

Enunciados de Problemas de Química Física II

Superfícies

1) A adsorção de um corante com massa molar de 92 g mol^{-1} num efluente de uma fábrica de curtumes é feita sobre carvão ativado granular, a 0°C . Os resultados mostram os seguintes valores:

[corante] / nM	20	50	100	200	300
Massa adsorvida (mg) por grama de carvão	3.0	3.8	4.5	4.7	4.8

a) Verificar se a isotérmica de adsorção de Langmuir é aplicável. Calcular a fração de superfície de carvão coberta para [corante]=100 nM. ($\text{nM} = 10^{-9} \text{ M}$)

b) Se a área ocupada por cada molécula for de 25 \AA^2 , qual a área disponível no carvão para adsorção de moléculas deste tipo e tamanho?

R: a) 0,87; b) $8,23 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$

2) A marca italiana D & D, de renome internacional na área de mobiliário doméstico, testou um material novo para ser utilizado como hidro-repelente para sofás em tecido. O dito material, que iria substituir os actuais pulverizadores à base de Teflon, foi previamente chamado de SA (*stains away*), e foi testado no Laboratório de Química Física da FCT. Para o efeito, um tubo capilar foi revestido com SA de modo a se obter um diâmetro interno do capilar revestido de 0.87 mm. Observou-se uma ascensão capilar de 34 mm com água destilada a 25°C e mediu-se uma tensão superficial da água de 78.7 mN m^{-1} , à mesma temperatura. Sabendo que a energia superficial do Teflon é de 19 mJ m^{-2} e que o preço de produção do SA é comparável ao do Teflon, diga se será aconselhável a aplicação de SA em vez de Teflon nos sofás da D & D.

R: $\gamma_{\text{sv}}(\text{SA}) = 0,023 \text{ Nm}^{-1}$; Teflon é melhor

3) O trabalho de adesão para a interface água-acetato de celulose é de 115,9 mJ/m². Sabendo que a água molha um filme de acetato de celulose com um ângulo de 53.7°, calcule a energia superficial do acetato de celulose. Considere uma boa aproximação para a tensão interfacial água-acetato de celulose: $\gamma_{LS} = \gamma_S + \gamma_L - 2(\gamma_S\gamma_L)^{1/2}$

R: $\gamma_{SV} = 0,046 \text{ Nm}^{-1}$

4) Calcule a pressão de vapor de uma gota de água de raio 10 nm a 298K.

Dados: $\gamma_{H_2O}(298K) = 72.8 \text{ mN.m}^{-1}$, $P^* = 3.167 \times 10^3 \text{ Nm}^{-2}$, $V_m(H_2O) = 18.0 \times 10^{-6} \text{ m}^3.\text{mol}^{-1}$.

R: $p = 3,52 \times 10^3 \text{ Nm}^{-2}$

5) A tensão superficial de soluções aquosas de butanol a 293K é dada na tabela:

C/mol.dm ⁻³	0.0264	0.0536	0.1050	0.2110	0.4330
$\gamma/\text{mN.m}^{-1}$	68.00	63.14	56.31	48.08	38.87

Calcule a área superficial ocupada por uma molécula de butanol.

R: Entre 56,7 Å² e 30,3 Å². Na monocamada ~30 Å²/molécula

6) A tabela seguinte dá o volume de azoto (a 0°C e 1 atm) adsorvido por grama de carvão ativado a diferentes pressões:

P/torr	3.93	12.98	22.94	34.01	56.23
V/cm ³ .g ⁻¹	0.987	3.04	5.08	7.04	10.31

Construa um gráfico de forma a verificar a aplicabilidade da isotérmica de Langmuir e determine o valor de K e do volume necessário pra preencher a monocamada.

R: $V_m = 35,97 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$, $K = 7,15 \times 10^{-3}$

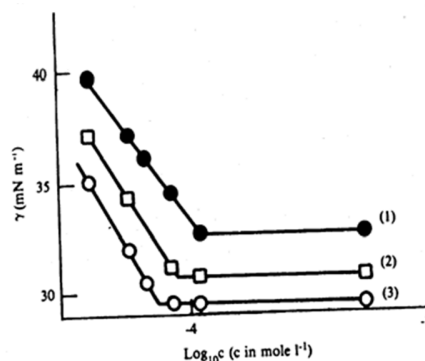
7) 3 polímeros A, B e C apresentam-se como candidatos para revestimento de monumentos de pedra como hidro-repelentes. Tendo em conta a tensão superficial da água à temperatura ambiente, $\gamma_{LV} = 0.070 \text{ Nm}^{-1}$, que $W_{SL} = \gamma_{SV} + \gamma_{LV} - \gamma_{SL}$ e a tensão

interfacial sólido-vapor de cada polímero dada na tabela seguinte, diga, justificando, qual será o polímero melhor hidro-repelente.

