

# **FENOMENOS SUPERFICIALES**

**FS1: TENSION SUPERFICIAL**

**FS2: ADSORCION**

### FS 1.1

Calcular el trabajo necesario para dividir en gotas esféricas de  $10^{-6}$  m de radio un mol de mercurio que se encuentra en contacto con agua, a la temperatura de  $20^\circ\text{C}$ .

**DATO:**  $\sigma_{\text{Hg-H}_2\text{O}} = 375 \text{ din/cm}$ .

### FS 1.2

#### ECUACION DE LAPLACE

Se desea conocer la presión interna de gotas de mercurio, a las temperaturas de  $0^\circ$  y  $60^\circ\text{C}$ , para los siguientes radios de gota:  $1, 10^{-2}, 10^{-4}, 10^{-6}$  cm, siendo la presión externa de 1 atmósfera.

**DATOS:**

$\sigma_{\text{Hg-Aire}}$ (din/cm)	T ( $^\circ\text{C}$ )
480,3	0
467,1	60

### FS 1.3

#### ECUACION DE LAPLACE

Calcular la presión interna de burbujas de aire en tetracloruro de carbono, a  $20^\circ\text{C}$ , para los siguientes radios:  $1, 10^{-2}, 10^{-4}, 10^{-6}$  cm, si la presión externa es de 1 atmósfera.

**DATO:**  $\sigma_{\text{Cl}_4\text{C} - \text{Vapor}} = 26,8 \text{ din/cm}$ .

### FS 1.4

#### ECUACION DE LAPLACE

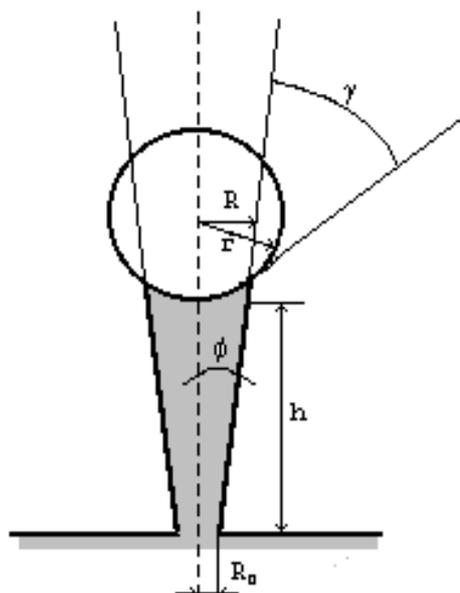
Calcular la presión interna de una pompa de agua en aire, a la temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , para los siguientes radios:  $1, 10^{-2}, 10^{-4}, 10^{-6}$  cm, si la presión externa es de 1 atmósfera.

