

U.S.T.O-MB. Faculté de Chimie

Corrigé de l'Examen de Phénomènes
de surface et catalyse hétérogène

L3 Raffinage

Année 2023-2024

Exercice 1: 04 points

1) Tension superficielle de la solution à 25°C

$$\Gamma = -\frac{C}{RT} \cdot \frac{d\gamma}{dC} \quad \text{Relation de Gibbs}$$

$$\gamma_0 - \gamma = bC \quad \text{Règle de Traube}$$

$$-d\gamma = b dC \Rightarrow -\frac{d\gamma}{dC} = b$$

$$\Gamma = \frac{C}{RT} b = \frac{\gamma_0 - \gamma}{RT} \Rightarrow \Gamma RT = \gamma_0 - \gamma$$

$$\gamma = \gamma_0 - \Gamma RT \quad (2) \quad \Gamma = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ moles/m}^2$$

$$\gamma = 71,97 - 2,8 \cdot 10^{-10} \times 8,314 \cdot 10^7 \times 298$$

$$\gamma = 71,97 - 6,937$$

$$\gamma = 65,033 \text{ dynes/cm} \quad \gamma = 65,033 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$$

(2)

Exercice 2: 05 points

1) Valeur de la tension interfaciale entre le liquide A et l'eau

$$S = (\gamma_{LV} - \gamma_{LV} - \gamma_{LL}) A \quad S = -9,6 \cdot 10^{-7} \text{ J} = -9,6 \text{ erg}$$

$$S = (\gamma_{\text{eau}} - \gamma_{\text{liqA}} - \gamma_{\text{liqA/eau}}) A$$

$$\gamma_{\text{liqA/eau}} = \gamma_{\text{eau}} - \gamma_{\text{liqA}} - \frac{S}{A}$$

0,75

$$W_{\text{C liqA}} = 2\gamma_{\text{liqA}} \cdot A \Rightarrow \gamma_{\text{liqA}} = \frac{W_C}{2 \cdot A}$$

0,5

$$\gamma_{\text{liqA}} = \frac{60,2 \cdot 10^{-7} \text{ J} \times 10^7}{2 \times 1}$$

$$1 \text{ poule} = 10^7 \text{ erg}$$

$$A = 1 \text{ cm}^2$$

$$\gamma_{\text{liqA}} = 30,1 \text{ erg/cm}^2$$

$$\gamma_{\text{liqA/eau}} = 72,75 - 30,1 - (-9,6)$$

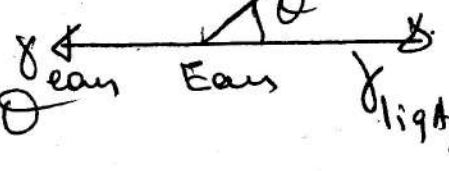
$$\gamma_{\text{liqA/eau}} = 52,25 \text{ erg/cm}^2$$

0,75

2) Angle de contact entre le liquide A et l'eau

$$\gamma_{LV} = \gamma_{LL} + \gamma_{LV} \cos \theta$$

$$\gamma_{\text{eau}} = \gamma_{\text{liqA/eau}} + \gamma_{\text{liqA}} \cos \theta$$



Angle de contact θ

$$\cos\theta = \frac{\gamma_{\text{Eau}} - \gamma_{\text{liqA/eau}}}{\gamma_{\text{liqA}}} \quad \cos\theta = \frac{72,75 - 52,25}{30,1}$$

$$\cos\theta = 0,681 \Rightarrow \theta = 47,07^\circ$$

3) Valeur du travail d'adhésion

$$W_{aLE} = (\gamma_{LV} + \gamma_{LV} - \gamma_{L/L}) A$$

$$W_{aLE} = (\gamma_{\text{eau}} + \gamma_{\text{liqA}} - \gamma_{\text{liqA/eau}}) A$$

$$W_{aLE} = (72,75 + 30,1 - 52,25) \times 1$$

$$W_{a\text{liqA/eau}} = 50,6 \text{ erg.}$$

Exercice 3: 03 points

1) Nombre de molécules de N_2 adsorbé par g de solide

$$n_m = \frac{N_m \times N_A}{m}$$

$$m = 600 \text{ mg} = 0,6 \text{ g}$$

$$n_m = \frac{86,8 \cdot 10^{-3}}{28} \times \frac{6,023 \cdot 10^{23}}{0,6} = 3,111 \cdot 10^{21} \text{ molécules/g}$$

2) Surface spécifique du solide

$$S_{\text{BET}} = n_m \times \sigma = \frac{N_m \times N_A}{m} \times \sigma \cdot 10^{-20}$$

Surface spécifique du solide

$$S = 3,111 \cdot 10^{21} \times 16,26 \cdot 10^{-20}$$

$$S_{\text{BET}} = 505,85 \text{ m}^2/\text{g} \quad (0,5)$$

3) Nombre de mmol/g d'azote adsorbé

$$S = 104,6 \text{ m}^2 \quad \text{masse du solide} = 1,2 \text{ g.}$$

$$S_{\text{BET}} = \frac{N_m \times N_A \times \sigma \cdot 10^{-20}}{m}$$

$$S_{\text{BET}} = \frac{S}{m} = \frac{104,6}{1,2} = 87,166 \text{ m}^2/\text{g} \quad (0,25)$$

$$\frac{N_m}{m} = \frac{S_{\text{BET}}}{N_A \cdot \sigma \cdot 10^{-20}} = \frac{87,166}{6,023 \cdot 10^{23} \times 16,26 \cdot 10^{-20}}$$

Nombre de mmol/g d'azote adsorbé

$$\frac{N_m}{m} = 0,89 \text{ mmol/g} = 8,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol/g} \quad (0,75)$$

4) Nature du phénomène d'interaction entre l'azote et le solide

Il s'agit d'une adsorption physique qui met en jeu des interactions faibles telles que les forces de Van Der Waals

Exercice 3 = 07 points

L'isotherme d'adsorption $V = f\left(\frac{P}{P_0}\right)$ est de type II qui caractérise une adsorption en multicouche. La théorie qui décrit cette isotherme, est celle de B.E.T.

