

INSTRUCCIONES GENERALES Y CALIFICACIÓN

Después de leer atentamente el examen, responda a cinco preguntas cualesquiera a elegir entre las diez que se proponen.

TIEMPO Y CALIFICACIÓN: 90 minutos. Todas las preguntas se calificarán sobre 2 puntos.

A.1 Considere los elementos: A ($Z = 9$) y B ($Z = 13$).

- (0,5 puntos) Escriba la configuración electrónica de cada uno.
- (0,5 puntos) Identifique el nombre, símbolo, grupo y periodo de cada elemento.
- (0,5 puntos) Justifique cuál es el elemento de menor energía de ionización.
- (0,5 puntos) Formule el compuesto binario formado por los elementos A y B, nóbrelo e indique el tipo de enlace que presenta.

A.2 Responda las siguientes cuestiones:

- (1 punto) Nombre los siguientes compuestos, escriba su fórmula molecular, indique cuáles son isómeros entre sí y especifique el tipo de isomería que presentan: a1) $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)_2$; a2) $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_3$; a3) $\text{CH}_3\text{-C}(\text{CH}_3)_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$; a4) $\text{CH}_3\text{-(CH}_2)_2\text{-O-(CH}_2)_2\text{-CH}_3$.
- (1 punto) Se quiere sintetizar 3-bromohexano, como único producto, a partir de un alqueno. Formule la correspondiente reacción, indique de qué tipo es, nombre la regla que sigue y nombre el alqueno de partida.

A.3 Sobre una disolución que contiene iones Hg^{2+} 0,010 M y Ag^+ 0,020 M se va añadiendo gota a gota otra disolución con iones IO_3^- . Considere que la adición de las gotas de IO_3^- no produce cambio de volumen.

- (0,5 puntos) Escriba los equilibrios de solubilidad ajustados de las dos sales de IO_3^- , detallando el estado de todas las especies.
- (1 punto) Escriba la expresión de K_s en función de la solubilidad y calcule la solubilidad molar de $\text{Hg}(\text{IO}_3)_2$ y AgIO_3 .
- (0,5 puntos) ¿Cómo varía la solubilidad de los yodatos de mercurio y plata al añadir un exceso de yodato a la disolución?

Datos. $K_s(\text{Hg}(\text{IO}_3)_2) = 2,0 \times 10^{-19}$; $K_s(\text{AgIO}_3) = 3,0 \times 10^{-8}$.

A.4 La reacción $\text{CHCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CCl}_4(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$ es de primer orden con respecto a CHCl_3 y de orden 1/2 con respecto a Cl_2 .

- (0,5 puntos) Escriba la ecuación de velocidad y determine el orden total de la reacción.
- (0,5 puntos) Deduzca las unidades de la constante de velocidad.
- (0,5 puntos) Justifique cómo afecta a la velocidad de reacción un aumento de volumen a temperatura constante.
- (0,5 puntos) Justifique cómo afecta a la velocidad de reacción un aumento de temperatura.

A.5 El clorato de potasio, en medio ácido, reacciona con aluminio formándose tricloruro de aluminio, cloro molecular, cloruro de potasio y agua.

- (0,5 puntos) Formule y ajuste las semirreacciones de oxidación y reducción que tienen lugar.
- (0,75 puntos) Ajuste las reacciones iónica y molecular por el método del ion-electrón.
- (0,75 puntos) Calcule el volumen de una disolución de clorato de potasio de concentración $1,67 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ que se necesita para oxidar 0,54 g de aluminio.

Datos. Masas atómicas (u): O = 16,0; Al = 27,0; Cl = 35,5; K = 39,1.

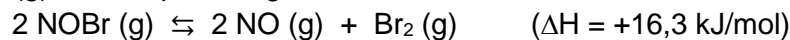
B.1 Dadas las siguientes especies: Fe, BH₃, CHCl₃ y MgF₂.

