

UNIVERSIDADES DE ASTURIAS / P.A.U. – LOGSE –SEPTIEMBRE 2002 / ENUNCIADOS

- 1.- a) Considera un átomo neutro con la siguiente configuración electrónica: $1s^2 2s^2 2p^6 4s^1$.
 ¿Cuál es su número atómico? ¿Cuál es su configuración electrónica más estable? ¿Absorbe o desprende energía cuando pasa a tener dicha configuración? Razona la respuesta.
 b) Dada la siguiente tabla de puntos de fusión y ebullición de distintas sustancias:

Sustancia	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)
Cloruro de sodio	800	1413
Tetracloruro de carbono	- 23	77
Dióxido de silicio	> 1700	> 2200
Agua	0	100

Justifica y relaciona estas propiedades con el tipo de enlace de cada sustancia.

2.- El empleo de metanol, CH_3OH , como combustible alternativo a los hidrocarburos puede resultar interesante por razones de coste económico. Sin embargo, se deben tener en cuenta también factores termodinámicos.

- a) Calcula los calores de combustión, en kJ/mol, del metanol y del octano, estando el H_2O (l).
 b) Razona que combustible de los anteriores resulta más interesante si el coste de producción de cada litro de metanol es aproximadamente la mitad que el del octano.

DATOS: $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O} (\text{l})] = - 285,8 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{CH}_3\text{OH} (\text{l})] = - 238,6 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{CO}_2 (\text{g})] = - 393,5 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{C}_8\text{H}_{18} (\text{l})] = - 249,9 \text{ kJ/mol}$; densidad $\text{CH}_3\text{OH} = 0,80 \text{ g/mL}$; densidad $\text{C}_8\text{H}_{18} = 0,7 \text{ g/mL}$; $M (\text{CH}_3\text{OH}) = 32 \text{ g/mol}$; $M (\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114 \text{ g/mol}$.

Resultado: a) $\Delta H_c^\circ = [\text{CH}_3\text{OH} (\text{l})] = - 726,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\Delta H_c^\circ = [\text{C}_8\text{H}_{18} (\text{l})] = - 5470,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 b) **Es más rentable el metanol.**

3.- En un matraz de 2 L, en el que se ha hecho el vacío, se introducen 0,1 moles de N_2O_4 y se calienta suavemente hasta 50°C . En estas condiciones parte del N_2O_4 se disocia en NO_2 según la reacción:

$\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2 (\text{g})$. Cuando se alcanza el equilibrio, la presión total en el matraz es de 2,3 atm. Calcula a esa temperatura:

- a) El grado de disociación del N_2O_4 ; b) La presión del NO_2 en el equilibrio.
 c) El valor de la constante de equilibrio K_c

DATOS: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Resultado: a) $\alpha 74 \%$; b) $P (\text{NO}_2)_{\text{eq}} = 1,96 \text{ atm}$; c) $K_c = 0,42 \text{ M}$.

4.- a) Escribe las ecuaciones químicas ácido-base que describen la transferencia de protones que existe cuando cada una de las siguientes sustancias se disuelve en agua: 1) HCN ; 2) Na_2CO_3 ; 3) NH_4Cl . Razona cuáles de ellas originan un pH ácido y cuáles alcalino.

b) ¿Cuántos g de hidróxido de magnesio, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, se deben utilizar para neutralizar completamente 500 mL de una disolución de ácido clorhídrico de concentración 0,1 M? Escribe la ecuación química ajustada que tiene lugar y razona qué indicador sería apropiado para conocer que se ha llegado al punto de equivalencia.

DATOS: $A_r (\text{Mg}) = 24 \text{ u}$; $A_r (\text{H}) = 1 \text{ u}$; $A_r (\text{O}) = 16 \text{ u}$.

Resultado: b) **1,45 g $\text{Mg}(\text{OH})_2$.**

5.- Se realizó una valoración redox para determinar la cantidad de Fe_2O_3 en una muestra de mineral de hierro. Se disolvieron hasta su totalidad 0,5 g de mineral en ácido clorhídrico diluido. Tras reducir el Fe^{3+} procedente de la disolución del mineral a Fe^{2+} , éste se valoró en medio ácido, con permanganato de potasio, KMnO_4 , 0,06 M, con lo que el Fe^{2+} se oxidó de nuevo a Fe^{3+} mientras que el MnO_4^- pasó a Mn^{2+} . La muestra de mineral requirió 7,5 mL del reactivo valorante.