**DATO:**  $\sigma_{\text{H}_2\text{O} - \text{Aire}} = 72 \text{ din/cm}$ .

### FS 1.5

#### ASCENSO CAPILAR

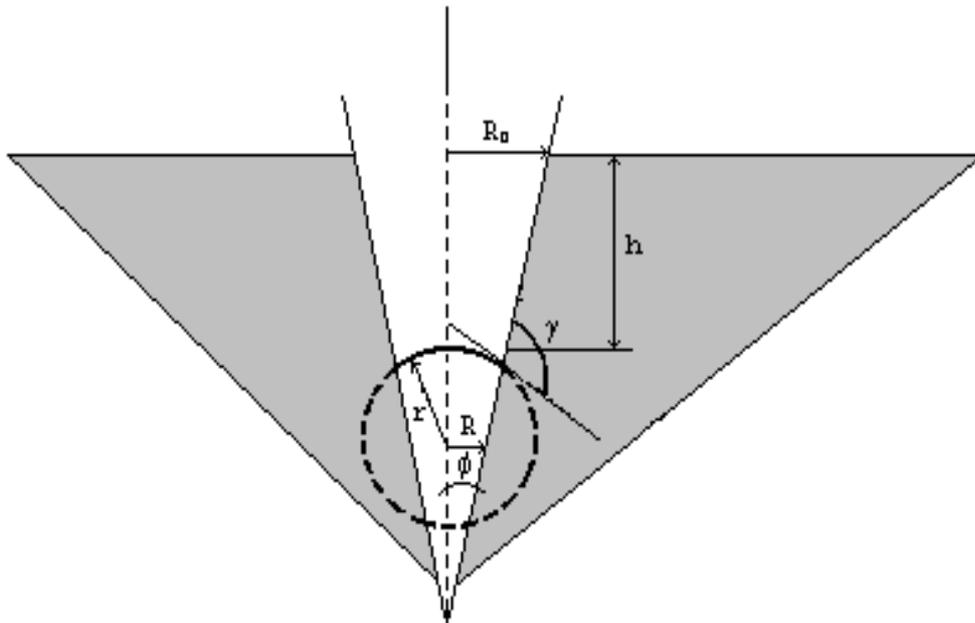
Deducir la expresión matemática que permite calcular el ascenso capilar que se registra entre dos placas planas que forman un ángulo  $\phi$  con la vertical, siendo  $\gamma$  el ángulo de contacto del líquido utilizado :



### **FS 1.6**

### DESCENSO CAPILAR

Deducir la expresión matemática para el cálculo del descenso capilar que se registra cuando se sumerge un tubo cónico siendo  $\gamma$  el ángulo de contacto y  $\phi$  el ángulo del cono respecto del eje:



### **FS 1.7**

### EFEECTO DE LA CURVATURA SOBRE EL EQUILIBRIO LIQUIDO-VAPOR

Calcular la influencia de la curvatura sobre la presión de vapor del benceno, a la temperatura de 30 °C, para los siguientes radios de gotas:  $10^{-2}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-6}$  cm.

**DATOS:**  $P_B^{\circ}$  (sup. plana) = 119,38 mmHg;  $\sigma_{B-Vapor}$  = 27,56 din/cm (T = 30 °C).

### **FS 1.8**

### EFEECTO DE LA CURVATURA SOBRE EL EQUILIBRIO LIQUIDO-VAPOR

Se desea conocer la presión a la que comienza a vaporizarse una película de acetona que se encuentra en los poros cilíndricos de un catalizador.

El radio promedio de poros se estima en  $105 \text{ \AA}$ . La temperatura es de 20 °C.

**DATO:**  $\sigma_{A-Vapor}$  = 26,21 din/cm.

### **FS 1.9**

### EFEECTO DE LA CURVATURA SOBRE EL EQUILIBRIO LIQUIDO-VAPOR

Calcular la temperatura a la que una película de acetona que se halla en los poros cilíndricos de un catalizador, se encuentra en equilibrio con su vapor. Se estima un radio promedio de  $87 \text{ \AA}$ , siendo la presión de la fase gaseosa de 1 atm.

**DATOS:**  $\sigma_{A-Vapor}$  = 19,8 din/cm;  $\delta_A$  = 0,79 g/cm<sup>3</sup>.

Nota: suponer que la tensión superficial no varía con la temperatura.

### **FS 1.10**

### EFEECTO DE LA CURVATURA SOBRE EL EQUILIBRIO LIQUIDO-VAPOR

Calcular la temperatura a la que se encuentra en equilibrio una burbuja de vapor en el seno de acetona líquida a la presión de 1 atmósfera. El radio de la burbuja es de  $78 \text{ \AA}$ .

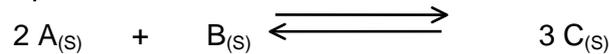
**DATOS:**

$\sigma_{A-Vapor}$ (din/cm)	T (°C)
24,05	0
23,14	10
22,27	20
21,43	30
20,60	40
19,80	50

$$\delta_A = 0,79 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

### **FS 1.11** EFECTO DE LA CURVATURA SOBRE EL EQUILIBRIO QUIMICO

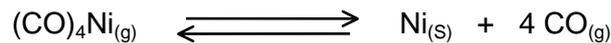
Dada la siguiente reacción química:



donde A tiene un radio de partícula  $r_a$ , B tiene un radio  $r_b$ , y siendo  $r_a \neq r_b$ , deducir la ecuación que permita calcular el  $\Delta G$  para la reacción dada.