- (0,5 puntos) Justifique qué tipo de enlace presenta cada una de ellas.
- (0,5 puntos) Indique cuál/es conducirán la corriente en estado sólido y cuál/es lo harán en estado fundido.
- (1 punto) Para las especies covalentes: indique y represente la geometría molecular, diga la hibridación del átomo central, y justifique su polaridad.

B.2 Complete y ajuste las siguientes reacciones, formule y nombre todos los compuestos orgánicos que intervienen e indique el tipo de reacción:

- (0,5 puntos) Propano + oxígeno →
- (0,5 puntos) Ácido butanoico + propan-1-amina →
- (0,5 puntos) n CH₂=CH₂ + catalizador →
- (0,5 puntos) CH₃-CHOH-CH₃ + H₂SO₄(concentrado) →

B.3 El compuesto NOBr (g) se descompone según la reacción:



En un matraz de 1,0 L se introducen 2,0 mol de NOBr. Cuando se alcanza el equilibrio a 25 °C, se observa que se han formado 0,050 mol de Br₂. Calcule:

- (0,5 puntos) Las concentraciones de cada especie en el equilibrio.
- (0,5 puntos) K_c y K_p.
- (0,5 puntos) La presión total.
- (0,5 puntos) Justifique dos formas de favorecer la descomposición del NOBr.

Dato. R = 0,082 atm·L·mol⁻¹·K⁻¹.

B.4 El agua de una piscina a la que se ha añadido ácido hipocloroso tiene un pH = 7,5.

- (1 punto) Escriba la reacción y calcule la concentración inicial del ácido hipocloroso en la piscina.
- (1 punto) Si observamos que el pH de la piscina ha aumentado hasta 7,8, justifique con las reacciones adecuadas y sin hacer cálculos, cuál de los siguientes reactivos debemos añadir para restablecer el pH a 7,5: NaOH; HCl; NaCl.

Dato. K_a (ácido hipocloroso) = 3,2×10⁻⁸.

B.5 Responda las siguientes cuestiones:

- (1 punto) Dibuje el esquema de una pila utilizando como electrodos una barra de cadmio y otra de plata. Identifique todos los elementos que la forman, e indique el sentido del movimiento de los electrones.
- (1 punto) Escriba las reacciones que tienen lugar en el cátodo y en el ánodo, y calcule el potencial de la pila.

Datos. E⁰(V): Cd²⁺/Cd = - 0,40; Ag⁺/Ag = 0,80.

QUÍMICA
CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN

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

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

- A.1.- 0,5 puntos por apartado.
- A.2.- 1 punto por apartado.
- A.3.- 0,5 puntos apartados a) y c); 1 punto apartado b).
- A.4.- 0,5 puntos por apartado.
- A.5.- 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).

- B.1.- 0,5 puntos apartados a) y b); 1 punto apartado c).
- B.2.- 0,5 puntos por apartado.
- B.3.- 0,5 puntos por apartado.
- B.4.- 1 punto por apartado.
- B.5.- 1 punto por apartado.

QUÍMICA SOLUCIONES

(Documento de trabajo orientativo)

A.1.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) A (Z = 9): $1s^2 2s^2 2p^5$; B (Z = 13): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$.
b) A (Z = 9): Flúor, F, grupo 17, segundo periodo; B (Z = 13): Aluminio, Al, grupo 13, tercer periodo.
c) El elemento de menor energía de ionización es el aluminio, B (Z = 13). La energía de ionización es la energía necesaria para arrancar un electrón a un átomo en estado gaseoso y nivel fundamental. Disminuye al descender de periodo porque aumenta el tamaño del átomo, y el electrón que se extrae está a mayor distancia del núcleo, sintiendo menor atracción por él.
d) AlF_3 : Trifluoruro de aluminio o fluoruro de aluminio. Enlace iónico.

