

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 2

Problemas [2 PUNTOS CADA UNO]

1. En un matraz de 2L de capacidad, en el que inicialmente se ha hecho el vacío, hay hidrógenocarbonato de sodio (NaHCO_3) sólido. Se calienta hasta 100°C y se produce la descomposición formando carbonato de sodio (Na_2CO_3) sólido, dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) en fase gaseosa. La presión total del sistema en equilibrio a 100°C es de 0,962 atm.
- Calcula la constante de equilibrio del sistema
 - La cantidad de hidrógenocarbonato de sodio descompuesto

DATOS: Masas atómicas: C = 12; O = 16; H = 1; Na = 23.
R = 0.082 atm. L. mol^{-1} . K^{-1}

2. Una mezcla de 46,3 g de hidróxido de potasio (KOH) y 27,6 g de hidróxido de sodio (NaOH) puros se disuelven en agua hasta alcanzar 500 ml exactamente. Calcular el volumen de una disolución 0,5 M de ácido sulfúrico que se necesitará para neutralizar 30 ml de la disolución alcalina anterior.

DATOS: Masas atómicas: Na = 23; K = 39; O = 16; H = 1.

Cuestiones [2 PUNTOS CADA UNA]

- A. [2 PUNTOS] En las tablas de potenciales estándar de reducción de los diferentes pares redox (en medio ácido) se encuentran los siguientes valores: $E^\circ(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,77 \text{ V}$; $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2) = 0,68 \text{ V}$
- Escribe las semirreacciones ajustadas que muestran el comportamiento del agua oxigenada como oxidante y como reductor.
 - Cuando una reacción redox es espontánea el potencial de la pila formada por las dos semirreacciones que la componen es positivo. ¿Justifica si es espontánea la descomposición del H_2O_2 ?

- B. [2 PUNTOS] El número de protones de los núcleos de 5 elementos es:

Elemento :	A	B	C	D	E
Protones :	2	11	9	12	13

Indica, explicando y justificando la respuesta, la letra del elemento que:

- Es un gas noble
- Es el más electronegativo
- Es un metal alcalino
- Forma un nitrato de fórmula $\text{X}(\text{NO}_3)_2$

- C. [2 PUNTOS] Indique razonadamente cuáles han de ser los signos del incremento de entalpía y del incremento de entropía de una reacción para que:
- A cualquier temperatura, la reacción sea espontánea
 - A cualquier temperatura, la reacción no sea espontánea

SOLUCIÓN OPCIÓN DE EXAMEN N° 2 (SEPTIEMBRE 2010)

PROBLEMAS

1.- (2 p) En un matraz de 2 L de capacidad, en el que inicialmente se ha hecho el vacío, hay hidrogenocarbonato de sodio (NaHCO_3) sólido. Se calienta hasta 100°C y se produce la descomposición formando carbonato de sodio (Na_2CO_3) sólido, dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) en fase gaseosa. La presión total del sistema en equilibrio a 100°C es de 0,962 atm.

DATOS: Masas atómicas $\text{C} = 12$ $\text{O} = 16$ $\text{H} = 1$ $\text{Na} = 23$
 $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

a) Calcula la constante de equilibrio del sistema.

Se trata de un equilibrio heterogéneo sólido - gas:

	$2 \text{ NaHCO}_3 (\text{s})$	\rightleftharpoons	$\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s})$	+	$\text{CO}_2 (\text{g})$	+	$\text{H}_2\text{O} (\text{g})$
Conc. Inicial (mol/L)	a		-		--		--
Reacción (mol/L)	-2x		x		x		x
Conc. Equilibrio (mol/L)	a - 2x		x		x		x

La concentración total de moles gaseosos en el equilibrio es:

$$(C_T)_{eq} = (x) + (x) = 2x \text{ mol/L}$$

$$P_T = C_T \cdot R \cdot T \Rightarrow 0,962 = 2x \cdot 0,082 \cdot 373 \Rightarrow x = 0,0157 \text{ mol/L}$$

$$K_C = [\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2\text{O}] = x \cdot x = x^2 = 0,0157^2 = 2,46 \cdot 10^{-4}$$

b) La cantidad de hidrogenocarbonato de sodio descompuesto

$$m_{\text{NaHCO}_3} = (2x) \cdot V \cdot M_{\text{molar}} = (2 \cdot 0,0157) \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 2 \text{ L} \cdot 84 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 5,275 \text{ g}$$

2.- (2 p) Una mezcla de 46,3 g de hidróxido de potasio (KOH) y 27,6 g de hidróxido de sodio (NaOH) puros se disuelven en agua hasta alcanzar 500 mL exactamente. Calcular el volumen de una disolución 0,5 M de ácido sulfúrico que se necesitará para neutralizar 30 mL de la disolución alcalina anterior.

