

**MESTRADO EM TECNOLOGIA QUÍMICA**

**QUÍMICA DAS SUPERFÍCIES E INTERFACES**

**Exercícios – Adsorção de gases em sólidos**

1. Os dados da tabela referem-se à adsorção de CO (monóxido de carbono) em carvão a 273 K. Confirmar que obedecem à isotérmica de Langmuir e obter a constante  $K$  e o volume correspondente à monocamada.

$P/\text{torr}$	100	200	300	400	500	600	700
$V/\text{cm}^3$	10.2	18.6	25.5	31.5	36.9	41.6	46.1

2. Os seguintes dados referem-se à adsorção de azoto numa amostra de 0.92 g de sílica gel a 77 K, sendo  $P$  a pressão de equilíbrio e  $V$  o volume adsorvido:

$P/\text{kPa}$	3.7	8.5	15.2	23.6	31.5	38.2	46.1	54.8
$V/\text{cm}^3(\text{PTP})$	82	106	124	142	157	173	196	227

Pressão de vapor saturado,  $P^s = 101.3 \text{ kPa}$

Representar a isotérmica de adsorção e utilizar a equação BET para calcular a área específica da amostra de sílica gel, tomando como área molecular do azoto  $16.2 \times 10^{-20} \text{ m}^2$ .

3. Os seguintes resultados referem-se à adsorção de azoto numa amostra de carbono grafitizado e dão a razão entre as pressões de azoto às temperaturas de 90 K e 77 K para obter uma determinada quantidade de adsorção:

Quant. de N <sub>2</sub> adsorvido( $V/V_m$ )	0.4	0.8	1.2
$P(90\text{ K}) / P(77\text{ K})$	14.3	17.4	7.8

Calcular o calor isostérico de adsorção para cada valor de  $V/V_m$  e comentar.

- A decomposição de fosfina, PH<sub>3</sub>, em tungsténio é de 1<sup>a</sup> ordem a baixas pressões e de ordem zero a altas pressões. Explicar (dica: utilizar a isotérmica de Langmuir).
- Os seguintes dados referem-se à adsorção de n-butano a 273 K por uma amostra de tungsténio em pó que tem uma área específica (determinada por medidas de adsorção de azoto a 77 K) de 6.5 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>.

Pressão relativa, $P/P^s$	0.04	0.10	0.16	0.25	0.30	0.37
$V_{gás}$ adsorvido, cm <sup>3</sup> (PTP)g <sup>-1</sup>	0.33	0.46	0.54	0.64	0.70	0.77

Utilizar a equação BET para calcular a área molecular do butano adsorvido na monocamada e comparar com o valor de  $32.1 \times 10^{-20}$  m<sup>2</sup>/molécula estimado a partir da densidade do butano líquido.

- Para o projecto de uma instalação para a fluoração de butadieno, estudou-se a adsorção de butadieno num catalizador a 15 °C. Os resultados foram:

$P / \text{ torr}$	100	200	300	400	500	600
$V / \text{ cm}^3$	17.9	33.0	47.0	60.8	75.3	91.3

Verificar se a isotérmica de Langmuir é adequada a estas pressões. Aplicar também a isotérmica BET. Comentar.  $P^s$  (butadieno) = 200 kPa

- Usar a equação de Kelvin para calcular o raio de poros que correspondem à condensação capilar do azoto a 77 K a uma pressão relativa de 0.5. Considerar a adsorção em multicamadas com tendo a espessura de 0.65 nm a esta pressão. Para o azoto a 77 K,  $\gamma = 8.05 \text{ mNm}^{-1}$  e o volume molar é 34.7 cm<sup>3</sup>mol<sup>-1</sup>.

8. A adsorção de benzeno em grafite obedece a uma isotérmica de Langmuir. À pressão de 1 torr o volume de benzeno adsorvido numa amostra de 2 mg de grafite é de 4.2 mm<sup>3</sup> a PTP. À pressão de 3 torr é de 8.5 mm<sup>3</sup>. Admitindo que a molécula de benzeno ocupa 30 A<sup>2</sup>, estime a área superficial da grafite.