

INSTRUCCIONES GENERALES Y VALORACIÓN

La prueba consta de dos partes. En la **primera parte** se propone un conjunto de cinco cuestiones de las que el alumno resolverá únicamente tres. La **segunda parte** consiste en dos opciones de problemas, A y B. Cada una de ellas consta de dos problemas; el alumno podrá optar por una de las opciones y resolver los dos problemas planteados en ella, sin que pueda elegir un problema de cada opción. Cada cuestión o problema puntuará sobre un máximo de dos puntos. No se contestará ninguna pregunta en este impreso.

TIEMPO: una hora y treinta minutos

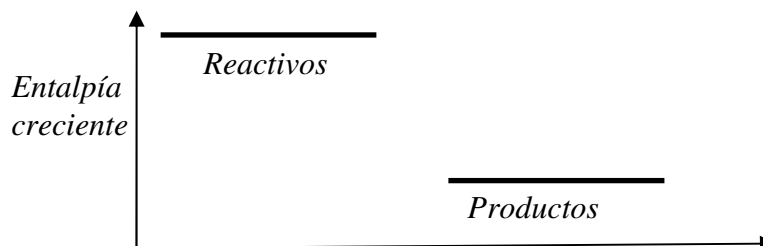
PRIMERA PARTE

Cuestión 1.- Dados los siguientes elementos: F, P, Cl y Na,

- Indique su posición (periodo y grupo) en el sistema periódico.
- Determine sus números atómicos y escriba sus configuraciones electrónicas.
- Ordene razonadamente los elementos de menor a mayor radio atómico.
- Ordene razonadamente los elementos en función de su primera energía de ionización.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 2.- En una reacción química del tipo $3A(g) \rightarrow A_3(g)$ disminuye el desorden del sistema. El diagrama entálpico del proceso se representa en el siguiente esquema:



- ¿Qué signo tiene la variación de entropía de la reacción?
- Indique razonadamente si el proceso indicado puede ser espontáneo a temperaturas altas o bajas.
- ¿Qué signo debería tener ΔH de la reacción para que ésta no fuera espontánea a ninguna temperatura?

Puntuación máxima por apartado: 0,5 apartado a); 0,75 apartados b) y c).

Cuestión 3.- La velocidad de la reacción $A + 2 B \rightarrow C$ en fase gaseosa solo depende de la temperatura y de la concentración de A, de tal manera que si se duplica la concentración de A la velocidad de reacción también se duplica.

- Justifique para qué reactivo cambia más deprisa la concentración.
- Indique los órdenes parciales respecto de A y B y escriba la ecuación cinética.
- Indique las unidades de la velocidad de reacción y de la constante cinética.
- Justifique cómo afecta a la velocidad de reacción una disminución de volumen a temperatura constante.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 4.- En una disolución en medio ácido, el ion MnO_4^- oxida al H_2O_2 , obteniéndose Mn^{2+} , O_2 y H_2O .

- Nombre todos los reactivos y productos de la reacción, indicando los estados de oxidación del oxígeno y del manganeso en cada uno de ellos.
- Escriba y ajuste las semirreacciones de oxidación y reducción en medio ácido.
- Ajuste la reacción global.
- Justifique, en función de los potenciales dados, si la reacción es espontánea o no en condiciones estándar.

Datos. $E^\circ (\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}) = 1,51\text{V}$; $E^\circ (\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}_2) = 0,70\text{V}$

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 5.- Dadas las fórmulas siguientes: CH_3OH , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$, $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ y CH_3CONH_2

- Diga cuál es el nombre del grupo funcional presente en cada una de las moléculas.
- Nombre todos los compuestos.
- Escriba la reacción que tiene lugar entre CH_3OH y $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$.
- ¿Qué sustancias orgánicas (estén o no entre las cuatro anteriores) pueden reaccionar para producir $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$? Indique el tipo de reacción que tiene lugar.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

SEGUNDA PARTE

OPCIÓN A

Problema 1.- El pH de un zumo de limón es 3,4. Suponiendo que el ácido del limón se comporta como un ácido monoprótico (HA) con constante de acidez $K_a = 7,4 \cdot 10^{-4}$, calcule:

- La concentración de HA en ese zumo de limón.
- El volumen de una disolución de hidróxido sódico 0,005 M necesaria para neutralizar 100 mL del zumo de limón.

Puntuación máxima por apartado: 1,0 punto.

Problema 2.- La electrólisis de una disolución acuosa de sulfato de cobre (II) se efectúa según la reacción iónica neta siguiente:



Calcule:

- La cantidad (en gramos) que se necesita consumir de sulfato de cobre (II) para obtener 4,1 moles de O_2
- ¿Cuántos litros de O_2 se han producido en el apartado anterior a 25 °C y 1 atm de presión?
- ¿Cuánto tiempo es necesario (en minutos) para que se depositen 2,9 g de cobre con una intensidad de corriente de 1,8 A?

Datos. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; Faraday = $96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$ Masas atómicas: Cu=63,5; S=32; O=16

Puntuación máxima por apartado: a) y c) 0,75 puntos; b) 0,5 puntos.