Polímero	$\gamma_{sv}^{25^\circ C} (mNm^{-1})$
A	5
B	10
C	19

R: Menor γ_{sv} , polímero A

- 8) Observe a figura correspondente à variação da tensão superficial de uma solução aquosa de uma substância anfipática ou anfifílica (molécula com duas regiões de polaridades diferentes) que forma soluções micelares para concentrações superiores a uma concentração crítica. Calcule a área superficial ocupada por molécula a 25°C, admitindo que há uma disposição em filme monomolecular à superfície.



Plot of γ versus $\log_{10} c$ for the dodecyl ether of hexaethylene oxide (1) 15°C, (2) 25°C, and (3) 35°C. [J. M. Corkill, J. F. Goodman, and R. H. Ewili, *Trans. Faraday Soc.*, 57:1927 (1961).]

R: $A = 37,2 \text{ \AA}^2 / \text{molécula}$

- 9) Compare os valores dados na tabela seguinte para ângulos de contacto de vários líquidos sobre vários substratos sólidos. Explique as semelhanças e as diferenças que encontrar.

Líquido / $\gamma^{25^\circ C}$ (Jm ⁻²)	Sólido	θ (°)
Água / 0.072	Teflon	112
	Pele Humana	90
	Vidro	<20
	Ouro	0
Mercúrio / 0.484	Teflon	150
	Vidro	130
Benzeno / 0.028	Teflon	46
	Grafite	0

R:

10) Assumindo que a água molha completamente um tubo capilar, diga a que altura ascende a água a 298K num tubo de diâmetro a) 2mm b) 0.2mm.

Dados: $\gamma_{\text{H}_2\text{O}}(298\text{K}) = 72.8 \text{ mN.m}^{-1}$ $\rho_{\text{H}_2\text{O}}(298\text{K}) = 0.998 \text{ g.cm}^{-3}$

R: a) 15 mm; b) 150 mm

11) A tensão superficial do mercúrio é de 470 dine.cm^{-1} a 273K. Calcule a depressão capilar num tubo de 1 mm de diâmetro se o ângulo de contacto for de 140° .

Dados: $\rho_{\text{Hg}}(273\text{K}) = 13.6 \text{ g.cm}^{-3}$

R: $h = -10.85 \text{ mm}$

12) A tensão superficial, γ , de soluções aquosas diluídas de ácidos alifáticos a cerca de 18°C pode ser expressa pela equação:

$$\frac{\gamma}{\gamma_0} = 1 - b \log\left(\frac{c}{a} + 1\right)$$

onde γ_0 é a tensão superficial da água (72.86 mN.m^{-1}), $b=0.411$ para todos os ácidos estudados, c a concentração e a uma constante característica do ácido em questão. Para o ácido valérico, $a=1.7 \times 10^{-4} \text{ M}$.

a) Calcule a isotérmica de adsorção ($\Gamma(c)$) para um ácido alifático que obedeça a esta equação.

b) Qual a área coberta por uma molécula de ácido valérico adsorvido numa monocamada saturada, àquela temperatura?

R: a) $\Gamma_{2,1} = 5.37 \times 10^{-6} \frac{c}{1.7 \times 10^{-4} + c}$; b) $31 \text{ Å}^2 / \text{molécula}$

13) Calcule através da isotérmica de Gibbs a 25°C a área ocupada por uma molécula na interface de uma solução aquosa 0,03 m de $\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$, usando os seguintes resultados de tensão superficial:

$10^3 \text{m/mol.kg}^{-1}$	3.35	6.40	9.99	15.66	19.99	27.40	40.80
$\gamma/\text{mN.m}^{-1}$	69.0	66.5	63.6	59.2	56.1	52.5	47.2

R: $23 \text{ \AA}^2 / \text{molécula}$

14) A tensão superficial de uma solução aquosa obedece a 298 K para baixas concentrações de soluto c à equação

$$\gamma \times 10^3 / \text{Nm}^{-1} = 72 - 350(c / \text{M})$$

Calcule a área ocupada por uma molécula de soluto à superfície para as concentrações de 10^{-4} M e 10^{-2} M . Compare o tipo de ocupação à superfície para as duas concentrações.

R: Para 10^{-4} M , $A = 1,17 \times 10^4 \text{ \AA}^2 / \text{molécula}$, Para 10^{-2} M , $A = 117 \text{ \AA}^2 / \text{molécula}$

15) A tensão superficial de soluções de ácido hidrocínâmico (ácido β -fenilpropiónico) foi medida a 21.5°C para várias concentrações de ácido.

[ácido β -fenilpropiónico] (g/kg H_2O)	$\gamma/\text{mN.m}^{-1}$
0,5026	69,00
0,9617	66,49
1,5007	63,63
1,7506	61,32
2,3515	59,25
3,0024	56,14
4,1146	52,46
6,1291	47,24

Calcule o excesso superficial e a área ocupada na interface para uma solução de ácido β -fenilpropiónico a $1,5 \text{ g kg}^{-1}$.

R: $\Gamma_{2,1} = 2,37 \times 10^{-6} \text{ mol m}^{-2}$, $A = 70 \text{ \AA}^2 / \text{molécula}$