

## OPCIÓN DE EXAMEN Nº 2

### Problemas

1. [2 PUNTOS] Se mezclan 45 ml de HCl 0,03 M con 30 ml de NaOH 0,05 M. Consideramos los volúmenes aditivos:
- ¿Cuál será el pH de la mezcla?
  - ¿Qué volumen adicional de una de las dos disoluciones iniciales tendríamos que añadir a la mezcla para que el pH fuera 7?
2. [2 PUNTOS] Suponiendo que el carbón está formado exclusivamente por carbono, el gas natural por metano y la gasolina por hexano. Cuando se queman:
- ¿Qué cantidad de estas tres sustancias se requiere para obtener una misma cantidad de energía, por ejemplo 1000 Kj?
  - ¿Cuál de las tres sustancias produce menos contaminación (cantidad de  $\text{CO}_2$ ) por unidad de energía producida?

DATOS: Masas atómicas: C = 12; O = 16; H = 1.

$\Delta H^\circ$  formación  $\text{CO}_2(\text{g}) = -393 \text{ Kj/mol}$ ;

$\Delta H^\circ$  formación  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -286 \text{ Kj/mol}$ ;

$\Delta H^\circ$  formación metano =  $-75 \text{ Kj/mol}$ ;

$\Delta H^\circ$  formación hexano =  $-225 \text{ Kj/mol}$ .

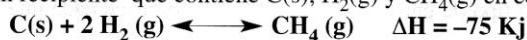
### Cuestiones

- A. [2 PUNTOS] Dibuja una pila construida con electrodos de cobre y plata sumergidos, respectivamente, en disoluciones 1M de sulfato cúprico y nitrato de plata. Indica qué electrodo será el ánodo, cuál será el cátodo, la dirección del flujo de electrones, el potencial de la pila y las semirreacciones que tiene lugar en cada electrodo.

DATOS:  $E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0.34 \text{ V}$

$E^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0.80 \text{ V}$

- B. [2 PUNTOS] Se dispone de un recipiente que contiene C(s),  $\text{H}_2(\text{g})$  y  $\text{CH}_4(\text{g})$  en equilibrio según :



Indica razonadamente si la concentración de metano aumentará, disminuirá o permanecerá constante si:

- Aumenta la temperatura
- Aumenta la presión a T constante
- Se introduce C(s) en el recipiente a T constante
- Se elimina parte del  $\text{H}_2(\text{g})$  presente a T constante

- C. [2 PUNTOS] a) Define potencial (o energía) de ionización y afinidad electrónica. Pon un ejemplo en cada caso  
b) Indica razonadamente como varían estas propiedades en un periodo del Sistema Periódico.

## SOLUCIÓN DE LA OPCIÓN - 2

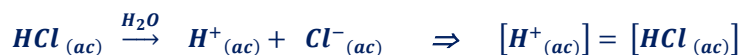
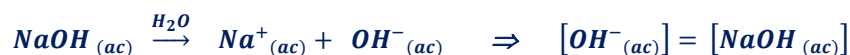
(JUNIO 2010)

### PROBLEMAS

1.- (2 p) Se mezclan 45 mL de HCl 0,03 M con 30 mL de NaOH 0,05 M. Consideramos los volúmenes aditivos:

a) ¿Cuál será el pH de la mezcla?

Al ser ambas especies fuertes (no nos dan sus constantes), voy a utilizar la teoría de Arrhenius. En disolución acuosa ambas sustancias están completamente disociadas:



Entre dos especies fuertes, la reacción de neutralización consiste en:



Si la neutralización es completa, el pH es 7, pero si la neutralización es parcial el pH será distinto a 7.

$$[OH^-_{(ac)}] = [NaOH_{(ac)}] = \frac{30 \text{ mL} \cdot 0,05 \text{ mol/L}}{75 \text{ mL}} = 0,02 \text{ mol/L}$$

$$[H^+_{(ac)}] = [HNO_3_{(ac)}] = \frac{45 \text{ mL} \cdot 0,03 \text{ mol/L}}{75 \text{ mL}} = 0,018 \text{ mol/L}$$

En esta mezcla hay un exceso de concentración de iones hidróxido, lo que determinará que el pH final sea básico.

$$[OH^-_{(ac)}]_{exceso} = 0,02 - 0,018 = 0,002 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \Rightarrow pOH = -\log[OH^-_{(ac)}]_{exceso} = -\log 0,002 = 2,7$$

$$pH = 14 - pOH = 11,3$$

b) ¿Qué volumen adicional de una de las dos disoluciones iniciales tendríamos que añadir a la mezcla para que el pH fuera 7?

