



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

## PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOE – SEPTIEMBRE 2010

### QUÍMICA

#### INDICACIONES

1. Debe elegir una opción completa. Cada problema tiene una calificación de 2 PUNTOS. Cada cuestión tiene una calificación de 2 PUNTOS.
2. Separe claramente unos problemas de otros y unas cuestiones de otras.

#### OPCIÓN DE EXAMEN Nº 1

##### Problemas [2 PUNTOS CADA UNO]

1. La gasolina es una mezcla de hidrocarburos entre  $C_5$  y  $C_{10}$ . Calcula:

- a) Calor desprendido en la combustión de 5 L de una gasolina que contiene 50% de octano, 30% de hexano y 20% de pentano (porcentaje en peso).
- b) La entalpía de formación del pentano.

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

$\Delta H^\circ_{\text{formación}} \text{CO}_2(\text{g}) = -393 \text{ KJ/mol}$ ;  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -286 \text{ KJ/mol}$ ; octano =  $-250 \text{ KJ/mol}$

$\Delta H^\circ_{\text{combustión}}$ : pentano =  $-3537 \text{ KJ/mol}$ ; hexano =  $-4163 \text{ KJ/mol}$

Densidad de la gasolina =  $0.83 \text{ g/cm}^3$

2. Una mezcla de óxidos de hierro (III) ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y de óxido de Zn (II) ( $\text{ZnO}$ ) de masa 0,174 g se disuelven en ácido clorhídrico (HCl) concentrado y mediante las operaciones oportunas el hierro (III) se reduce a hierro (II). El líquido resultante se valora con permanganato potásico ( $\text{KMnO}_4$ ) 0,02 M gastándose 15,0 ml.

- a) Ajusta la reacción de oxidación-reducción de la valoración, sabiendo que el ión permanganato se reduce a  $\text{Mn}^{2+}$ .
- b) Calcula el tanto por ciento de óxido de Fe (III) y de óxido de Zn (II) en la muestra

DATOS: Masas atómicas: Fe = 55,9; Zn = 65,4; O = 16.

##### Cuestiones [2 PUNTOS CADA UNA]

A. [2 PUNTOS] a) Tenemos un indicador ácido-base cuya forma no disociada HA es incolora, y su forma iónica  $\text{A}^-$  es roja. Indíquese razonadamente que cambio de color se observará en la valoración de ácido clorhídrico (HCl) con hidróxido de sodio (NaOH) si se utiliza el indicador anterior.

b) Explíquese si el pH de las disoluciones acuosas de los siguientes compuestos será mayor, menor o igual a 7: cloruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), cloruro de potasio (KCl), acetato de sodio ( $\text{NaOOC-CH}_3$ )

B. [2 PUNTOS] Se estudia el siguiente equilibrio:  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ , cuya  $K_p$  a 298 K es 0,15

Justifica:

- a) ¿En que sentido evolucionará, hasta alcanzar el equilibrio, una mezcla inicial de ambos gases cuya presión parcial sea la misma e igual a 1 atm.?
- b) Si una vez alcanzado el equilibrio se comprime la mezcla, ¿qué le ocurrirá a la cantidad de  $\text{NO}_2$ ? ¿Cómo será la descomposición de  $\text{N}_2\text{O}_4$ , exotérmica o endotérmica, si un aumento de la temperatura provoca un aumento de la concentración de  $\text{NO}_2$ ?

C. [2 PUNTOS] Dado tres elementos del Sistema Periódico: A, B y C, de números atómicos 8, 16 y 19, respectivamente:

- a) Escribe su configuración electrónica.
- b) Indica el elemento cuyo primer potencial de ionización sea mayor. Razónalo.
- c) Indica el tipo de enlace y dos propiedades características de los compuestos formados por los elementos A y B. Razónalo.

