

**INSTRUCCIONES GENERALES Y VALORACIÓN**

**INSTRUCCIONES:** La prueba consta de dos opciones, A y B, y el alumno **deberá escoger una** de las opciones y resolver las cinco cuestiones planteadas en ella, sin que pueda elegir cuestiones de diferentes opciones. No se contestará ninguna cuestión en este impreso.

**DURACIÓN:** 90 minutos

**CALIFICACIÓN:** Cada pregunta puntuará sobre un máximo de dos puntos.

**OPCIÓN A**

**Pregunta A1.-** Para las moléculas:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{CCl}_4$ ,

- Represente sus diagramas de Lewis.
- Indique su geometría molecular y la hibridación que presenta el átomo central.
- Explique si dichas moléculas son polares o no.
- Indique las fuerzas intermoleculares que presentan.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Pregunta A2.-** Para la reacción:  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$ ,  $K_c(400\text{ K}) = 980,0$ ;  $\Delta H < 0$ , si en un reactor de 1,00 L se introducen  $2,40 \times 10^{-2}$  mol  $\text{SO}_2$ ,  $2,10 \times 10^{-2}$  mol  $\text{O}_2$  y  $2,00 \times 10^{-2}$  mol  $\text{SO}_3$  a 400 K,

- Justifique en qué dirección transcurrirá la reacción, si se descompondrá o se formará más  $\text{SO}_3$ .
- Determine el valor de  $K_p$  a 400 K y 1,00 atm de presión.
- Razone cómo afectaría al equilibrio una disminución de la temperatura.  
Datos:  $R = 0,08206 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

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

**Pregunta A3.-** Para el  $\text{MgF}_2$ ,  $K_{ps} = 6,4 \times 10^{-9}$ :

- Formule el equilibrio de solubilidad, indicando el estado físico de cada especie.
- Determine el valor de su solubilidad en agua en mol/L
- Determine los gramos de ion magnesio (II) en 200 mL de una disolución saturada de  $\text{MgF}_2$ .
- Justifique si la solubilidad del  $\text{MgF}_2$  sería mayor o menor en una disolución de NaF que en agua.  
Datos: Masas atómicas: Mg = 24,3; F = 19,0

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos

**Pregunta A4.-** Responder de forma razonada a las siguientes preguntas:

- Determinar el volumen de NaOH 0,050 M necesario para neutralizar 20 mL de una disolución 0,020 M de HCl.
- ¿Tendrán el mismo pH dos disoluciones de  $\text{NH}_3$  y de NaOH, ambas con la misma concentración?
- Calcular el pH de una disolución 0,0100 M de HCN.  
Datos:  $K_a(\text{HCN}) = 6,2 \times 10^{-10}$ ;  $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$ ;

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

**Pregunta A5.-** Para el 2-butanol

- Formule y nombre un isómero de posición
- Formule y nombre un isómero de cadena
- Formule y nombre un isómero de función
- Escriba su reacción de deshidratación en caliente y con  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos

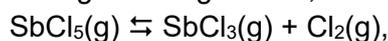
**OPCIÓN B**

**Pregunta B1.-** Dados los siguientes elementos: A (Z = 11); B (Z = 9); C (Z = 6):

- Escriba sus configuraciones electrónicas.
- Identifique cada elemento con el nombre y símbolo, e indique el grupo y periodo de cada uno.
- Justifique qué elemento tendrá la mayor energía de ionización.
- Formule los compuestos formados entre los elementos A y C y entre los elementos B y C. Justifique el tipo de enlace en cada caso.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Pregunta B2.-** En un reactor químico de 2L, a 190 °C y 1 atm de presión, se encuentran en equilibrio los siguientes gases: 0,200 mol SbCl<sub>5</sub>; 0,040 mol SbCl<sub>3</sub> y 0,020 mol Cl<sub>2</sub> según la reacción:



- Determine las concentraciones de cada gas en el equilibrio
  - Calcule la presión total en el equilibrio
  - Determine el valor de las constantes K<sub>c</sub> y K<sub>p</sub>
  - Justifique si se modificará el equilibrio y en qué sentido si se reduce la presión.
- Datos: R = 0,08206 atm L mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Pregunta B3.-** Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- Dos disoluciones de HNO<sub>3</sub> y de CH<sub>3</sub>COOH, ambas con concentraciones 0,10 M, tendrán el mismo pH.
- Dos disoluciones de CH<sub>3</sub>COOH y de NH<sub>3</sub>, ambas con concentraciones 0,10 M, tendrán el mismo pH, ya que sus constantes K<sub>a</sub> y K<sub>b</sub>, respectivamente, son iguales.
- Para neutralizar 100 mL de una disolución de hidróxido de sodio 0,10 M se necesitarán 25 mL de HNO<sub>3</sub> 0,40 M.
- Una disolución de NaF será neutra, tendrá un pH = 7.

