

# GRADO EN INGENIERIA QUÍMICA

## INGENIERÍA de la REACCIÓN QUÍMICA

### Hoja: 9. PROBLEMAS de CATÁLISIS Y CATALIZADORES

1. La densidad de un material sólido es  $3,675 \text{ g/cm}^3$ . La densidad de partícula de dicho material es  $1,547 \text{ g/cm}^3$  y la superficie específica  $175 \text{ m}^2/\text{g}$ . La densidad de lecho, medida en una probeta de  $250 \text{ cm}^3$ , es  $0,81 \text{ g/cm}^3$ . Calcular: a) el volumen de poros, b) la porosidad de partícula, c) el radio medio de poro y d) la porosidad de lecho.
2. Se ha preparado un catalizador de  $\text{Cu}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  por impregnación de una disolución acuosa de  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , que después de someterlo a las etapas de calcinación y reducción contiene un 10 % en peso de Cu. Para realizar ensayos de actividad catalítica, el catalizador se ha conformado como pastillas cilíndricas de  $2 \times 2 \text{ mm}$  y se han determinado las siguientes propiedades del mismo: densidad del sólido:  $3,8 \text{ g/cm}^3$ ; densidad del lecho:  $1,03 \text{ g/cm}^3$ ; volumen de mesoporo:  $0,230 \text{ cm}^3/\text{g}$ ; volumen de huecos del lecho:  $0,340 \text{ cm}^3/\text{g}$ . Las pastillas de alúmina contienen los mesoporos originales del polvo y los macroporos que se generan en el proceso de empastillado. Determinar: a) La porosidad del lecho; b) La densidad de la pastilla; c) El volumen poros ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ); d) La porosidad de la pastilla; e) El volumen de macroporos ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ); f) La macro y la mesoporosidad (porosidad macro y meso).
3. El análisis BET obtenido tras realizar la isoterma de adsorción de  $\text{N}_2$  a  $77 \text{ K}$  a un catalizador sólido proporcionó la siguiente recta de regresión lineal ( $r^2: 0,999$ ):

$$\frac{P/P_0}{V(1 - P/P_0)} = 0,0004 + 0,0132 \cdot \frac{P}{P_0}$$

Calcular los valores de la superficie específica y de la constante empírica C.

Datos:  $\text{N}_2$ : A:  $0,162 \text{ nm}^2/\text{molécula}$ .

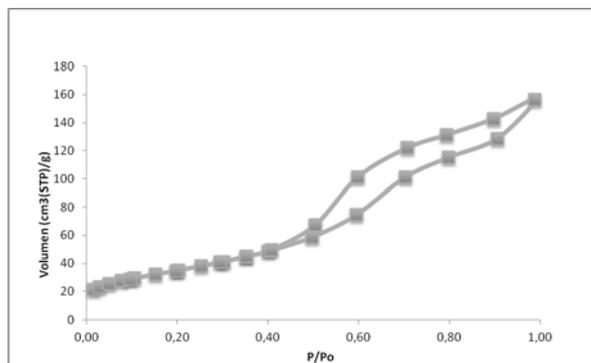
4. Se prepara un catalizador impregnando una sal de aluminio en gel de sílice. Después de fijar, secar y calcinar se obtiene un catalizador con la siguiente composición:  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Se compacta el polvo obtenido en esferas con  $5 \text{ mm}$  de diámetro y una masa de  $0,06 \text{ g/partícula}$ . La curva de distribución de volumen de poros indica que se trata de un catalizador bimodal (macro y microporosidad) obteniéndose experimentalmente los siguientes valores:

Macroporosidad		Microporosidad	
Volumen ( $\text{cm}^3/\text{g}$ )	0,240	Volumen ( $\text{cm}^3/\text{g}$ )	0,346
Superficie específica ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	10	Superficie específica ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	126

Calcular: a) densidad de la partícula, b) porosidad de la partícula, c) densidad del sólido, d) radio medio de poro de la zona de macroporosidad, e) radio medio de poro de la zona de microporosidad. Comparar los resultados de radio medio de poros de la zona de macro y microporosidad con el radio medio de poro que se obtendría al tratar el catalizador de forma unimodal.

5. En la tabla se recogen los resultados de la isoterma de adsorción de N<sub>2</sub> a 77 K de un catalizador de Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. La representación de estos datos dio lugar a la isoterma de adsorción-desorción que se muestra en la figura.

P/Po	V (cm <sup>3</sup> /g)	P/Po	V (cm <sup>3</sup> /g)
1,61E-02	21,491	7,98E-01	115,2819
2,82E-02	23,258	9,05E-01	128,7814
5,02E-02	25,4532	9,88E-01	156,5665
7,75E-02	27,5298	8,97E-01	142,7903
1,06E-01	29,3808	7,94E-01	131,3718
1,52E-01	32,0994	7,06E-01	122,019
2,03E-01	35,0000	5,98E-01	1,01E+02
2,53E-01	37,9998	5,04E-01	6,74E+01
3,03E-01	41,1613	4,07E-01	4,96E+01
3,51E-01	44,6996	3,52E-01	4,49E+01
4,00E-01	48,5706	2,94E-01	4,08E+01
4,97E-01	58,6722	1,98E-01	3,48E+01
5,95E-01	74,5262	9,60E-02	2,87E+01
7,02E-01	101,1891	-	-



Determinar:

- Tipo de isoterma de adsorción. ¿Qué información nos proporciona el ciclo de histéresis?
- Determinar la superficie BET del catalizador.

Datos: N<sub>2</sub>: A: 0,162 nm<sup>2</sup>/molécula.

6. Se ha realizado un análisis de quimisorción de CO a 25 °C a un catalizador de Rh/CA con un contenido en metal del 0,5 % en peso. Los datos obtenidos en el análisis se recogen en la siguiente tabla. Sabiendo que la estequiometría de quimisorción de CO sobre Rh es 1 (1 molécula de CO reacciona con 1 átomo de Rh), calcular: a) dispersión metálica, b) superficie metálica y c) tamaño medio de partícula de metal.

Inyección	Volumen absorbido (mL/g)	Volumen acumulado (mL/g)
1	0,083	0,083
2	0,083	0,166
3	0,083	0,249
4	0,050	0,299
5	0,0100	0,309
6	0,00325	0,31225
7	0	0,31225
8	0	0,31225

Datos: Rh: A: 7,519 Å<sup>2</sup>/átomo; ρ: 12,4 g/cm<sup>3</sup>; M: 102,906 g/mol.