

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 2

1. [2 PUNTOS] Dada la reacción:



- Explica cuál es la especie oxidante y cuál la reductora.
- Escribe las semireacciones de oxidación y de reducción.
- Escribe la reacción molecular ajustada.
- Se dispone de disolución de permanganato de potasio 2M. ¿Qué volumen habrá que utilizar si se quiere obtener 2 moles de yodo?

2. [2 PUNTOS]

- Calcula la constante de ionización de un ácido HA que esta disociado al 1% en una disolución 0,2 M.
- Explica cómo calcularías de forma práctica en un laboratorio la concentración de una disolución de ácido clorhídrico, utilizando hidróxido de sodio 0,01 M.

3. [2 PUNTOS] Dada la reacción $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$

- Explica si la descomposición del agua oxigenada es un proceso endotérmico o exotérmico.
- Determina si el proceso es espontáneo en condiciones estándar. ¿Es espontáneo a cualquier temperatura?

DATOS: ΔH°_f (KJ/mol) de $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ y $\text{O}_2(\text{g})$ son $-187,8$; $-285,8$ y 0 respectivamente
y S° (J/mol.K) de $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ y $\text{O}_2(\text{g})$ son $109,6$; 70 y 205 respectivamente.

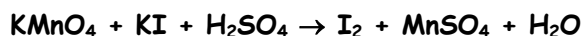
4. [2 PUNTOS] El hidróxido de cobalto (II) es insoluble en agua, su producto de solubilidad vale 10^{-15} .

- Calcula la máxima cantidad de moles del hidróxido que puedes disolver en un litro.
- Calcula el pH de una disolución saturada de hidróxido de cobalto (II)
- Indica y razona algún procedimiento que incremente la solubilidad del hidróxido.
- Razona si la adición de una sal soluble de cobalto (II) disminuirá la solubilidad del hidróxido de cobalto (II) en agua.

5. [2 PUNTOS] Decir razonadamente si son ciertas o falsas las siguientes propuestas, utiliza un diagrama de energía/avance de la reacción. Cuando se adiciona un catalizador a un sistema reaccionante:

- La variación de entalpía de la reacción se hace más negativa, es decir, la reacción se hace más exotérmica y por tanto es más rápida.
- Disminuye la energía de activación del proceso y aumenta la velocidad del mismo.

1.- (2 p) Dada la reacción:



¡¡CUIDADO!! La ecuación química dada en el enunciado no está completa ya que en los productos no hay ningún compuesto de potasio. Este compuesto que falta, que es el sulfato de potasio, se obtiene al ajustar la reacción.

a) Explica cuál es la especie oxidante y cuál la reductora.

El oxidante es el permanganato de potasio, ya que captando electrones, se reduce a Mn^{+2} , favoreciendo la oxidación del yoduro de potasio (reductor) a yodo molecular.

b) Escribe las semireacciones de oxidación y de reducción.



c) Escribe la reacción molecular ajustada.



d) Se dispone de disolución de permanganato de potasio 2M. ¿Qué volumen habrá que utilizar si se quiere obtener 2 moles de yodo?

$$V = 2 \text{ moles de I}_2 \cdot \frac{2 \text{ moles de KMnO}_4}{5 \text{ moles de I}_2} \cdot \frac{1 \text{ L de disolución}}{2 \text{ moles de KMnO}_4} = 0,4 \text{ L de disolución de KMnO}_4$$

2.- (2 p)

a) Calcula la constante de ionización de un ácido HA que esta disociado al 1% en una disolución 0,2 M.