Datos: K<sub>a</sub> (CH<sub>3</sub>COOH) = 1,80x10<sup>-5</sup>; K<sub>b</sub> (NH<sub>3</sub>) = 1,80x10<sup>-5</sup>; K<sub>a</sub> (HF) = 6,80x10<sup>-4</sup>.

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

**Pregunta B4.-** Formule las siguientes reacciones indicando el tipo de reacción:

- Formación de buteno a partir de 1-butanol.
- Formación de butanoato de etilo a partir de ácido butanoico y etanol.
- Formación de cloroetano a partir de etileno.
- Formación de 1,2-diclorobutano a partir de 2-buteno.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Pregunta B5.-** Dada la reacción redox: HI(ac) + HNO<sub>3</sub>(ac) → I<sub>2</sub>(s) + NO(g)

- Formule y ajuste las semirreacciones de oxidación y reducción, indicando qué reactivos son el agente oxidante y el agente reductor
- Formule y ajuste las reacciones iónica y molecular globales
- Determinar el E<sup>0</sup> de la reacción global y justificar si dicha reacción es espontánea en condiciones estándar
- Calcular los moles de I<sub>2</sub> que se obtendrían a partir de la reacción de 0,50 mol de HNO<sub>3</sub> con HI en exceso.

DATOS: potenciales estándar de reducción a 25 °C: E<sup>0</sup> (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sup>+</sup>/NO) = 0,96 V; E<sup>0</sup> (I<sub>2</sub>/I<sup>-</sup>) = 0,54 V

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos

**CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN**

Cada una de las preguntas se podrá calificar con un máximo de 2 puntos.

Si se han contestado preguntas de más de una opción, únicamente deberán corregirse las de la opción a la que corresponda la pregunta resuelta 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 las preguntas.

**Distribución de puntuaciones máximas para este ejercicio:**

**OPCIÓN A**

- Pregunta A1.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.  
Pregunta A2.- 1,0 puntos apartado a) y 0,5 apartados b) y c).  
Pregunta A3.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.  
Pregunta A4.- 0,5 puntos apartados a) y b); 1,0 puntos apartado c).  
Pregunta A5.- 0,5 puntos cada uno de los apartados

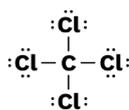
**OPCIÓN B**

- Pregunta B1.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.  
Pregunta B2.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.  
Pregunta B3.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.  
Pregunta B4.- 0,5 puntos cada uno de los apartados  
Pregunta B5.- 0,5 puntos cada uno de los apartados

**SOLUCIONES**  
**OPCIÓN A**

**Pregunta A1.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

a)



- b) NH<sub>3</sub> Hibridación sp<sup>3</sup> del N. Geometría molecular, piramidal trigonal.  
 CCl<sub>4</sub> Hibridación sp<sup>3</sup> del C. Geometría tetraédrica.  
 H<sub>2</sub>O Hibridación sp<sup>3</sup> del O. Geometría angular.
- c) El amoniaco y el agua son polares, porque sus momentos dipolares o se anulan. El tetracloruro de carbono es apolar al anularse sus momentos dipolares.
- d) En el CCl<sub>4</sub>, las fuerzas intermoleculares son fuerzas de dispersión de London, ya que es una molécula apolar. En el NH<sub>3</sub> y el H<sub>2</sub>O las fuerzas intermoleculares más importantes son los enlaces o puentes de hidrógeno, que pueden presentar el N y el O con el H, por ser muy electronegativos y pequeños (lo presentan F, O y N).

**Pregunta A2.-** Puntuación máxima por apartado: 1,0 puntos apartado a) y 0,5 apartados b) y c).

- a)  $Q_c = [\text{SO}_3]^2 / [\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2] = 0,0200^2 / 0,0240^2 \times 0,0210 = 33,1 < 980 = K_c$ , luego la reacción transcurrirá hacia la derecha y se formará más SO<sub>3</sub>
- b)  $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$ ;  $K_p = 980 (0,08206 \times 400)^{-1} = 29,9$
- c) Una disminución de la temperatura desplazará el equilibrio en el sentido exotérmico, por tanto, hacia los productos, y se formará más SO<sub>3</sub>.

