

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 (2 puntos) Considere la configuración electrónica $1s^2 2s^2 2p^6$.

- Si perteneciese a un átomo neutro, identifíquelo indicando grupo, período, símbolo y nombre.
- Justifique qué dos cationes, uno con carga +1 y otro con carga +2, la presentan. Identifíquelos con nombre y símbolo.
- Justifique qué dos aniones, uno con carga -1 y otro con carga -2, la presentan. Identifíquelos con nombre y símbolo.

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

A.2 (2 puntos) Considere la fórmula empírica C_4H_8O :

- Formule y nombre dos isómeros de grupo funcional carbonilo que correspondan a la fórmula anterior.
- Formule y nombre dos aldehídos isómeros de cadena que correspondan a la fórmula anterior.
- Formule y nombre un alcohol primario de cadena lineal con doble enlace que corresponda a la fórmula anterior.
- Justifique mediante su formulación si etenil etil éter corresponde a la fórmula anterior.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

A.3 (2 puntos) La reacción en fase gaseosa $2 A + B \rightarrow C + D$ tiene como ley de velocidad: $v = k [A] [B]$.

- Indique los órdenes parciales de reacción respecto de A y de B, el orden total de reacción, y las unidades de la constante de velocidad.
- Justifique cuál de los dos reactivos se consume más rápido.
- Justifique con las fórmulas adecuadas cómo afecta a la velocidad de reacción que el volumen del recipiente donde se produce la reacción se reduzca a la mitad.
- Justifique, mediante la ecuación de Arrhenius, cómo afecta a la velocidad de reacción un aumento de la temperatura.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

A.4 (2 puntos) El hidróxido de calcio es muy insoluble en agua. Responda las siguientes cuestiones:

- Formule el equilibrio de solubilidad del hidróxido de calcio, detallando el estado de cada especie, y escriba la expresión para K_s en función de la solubilidad.
- Determine el valor de la solubilidad del hidróxido de calcio en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ y en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.
- Determine la $[\text{OH}^-]$ y el pH de una disolución saturada de hidróxido de calcio.
- Justifique si la adición de unas gotas de HCl aumenta o disminuye la cantidad de hidróxido de calcio disuelto.

Datos. Masas atómicas: H = 1,0; O = 16,0; Ca = 40,1. K_s (hidróxido de calcio) = $5,0 \times 10^{-6}$.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

A.5 (2 puntos) Se introduce 1 mol de NO_2 en un recipiente a 288 K y 1 atm, y se alcanza el equilibrio: $2 \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$, con $\Delta H^\circ = -60 \text{ kJ/mol}$.

- Determine la fracción molar de cada gas en el equilibrio.
- Calcule a qué presión se tiene la mezcla equimolar.
- Justifique, sin hacer cálculos, cómo varían las fracciones molares calculadas en a) si aumenta la temperatura.

Datos. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. $K_p = 15,0$.

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

B.1 (2 puntos) Considere los siguientes compuestos de carbono: CH₄, CCl₄, CO₂.

- ¿En cuál/es el C tiene hibridación sp³? Indique la geometría molecular para dicho/s compuesto/s.
- ¿Cuál/es tiene/n geometría lineal? Justifique la respuesta.
- ¿Cuál/es es/son apolar/es? Justifique la respuesta.

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

B.2 (2 puntos) Considere la reacción endotérmica de descomposición: A (s) ⇌ C (g) + D (g).

- Escriba la expresión de K_p en términos de presiones parciales y de fracciones molares.
- Justifique si A(s) es más estable a temperaturas altas o bajas.
- Justifique si A(s) se descompone más al aumentar la presión total.
- Justifique cómo se desplaza el equilibrio al duplicar la cantidad de A(s).

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

B.3 (2 puntos) Considere el compuesto but-2-eno.

- Escriba su fórmula empírica y semidesarrollada.
- Escriba y ajuste su reacción de combustión.
- Escriba su reacción con ioduro de hidrógeno. Formule y nombre el producto resultante.
- Escriba su reacción de obtención a partir de un alcohol. Formule y nombre dicho alcohol.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

B.4 (2 puntos) A 50 mL de una disolución de AgNO₃ 0,5 M se le añaden 0,35 g de Al obteniéndose Ag y Al(NO₃)₃.