## SOLUCIÓN EXAMEN OPCIÓN DE EXAMEN N° 1 (SEPTIEMBRE 2010)

### PROBLEMAS

1.- (2 p) La gasolina es una mezcla de hidrocarburos entre  $C_5$  y  $C_{10}$ . Calcula:

DATOS:	Masas atómicas	C = 12	O = 16	H = 1
	$\Delta H^\circ$ formación:	$CO_2(g) = -393 \text{ kJ/mol}$	$H_2O(l) = -286 \text{ kJ/mol}$	
		octano = -250 kJ/mol		
	$\Delta H^\circ$ combustión:	pentano = -3537 kJ/mol	hexano = -4163 kJ/mol	
	Densidad de la gasolina	$= 0,83 \text{ g/cm}^3$		

- a) Calor desprendido en la combustión de 5 L de una gasolina que contiene 50% de octano, 30% de hexano y 20% de pentano (porcentaje en peso).

Calculamos la entalpía de combustión del octano a partir de las entalpías de formación:



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

$$\Delta H^\circ = 8 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{CO_2(g)} + 9 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{H_2O(l)} - (\Delta H_f^\circ)_{C_8H_{18}(l)} - \frac{25}{2} \cdot (\Delta H_f^\circ)_{O_2(g)}$$

$$\Delta H^\circ = 8 \cdot (-393) + 9 \cdot (-286) - (-250) - \frac{25}{2} \cdot 0 = -5468 \text{ kJ/mol}$$

Calculamos el número de moles de cada hidrocarburo en los 5 L de gasolina:

$$m_{\text{gasolina}} = 5000 \text{ mL} \cdot 0,83 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 4150 \text{ g}$$

$$m_{\text{pentano}} = 4150 \cdot 0,2 = 830 \text{ g} \Rightarrow n_{\text{pentano}} = \frac{830 \text{ g}}{72 \text{ g/mol}} = 11,53 \text{ mol}$$

$$m_{\text{hexano}} = 4150 \cdot 0,3 = 1245 \text{ g} \Rightarrow n_{\text{hexano}} = \frac{1245 \text{ g}}{86 \text{ g/mol}} = 14,48 \text{ mol}$$

$$m_{\text{octano}} = 4150 \cdot 0,5 = 2075 \text{ g} \Rightarrow n_{\text{octano}} = \frac{2075 \text{ g}}{114 \text{ g/mol}} = 18,2 \text{ mol}$$

Por lo tanto, la energía desprendida es:

$$\Delta H = n_{\text{pentano}} \cdot \Delta H^\circ_{\text{combustión pentano}} + n_{\text{hexano}} \cdot \Delta H^\circ_{\text{combustión hexano}} + n_{\text{octano}} \cdot \Delta H^\circ_{\text{combustión octano}}$$

$$\Delta H = 11,53 \cdot (-3537) + 14,48 \cdot (-4163) + 18,2 \cdot (-5468) = -2 \cdot 10^5 \text{ kJ}$$

**En la combustión de los 5 L de gasolina se desprenden  $2 \cdot 10^5$  kJ**

- b) La entalpía de formación del pentano.

Podemos calcular la entalpía de formación del octano a partir de su entalpía de combustión:



$$\Delta H^\circ_{\text{comb}} = \sum n_p \cdot (\Delta H_f^\circ)_p - \sum n_r \cdot (\Delta H_f^\circ)_r$$

$$\Delta H^\circ_{\text{comb}} = 5 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{CO_2(g)} + 6 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{H_2O(l)} - (\Delta H_f^\circ)_{C_5H_{12}(l)} - 8 \cdot (\Delta H_f^\circ)_{O_2(g)}$$

$$-3537 = 5 \cdot (-393) + 6 \cdot (-286) - (\Delta H_f^\circ)_{C_5H_{12}(l)} - \frac{25}{2} \cdot 0 \Rightarrow (\Delta H_f^\circ)_{C_5H_{12}(l)} = -144 \text{ kJ/mol}$$

2.- (2 p) Una mezcla de óxidos de hierro (III) ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y de óxido de Zn (II) ( $\text{ZnO}$ ) de masa 0,174 g se disuelven en ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) concentrado y mediante las operaciones oportunas el hierro (III) se reduce a hierro (II). El líquido resultante se valora con permanganato potásico ( $\text{KMnO}_4$ ) 0,02 M gastándose 15,0 mL.

