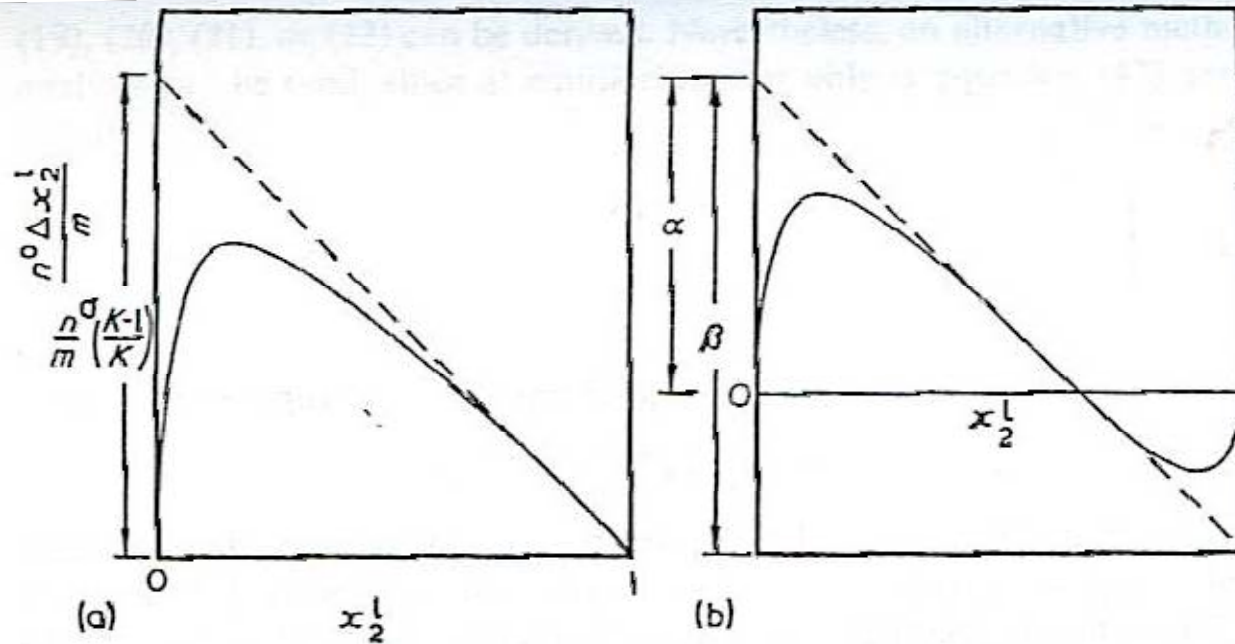


Figure 1 Two typical forms of surface excess isotherm ($n^0 \Delta x_2^l / m$ versus x_2^l) (a) convex upwards at all concentrations (Schay type 2), with approach to linearity as $x_2^l \rightarrow 1$; dashed line, limiting slope $= (n^\sigma / m)(K - 1)$, for ideal system; (b) S-shaped isotherm (Schay type 4), showing azeotropic point and linear region in neighbourhood of point inflexion; dashed line, slope of linear region intersecting ordinates $x_2^l = 0$ and 1 at α and $(\alpha - \beta)$, respectively