A.2.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- a) a1) $CH_3-CO-CH_2-CH(CH_3)_2$: 4-metil-pentan-2-ona; $C_6H_{12}O$. a2) $CH_3-CHOH-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$: 3-metilpentan-2-ol; $C_6H_{14}O$. a3) $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CHO$: 3,3-dimetilbutanal; $C_6H_{12}O$. a4) $CH_3-(CH_2)_2-O-(CH_2)_2-CH_3$: Dipropil éter; $C_6H_{14}O$.
a1) y a3) son isómeros de función entre sí; a2) y a4) son entre sí isómeros de función.
b) $CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3$ (hex-3-eno) + $HBr \rightarrow CH_3-CH_2-CHBr-CH_2-CH_2-CH_3$ (3-bromohexano).
Reacción de adición. Regla de Markovnikov.
(Nota: se admite que el alumno utilice la nomenclatura anterior a 1993)

A.3.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartados a) y c); 1 punto apartado b).

- a) $Hg(IO_3)_2 (s) \rightleftharpoons Hg^{2+} (ac) + 2 IO_3^- (ac)$
 $AgIO_3 (s) \rightleftharpoons Ag^+ (ac) + IO_3^- (ac)$
b) $K_s (Hg(IO_3)_2) = [Hg^{2+}] \cdot [IO_3^-]^2 = s \times (2s)^2 = 4s^3$; $2,0 \times 10^{-19} = 4s^3$; $s(Hg(IO_3)_2) = 3,7 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot L^{-1}$.
 $K_s (AgIO_3) = [Ag^+] \cdot [IO_3^-] = s \times s = s^2$; $3,0 \times 10^{-8} = s^2$; $s(AgIO_3) = 1,7 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$.
c) La solubilidad de ambas sales disminuye por efecto del ion común.

A.4.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

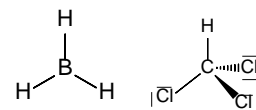
- a) $v = k \cdot [CHCl_3] \cdot [Cl_2]^{1/2}$. Orden total de reacción = $1 + 1/2 = 3/2$.
b) $M \cdot t^{-1} = k \cdot M \cdot M^{1/2}$; $k = M^{-1/2} \cdot t^{-1}$.
c) Al aumentar el volumen a temperatura constante, disminuirá la concentración de los reactivos y por tanto disminuirá también la velocidad de reacción.
d) Según la ecuación de Arrhenius, $k = A \cdot e^{-E_a/RT}$, un aumento de temperatura aumentará la k y por tanto la velocidad de reacción.

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

- a) Reducción: $2 ClO_3^- + 10 e^- + 12 H^+ \rightarrow Cl_2 + 6 H_2O$
Oxidación: $Al \rightarrow Al^{3+} + 3 e^-$
b) $3 \times (2 ClO_3^- + 10 e^- + 12 H^+ \rightarrow Cl_2 + 6 H_2O)$
 $10 \times (Al \rightarrow Al^{3+} + 3 e^-)$
Reacción iónica: $6 ClO_3^- + 10 Al + 36 H^+ \rightarrow 3 Cl_2 + 10 Al^{3+} + 18 H_2O$
Reacción molecular: $6 KClO_3 + 36 HCl + 10 Al \rightarrow 3 Cl_2 + 18 H_2O + 10 AlCl_3 + 6 KCl$.
c) $n(Al) = 0,54 / 27,0 = 0,020 \text{ mol}$. Por estequiometría $n(KClO_3) = n(Al) \times 6 / 10 = 0,012 \text{ mol}$. $m(KClO_3) = 0,012 \times 122,6 = 1,47 \text{ g}$. $V(KClO_3) = 1,47 / 1,67 = 0,88 \text{ L}$.

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

- a) Fe es un metal: enlace metálico. BH₃ y CHCl₃ sus átomos son no metales: enlace covalente. MgF₂ metal y no metal: enlace iónico.
- b) Fe, conduce la electricidad en estado sólido. MgF₂, aislante en estado sólido y conduce la electricidad en estado fundido.
- c) BH₃: triangular plana; B hibridación sp²; apolar porque, aunque los enlaces son polares, los momentos dipolares de sus enlaces se cancelan por geometría. CHCl₃: tetraédrica; C hibridación sp³; polar porque los momentos dipolares de sus enlaces no se cancelan por geometría.