DATOS: Masas atómicas $\text{Na} = 23$ $\text{K} = 39$ $\text{O} = 16$ $\text{H} = 1$

Como KOH y NaOH son bases fuertes se disocian totalmente:

$$n_{\text{KOH}} = \frac{46,3 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 0,827 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 0,827 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{27,3 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,6825 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 0,6825 \text{ mol}$$

Por lo tanto la disolución original tiene una concentración:

$$[\text{OH}^-] = \frac{0,827 + 0,6825}{0,5} = 3,02 \text{ mol/L}$$

Debemos tener en cuenta que el ácido sulfúrico es un ácido fuerte, que cuando se disocia genera dos protones.

Cuando se produce la neutralización completa de los hidróxidos con el ácido sulfúrico, tenemos:

$$[\text{OH}^-]_{(ac)} = [\text{H}^+]_{(ac)} \Rightarrow \frac{30 \text{ mL} \cdot 3,02 \text{ mol/L}}{(30 + x) \text{ mL}} = 2 \cdot \frac{x \text{ mL} \cdot 0,5 \text{ mol/L}}{(30 + x) \text{ mL}}$$

$$x = 90,6 \text{ mL de } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,5 \text{ M}$$

CUESTIONES

A.- (2 p) En las tablas de potenciales estándar de reducción de los diferentes pares redox (en medio ácido) se encuentran los siguientes valores: $E^\circ(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,77 \text{ V}$; $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2) = 0,68 \text{ V}$.

- a) Escribe las semirreacciones ajustadas que muestran el comportamiento del agua oxigenada como oxidante y como reductor.



- b) Cuando una reacción redox es espontánea el potencial de la pila formada por las dos semirreacciones que la componen es positivo. ¿Justifica si es espontánea la descomposición del H_2O_2 ?

La suma de las dos semirreacciones anteriores es la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno (agua oxigenada):



Si esta reacción ocurriese en una pila, el electrodo donde el peróxido de hidrógeno actúa como oxidante sería el cátodo de la pila y el electrodo donde actúa como reductor sería el ánodo. De modo que el potencial de la pila sería:

$$E_{\text{pila}}^0 = E_{\text{cátodo}}^0 - E_{\text{ánodo}}^0 = E_{(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O})}^0 - E_{(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2)}^0 = 1,77 - 0,68 = 1,09 \text{ V}$$

Como el potencial de la pila es positivo, la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno es espontánea.

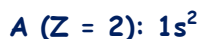
B.- (2 p) El número de protones de los núcleos de 5 elementos es:

Elemento:	A	B	C	D	E
Protones:	2	11	9	12	13

Indica, explicando y justificando la respuesta, la letra del elemento que:

- a) Es un gas noble

En primer lugar vamos a establecer la configuración electrónica de los 5 elementos:



Es un gas noble el elemento **A**, ya que los gases nobles se caracterizan por tener una configuración electrónica donde todos los niveles ocupados están completos. Presentan en su nivel de valencia la configuración $ns^2 np^6$, a excepción del gas noble del primer período que presenta una configuración en el nivel de valencia $1s^2$.

- b) Es el más electronegativo.

La electronegatividad es la tendencia relativa que tienen los átomos de atraer hacia sí los electrones compartidos en un enlace covalente.

Varía en la tabla periódica de la siguiente forma:

- Los gases nobles tienen electronegatividad nula.

- Entre elementos del mismo grupo la electronegatividad aumenta a medida que ascendemos en el grupo, debido al aumento de la carga nuclear efectiva.
- Entre elementos del mismo período la electronegatividad aumenta a medida que nos desplazamos hacia la derecha, debido al aumento de la carga nuclear efectiva. Esta variación es más acusada que entre los elementos de un mismo grupo, lo que hace que los no-metales sean los elementos más electronegativos.

Entre los 5 elementos hay un no-metal, el elemento **C** (ya que tiene su electrón diferenciante en un subnivel p incompleto), por lo que éste será el más electronegativo.

- c) Es un metal alcalino.

Los metales alcalinos se caracterizan por tener una configuración en el nivel de valencia de tipo ns^1 , por lo que **B** es el elemento alcalino.

- d) Forma un nitrato de fórmula $X(NO_3)_2$

X tiene que ser un elemento metálico de valencia +2, por lo que debe de tener una configuración en el nivel de valencia de tipo ns^2 (salvo $1s^2$, que es un gas noble), por lo que se trata del elemento **D**.

C.- (2 p) Indique razonadamente cuáles han de ser los signos del incremento de entalpía y del incremento de entropía de una reacción para que:

- a) A cualquier temperatura, la reacción sea espontánea.

Para que una reacción sea espontánea, la variación de la energía libre de Gibbs debe ser negativa:

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

Para que una reacción sea espontánea a cualquier temperatura, $\Delta H < 0$ (reacción exotérmica) y $\Delta S > 0$ (aumento de la entropía), ya que para cualquier temperatura $\Delta G < 0$.

- b) A cualquier temperatura, la reacción no sea espontánea.

Para que una reacción sea espontánea, la variación de la energía libre de Gibbs debe ser negativa:

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

Para que una reacción sea espontánea a cualquier temperatura, $\Delta H > 0$ (reacción endotérmica) y $\Delta S < 0$ (disminución de la entropía), ya que para cualquier temperatura $\Delta G > 0$.