	HA (ac)	+	H ₂ O (l)	⇌	A ⁻ (ac)	+	H ₃ O ⁺ (ac)
Conc. Inicial (mol/L)	0,2				--		--
Reacción (mol/L)	-x				x		x
Conc. Equilibrio (mol/L)	0,2 - x				x		x

$$x = 0,2 \cdot 1\% = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3 - \text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3 - \text{COOH}]} = \frac{[x] \cdot [x]}{[0,2 - x]} = \frac{(2 \cdot 10^{-3})^2}{(0,2 - 2 \cdot 10^{-3})} = 2,02 \cdot 10^{-5}$$

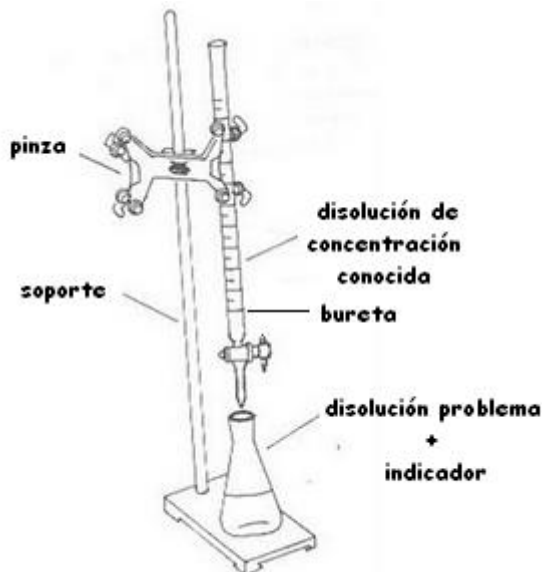
b) Explica cómo calcularías de forma práctica en un laboratorio la concentración de una disolución de ácido clorhídrico, utilizando hidróxido de sodio 0,01 M.

Lo calcularía realizando una valoración (volumetría) ácido-base. Los pasos a seguir los siguientes:

- Enrasaría la bureta con la disolución de hidróxido de sodio 0,01 M (disolución patrón).
- Con la pipeta tomaría un volumen, por ejemplo 10 mL de la disolución de ácido clorhídrico (disolución problema) y lo vertería en un matraz erlenmeyer o en un vaso de precipitados.

- Añadiría aproximadamente el mismo volumen de agua y unas tres gotas de fenolftaleína, agitando la mezcla para que el indicador se distribuya uniformemente. La fenolftaleína en medio ácido es incoloro.
- Ahora abriendo la llave de la bureta añadimos, poco a poco y agitando, la disolución de hidróxido de sodio.
- Cuando se produce un cambio de color permanente del indicador (rosa), se cierra la llave de la bureta y se anota el volumen añadido.

El montaje sería el de la figura adjunta:



Cálculos

Punto de equivalencia \Rightarrow moles OH^- = moles H_3O^+

$$\text{moles}_{\text{HCl}} = V_{\text{NaOH añadido}} \cdot M_{\text{NaOH patrón}}$$

$$M_{\text{HCl}} = \frac{\text{moles}_{\text{HCl}}}{0,01 \text{ L}} \quad (\text{si hemos tomado } 10 \text{ mL de disolución de HCl})$$

3.- (2 p) Dada la reacción: $2 \text{H}_2\text{O}_2 (\text{l}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{O}_2 (\text{g})$

DATOS: ΔH°_f (kJ/mol) de $\text{H}_2\text{O}_2 (\text{l})$, $\text{H}_2\text{O} (\text{l})$ y $\text{O}_2 (\text{g})$ son -187,8; -285,8 y 0, respectivamente
 S° (J/mol.K) de $\text{H}_2\text{O}_2 (\text{l})$, $\text{H}_2\text{O} (\text{l})$ y $\text{O}_2 (\text{g})$ son 109,6; 70 y 205, respectivamente.

a) Explica si la descomposición del agua oxigenada es un proceso endotérmico o exotérmico.

Calculando la entalpía de reacción en base a las entalpías estándar de formación, tenemos:

$$\Delta H^\circ = \sum n_p \cdot (\Delta H^\circ_f)_p - \sum n_r \cdot (\Delta H^\circ_f)_r = 2 \cdot (\Delta H^\circ_f)_{\text{H}_2\text{O} (\text{l})} + (\Delta H^\circ_f)_{\text{O}_2 (\text{g})} - 2 \cdot (\Delta H^\circ_f)_{\text{H}_2\text{O}_2 (\text{l})}$$

$$\Delta H^\circ = 2 \cdot (-285,8) + 0 - 2 \cdot (-187,8) = -196 \text{ kJ}$$

Por lo tanto se trata de un proceso exotérmico.

b) Determina si el proceso es espontáneo en condiciones estándar. ¿Es espontáneo a cualquier temperatura?

