



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.– Sabiendo que el boro es el primer elemento del grupo trece del Sistema Periódico, conteste razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- La energía de ionización es la energía que desprende un átomo, en estado gaseoso, cuando se convierte en ión positivo.
- La energía de ionización del boro es superior a la del litio ($Z=3$).
- La configuración electrónica del boro le permite establecer tres enlaces covalentes.
- El átomo de boro en el BH_3 tiene un par de electrones de valencia.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 punto.

Cuestión 2.– La reacción en fase gaseosa $2\text{A} + \text{B} \rightarrow 3\text{C}$ es una reacción elemental y por tanto de orden 2 respecto de A y de orden 1 respecto de B.

- Formule la expresión para la ecuación de velocidad.
- Indique las unidades de la velocidad de reacción y de la constante cinética.
- Justifique como afecta a la velocidad de reacción un aumento de la temperatura a volumen constante.
- Justifique como afecta a la velocidad de reacción un aumento del volumen a temperatura constante.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 3.– Considere la combustión de carbón, hidrógeno y metanol.

- Ajuste las reacciones de combustión de cada sustancia.
- Indique cuales de los reactivos o productos tienen entalpía de formación nula.
- Escriba las expresiones para calcular las entalpías de combustión a partir de las entalpías de formación que considere necesarias.
- Indique como calcular la entalpía de formación del metanol a partir únicamente de las entalpías de combustión.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 4.– Considere disoluciones acuosas, de idéntica concentración, de los compuestos: HNO_3 , NH_4Cl , NaCl y KF

- Deduzca si las disoluciones serán ácidas, básicas o neutras.
- Ordénelas razonadamente en orden creciente de pH.

Datos: $K_a(\text{HF}) = 1,4 \cdot 10^{-4}$; $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

Cuestión 5.– Escriba las formulas desarrolladas e indique el tipo de isomería que presentan entre sí las siguientes parejas de compuestos:

- a) Propanal y propanona.
- b) 1-buteno y 2-buteno.
- c) 2,3-dimetilbutano y 3-metilpentano.
- d) Etilmetiléter y 1-propanol.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

SEGUNDA PARTE

OPCIÓN A

Problema 1 .– Se preparan dos disoluciones, una con 1,61 g de ácido metanoico (HCOOH) en agua hasta un volumen de 100 cm³ y otra de HCl, de igual volumen y concentración. Calcule:

- El grado de disociación del ácido metanoico.
- El pH de las dos disoluciones.
- El volumen de hidróxido potásico 0,15 M necesario para alcanzar el punto de equivalencia, en una neutralización ácido–base, de la disolución del ácido metanoico.
- Los gramos de NaOH que añadida sobre la disolución de HCl proporcionen un pH de 1. Considerar que no existe variación de volumen.

Datos: $K_a=1,8 \cdot 10^{-4}$; Masas atómicas: C=12, O=16 y H=1

Puntuación máxima por apartado: 0.5 puntos.

Problema 2 .– Sabiendo que la combustión de 1 g de TNT libera 4600 kJ y considerando los valores de entalpías de formación que se proporcionan, calcule:

- La entalpía estándar de combustión del CH₄.
- El volumen de CH₄, medido a 25 °C y 1 atm de presión, que es necesario quemar para producir la misma energía que 1 g de TNT.

Datos: $\Delta H_f^\circ(\text{CH}_4) = -75 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) = -242 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Puntuación máxima por apartado 1 punto.

OPCIÓN B

Problema 1.– En un recipiente de 0,4 L se introduce 1 mol de N₂ y 3 mol de H₂ a la temperatura de 780 K. Cuando se establece el equilibrio para la reacción $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$, se tiene una mezcla con un 28 % en mol de NH₃. Determine:

- El número de moles de cada componente en el equilibrio.
- La presión final del sistema.
- El valor de la constante de equilibrio, K_p.

Datos.- $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

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

Problema 2.– En la oxidación de agua oxigenada con 0,2 moles de permanganato, realizada en medio ácido a 25 °C y 1 atm de presión, se producen 2 L de O₂ y cierta cantidad de Mn²⁺ y agua.