Efecto de la temperatura sobre las isotermas de adsorción

E
f
e
c
t
o
d
e
l
a
T
e
m
p
e
r
a
t
u
r
a

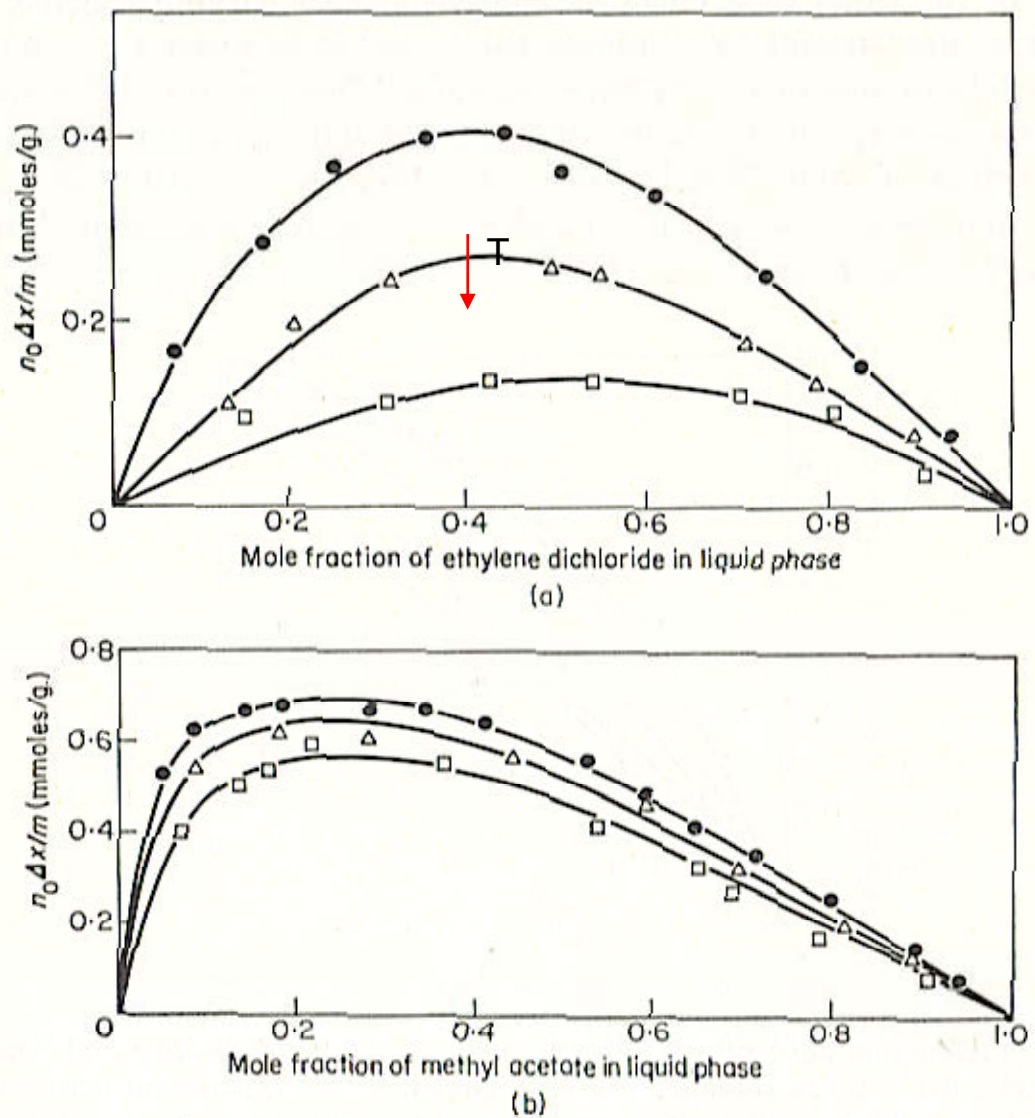


FIG. 4.22. Effect of temperature on adsorption by alumina (boehmite) from mixtures of (a) ethylene dichloride and benzene, (b) methyl acetate and benzene⁴⁴: ●, 20°C; △, 40°C; □, 60°C.



Neumann triangle
Oxford-Saint Andrews-Bristol





This book is dedicated to Douglas Hugh Everett, a man of stature, modesty, kindness and tremendous enthusiasm who past away on June 24th, 2002

"I always benefited from talking to him. He was a true scholar and gentleman of science. I always imagined he would live for ever and still be interested in science".

Professor Bob Evans, Physics Department, University of Bristol.

¿Saldría bien este
"drink together"?



Mais oui, cher Karim,
naturellement;



No hubo mucho que
comer



¡Ni mucho que
beber!



Apéndice 1. Significado del exceso superficial en términos de adsorción relativa

$$\begin{aligned}\Gamma_2^{(1)} &= \frac{1}{A_S} \left[(n^0 x_2^0 - n^0 x_2^l) - (n^0 x_1^0 - n^0 x_1^l) \frac{x_2^l}{x_1^l} \right] \\ &= \frac{n^0}{A_S} \left[\Delta x_2^l - \Delta x_1^l \frac{x_2^l}{x_1^l} \right]\end{aligned}$$

Dado que:

$$\Delta x_1^l = -\Delta x_2^l$$

$$\Gamma_2^{(1)} = \frac{n^0}{A_S} \Delta x_2^l \left(1 + \frac{x_2^l}{x_1^l} \right) = \frac{n^0}{A_S} \frac{\Delta x_2^l}{x_1^l}$$

$$\Gamma_2^{(n)} = \frac{n^0}{A_S} \Delta x_2^l = \Gamma_2^{(1)} x_1^l$$

Apéndice 2. Ecuación de adsorción Gibbs para una solución binaria no ideal

Para una solución binaria:

$$\Gamma_i^{(n)} + \Gamma_j^{(n)} = 0.$$

$$d\sigma = \frac{\Gamma_j^{(n)}}{x_j} d\mu_i.$$

$$d\mu_i = RT d \ln x_i^l \gamma_i^l,$$

$$\frac{\sigma_i^\circ - \sigma_j^\circ}{RT} = \int_{x_i^l=0}^{x_i^l=1} \frac{\Gamma_j^{(n)}}{x_j^l x_i^l \gamma_i^l} dx_i^l \gamma_i^l$$