DATOS: Masas atómicas Fe = 55,9 Zn = 65,4 O = 16.

- a) Ajusta la reacción de oxidación-reducción de la valoración, sabiendo que el ion permanganato se reduce a  $\text{Mn}^{2+}$ .

Semirreacción de oxidación:  $(\text{Fe}^{+2} \rightarrow \text{Fe}^{+3} + 1 e^-) \times 5$

Semirreacción de reducción:  $\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5 e^- \rightarrow \text{Mn}^{+2} + 4 \text{H}_2\text{O}$

Reacción global iónica:  $\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5 \text{Fe}^{+2} \rightarrow \text{Mn}^{+2} + 4 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{Fe}^{+3}$

- b) Calcula el tanto por ciento de óxido de Fe (III) y de óxido de Zn (II) en la muestra

$$m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,015 \text{ L KMnO}_4 \cdot \frac{0,02 \text{ mol KMnO}_4}{1 \text{ L}} \cdot \frac{5 \text{ mol Fe}^{+2}}{1 \text{ mol KMnO}_4} \cdot \frac{5 \text{ mol Fe}^{+3}}{5 \text{ mol Fe}^{+2}} \cdot \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{2 \text{ mol Fe}^{+3}} \cdot \frac{159,8 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}$$

$$m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,12 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$$

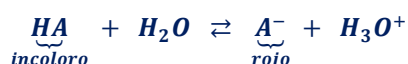
$$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = \left( \frac{0,12}{0,174} \right) \cdot 100 = 69\% \Rightarrow \% \text{ZnO} = 100 - 69 = 31\%$$

## CUESTIONES

A.- (2 p)

- a) Tenemos un indicador ácido-base cuya forma no disociada HA es incolora, y su forma iónica  $\text{A}^-$  es roja. Indíquese razonadamente que cambio de color se observará en la valoración de ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) con hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) si se utiliza el indicador anterior.

El indicador se comporta como una especie ácido/base débil:

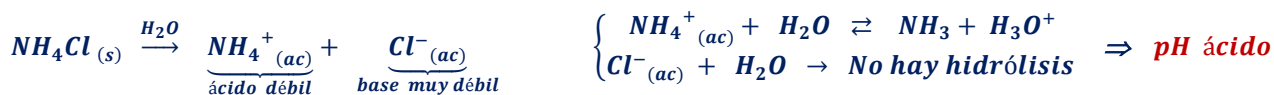


Inicialmente la disolución será incolora, ya que el indicador está en medio ácido, por lo que el equilibrio está desplazado hacia la izquierda y predominará la forma HA. Cuando se sobrepase el punto de equivalencia (en el que el pH es neutro), la disolución se vuelve básica, por lo que el equilibrio se desplaza hacia la derecha, y el indicador tomará su color en forma básica (rojo), ya que predominará su forma iónica  $\text{A}^-$ .

- b) Explíquese si el pH de las disoluciones acuosas de los siguientes compuestos será mayor, menor o igual a 7; cloruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), cloruro de potasio ( $\text{KCl}$ ), acetato de sodio ( $\text{CH}_3\text{-COONa}$ )

### Cloruro de amonio (sal de ácido fuerte-base débil)

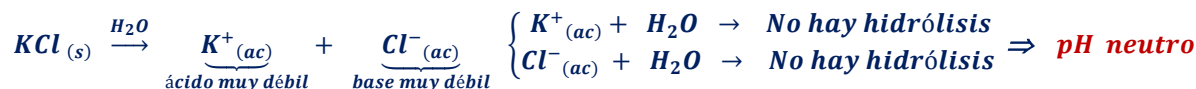
El ion amonio es un ácido débil, ya que es el conjugado de una base débil (el amoniaco). El anión cloruro es una base muy débil, ya que es el conjugado de un ácido fuerte (el ácido clorhídrico).