### **FS 1.12** EFECTO DE LA CURVATURA SOBRE EL EQUILIBRIO QUIMICO

Para la siguiente reacción química:



se obtuvieron experimentalmente los siguientes datos utilizando una placa de níquel, a 70 °C :

$P_T^e$ (mmHg)	494,4
$X^e$ (conversión)	0,767

Determinar las composiciones de equilibrio cuando se utiliza níquel al estado pulverulento, con un radio medio de partícula de  $10^{-5}$  cm, a 720,5 mmHg.

**DATOS:**  $\sigma_{Ni} = 6630$  din/cm (tensión interfacial sólido-gas);  $\delta_{Ni} = 8,90$  (g/cm<sup>3</sup>).

### **FS 1.13** EFECTO DE LA CURVATURA SOBRE EL EQUILIBRIO QUIMICO

Calcular la solubilidad del  $SO_4Ba$  a 25 °C, en los siguientes casos:

a) Precipitado cristalino en equilibrio con la solución saturada.

b) Suspensión coloidal, con un diámetro de partícula de 50 Å.

**DATOS:**  $\sigma_{sólido-solución} = 450$  din/cm;  $\delta_{SO_4Ba} = 4,48$  g/cm<sup>3</sup>;  $K_s$  (sup. plana) =  $1,07 \cdot 10^{-10}$

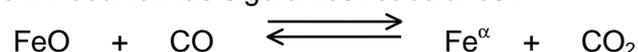
### **FS 1.14** EFECTO DE LA CURVATURA SOBRE EL EQUILIBRIO QUIMICO

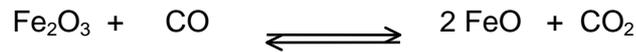
Calcular la solubilidad de un coloide de  $SO_4Ba$ , cuyo radio medio de partícula es de 50 Å y que se encuentra en el seno de una solución que contiene además 1 g/lit de  $ClK$  y 1 g/lit de  $SO_4Na_2$ , a 25 °C.

**DATOS:**  $\sigma_{sólido-solución} = 450$  din/cm;  $\delta_{SO_4Ba} = 4,48$  g/cm<sup>3</sup>;  $K_s$  (sup. plana) =  $1,07 \cdot 10^{-10}$

### **FS 1.15** EFECTO DE LA CURVATURA SOBRE EL EQUILIBRIO QUIMICO

En un recipiente a  $P = 1$  atm. ocurren las siguientes reacciones :





El FeO se encuentra dividido en partículas de pequeño diámetro, no así los otros sólidos. Calcular la temperatura a la cual el sistema estará en equilibrio.

**DATOS:**  $\sigma_{\text{FeO-gas}} = 980 \text{ dinas/cm}$ ;  $\rho_{\text{FeO}} = 5,7 \text{ gr/cm}^3$ ;  $r_{\text{FeO}} = 10^{-6} \text{ cm}$

### FS 1.16

#### EFFECTO DE LA CURVATURA - PILA QUIMICA

Dada la siguiente pila :



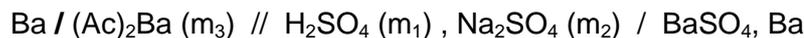
Calcular el valor de la FEM =  $E_p$  a 25 °C, si el precipitado de  $\text{PbSO}_4$  está constituido por esferas de radio  $r = 5 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$  y compararla con la correspondiente a  $r \rightarrow \infty$ .