Calculamos en primer lugar la variación de entropía de la reacción:

$$\Delta S^\circ = \sum n_p \cdot (S^\circ)_p - \sum n_r \cdot (S^\circ)_r = 2 \cdot (S^\circ)_{\text{H}_2\text{O} (\text{l})} + (S^\circ)_{\text{O}_2 (\text{g})} - 2 \cdot (S^\circ)_{\text{H}_2\text{O}_2 (\text{l})}$$

$$\Delta S^\circ = 2 \cdot (70) + 205 - 2 \cdot (109,6) = 125,8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}} = 125,8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kJ}}{\text{mol.K}}$$

Una reacción química es espontánea cuando la variación de la energía libre de Gibbs del proceso es negativa:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S < 0$$

$$-196 - T \cdot (125,8 \cdot 10^{-3}) < 0 \Rightarrow \text{Esta reacción es espontánea a cualquier temperatura}$$

4.- (2 p) El hidróxido de cobalto (II) es insoluble en agua, su producto de solubilidad vale 10^{-15} .

a) Calcula la máxima cantidad de moles del hidróxido que puedes disolver en un litro.

	$\text{Co(OH)}_2 \text{ (s)}$	\rightleftharpoons	$\text{Co}^{+2} \text{ (ac)}$	+	$2 \text{ OH}^- \text{ (ac)}$
Conc. Inicial (mol/L)	a		--		--
Reacción (mol/L)	-s		s		2s
Conc. Equilibrio (mol/L)	a - s		s		2s

$$K_{ps} = [\text{Co}^{+2}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4 \cdot s^3 \Rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{K_{ps}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1 \cdot 10^{-15}}{4}} = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$$

Por lo tanto en un litro de agua se puede disolver, como máximo, $6,3 \cdot 10^{-6}$ moles de hidróxido de cobalto.

b) Calcula el pH de una disolución saturada de hidróxido de cobalto (II)

$$pOH = -\log [\text{OH}^-] = -\log 2s = -\log (2 \cdot 6,3 \cdot 10^{-6}) = 4,9 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 14 - 4,9 = 9,1$$

c) Indica y razona algún procedimiento que incremente la solubilidad del hidróxido.

Adicionando un ácido (o disminuyendo el pH). Los protones liberados por el ácido reaccionan con los iones OH^- , formándose agua, esto produce una disminución de la concentración de iones hidróxido en la disolución y el consiguiente desplazamiento del equilibrio hacia la derecha.

Adicionando una sal de amonio. Los iones amonio, NH_4^+ , liberados por la sal reaccionan con los iones OH^- , formándose amoníaco y agua, esto produce una disminución de la concentración de iones hidróxido en la disolución y el consiguiente desplazamiento del equilibrio hacia la derecha.

d) Razona si la adición de una sal soluble de cobalto (II) disminuirá la solubilidad del hidróxido de cobalto (II) en agua.

Disminuye la solubilidad. La adición de una sal de magnesio produce un aumento de la concentración de iones Mg^{+2} , lo que produce un desplazamiento del equilibrio hacia la izquierda (efecto del ion común).

5.- (2 p) Decir razonadamente si son ciertas o falsas las siguientes propuestas, utiliza un diagrama de energía/avance de la reacción. Cuando se adiciona un catalizador a un sistema reaccionante:

a) La variación de entalpía de la reacción se hace más negativa, es decir, la reacción se hace más exotérmica y por tanto es más rápida.

La adición de un catalizador no modifica los parámetros termodinámicos de la reacción.

b) Disminuye la energía de activación del proceso y aumenta la velocidad del mismo.

El catalizador disminuye la energía de activación al permitir un nuevo mecanismo de reacción, esta disminución de la energía de activación produce un aumento de la velocidad del proceso.