OPCIÓN B

Problema 1.- A temperatura elevada, un mol de etano se mezcla con un mol de vapor de ácido nítrico que reaccionan para formar nitroetano ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$) gas y vapor de agua. A esa temperatura, la constante de equilibrio de dicha reacción es $K_c = 0,050$.

- Formule la reacción que tiene lugar.
- Calcule la masa de nitroetano que se forma.
- Calcule la entalpía molar estándar de la reacción.
- Determine el calor que se desprende o absorbe hasta alcanzar el equilibrio.

Datos. Masas atómicas: H = 1, C = 12, N = 14, O = 16.

	Etano (g)	Ác. nítrico (g)	Nitroetano (g)	Agua (g)
ΔH_f° (kJ·mol ⁻¹)	-124,6	-164,5	-236,2	-285,8

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Problema 2.- Una muestra impura de óxido de hierro (III) (sólido) reacciona con un ácido clorhídrico comercial de densidad $1,19 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, que contiene el 35% en peso del ácido puro.

- Escriba y ajuste la reacción que se produce, si se obtiene cloruro de hierro (III) y agua.
- Calcule la pureza del óxido de hierro (III) si 5 gramos de este compuesto reaccionan exactamente con 10 cm^3 del ácido.
- ¿Qué masa de cloruro de hierro (III) se obtendrá?

Datos. Masas atómicas: Fe = 55,8; O = 16; H = 1; Cl = 35,5.

Puntuación máxima por apartado: a) y c) 0,5 puntos; b) 1,0 punto.

QUÍMICA

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

Cada cuestión se podrá calificar con un máximo de 2 puntos; por ello, la máxima puntuación que se podrá alcanzar en la PRIMERA PARTE será de 6 puntos. Cada problema se podrá calificar igualmente con un máximo de dos puntos, por lo que la SEGUNDA PARTE podrá tener una puntuación máxima de 4 puntos.

Si se han contestado más de tres cuestiones, únicamente deberán corregirse las tres que se encuentren en primer lugar.

Si se resuelven problemas de más de una opción, únicamente se corregirán los de la opción a la que corresponda el problema resuelto en primer lugar.

Se tendrá en cuenta en la calificación de la prueba:

- 1.- Claridad de comprensión y exposición de conceptos.
- 2.- Uso correcto de formulación, nomenclatura y lenguaje químico.
- 3.- Capacidad de análisis y relación.
- 4.- Desarrollo de la resolución de forma coherente y uso correcto de unidades.
- 5.- Aplicación y exposición correcta de conceptos en el planteamiento de los problemas.

Distribución de puntuaciones máximas para este ejercicio:

CUESTIONES

Cuestión 1.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.

Cuestión 2.- a) 0,5 puntos, b) y c) 0,75 puntos.

Cuestión 3.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.

Cuestión 4.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.

Cuestión 5.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.

PROBLEMAS

Opción A

Problema 1.- 1,0 punto cada uno de los apartados.

Problema 2.- a) y c) 0,75 puntos, b) 0,5 punto.

Opción B

Problema 1.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.

Problema 2.- a) y c) 0,5 puntos, b) 1,0 punto.

QUÍMICA

SOLUCIONES (ORIENTACIONES PARA EL CORRECTOR)

Cuestión 1.— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) F: 2^o periodo, grupo 17 (7A o halógenos)
P: 3^{er} periodo, grupo 15 (5A o nitrogenoideos)
Cl: 3^{er} periodo, grupo 17 (7A o halógenos)
Na: 3^{er} periodo, grupo 1 (1A o alcalinos)
- b) F: $Z=9, 1s^2 2s^2 2p^5$
P: $Z=15, 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
Cl: $Z=17, 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
Na: $Z=11, 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
- c) El radio aumenta con Z en un grupo y disminuye con Z en un periodo $\Rightarrow F < Cl < P < Na$ (También se puede razonar la respuesta usando la carga nuclear efectiva).
- d) La energía de ionización disminuye con Z en un grupo al estar menos retenidos los electrones de valencia. En un periodo, la energía de ionización aumenta con Z al estar más retenidos los electrones $\Rightarrow Na < P < Cl < F$

Cuestión 2.— Puntuación máxima por apartado: a) 0,5 puntos, b) y c) 0,75 puntos.

- a) En una reacción donde se pasa de tres especies en fase gaseosa a sólo una, el desorden del sistema disminuye, y por lo tanto la variación de entropía es negativa, $\Delta S < 0$
- b) La entalpía de los productos es menor que la de los reactivos. Esto implica que el proceso es exotérmico, $\Delta H < 0$. Una reacción química a p y T constantes es espontánea si $\Delta G < 0 \rightarrow \Delta H - T \Delta S < 0$; $\Delta H < T \Delta S$, luego ΔH debe ser, en valor absoluto, mayor que el término $-T \Delta S$, lo cual será cierto si la temperatura es baja o moderada.
- c) Para esta reacción, el término $-T \Delta S$ es siempre positivo. Si el término ΔH también lo fuera, $\Delta G > 0$ a cualquier temperatura, y nunca sería espontánea. Por lo tanto, la respuesta correcta es $\Delta H > 0$ (reacción endotérmica).