- Escriba y ajuste por el método del ion-electrón las semirreacciones de oxidación y reducción, y las reacciones iónica global y molecular. Indique cuál es la especie oxidante y cuál es la reductora.
- Justifique la espontaneidad de la reacción.
- Calcule la masa total de Ag que se obtiene.

Datos. Masas atómicas: H = 1, N = 14, Al = 27, Ag = 108. E^o(V): Al³⁺/Al = -1,7; Ag⁺/Ag = 0,8.

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

B.5 (2 puntos) Una disolución de ácido débil HX tiene un grado de disociación α = 0,015. Calcule:

- La molaridad inicial de la disolución de HX y su pH.
- La masa de KOH necesaria para preparar 100 mL de una disolución 0,75 M, y el volumen de dicha disolución que se utilizará para valorar 15 mL de HX.
- Justifique, sin realizar cálculos, si el pH en el punto de equivalencia de la valoración realizada en el apartado b) es ácido, básico o neutro.

Datos. K_a(HX) = 5,0 × 10⁻⁴. Masas atómicas: H = 1,0; O = 16,0; K = 39,1.

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

QUÍMICA

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

Si se han contestado más de cinco preguntas, únicamente deberán corregirse las cinco preguntas resueltas 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 para este ejercicio

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

Distribución de puntuaciones máximas por apartado:

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

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

QUÍMICA SOLUCIONES

(Documento de trabajo orientativo)

A.1.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).

- a) $1s^2 2s^2 2p^6$: grupo 18 (gases nobles), periodo 2, Ne (neón).
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$: Na, por tanto, el catión con carga +1 es Na^+ (catión sodio).
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$: Mg, por tanto, el catión con carga +2 es Mg^{2+} (catión magnesio).
- c) $1s^2 2s^2 2p^5$: F, por tanto, el anión con carga -1 es F^- (anión fluoruro).
 $1s^2 2s^2 2p^4$: O, por tanto, el anión con carga -2 es O^{2-} (anión óxido).

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

- a) $CH_3-(CO)-CH_2-CH_3$ butanona, $CH_3-CH_2-CH_2-CHO$ butanal.
- b) $CH_3-CH_2-CH_2-CHO$ butanal, $CH_3-CH(CH_3)-CHO$ metilpropanal.
- c) Uno de los siguientes compuestos: $CH_3-CH=CH-CH_2OH$ but-2-en-1-ol, $CH_2=CH-CH_2-CH_2OH$ but-3-en-1-ol. (También válidos enoles).
- d) $CH_2=CH-O-CH_2-CH_3$ etenil etil éter. Sí corresponde.
(Nota: se admite que el alumno utilice la nomenclatura anterior a 1993)

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

- a) Órdenes parciales: 1 respecto de A, 1 respecto de B. Orden total = 2.
{Unidades k} = {unidades c}⁻¹ × {unidades t}⁻¹. Por ejemplo: $L \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$.
- b) Por la estequiometría de la reacción, el reactivo A se consume más rápido que el B.
- c) Si el volumen se reduce a la mitad, las concentraciones de los reactivos se duplican, entonces $v_1 = k \cdot [A]_1 \cdot [B]_1$, $v_2 = k \cdot [A]_2 \cdot [B]_2 = k \cdot (2[A]_1) \cdot (2[B]_1) = 4 \cdot k \cdot [A]_1 \cdot [B]_1 = 4 \cdot v_1$.
- d) Al aumentar la temperatura, por la ecuación de Arrhenius: $k = A \cdot e^{-E_a/RT}$, la constante de velocidad aumenta, por tanto, la velocidad también.