**DATOS:**  $\chi_{\text{SO}_4 \text{ Cu (m)}} = 7,47 \cdot 10^{-4} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ;  $\rho_{\text{PbSO}_4 \text{ (s)}} = 6,2 \text{ gr/cm}^3$   
 $\sigma_{\text{PbSO}_4 \text{ - solución}} = 681 \text{ dinas / cm}$ ;  $m < 0,005$

### FS 1.17

#### EFFECTO DE LA CURVATURA - PILA QUIMICA

Se desea conocer el radio de partícula del  $\text{BaSO}_4$  que se encuentra en forma coloidal en la siguiente pila:



cuya FEM a 25 °C es  $E = 0,01 \text{ V}$ .

**DATOS:**

- $v^0_{\text{SO}_4\text{Ba}} = 52 \text{ cm}^3/\text{mol}$ ;  $\sigma_{\text{BaSO}_4 \text{ - solución}} = 450 \text{ dinas/cm}$ ;  $m_1 = 5 \cdot 10^{-4}$ ;  $m_2 = 5 \cdot 10^{-4}$ .
- La solución de  $\text{Ac}_2\text{Ba}$  ( $m_3$ ) tiene una conductividad equivalente de  $\Lambda = 101 \text{ cm}^2 / \Omega \text{ equiv}$ .
- $E^0_{\text{BaSO}_4 / \text{Ba}} = -3,19 \text{ V}$ . La fuerza iónica del compartimiento izquierdo es  $< 10^{-3}$ .
- El  $\text{H}_2\text{SO}_4$  se considera completamente disociado en  $\text{SO}_4^{-2}$  y  $\text{H}^+$ .
- Despreciar la hidrólisis del  $\text{Ac}^-$ . Despreciar la solubilidad del  $\text{BaSO}_4 \text{ (s)}$ .

### FS 1.18

#### EFFECTO DE LA CURVATURA SOBRE EL EQUILIBRIO SOLIDO-LIQUIDO

Considérese un sistema de dos componentes A y B (líquidos miscibles, sólidos inmiscibles) para el cual :

$$\Delta g_A = g^0_{A(S)} - g^0_{A(L)} = -4500 + 13,2 T \text{ (cal / mol)}$$

$$\Delta g_B = g^0_{B(S)} - g^0_{B(L)} = -10000 + 25,3 T \text{ (cal / mol)}$$

$$\sigma_{A \text{ cristal - A solución}} = 200 \text{ din/cm (independiente de la temperatura y composición).}$$

$$v^0_{A(S)} = 120 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

a) Hallar la temperatura y composición del eutéctico, si A(s) se encuentra en forma de pequeños cristales de radio  $r_A = 10^{-5} \text{ cm}$  y B en forma de cristales de  $r_B = 10^{-1} \text{ cm}$ .

b) Un sistema que contiene cristales de  $r_A = 2 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$  en contacto con una solución de  $x_A = 0,9$  a una temperatura de 330 K, ¿estará en equilibrio?.

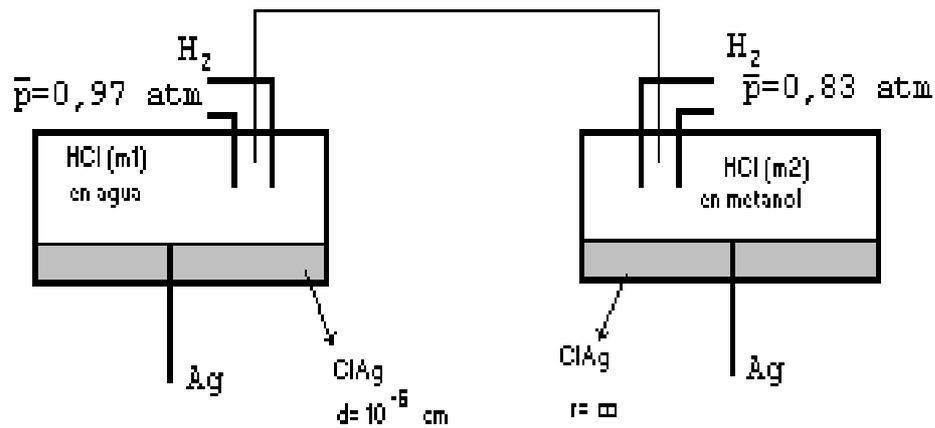
De no ser así ¿cuál será la tendencia del sistema en su evolución (crecimiento o disolución de los cristales)?.