Vamos a calcular el volumen de ácido clorhídrico necesario para una neutralización completa.

$$[OH^-_{(ac)}] = [H^+_{(ac)}] \Rightarrow \frac{30 \text{ mL} \cdot 0,05 \text{ mol/L}}{(30 + x) \text{ mL}} = \frac{x \text{ mL} \cdot 0,03 \text{ mol/L}}{(45 + x) \text{ mL}}$$

$$x = 50 \text{ mL de HCl } 0,05 \text{ M}$$

Como previamente habíamos añadido 45 mL, ahora **debemos añadir 5 mL adicionales.**

2.- (2 p) Suponiendo que el carbón está formado exclusivamente por carbono, el gas natural por metano y la gasolina por hexano. Cuando se queman:

**DATOS:** Masas atómicas: C = 12; O = 16; H = 1       $\Delta H^\circ$  formación  $CO_2(g)$  = -393 kJ/mol;  
 $\Delta H^\circ$  formación  $H_2O(l)$  = -286 kJ/mol       $\Delta H^\circ$  formación metano = -75 kJ/mol;  
 $\Delta H^\circ$  formación hexano = -225 kJ/mol.

a) ¿Qué cantidad de estas tres sustancias se requiere para obtener una misma cantidad de energía, por ejemplo 1000 kJ?

### Carbón



$$\Delta H^\circ = \sum n_p \cdot (\Delta H_f^\circ)_p - \sum n_r \cdot (\Delta H_f^\circ)_r = (\Delta H_f^\circ)_{CO_2(g)} - (\Delta H_f^\circ)_{C(s)} - (\Delta H_f^\circ)_{O_2(g)}$$

$$\Delta H^\circ = (-393) - 0 - 0 = -393 \text{ kJ/mol}$$

$$m = 1000 \text{ kJ} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{393 \text{ kJ}} \cdot 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 30,53 \text{ g}$$

#### Gas natural



$$\Delta H^\circ = \sum n_p \cdot (\Delta H_f^\circ)_p - \sum n_r \cdot (\Delta H_f^\circ)_r = (\Delta H_f^\circ)_{CO_2(g)} + 2 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{H_2O(l)} - (\Delta H_f^\circ)_{CH_4(g)} - 2 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{O_2(g)}$$

$$\Delta H^\circ = (-393) + 2 \cdot (-286) - (-75) - 2 \cdot 0 = -890 \text{ kJ/mol}$$

$$m = 1000 \text{ kJ} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{890 \text{ kJ}} \cdot 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 17,98 \text{ g}$$

#### Gasolina



$$\Delta H^\circ = \sum n_p \cdot (\Delta H_f^\circ)_p - \sum n_r \cdot (\Delta H_f^\circ)_r$$

$$\Delta H^\circ = 6 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{CO_2(g)} + 7 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{H_2O(l)} - (\Delta H_f^\circ)_{C_6H_{14}(g)} - 19/2 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{O_2(g)}$$

$$\Delta H^\circ = 6 \cdot (-393) + 7 \cdot (-286) - (-225) - \frac{19}{2} \cdot 0 = -4135 \text{ kJ/mol}$$

$$m = 1000 \text{ kJ} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{4135 \text{ kJ}} \cdot 86 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 20,8 \text{ g}$$

b) ¿Cuál de las tres sustancias produce menos contaminación (cantidad de  $CO_2$ ) por unidad de energía producida?

**Carbón:**

$$n = \frac{1 \text{ mol de } CO_2}{393 \text{ kJ}} = 2,54 \cdot 10^{-3} \text{ mol de } CO_2/\text{kJ}$$

**Gas natural:**

$$n = \frac{1 \text{ mol de } CO_2}{890 \text{ kJ}} = 1,12 \cdot 10^{-3} \text{ mol de } CO_2/\text{kJ}$$

**Gasolina:**

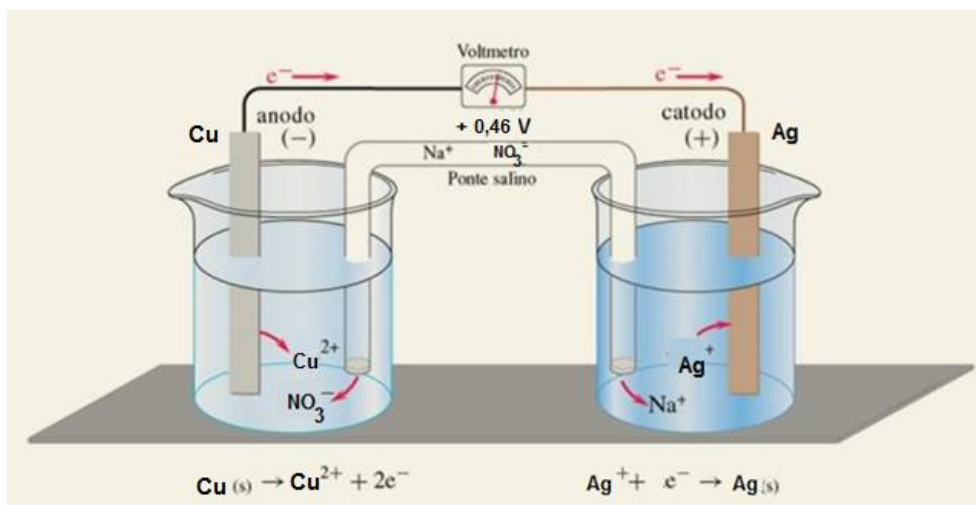
$$n = \frac{6 \text{ mol de } CO_2}{4135 \text{ kJ}} = 1,45 \cdot 10^{-3} \text{ mol de } CO_2/\text{kJ}$$

**El gas natural es el que produce menor cantidad de  $CO_2$  por unidad de energía producida.**

## CUESTIONES

A.- (2 p) Dibuja una pila construida con electrodos de cobre y plata sumergidos, respectivamente, en disoluciones 1M de sulfato cúprico y nitrato de plata. Indica qué electrodo será el ánodo, cuál será el cátodo, la dirección del flujo de electrones, el potencial de la pila y las semirreacciones que tiene lugar en cada electrodo.