**Pregunta A3.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos

- a)  $\text{MgF}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{ac}) + 2\text{F}^{-}(\text{ac})$
- b)  $\text{MgF}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{ac}) + 2\text{F}^{-}(\text{ac})$
- eq                      s                      2s
- $K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}] [\text{F}^{-}]^2$ ;  $K_{ps} = s (2s)^2$   $6,4 \times 10^{-9} = 4s^3$ ;  $s = \sqrt[3]{(6,4 \times 10^{-9}/4)} = 1,17 \times 10^{-3} \text{ M}$
- c)  $[\text{Mg}^{2+}] = s = 1,17 \times 10^{-3} \text{ M}$ ;  $n(\text{Mg}^{2+}) = 1,17 \times 10^{-3} \text{ M} \times 0,200 \text{ L} = 2,34 \times 10^{-4} \text{ mol}$ ;  
 $g(\text{Mg}^{2+}) = 2,34 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 24,3 \text{ g mol}^{-1} = 5,68 \times 10^{-3} \text{ g Mg}$
- d)  $\text{NaF} \rightarrow \text{Na}^{+}(\text{ac}) + \text{F}^{-}(\text{ac})$  y por tanto, la presencia del ion común fluoruro hará que disminuya la solubilidad del fluoruro de magnesio.

**Pregunta A4.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartados a) y b); 1,0 puntos apartado c).

- a)  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$   
 $n_{(\text{HCl})} = n_{(\text{NaOH})}$ ;  $M_{(\text{HCl})} \times V_{(\text{HCl})} = M_{(\text{NaOH})} \times V_{(\text{NaOH})}$ ;  $V_{(\text{NaOH})} = M_{(\text{HCl})} \times V_{(\text{HCl})} / M_{(\text{NaOH})}$   
 $V_{(\text{NaOH})} = 0,020 \times 20,0 / 0,050 = 8,0 \text{ mL}$
- b) No, el NH<sub>3</sub> es una base débil y no se disocia totalmente:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^{+} + \text{OH}^{-}$ ;  
 por lo que la [OH<sup>-</sup>]final < [NH<sub>3</sub>]inicial. En cambio, el NaOH es una base fuerte, que se disocia totalmente:  $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^{+} + \text{OH}^{-}$ ; y la [OH<sup>-</sup>]final = [NaOH]inicial
- |     |   |                  |   |                 |   |                               |
|-----|---|------------------|---|-----------------|---|-------------------------------|
| HCN | + | H <sub>2</sub> O | ⇌ | CN <sup>-</sup> | + | H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> |
| i   |   | 0,0100           |   |                 |   |                               |
| Δ   |   | -x               |   | x               |   | x                             |
| Eq  |   | 0,0100-x         |   | x               |   | x                             |
- $K_a = [\text{CN}^{-}] [\text{H}_3\text{O}^{+}] / [\text{HCN}]$ ;  $6,2 \times 10^{-10} = x^2 / (0,0100-x) \approx x^2 / 0,0100$ ;  $x = \sqrt{(6,2 \times 10^{-12})}$   
 $X = 2,49 \times 10^{-6} \text{ M} = [\text{H}_3\text{O}^{+}]$ ;  $\text{pH} = 5,60$

**Pregunta A5.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$  1-butanol
- b)  $\text{CH}_3\text{-COH(CH}_3\text{)-CH}_3$  2-metil-2-propanol (o terbutanol)
- c)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$  éter etílico (dietiléter ó etoxietano)
- d)  $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Q} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$  (Regla de Saytzev: se formará mayoritariamente el alqueno más estable, es decir, aquel en que los átomos de carbono que forman el enlace doble tengan la mayor cantidad de sustituyentes)

**OPCIÓN B**

**Pregunta B1.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) A (Z = 11):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ ; B (Z = 9):  $1s^2 2s^2 2p^5$ ; C (Z = 6):  $1s^2 2s^2 2p^2$   
 b) A (Z = 11): sodio, Na = Grupo 1, periodo 3; B (Z = 9): flúor, F = Grupo 17, periodo 2; C (Z = 6): carbono, C = Grupo 14, periodo 2.  
 c) Tendrá mayor energía de ionización el B (flúor), ya que está más a la derecha y arriba en el sistema periódico y sus electrones se encuentran más fuertemente retenidos por el núcleo.  
 d) Los elementos B y C (F y C, respectivamente), formarán un enlace covalente, con fórmula  $CF_4$ , ya que se trata de dos elementos no metálicos. Los elementos A y C (Na y F, respectivamente), formarán un enlace iónico, con fórmula  $NaF$ , ya que se trata de un metal alcalino de baja electronegatividad y un no metal con electronegatividad muy alta.