Nota: Suponer solución perfecta en la fase líquida.

### FS 1.19

#### EFFECTO DE LA CURVATURA - PILAS

Calcule la FEM que producirá el dispositivo de la figura a  $T = 25 \text{ °C}$ .

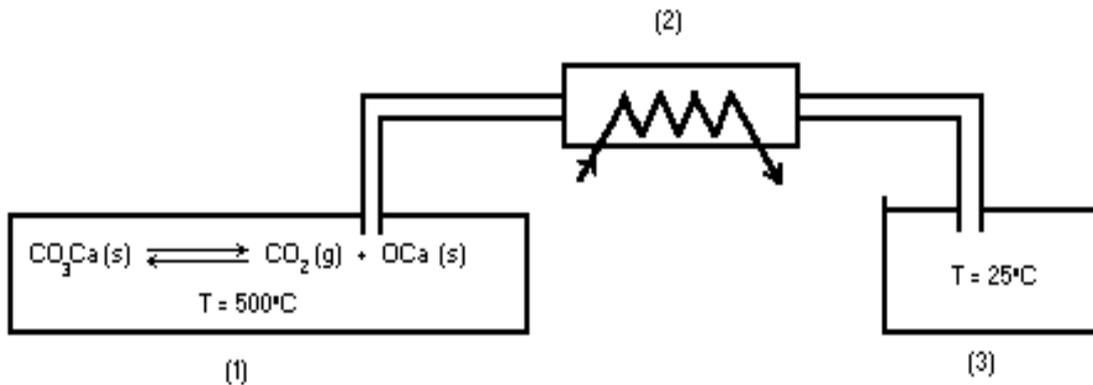


**DATOS:**

- $m_1 = 10^{-4}$ ;  $m_2 = 10^{-2}$ ;  $\sigma_{\text{ClAg - solución acuosa}} = 430 \text{ din/cm}$ ;  $\rho_{\text{ClAg}} = 5,56 \text{ gr/cm}^3$
- Para la pila:  $\text{H}_2 (p = 1 \text{ atm}) / \text{HCl} (\alpha=1) \text{ en metanol} / \text{AgCl}, \text{Ag}$   $E_p = -0,0103 \text{ V}$
- El HCl se disocia totalmente en metanol.

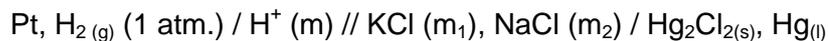
**FS 1.20**

**EFFECTO DE LA CURVATURA - PILAS**



En un reactor a  $T = \text{cte.}$  (1), previamente evacuado, se coloca cierta cantidad de  $\text{CaCO}_3 (s)$  y se calienta a  $P = \text{cte.}$  hasta  $500^\circ\text{C}$ . El gas producido en (1) se enfría a  $P = \text{cte.}$  en (2) hasta  $25^\circ\text{C}$  y se lo hace burbujear en un recipiente (3) con agua pura, también a  $25^\circ\text{C}$ . Una vez alcanzado el estado estacionario en todo el sistema se determina el pH de la solución obtenida en (3), siendo el valor 4,337.

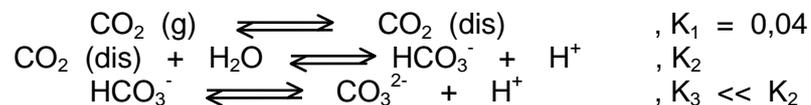
Posteriormente se colocó en (1)  $\text{CaCO}_3$  finamente dividido con un radio de partícula de  $10^{-6} \text{ cm}$  y se procedió igualmente que en la experiencia anterior. La solución obtenida en (3) se utiliza en la siguiente pila :



Determinar la FEM de la pila en la segunda experiencia.