DATOS:  $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$   $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$



En esta pila el electrodo de plata actuará de cátodo (electrodo de mayor potencial de reducción) y en él tendrá lugar la reducción de los iones  $\text{Ag}^+$  a plata metálica. El electrodo de cobre (menor potencial de reducción) actuará como ánodo y en él tendrá lugar la oxidación del cobre metálico a iones  $\text{Cu}^{2+}$ . Los electrones fluyen del ánodo hacia el cátodo.

$$E_{\text{pila}}^0 = E_{\text{cátodo}}^0 - E_{\text{ánodo}}^0 = 0,8 - (0,34) = 0,46 \text{ V}$$

B.- (2 p) Se dispone de un recipiente que contiene  $\text{C(s)}$ ,  $\text{H}_2(\text{g})$  y  $\text{CH}_4(\text{g})$  en equilibrio según:



Indica razonadamente si la concentración de metano aumentará, disminuirá o permanecerá constante si:

a) Aumenta la temperatura

Al aumentar la temperatura el equilibrio se desplaza en el sentido endotérmico, en este caso hacia la izquierda, por lo que la concentración de metano disminuirá.

b) Aumenta la presión a T constante

Al aumentar la presión, a  $T = \text{cte.}$ , el equilibrio se desplaza en el sentido en el que exista un menor número de moles gaseosos, en este caso hacia la derecha, por lo que aumentará la concentración de metano.

c) Se introduce  $\text{C(s)}$  en el recipiente a T constante

La introducción de carbono en el recipiente no influye en el equilibrio, ya que el carbono se encuentra en estado sólido y el equilibrio es heterogéneo. La concentración de metano no varía.

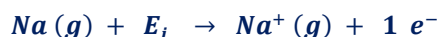
d) Se elimina parte del  $\text{H}_2(\text{g})$  presente a T constante

Al eliminar parte del hidrógeno el equilibrio se desplaza hacia la izquierda (para aumentar la concentración de hidrógeno) en aplicación del principio de Le Chatelier (el equilibrio se desplaza en el sentido en que se opone a la variación experimentada). Ello supone una disminución de la concentración de metano.

C.- (2 p)

a) Define potencial (o energía) de ionización y afinidad electrónica. Pon un ejemplo en cada caso

**Energía de ionización:** es la energía mínima que se requiere para arrancar un electrón a un átomo (o un mol de electrones a un mol de átomos), cuando se encuentran en estado gaseoso y configuración fundamental (configuración de mínima energía).



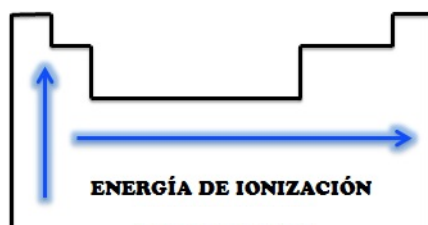
**Afinidad electrónica:** es la variación de energía que acompaña al proceso de incorporación de un electrón a un átomo en estado gaseoso y configuración fundamental (o la incorporación de un mol de electrones a un mol de átomos en estado gaseoso y configuración fundamental). En ocasiones este proceso supone un desprendimiento de energía (valor negativo de  $E_a$ ) y en otros casos supone una captación de energía (valor positivo de  $E_a$ )



b) Indica razonadamente como varían estas propiedades en un periodo del Sistema Periódico.

#### Energía de ionización:

- Los elementos de mayor energía de ionización son los gases nobles (independientemente del periodo en que se encuentren)
- Dentro de cada periodo la energía de ionización aumenta a medida que nos desplazamos hacia la derecha (sentido en el que disminuye el volumen atómico y en el que aumenta la carga nuclear efectiva, debido al aumento de  $Z$ )
- Dentro de cada grupo la energía de ionización disminuye a medida que descendemos en el mismo (sentido en el que aumenta el volumen y disminuye la carga nuclear efectiva debido al aumento del efecto pantalla de los electrones de los niveles internos)



#### Afinidad electrónica

- Elementos del mismo grupo: Aumenta a medida que ascendemos en el grupo, debido al menor volumen atómico y a la mayor carga nuclear efectiva.
- Elementos del mismo periodo: Aumenta a medida que nos desplazamos hacia la derecha (menor volumen y mayor carga nuclear efectiva). Los gases nobles presentan una afinidad electrónica muy baja, prácticamente nula.