Cette adsorption est caractéristique des matériaux non poreux ou macroporeux.

Courbe $V = f\left(\frac{P}{P_0}\right)$
Forme linéaire de l'équation de B.E.T

$$\frac{P/P_0}{V(1 - P/P_0)} = \frac{c-1}{cV_m} \frac{P}{P_0} + \frac{1}{cV_m}$$

$0,05 < P/P_0 < 0,35$

$$Y = aX + b$$

Pente = $a = \frac{c-1}{cV_m}$

Ordonnée à l'origine = $b = \frac{1}{cV_m}$

Volume de la monocouche

$$V_m = \frac{1}{a+b}$$

Constante de B.E.T

$$c = \frac{a}{b} + 1$$

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D'ORAN
MOHAMED BOUDIAF

Faculté de Chimie - Département de Génie Chimique

Examen de Phénomènes de surface et catalyse hétérogène

L3 Raffinage et Pétrochimie

Année 2023 - 2024

(Durée : 1 h 30 min)

Exercice 1 :

On considère une solution à 2.10^{-4} mole d'un agent tensioactif. On détache le film superficiel dont on détermine la surface. L'excès de concentration dû à l'adsorption est égal à $2,8. 10^{-6}$ moles/m². Calculer la tension superficielle de la solution à 25°C, sachant qu'à cette température $\gamma_{H_2O} = 71,97$ dyne/cm.

Exercice 2 :

Le paramètre d'étalement d'un liquide A sur l'eau à 20 °C est égal à $- 9,6.10^{-7}$ J et le travail de cohésion de ce liquide est égal à $60,2.10^{-7}$ J.

- 1- Calculer la valeur de la tension interfaciale.
- 2- Déterminer l'angle de contact formé entre le liquide A et l'eau.
- 3- En déduire la valeur du travail d'adhésion.

On donne : $\gamma_{H_2O} = 72,75$ dyne/cm à 20 °C.

Exercice 3 :

On mesure l'adsorption d'azote (N₂) sur un solide poreux. Les résultats des mesures effectuées sur ce solide montrent que l'adsorption suit l'isotherme de BET.

- 1) La quantité d'azote adsorbé à saturation (Q_m), pour un échantillon de masse 600 mg. est égale à 86,8 mg. Sachant que la masse molaire de N₂ est 28 g/mol, calculer le nombre de molécules de N₂ adsorbé par gramme de solide.
- 2) Evaluer la surface spécifique du solide (m²/g).
- 3) D'autres mesures d'adsorption d'azote effectuées sur un autre solide de masse 1,2 g donne une surface de 104,6 m², déterminer le nombre de mmol/g d'azote adsorbé.
- 4) Quelle est la nature du phénomène d'interaction entre l'azote et le solide ?

Données : surface d'une molécule d'azote : 16,26 Å².

Exercice 3 :

Les données suivantes correspondent à l'adsorption du butane à 0°C sur un gramme de catalyseur :

P / P ₀	0,073	0,115	0,161	0,202	0,231	0,242
V (cm ³ TPN/g)	9,11	11,0	12,66	13,91	14,80	15,09

- 1) Vérifier graphiquement que le système obéit à la loi de B.E.T. Quel est le type de porosité de ce matériau ?
- 2) Calculer la constante de BET (C) ainsi que le volume de la monocouche ;
- 3) Déterminer la surface spécifique du catalyseur, sachant que la surface couverte par une molécule de butane est 44,6 Å².

P/P_0	0,073	0,115	0,161	0,202	0,231	0,242
$V(\text{cm}^3/\text{g})$	9,11	11,0	12,66	13,91	14,80	15,09
$\frac{P/P_0}{V(1-P_0)}$	$8,644 \cdot 10^{-3}$	$11,81 \cdot 10^{-3}$	$15,15 \cdot 10^{-3}$	$18,19 \cdot 10^{-3}$	$20,29 \cdot 10^{-3}$	$21,15 \cdot 10^{-3}$

Pente déterminée graphiquement

$$a = 73,8 \cdot 10^{-3}$$

Ordonnée à l'origine

$$b = 3,2 \cdot 10^{-3}$$

2) Volume de la monocouche

$$V_m = \frac{1}{a+b} \Rightarrow V_m = \frac{1}{(73,8 + 3,2) \cdot 10^{-3}}$$

$$V_m = 12,987 \approx 12,99 \text{ cm}^3 \text{ TPN/g} \approx 13 \text{ ml/g}$$

Constante de B.E.T.

$$C = \frac{a}{b} + 1 \Rightarrow C = \frac{73,8 \cdot 10^{-3}}{3,2 \cdot 10^{-3}} + 1 = 24,0625$$

$$C = 24,0625$$

3) Surface spécifique du catalyseur

$$S = \frac{V_m}{22414} \times \frac{N_A}{m} \times \sigma \Rightarrow S = \frac{12,99}{22414} \times \frac{6,023 \cdot 10^{23}}{1} \times 44,6 \cdot 10^{-20}$$

$$S = 155,68 \approx 156 \text{ m}^2/\text{g}$$