- Escriba la reacción iónica ajustada que tiene lugar.
- Justifique, empleando los potenciales de reducción, si es una reacción espontánea en condiciones estándar y 25 °C.
- Determine los gramos de agua oxigenada necesarios para que tenga lugar la reacción.
- Calcule cuántos moles de permanganato se han añadido en exceso.

Datos: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51 \text{ V}$; $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2) = 0,68 \text{ V}$; Masas atómicas: O = 16 y H = 1

Puntuación máxima por apartado 1 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 mas 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 apartado
- Cuestión 2.- 0,5 puntos cada apartado
- Cuestión 3.- 0,5 puntos cada apartado
- Cuestión 4.- 1 punto cada apartado
- Cuestión 5.- 0,5 puntos cada apartado

PROBLEMAS

Opción A

- Problema 1.- 0,5 punto cada apartado
- Problema 2.- 0,5 puntos cada apartado

Opción B

- Problema 1.- 0,75 puntos apartados a) y c), y 0,5 puntos apartado b)
- Problema 2.- 0,5 puntos cada apartado

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

- a) Falso. La EI es energía que absorbe el átomo para desprender un electrón.
 b) Verdadera ya que la energía de ionización de un átomo aumenta en cada periodo al aumentar la carga nuclear.
 c) Verdadero. El B presenta $1s^2 2s^2 2p^1$ y sitúa sus 3 electrones desapareados en orbitales híbridos sp^2 .
 d) Falsa. Tiene todos sus electrones de valencia compartidos.

Cuestión 2.— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) $v = k[A]^2[B]$
 b) Unidades de v : $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ y unidades de k : $\text{L}^2\cdot\text{mol}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.
 c) Según la teoría de Arrhenius un aumento de temperatura produce un aumento del valor de la constante cinética y por tanto de la velocidad de reacción.
 d) Un aumento de volumen produce una disminución del valor de las concentraciones de A y B, y por tanto la velocidad de reacción disminuye.

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

- a) (1) $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
 (2) $\text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
 (3) $\text{CH}_3\text{OH} + 3/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 b) Tienen entalpía de formación nula los elementos en estado estándar en su forma más estable: C, O_2 y H_2
 c) $\Delta H_c(\text{C}) = \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2)$
 $\Delta H_c(\text{H}_2) = \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O})$
 $\Delta H_c(\text{CH}_3\text{OH}) = \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 2 \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f^\circ(\text{CH}_3\text{OH})$
 d) $\Delta H_f^\circ(\text{CH}_3\text{OH}) = \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 2 \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_c(\text{CH}_3\text{OH}) = \Delta H_c(\text{C}) + 2 \Delta H_c(\text{H}_2) - \Delta H_c(\text{CH}_3\text{OH})$

Cuestión 4.— Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- a) El HNO_3 es un ácido fuerte que dará una disolución ácida: $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$.
 El NH_4Cl es una sal que se disocia en NH_4^+ y Cl^- . El ión Cl^- es un ión que no reacciona con el agua, mientras que el ión NH_4^+ es un ácido débil y reacciona con el agua:
 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ Por lo tanto, dará una disolución ácida
 El NaCl es una sal que se disocia en Na^+ y Cl^- . Ambos son iones que no reaccionan con el agua. Por lo tanto, dará una disolución neutra
 El KF es una sal que se disocia en K^+ y F^- . El ión K^+ es un ión que no reacciona con el agua, mientras que el ión F^- es una base débil y reacciona con el agua:
 $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-$ Por lo tanto, dará una disolución básica
 b) $\text{HNO}_3 < \text{NH}_4\text{Cl} < \text{NaCl} < \text{KF}$
 HNO_3 : $\text{pH} < 7$. Se trata de un ácido fuerte
 NH_4Cl : $\text{pH} < 7$ pero mayor que el anterior porque el amonio es un ácido débil.
 NaCl : $\text{pH} = 7$. Disolución neutra
 KF : $\text{pH} > 7$. El fluoruro es una base débil.