- a) Escribe la ecuación química correspondiente a la disolución del mineral en el ácido clorhídrico.
 b) Escribe y ajusta por el método del ión-electrón la reacción redox que tiene lugar en el transcurso de la valoración. (volumetría).
 c) Calcula el porcentaje de Fe_2O_3 contenido en la muestra.

DATOS: $A_r (\text{Fe}) = 55,8 \text{ u}$; $A_r (\text{O}) = 16 \text{ u}$.

Resultado: c) **36 %.**

6.- a) Clasifica cada uno de los siguientes compuestos orgánicos de acuerdo con sus grupos funcionales y nómbralos:

1) $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$; 2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$; 3) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$; 4) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$; 5) CH_3COOH ;

b) Escribe y nombra un producto de reducción del compuesto 5.

c) Teniendo en cuenta el tipo de interacciones con el disolvente, razona qué compuesto orgánico, el 4 o el 5, es más soluble en agua.

BLOQUE 4.- a) Escribe las ecuaciones químicas ácido-base que describen la transferencia de protones que existe cuando cada una de las siguientes sustancias se disuelve en agua: 1) HCN; 2) Na₂CO₃; 3) NH₄Cl. Razona cuáles de ellas originan un pH ácido y cuáles alcalino.

b) ¿Cuántos g de hidróxido de magnesio, Mg(OH)₂, se deben utilizar para neutralizar completamente 500 mL de una disolución de ácido clorhídrico de concentración 0,1 M? Escribe la ecuación química ajustada que tiene lugar y razona qué indicador sería apropiado para conocer que se ha llegado al punto de equivalencia.

DATOS: A_r (Mg) = 24 u; A_r (H) = 1 u; A_r (O) = 16 u.

Solución:

a) Las ecuaciones ácido-base de cada sustancia es:

Para el ácido débil HCN: $\text{HCN} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CN}^- + \text{H}_3\text{O}^+$, en la que el ácido cede un protón al agua para convertirse en la base y ácido conjugados: (CN⁻ la base y H₃O⁺ el ácido).

La sal Na₂CO₃ se encuentra en disolución totalmente ionizada, y en este estado, la base CO₃²⁻ sufre hidrólisis según la ecuación: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$, actuando el anión inicial como base y el agua como ácido, para convertirse en las especies conjugadas HCO₃⁻, ácido, y OH⁻ base.

La sal NH₄Cl también se encuentra totalmente disociada en disolución, y sólo el catión NH₄⁺ es el que sufre hidrólisis, el anión Cl⁻ es excesivamente débil y no se hidrolizan, según la ecuación:

$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$, en la que las especies NH₄⁺ y H₂O son ácido y base, y NH₃ y H₃O⁺ los correspondientes base y ácido conjugados.

De las ecuaciones expuestas se deduce que en aquellas en las que se produzca un aumento de la concentración de iones H₃O⁺ proporcionan a la disolución un carácter ácido, mientras que las que aumentan la concentración de iones OH⁻ originan un pH básico a la disolución. Luego, las ecuaciones primera y tercera originan un pH ácido y la segunda un pH básico.

b) La ecuación de neutralización es: $\text{Mg(OH)}_2 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$, en la que se observa que por cada mol de base se necesita consumir 2 moles de ácido.

Los moles de ácido que se gastan en la valoración son:

$n(\text{HCl}) = M \cdot V = 0,1 \text{ moles} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,05 \text{ moles}$, y según la estequiometría de la ecuación de neutralización, de base han de neutralizarse la mitad de estos moles, es decir, $0,05 \cdot \frac{1}{2} = 0,025 \text{ moles}$, a

los que corresponde una masa de: $0,025 \text{ moles Mg(OH)}_2 \cdot \frac{58 \text{ g Mg(OH)}_2}{1 \text{ mol Mg(OH)}_2} = 1,45 \text{ g de Mg(OH)}_2$.

Por tratarse de una valoración de base y ácido muy fuertes, el mejor indicador es el que abarca en su zona de viraje el pH = 7, y como el salto de pH es muy grande, ninguno de los iones de la sal formada sufre hidrólisis, hay un gran número de indicadores apropiados para utilizarlos, siendo uno de los adecuados el azul de bromotimol (6,0 – 7,6) o el rojo neutro (6,8 – 8,0).

Resultado: b) 1,45 g Mg (OH)₂.