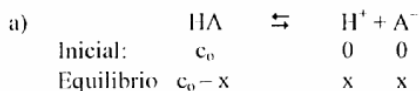
Cuestión 3.— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) La concentración de B es la que se modifica más deprisa ya que, según la estequiometría de la reacción, por cada mol que desaparece de A lo hacen 2 de B y aparece 1 de C. También se puede responder utilizando la definición matemática de velocidad
- b) Si v se duplica al duplicar [A]: $v \sim [A]^1 \Rightarrow$ Orden 1 respecto A. Si $v \neq f[B] \Rightarrow$ Orden 0 respecto a B. Ecuación cinética: $v = k [A]$.
- c) Unidades de v: $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ (o cualquier otra unidad del tipo “concentración-tiempo⁻¹”). Unidades de k para una reacción de primer orden: s^{-1} (o cualquier otra unidad del tipo “tiempo⁻¹”).
- d) Una disminución del volumen produce un aumento de [A] ya que $[A] = n_A/V$, mientras que mantener la temperatura constante hace que k no varíe. Por lo tanto, la velocidad de reacción aumenta.

Soluciones a los problemas:

OPCIÓN A

Problema 1.— Puntuación máxima por apartado: 1,0 punto.



$$x = [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3,4} = 3,98 \cdot 10^{-4} \text{ M.}$$

$$K_a = 7,4 \cdot 10^{-4} = x^2 / (C_0 - x). \text{ Despejando, } C_0 = [\text{HA}]_0 = 6,12 \cdot 10^{-4} \text{ M.}$$

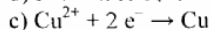
b) $n_{\text{HA}} = n_{\text{NaOH}}; V_{\text{HA}} \cdot M_{\text{HA}} = V_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{NaOH}}; 0,1 \text{ L} \cdot 6,12 \cdot 10^{-4} \text{ M} = V_{\text{NaOH}} \cdot 0,005 \text{ M}$
 $V_{\text{NaOH}} = 0,0122 \text{ L} = 12,2 \text{ mL}$

Problema 2.— Puntuación máxima por apartado: a) y c) 0,75 puntos y b) 0,5 puntos.

a) moles Cu²⁺ = 2 × 4,1 = 8,2 moles, ya que la estequiometría Cu²⁺:O₂ es 2:1.

moles CuSO₄ = moles Cu²⁺; masa CuSO₄ = 8,2 × 159,5 = 1307,9 g

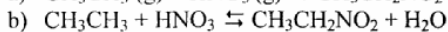
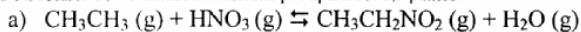
b) $P V = n R T; 1 \times V = 4,1 \times 0,082 \times 298; V = 100,2 \text{ L de O}_2$



$$t = (\text{moles e}^- \times F) / I = (2 \times \text{moles Cu} \times F) / I = [(2 \times 2,9 / 63,5) \times 96485] / 1,8 = 4896 \text{ s} = 81,6 \text{ min.}$$

OPCIÓN B

Problema 1.— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.



$$1 - x \quad 1 - x \quad x \quad x$$

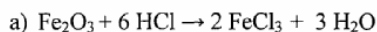
$$K_c = x^2 / (1 - x)^2 = [x / (1 - x)]^2 = 0,050; \text{ moles CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2 = x = 0,183 \text{ mol}$$

$$P_m (\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2) = 75 \Rightarrow \text{gramos (CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2) = 0,183 \cdot 75 = 13,7 \text{ g}$$

c) $\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ (\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2) + \Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f^\circ (\text{CH}_3\text{COOH}) - \Delta H_f^\circ (\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) =$
 $(-236,2) + (-285,8) - (-124,6) - (-164,5) = -232,9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

d) Calor desprendido: $Q = n \cdot \Delta H_r = 0,183 \times 232,9 = 42,6 \text{ kJ}$

Problema 2.— Puntuación máxima por apartado: a) y c) 0,5 puntos; b) 1,0 punto.



b) gramos disolución = $V \cdot d = 10 \cdot 1,19 = 11,9 \text{ g}$; gramos de HCl puro = $11,9 \times 35/100 = 4,165 \text{ g}$

$P_m (\text{HCl}) = 36,5$; moles (HCl) = $4,165/36,5 = 0,114 \text{ moles}$

moles (Fe₂O₃) = $0,114/6 = 0,019$;

$P_m (\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159,6$; gramos (Fe₂O₃) = $0,019 \times 159,6 = 3,035 \text{ g}$; $3,035 \times 100 / 5 = 60,7 \%$

c) $P_m (\text{FeCl}_3) = 162,3$; moles (FeCl₃) = $0,114/3 = 0,038 \text{ moles}$

gramos (FeCl₃) = $162,3 \times 2 \times 0,019 = 6,17 \text{ g}$