B.2.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

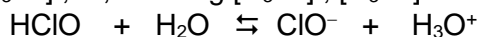
- a) CH₃-CH₂-CH₃ + 5 O₂ → 3 CO₂ + 4 H₂O. Combustión.
- b) CH₃-CH₂-CH₂-COOH + CH₃-CH₂-CH₂-NH₂ → CH₃-CH₂-CH₂-CONH-CH₂-CH₂-CH₃ (N-propilbutanamida) + H₂O. Condensación.
- c) n CH₂=CH₂ (eteno) + catalizador → -(CH₂-CH₂)-_n (polietileno). Polimerización de adición.
- d) CH₃-CHOH-CH₃ (propan-2-ol) + H₂SO₄(concentrado) → CH₃-CH=CH₂ (propeno) + H₂O. Eliminación.
(Nota: se admite que el alumno utilice la nomenclatura anterior a 1993)

B.3.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a)
- | | | | | | |
|-----------------|------------|---|----------|---|---------------------|
| | 2 NOBr (g) | ⇌ | 2 NO (g) | + | Br ₂ (g) |
| n ₀ | 2,0 | | 0 | | 0 |
| n _{eq} | 2,0 - 2x | | 2x | | x = 0,050 |
- n_{eq}(NOBr) = 2,0 - 2x = 2,0 - 2 × 0,050 = 1,9 mol; [NOBr]_{eq} = 1,9 / 1,0 = 1,9 M; n_{eq}(NO) = 2x = 0,10 mol; [NO]_{eq} = 0,10 / 1,0 = 0,10 M; n_{eq}(Br₂) = x = 0,050 mol; [Br₂]_{eq} = 0,050 / 1,0 = 0,050 M.
- b) K_c = [NO]²·[Br₂] / [NOBr]² = 0,10² × 0,050 / 1,9² = 1,4 × 10⁻⁴. K_p = K_c(RT)^{Δn}; Δn = 3 - 2 = 1; K_p = 1,4 × 10⁻⁴ × 0,082 × 298 = 3,4 × 10⁻³.
- c) n_T = 1,9 + 0,10 + 0,050 = 2,1 mol; p = n·R·T / V = 2,1 × 0,082 × 298 / 1,0 = 51 atm.
- d) Una forma: A temperatura constante disminuyendo la presión (aumentando el volumen), ya que según el Principio de Le Châtelier, el equilibrio se desplazará hacia donde mayor sea el número de moles de especies gaseosas, en este caso hacia los productos. Otra forma: dado que la reacción de descomposición es endotérmica, se verá favorecida aumentando la temperatura, ya que según el Principio de Le Châtelier, el equilibrio se desplaza hacia donde la reacción absorbe calor, a la derecha.

B.4.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- a) pH = - log [H₃O⁺]; 7,5 = - log [H₃O⁺]; [H₃O⁺] = 10^{-7,5} = 3,2 × 10⁻⁸ M



Inicial:	C ₀	-	-
Equilibrio:	C ₀ - x	x	x
	C ₀ - 3,2 × 10 ⁻⁸	3,2 × 10 ⁻⁸	3,2 × 10 ⁻⁸

$$K_a = [\text{ClO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{HClO}]; 3,2 \times 10^{-8} = (3,2 \times 10^{-8})^2 / (C_0 - 3,2 \times 10^{-8}); C_0 = 6,4 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

- b) HCl es un ácido fuerte: HCl + H₂O → Cl⁻ + H₃O⁺



Para disminuir el pH hay que aumentar la concentración de protones, por lo que debemos añadir HCl.

B.5.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- a)

- b) Ánodo: Cd → Cd²⁺ + 2 e⁻; Cátodo: Ag⁺ + 1 e⁻ → Ag;
E⁰ = E⁰_{cátodo} - E⁰_{ánodo} = 0,80 - (-0,40) = 1,20 V