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

- a) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CHO}$ (propanal); $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3$ (propanona); Isomería de función
 b) $\text{CH}_2\text{=CH—CH}_2\text{—CH}_3$ (1-buteno); $\text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_3$ (2-buteno); Isomería de posición
 c) $\text{CH}_3\text{—}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{—}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{—CH}_3$ (2,3-dimetilbutano); $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ (3-metilpentano); Isomería de cadena
 d) $\text{CH}_3\text{—O—CH}_2\text{—CH}_3$ (etilmetiléter); $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{OH}$ (1-propanol); Isomería de función

Soluciones a los problemas:

OPCIÓN A

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

- a) $PM(\text{HCOOH}) = 12 + 16 \times 2 + 1 \times 2 = 46 \text{ g/mol}$ $[\text{HCOOH}] = 1,61 / (46 \cdot 0,1) = 0,35 \text{ M}$
 $K = C\alpha^2 / (1-\alpha) = 1,8 \times 10^{-4}$; $\alpha = 0,0227$
- b) $[\text{H}^+](\text{HCOOH}) = C\alpha = 0,35 \times 0,0227 = 0,0079$; $\text{pH} = -\log 0,0079 = 2,1$
 $[\text{H}^+](\text{HCl}) = 0,35 \text{ M}$; $\text{pH} = 0,46$
- c) $V = 0,1 \cdot 0,35 / 0,15 = 0,233 \text{ L}$
- d) $\text{pH} = 1 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-1} \text{ M} \Rightarrow n^\circ \text{ moles } \text{H}^+ = 0,1 \times 10^{-1} = 0,01 \text{ moles}$
 $n^\circ \text{ moles de } \text{H}^+ \text{ de HCl} = 0,35 \times 0,1 = 0,035$
 $n^\circ \text{ moles } \text{H}^+ \text{ finales} = 0,01 = 0,035 - n^\circ \text{ moles NaOH} \Rightarrow n^\circ \text{ moles NaOH} = 0,025$
 $P_m \text{ NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40 \Rightarrow \text{g NaOH} = 0,025 \cdot 40 = 1 \text{ g de NaOH}$

Problema 2.— Puntuación máxima por apartado: 1,0 punto.

- a) $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H^\circ = \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 2 \times \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) - \Delta H_f^\circ(\text{CH}_4) = -394 - 484 + 75 = 803 \text{ kJ/mol}$
- b) $4600 / 803 = 5,73 \text{ moles de CH}_4$
 $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$; $V = 5,73 \times 0,082 \times 298 / 1 = 140 \text{ L}$

OPCIÓN B

Problema 1.— Puntuación máxima por apartado: a) y c) 0,75 puntos y b) 0,5 puntos.

- a) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$
 $1-x \quad 3-3x \quad 2x \quad n_T = 4-2x$

$$\chi(\text{NH}_3) = \frac{2x}{4-2x} = 0,28 \Rightarrow x = 0,438$$

$$n(\text{N}_2) = 1-x = 0,562 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = 3-3x = 1,686 \text{ mol}$$

$$n(\text{NH}_3) = 2x = 0,876 \text{ mol}$$

- b) $n_T = 4-2x = 3,124 \text{ mol}$

$$P = \frac{n_T RT}{V} = \frac{3,124 \times 0,082 \times 780}{0,4} = 500 \text{ atm}$$

- c) $P(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) P / n_T = 90 \text{ atm}$
 $P(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) P / n_T = 270 \text{ atm}$
 $P(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) P / n_T = 140 \text{ atm}$

$$K_p = \frac{P_{\text{NH}_3}^2}{P_{\text{N}_2} \cdot P_{\text{H}_2}^3} = \frac{(140)^2}{(90)(270)^3} = 1,1 \cdot 10^{-5}$$

Problema 2.— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
- b) Es espontánea puesto que $E^\circ > 0$; $E^\circ = 1,51 - 0,68 = 0,83 \text{ V}$
- c) $n(\text{H}_2\text{O}_2) = n(\text{O}_2) = PV/RT = 0,082 \text{ moles}$ $m(\text{g}) = 0,082 \times 34 = 2,8 \text{ g}$
- d) $2/5 = x/0,082$; $x = 0,0328$; $0,2 - 0,0328 = 0,167 \text{ moles en exceso}$