BLOQUE 5.- Se realizó una valoración redox para determinar la cantidad de Fe₂O₃ en una muestra de mineral de hierro. Se disolvieron hasta su totalidad 0,5 g de mineral en ácido clorhídrico diluido. Tras reducir el Fe³⁺ procedente de la disolución del mineral a Fe²⁺, éste se valoró en medio ácido, con permanganato de potasio, KMnO₄, 0,06 M, con lo que el Fe²⁺ se oxidó de nuevo a Fe³⁺ mientras que el MnO₄⁻ pasó a Mn²⁺.

La muestra de mineral requirió 7,5 mL del reactivo valorante.

a) **Escribe la ecuación química correspondiente a la disolución del mineral en el ácido clorhídrico.**

b) **Escribe y ajusta por el método del ión-electrón la reacción redox que tiene lugar en el transcurso de la valoración. (volumetría).**

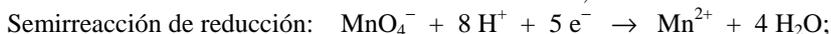
c) **Calcula el porcentaje de Fe₂O₃ contenido en la muestra.**

DATOS: A_r (Fe) = 55,8 u; A_r (O) = 16 u.

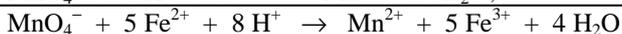
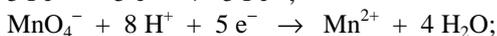
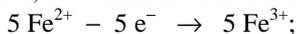
Solución:

a) La ecuación química correspondiente a la disolución del mineral de hierro en ácido clorhídrico es: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{FeCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$.

b) Las semirreacciones de oxido-reducción que tienen lugar en la valoración redox son:



Multiplicando la semirreacción de oxidación por 5 para igualar los electrones y sumándolas para eliminarlos, se obtiene la ecuación iónica ajustada:



c) Los moles de KMnO_4 consumidos en la valoración son:

$n(\text{KMnO}_4) = M \cdot V = 0,06 \text{ moles} \cdot 0,0075 \text{ L} = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ moles}$, siendo los moles de Fe^{2+} que se han oxidado, según la estequiometría de la ecuación redox, $4,5 \cdot 10^{-4} \cdot 5 = 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$ de Fe^{2+} , que son los moles de Fe^{3+} que había en la muestra de mineral, a los que corresponde una masa:

$$2,25 \cdot 10^{-3} \text{ moles } \text{Fe}^{3+} \cdot \frac{55,8 \text{ g } \text{Fe}^{3+}}{1 \text{ mol } \text{Fe}^{3+}} = 0,126 \text{ g } \text{Fe}^{3+}.$$

$$\text{La masa de } \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ en la muestra de mineral es: } 0,126 \text{ g } \text{Fe}^{3+} \cdot \frac{159,6 \text{ g } \text{Fe}_2\text{O}_3}{111,6 \text{ g } \text{Fe}^{3+}} = 0,18 \text{ g } \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{ por}$$

lo que el tanto por ciento de óxido de hierro (III), Fe_2O_3 , en la muestra de mineral es:

$$\% = \frac{0,18 \text{ g } \text{Fe}_2\text{O}_3}{0,5 \text{ g muestra}} \cdot 100 = 36 \% \text{ g } \text{Fe}_2\text{O}_3$$

Resultado: c) 36 %.

BLOQUE 6.- a) Clasifica cada uno de los siguientes compuestos orgánicos de acuerdo con sus grupos funcionales y nómbralos: 1) $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$; 2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$; 3) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$; 4) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$; 5) CH_3COOH ;

b) Escribe y nombra un producto de reducción del compuesto 5.

c) Teniendo en cuenta el tipo de interacciones con el disolvente, razona qué compuesto orgánico, el 4 o el 5, es más soluble en agua.

Solución:

a) 1.- Éter: etilmetiléter;

2.- Amina: etilamina;

3.- Cetona: 2-butanona;

4.- Éster: acetato de metilo;

5.- Ácido: Etanoico.

b) La reducción de un ácido carboxílico produce siempre un aldehído. El correspondiente a la reducción del ácido etanoico es el etanal.

c) El compuesto 5, ácido etanoico, es más soluble en agua que el 4, éster acetato de metilo, por producirse entre las moléculas de ácido y agua enlaces por puentes de hidrógeno, cuyas interacciones son mucho más intensa que las debida a las fuerzas de Van der Waals, que son las que se produce entre las moléculas de éster y agua (dipolo-dipolo).