**Pregunta B2.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a)  $SbCl_5(g) \rightleftharpoons SbCl_3(g) + Cl_2(g)$ ;  $[SbCl_5] = 0,200/2 = 0,100 \text{ M}$ ;  $[SbCl_3] = 0,040/2 = 0,020 \text{ M}$  y  $[Cl_2] = 0,020/2 = 0,010 \text{ M}$ ;  
 b)  $p_{total} = n_{total} R T / V = (0,2+0,04+0,02) \times 0,08206 \times 463,15/2 = 4,94 \text{ atm}$   
 También se puede calcular la presión de cada gas con la misma fórmula y después sumarlas ( $p_{SbCl_5}=3,80$ ;  $p_{SbCl_3}=0,76$ ;  $p_{SbCl_5}=0,38$ )  
 c)  $K_c = [SbCl_3] [Cl_2] / [SbCl_5] = 0,020 \times 0,010 / 0,100 = 2,00 \times 10^{-3}$   
 $K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = 2,00 \times 10^{-3} (0,08206 \times 463,15)^1 = 7,60 \times 10^{-2}$   
 d) La disminución de la presión desplazará el equilibrio hacia donde haya mayor número de moles, por tanto, se formarán más productos ( $SbCl_3$  y  $Cl_2$ )

**Pregunta B3.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartado.

- a) FALSO. Las concentraciones de  $H_3O^+$  serán diferentes porque el  $HNO_3$  es un ácido fuerte y se disociará totalmente, su concentración de  $H_3O^+$  será igual a la de ácido inicial; mientras que el  $CH_3COOH$  es un ácido débil y se disocia parcialmente, su concentración de  $H_3O^+$  será menor que la de ácido inicial.  
 b) FALSO. Se trata de un ácido y una base, y la concentración de  $H_3O^+$  del ácido será igual que la de  $OH^-$  de la base, al ser  $K_a(CH_3COOH) = K_b(NH_3)$ , por lo que será igual el pH de uno al pOH del otro.  
 c) VERDADERO.  $n_{ácido} = V_a \times M_a = 0,40 \times 25 \times 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ M}$ ;  $n_{base} = V_b \times M_b = 0,10 \times 100 \times 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ M}$ . Luego el nº de moles de ácido y de base serán los mismos.  
 d) FALSO.  $NaF \rightleftharpoons Na^+ + F^-$ ; el  $Na^+$  es neutro, no reacciona con el agua, ya que proviene de una base fuerte, mientras que el  $F^-$  es básico, ya que proviene del HF, un ácido débil ( $K_a(HF) = 6,80 \times 10^{-4}$ ). Por tanto, la disolución será básica, con  $pH > 7$ .

**Pregunta B4.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) Deshidratación del  $CH_3-CH_2-CHOH-CH_3$  en medio ácido sulfúrico dará lugar al  $CH_3-CH=CH-CH_3$  (Regla de Saytzev: se formará mayoritariamente el alqueno más estable, es decir, aquel en que los átomos de carbono que forman el enlace doble tengan la mayor cantidad de sustituyentes)  
 b)  $CH_3-CH_2-CH_2-COOH + CH_3-CH_2OH \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-COOCH_2-CH_3$ .  
 c)  $CH_2=CH_2 \rightarrow CH_3-CH_2Cl$ .  
 d)  $CH_3-CH=CH-CH_3 + Cl_2 \rightarrow CH_3-CHCl-CHCl-CH_3$ .

**Pregunta B5.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a)  $2\text{I}^-(\text{ac}) \rightarrow \text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^-$  ]x3 semirreacción de oxidación  
 $\text{NO}_3^-(\text{ac}) + 4\text{H}^+(\text{ac}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  ]x2 semirreacción de reducción  
 Agente oxidante:  $\text{NO}_3^-$ ; agente reductor:  $\text{I}^-$
- b) Reacción iónica global:  
 $6\text{I}^-(\text{ac}) + 2\text{NO}_3^-(\text{ac}) + 8\text{H}^+(\text{ac}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3\text{I}_2(\text{s})$   
 Reacción molecular global:  
 $6\text{HI}(\text{ac}) + 2\text{HNO}_3(\text{ac}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3\text{I}_2(\text{s})$
- c)  $E^\circ(\text{reacción}) = 0,96 + 0,54 = 0,42 \text{ V}$  Reacción espontánea
- d)  $n(\text{I}_2) = 0,50 \text{ HNO}_3 \times (3\text{I}_2/2\text{HNO}_3) = 0,75 \text{ mol I}_2$