**DATOS:**

- $m_1 = 0,01 \text{ molal}$ ;  $m_2 = 0,025 \text{ molal}$ .
- A  $25^\circ\text{C}$ :

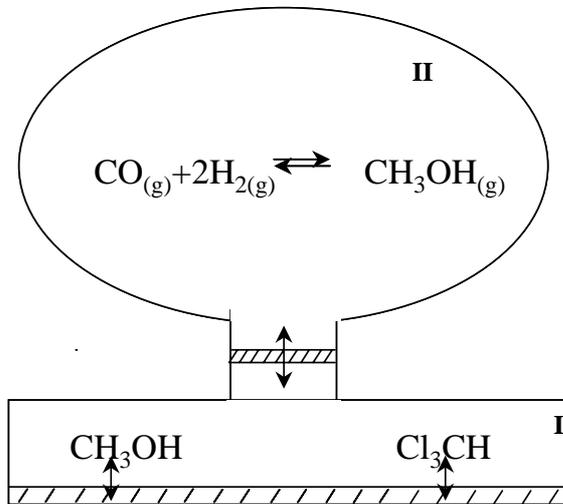


- A 500 °C:

$\rho_{\text{CaCO}_3(\text{s})} = 2,711 \text{ gr/cm}^3$ ;  $\sigma_{\text{CaCO}_3(\text{s})} = 2610 \text{ din/cm}$ ; El Oca (s) se produce con un  $r \rightarrow \infty$ .

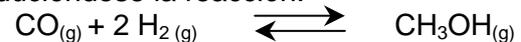
## FS 1.21

## EFFECTO DE LA CURVATURA - LIQUIDO-VAPOR



En el siguiente dispositivo el recinto I es una cámara de volumen fijo dentro de la cual se colocaron inicialmente metanol y cloroformo, estableciéndose el equilibrio líquido-vapor de ambos componentes.

El recinto II es un globo constituido por una membrana elástica y dentro del mismo se colocaron inicialmente  $\text{CO}_{(\text{g})}$  e  $\text{H}_{2(\text{g})}$ , produciéndose la reacción:



Ambos recintos se encuentran conectados a través de una membrana permeable únicamente al metanol. La presión exterior al dispositivo es de 1 atm y todo el sistema se deja llegar al equilibrio a 70°C.

- Si en el equilibrio se determinó que:  $y_{\text{Cl}_3\text{CH}}^{\text{I}} = 0.448$  (fracción molar  $\text{Cl}_3\text{CH}$  en el vapor en el recinto I) y que  $n_{\text{T}}^{\text{II}} = 4$  moles (moles totales en el recinto II), calcular la composición dentro del recinto II.
- Si las moles iniciales de  $\text{H}_{2(\text{g})}$  en el recinto II fueron 9 moles, calcular las moles iniciales de  $\text{CO}_{(\text{g})}$  y cuantas moles de  $\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{g})}$  atravesaron la membrana permeable y en que sentido lo hicieron.
- Determinar si en el recinto II condensará o no  $\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{l})}$ , despreciando las solubilidades del  $\text{CO}_{(\text{g})}$  y el  $\text{H}_{2(\text{g})}$  en el mismo.

### DATOS:

- El sistema  $\text{CH}_3\text{OH} - \text{Cl}_3\text{CH}$  es correlacionado por Van Laar y las constantes pueden suponerse independientes de T y P.
- El recinto II adquiere forma esférica y su comportamiento mecánico puede asimilarse al de una pompa de líquido, con tensión superficial  $\sigma = 6.138 \text{ Kgrfuerza/cm}$ . Además el espesor de la membrana elástica es despreciable frente al diámetro del globo.
- Se puede adoptar comportamiento perfecto para las fases gaseosas.
- $C_{\text{pCH}_3\text{OH}_{(\text{g})}} (\text{cal/mol}) = 0.498 + 0.0342 T (\text{°K})$ .