### Cloruro de potasio (sal de ácido fuerte-base fuerte)

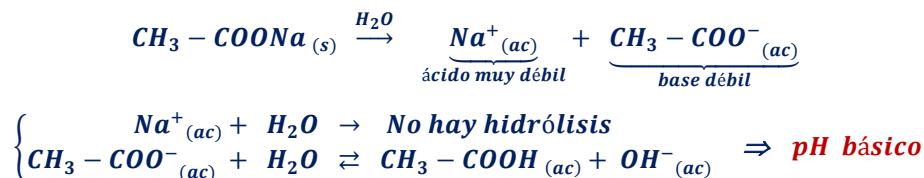
El ion potasio es un ácido muy débil, ya que es el conjugado de una base fuerte (el hidróxido de potasio). El anión cloruro es una base muy débil, ya que es el conjugado de un ácido fuerte (el

ácido clorhídrico).



### Acetato de sodio

El ion sodio es un ácido muy débil, ya que es el conjugado de una base fuerte (el hidróxido de sodio). El anión acetato es una base débil, ya que es el conjugado de un ácido débil (el ácido acético).



B.- (2 p) Se estudia el siguiente equilibrio:  $N_2O_4 (g) \rightleftharpoons 2 NO_2 (g)$ , cuya  $K_p$  a 298 K es 0,15. Justifica:

- a) ¿En qué sentido evolucionará, hasta alcanzar el equilibrio, una mezcla inicial de ambos gases cuya presión parcial sea la misma e igual a 1 atm?

Para comprobar el sentido de la evolución calculamos el cociente de reacción:

$$Q = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{1^2}{1} = 1 \Rightarrow Q > K_p$$

Esto implica que la reacción, para alcanzar el equilibrio, **evolucionará hacia la izquierda**.

- b) Si una vez alcanzado el equilibrio se comprime la mezcla, ¿qué le ocurrirá a la cantidad de  $NO_2$ ?  
¿Cómo será la descomposición de  $N_2O_4$ , exotérmica o endotérmica, si un aumento de la temperatura provoca un aumento de la concentración de  $NO_2$ ?

**Si se comprime la mezcla**, el equilibrio se desplaza hacia la izquierda, ya que un aumento de presión (o una disminución de volumen) desplaza el equilibrio en el sentido en el que disminuye el número de moles de gas. Por lo tanto, **disminuirá la cantidad de  $NO_2$** .

Si un aumento de la temperatura desplaza el equilibrio hacia la derecha, implica que **el equilibrio de descomposición del  $N_2O_4$  es endotérmico**, ya que un aumento de la temperatura siempre desplaza el equilibrio en el sentido endotérmico.

C.- (2 p) Dados tres elementos de la Tabla Periódica: A, B y C de números atómicos 8, 16 y 19, respectivamente.

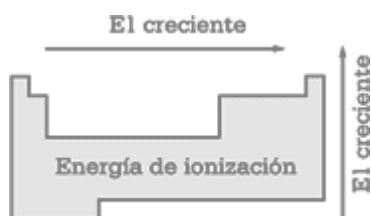
- a) Escribe sus configuraciones electrónicas en estado fundamental



- b) Indica el elemento cuyo primer potencial de ionización sea mayor. Razónalo.

La energía de ionización es la energía mínima que hay que suministrar para arrancar un mol de electrones a un mol de átomos, cuando el elemento se encuentra en estado gaseoso y configuración fundamental (mínima energía).

- Los elementos de mayor energía de ionización son los gases nobles
- Dentro de cada periodo la energía de ionización aumenta a medida que nos desplazamos hacia la derecha (sentido 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 disminuye la carga nuclear efectiva debido al aumento del efecto pantalla de los electrones externos)



$$A > B > C$$

- c) Indica el tipo de enlace y dos propiedades características de los compuestos formados por los elementos A y B. Razónalo.

A y B son dos no-metales, por lo que formarán un enlace covalente. Como ambos elementos presentan, por su configuración electrónica covalencia 2 (tienen 2  $e^-$  desapareados en estado fundamental), la estequiometría el compuesto será  $AB$ .

Formarán un compuesto covalente molecular, algunas de cuyas propiedades son: bajo punto de fusión y ebullición, soluble en disolventes apolares y poco soluble o insoluble en disolventes polares y aislante o mal conductor de la electricidad.