

		QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA		105
		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN MECÁNICA		63
			Examen Tipo Desarrollo	Nacional
Material: Ninguno	Septiembre-2009 Original	soluciones		1º Cuatrimestre Hoja 1 de 1

Únicamente se permite el uso de una calculadora no programable

Problema (3,5 puntos)

En un reactor de una planta piloto se dispone de una mezcla de gases en equilibrio formada por 2 moles de pentacloruro de fósforo, 1 mol de tricloruro de fósforo y 1 mol de cloro a 10 °C y 5 atm. Calcular el volumen del reactor y la K, y Kp en el equilibrio. Posteriormente se añade una cantidad desconocida de cloro, de tal forma que la temperatura y presión permanecen constantes, mientras que su volumen aumenta hasta el doble del inicial. Calcular los moles de cloro añadidos.

Datos: R= 0,082 atm.L/mol.K

Preguntas (4 puntos) Debe contestar únicamente 4 preguntas de las cinco que se proponen

- 1ª) Calcular la constante del producto de solubilidad del sulfato de plata a 25 °C, si la solubilidad de la sal en el agua a esa temperatura es de $1,8 \cdot 10^{-2}$ mol/L.
- 2ª) Escribir las fórmulas de los siguientes compuestos: Sulfuro de hidrógeno; peróxido de bario; bisulfito cálcico; 2-metil pentanal; 3- bromo butilamina.
- 3ª) Calcular la variación de la Energía libre estándar (ΔG^0) para la reacción siguiente:

$$2.Fe^{3+}_{(ac)} + 2.I^{-}_{(ac)} \rightarrow 2.Fe^{2+}_{(ac)} + I_{2(s)}$$
 Datos: ΔG^0 para $Fe^{3+}_{(ac)}$, $I^{-}_{(ac)}$, $Fe^{2+}_{(ac)}$ son respectivamente -10,5; -51,67 y -84,9 kJ/mol.
- 4ª) Indique la naturaleza química y la fórmula general del componente diferenciador entre un combustible diesel y otro biodiesel.
- 5ª) Explique el proceso de protección catódica de una estructura de acero.

Tema (2,5 puntos) Debe contestar únicamente a un tema de los dos que se proponen

1. Cálculo de energías reticulares: Ciclo de Born-Haber.
2. Síntesis industrial del ácido sulfúrico

SOLUCIONES

PROBLEMA

En un reactor de una planta piloto se dispone de una mezcla de gases en equilibrio formada por 2 moles de pentacloruro de fósforo, 1 mol de tricloruro de fósforo y 1 mol de cloro a 10 °C y 5 atm. Calcular el volumen del reactor y la K, y Kp en el equilibrio. Posteriormente se añade una cantidad desconocida de cloro, de tal forma que la temperatura y presión permanecen constantes, mientras que su volumen aumenta hasta el doble del inicial. Calcular los moles de cloro añadidos.

Datos: R= 0,082 atm.L/mol.K

RESOLUCIÓN

Con los datos que nos dan, se determina el volumen del reactor aplicando la ecuación general de los gases ideales al n° total de moles

N° total de moles = 2 + 1 + 1 = 4 moles en el equilibrio: $P.V = n.R.T \Rightarrow 5.V = 4.0,082.283$; **V_{TOTAL} = 18,565 L**

El proceso en equilibrio es:

P Cl ₅	<====>	P Cl ₃ +	Cl ₂	$K_c = \frac{[PCl_3] \cdot [Cl_2]}{[PCl_5]}$
2 mol		1 mol	1 mol	

donde al sustituir: $K_c = \frac{\left(\frac{1}{18,565}\right) \cdot \left(\frac{1}{18,565}\right)}{\left(\frac{2}{18,565}\right)}$; **Kc = 0,027**

El valor de Kp se obtiene de la relación entre ambas constantes:

$$Kp = Kc \cdot (R \cdot T)^{\Delta n} \implies Kp = 0,027 \cdot (0,082 \cdot 283)^{1+1-1}; \mathbf{Kp = 0,625}$$

Si ahora introducimos una cantidad de cloro tal que se duplique el volumen ($V = 2 \cdot 18,565 \text{ L}$) sin que cambien ni Presión ni temperatura, el nº total de moles en el equilibrio se calcula también con la ecuación general de los gases: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T \implies 5 \cdot (2 \cdot 18,565) = n \cdot 0,082 \cdot 283$; $\mathbf{n_{TOTAL} = 8,00 \text{ moles}}$

Ahora se establece un nuevo equilibrio en el cual hemos añadido "c" moles de cloro a las que había inicialmente, con lo cual se desplazará hacia la izquierda, "desapareciendo" "x" moles de Cloro y de PCl_3 y formándose "x" moles de PCl_5 .