Apéndice 3. Adsorción relativa respecto a exceso superficial

$$n_1^\sigma = n_1 - V^l c_1^l$$

$$n_2^\sigma = n_2 - V^l c_2^l$$

Eliminando V^l entre estas ecuaciones se obtiene la adsorción relativa $n_2^{\sigma(1)}$ del componente 2 con respecto al componente 1:

$$n_2^{\sigma(1)} = n_2^\sigma - n_1^\sigma \left(c_2^l / c_1^l \right) = n_2 - n_1 \left(c_2^l / c_1^l \right)$$

$$\Gamma_i^{(j)} = \frac{n^0 \Delta x_i}{m a_s (1 - x_i^l)} = \frac{\Gamma_i^{(n)}}{(1 - x_i^l)} \quad ; \quad \Gamma_i^{(n)} = \frac{n^0 \Delta x_i}{m a_s} \quad \begin{array}{l} \text{Exceso} \\ \text{superficial} \\ \text{de } i \end{array}$$

$\Gamma_i^{(n)}$ es la **cantidad en exceso** de i en el sistema actual, por unidad de área del sólido, con respecto a la cantidad de i **en un sistema de referencia** que contenga la misma cantidad total, n^0 de material y en la cual la fracción molar de i sea igual a aquella presente en la fase líquida del sistema real, x_i^l , hasta justo donde comienza la superficie del sólido.

$$\Gamma_2^{(1)} = \frac{1}{a_s(1-x_2^l)} \frac{(x_2^\sigma - x_2^l)}{[a_1 + (a_2 - a_1)x_2^l]}$$

Cuando los componentes 1 y 2 son de la misma área ($a_1=a_2=a$)

$$n^\sigma = A_s / a$$

Esto es igual al número de sitios de adsorción sobre la superficie. Además:

$$x_2^\sigma = x_2^l + a\Gamma_2^{(n)} = x_2^l + \left(\frac{a}{a_s}\right) \left(\frac{n^0 \Delta x_2^l}{m}\right)$$

Isotermas individuales en un sólido no-poroso:

$$A_S = n_1^\sigma a_1 + n_2^\sigma a_2 \qquad \frac{A_S}{n^\sigma} = x_1^\sigma a_1 + x_2^\sigma a_2$$

$$\Gamma_2 = \frac{n_2^\sigma}{A_S} \qquad \Gamma_1 = \frac{n_1^\sigma}{A_S} \qquad \Gamma_1 a_1 + \Gamma_2 a_2 = 1$$

a_1 y a_2 son las áreas molares parciales de 1 y 2

$$\frac{n^\sigma}{A_S} = \frac{1 - (a_2 - a_1)\Gamma_2^n}{a_2 + (a_2 - a_1)x_2^l}$$

$$x_2^\sigma = \frac{x_2^l + a_1 \Gamma_2^{(n)}}{1 - (a_2 - a_1)\Gamma_2^{(n)}} = \frac{x_2^l + \left(\frac{a_1}{a_S}\right) \left(\frac{n^0 \Delta x_2^l}{m_S}\right)}{1 - \left(\frac{a_2 - a_1}{a_S}\right) \left(\frac{n^0 \Delta x_2^l}{m_S}\right)}$$



La ecuación anterior permite construir las llamadas isotermas individuales de x_2^σ contra x_2^l a partir de Δx_2^l y el área superficial A_S , cuando se conocen Los valores de a_1 y a_2 .

J.J. Kipling, “Adsorption from solutions of non electrolytes”
Academic Press, Londres, 1965

**REPORTING DATA ON ADSORPTION FROM SOLUTION AT THE
SOLID/SOLUTION INTERFACE**

**Commission On Colloid And Surface Chemistry
Including Catalysis**

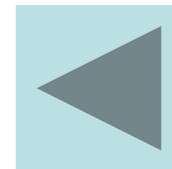
Pure & Appl. Chem., Vol. 58, No. 7, pp. 967—984, 1986

D. H. Everett “Adsorption at the Solid/Liquid Interface”

Colloid Science Vol. 1

**A Specialist Periodical Report. The Chemical Society, Londres
1973, pp. 49-102**

“Adsorption from Solution” in honour of Professor D. H. Everett, FRS
Edited by R.H. Ottewill, C.H. Rochester, A.L. Smith
Academic Press 1983



**THE
BOOKS
PASSING
BY...**



2009 2 25