En el nuevo equilibrio las cantidades iniciales y las que quedan al restablecerse el equilibrio serán:

	PCl_5	\rightleftharpoons	$\text{PCl}_3 +$	Cl_2	$Kc = \frac{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]}$
Inicial	2 mol		1 mol	(1+c) mol	
En equil.	2+x		1 - x	1+c-x	

donde el nº total de moles es: $(2+x) + (1-x) + (1+c-x) = 8$; $4 + c - x = 8$, donde deducimos que: $\mathbf{(c-x) = 4}$

al sustituir ahora en la expresión de la constante de equilibrio:

$$0,027 = \frac{\left(\frac{1-x}{2 \cdot 18,565}\right) \cdot \left(\frac{1+c-x}{2 \cdot 18,565}\right)}{\left(\frac{2+x}{2 \cdot 18,565}\right)} \text{ sustituyendo y simplificando } 0,027 = \frac{(1-x) \cdot (1+4)}{2 \cdot 18,565 \cdot (2+x)}, \text{ de donde:}$$

$$2 + x = 5 - 5x; \mathbf{x = 0,50}, \text{ y de ahí: } (c - x) = 4; c = 4 + x = 4 + 0,50;$$

$$\mathbf{C = 4,50 \text{ moles de Cl}_2 \text{ añadidas}}$$

PREGUNTAS

1ª - Calcular la constante del producto de solubilidad del sulfato de plata a 25°C , si la solubilidad de la sal en el agua a esa temperatura es de $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$.

RESOLUCIÓN

La disociación del sulfato de plata es:

	Ag_2SO_4	\rightleftharpoons	$2 \cdot \text{Ag}^+ +$	SO_4^{2-}	$P_s = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$
Inicial	c		---	---	
En equilibrio	c - s		2.s	s	

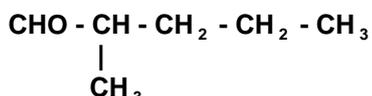
Siendo "s" la solubilidad. Nº de moles de sulfato de plata disueltos y disociados, por lo que de acuerdo con la estequiometría del proceso, se formarán "2.s" mol de Ag^+ y "s" mol del ion SO_4^{2-} y así, al sustituir: $P_s = (2 \cdot 1,8 \cdot 10^{-2})^2 \cdot (1,8 \cdot 10^{-2})$: $\mathbf{P_s = 2,33 \cdot 10^{-5}}$

2ª) Escribir las fórmulas de los siguientes compuestos: Sulfuro de hidrógeno; peróxido de bario; bisulfito cálcico; 2-metil pentanal; 3- bromo butilamina.

RESOLUCIÓN:

Sulfuro de hidrógeno: $\mathbf{H_2S}$ Peróxido de bario: $\mathbf{BaO_2}$ Bisulfito cálcico: $\mathbf{Ca(HSO_3)_2}$

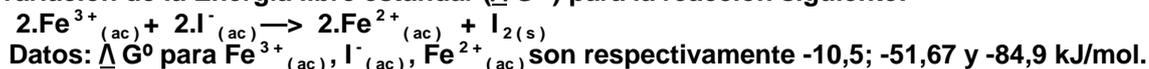
2-metilpentanal:



; 3-bromobutilamina:

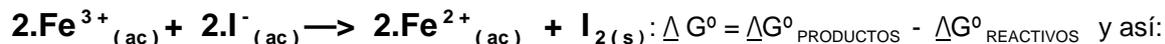


3ª) Calcular la variación de la Energía libre estándar (ΔG^0) para la reacción siguiente:



RESOLUCIÓN

Para cualquier reacción tenemos siempre que:



$$\Delta G^0_{\text{REACCIÓN}} = 2.(-84,9) - 2.(-10,5) - 2.(-51,67) ; \Delta G^0_{\text{REACCIÓN}} = -45,46 \text{ KJ}$$

4ª) Indique la naturaleza química y la fórmula general del componente diferenciador entre un combustible diesel y otro biodiesel. Ver páginas 561 y 562 del texto recomendado

5ª) Explique el proceso de protección catódica de una estructura de acero. Ver página 495 del texto recomendado

Tema (2,5 puntos) Debe contestar únicamente a un tema de los dos que se proponen

1. **Cálculo de energías reticulares: Ciclo de Born-Haber.** Ver páginas 73 y 74 del texto recomendado

2. **Síntesis industrial del ácido sulfúrico** Ver páginas 345 y 346 del texto recomendado

Texto recomendado:

QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA. Caselles, M.J., Gómez, M.R., Molero, M. Y Sardá, J.
ED. UNED, Madrid (2004)