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

- a) $Ca(OH)_2 (s) \rightleftharpoons Ca^{2+} (ac) + 2 OH^- (ac)$
 $K_s = [Ca^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = s (2s)^2 = 4s^3$.
- b) $K_s = 4s^3 = 5,0 \times 10^{-6}$; $s = 0,011 \text{ mol} \cdot L^{-1}$
 $M(Ca(OH)_2) = 74,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $s' = s \cdot M = 0,011 \times 74,1 = 0,82 \text{ g} \cdot L^{-1}$
- c) $[OH^-] = 2s = 2 \times 0,011 = 0,022 \text{ M}$
 $pH = 14 - pOH = 14 + \log [OH^-] = 14 + \log 0,022 = 12$
- d) Al añadir HCl se disminuye el pH y la $[OH^-]$, por lo que el equilibrio se desplaza hacia la derecha disolviendo mayor cantidad de $Ca(OH)_2$.

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

- a) $2 NO_2 (g) \rightleftharpoons N_2O_4 (g)$
 $K_p = \frac{p(N_2O_4)}{p(NO_2)^2} = \frac{x(N_2O_4)}{(x(NO_2))^2 \cdot p_T} = \frac{x}{(1-x)^2} = 15$; $x = 0,77$
 $x(NO_2) = 0,23$; $x(N_2O_4) = 0,77$
- b) Equimolares: $x(N_2O_4) = x(NO_2) = 0,5$.
 $K_p = \frac{x(N_2O_4)}{(x(NO_2))^2 \cdot p} = \frac{x}{((1-x)^2 \cdot p)}$; $15,0 = 1 / (0,5p)$; $p = 0,133 \text{ atm}$.
- c) Puesto que la reacción es exotérmica, el aumento de temperatura desplaza el equilibrio a la izquierda. Por tanto, al aumentar la temperatura $x(NO_2)$ aumenta y $x(N_2O_4)$ disminuye.

QUÍMICA SOLUCIONES

B.1.- Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

- a) Hibridación sp^3 en: CH_4 , CCl_4 . En ambos casos se tiene geometría tetraédrica.
- b) Es lineal CO_2 debido a la hibridación sp .
- c) Los tres son apolares ya que la geometría molecular hace que se cancelen los momentos dipolares de los enlaces.

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

- a) $K_p = p_C \cdot p_D = x_C \cdot x_D \cdot p_T^2$
- b) Al ser una reacción endotérmica, un aumento de temperatura desplaza el equilibrio hacia los productos aumentando la descomposición de A(s), por tanto, A(s) es más estable a bajas temperaturas.
- c) Un aumento de la presión desplaza el equilibrio hacia donde hay menor número de moles gaseosos, en este caso hacia los reactivos, por tanto, disminuye la descomposición de A.
- d) Al ser un equilibrio heterogéneo, A(s) no aparece en la expresión de K_p , por tanto, el equilibrio no se ve afectado por su variación.

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

- a) C_4H_8 , $CH_3-CH=CH-CH_3$.
 - b) $C_4H_8 + 6 O_2 \rightarrow 4 CO_2 + 4 H_2O$.
 - c) $CH_3-CH=CH-CH_3 + HI \rightarrow CH_3-CHI-CH_2-CH_3$, 2-iodobutano.
 - d) $CH_3-CHOH-CH_2-CH_3$ (butan-2-ol) + $H_2SO_4/calor \rightarrow CH_3-CH=CH-CH_3 + H_2O$.
- (Nota: se admite que el alumno utilice la nomenclatura anterior a 1993)

B.4.- Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y c); 0,5 puntos apartado b).

- a) Oxidación: ($Al \rightarrow Al^{3+} + 3 e^-$). Reductor es Al
Reducción: $3 \times (Ag^+ + 1 e^- \rightarrow Ag)$. Oxidante es Ag^+ o $AgNO_3$
Reacción iónica global: $Al + 3 Ag^+ \rightarrow Al^{3+} + 3 Ag$
Reacción molecular: $Al + 3 AgNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + 3 Ag$
- b) $E^0 = E^0(Ag^+/Ag) - E^0(Al^{3+}/Al) = 0,8 - (-1,7) = 2,5 V > 0 \Rightarrow$ reacción espontánea
- c) $n(AgNO_3) = 0,050 \times 0,5 = 0,025$ mol; $n(Al) = 0,35 / 27 = 0,013$ mol. Por estequiometría reacciona todo el $AgNO_3$, por tanto, $n(Ag) = n_0(AgNO_3) = 0,025$ mol. $m(Ag \text{ depositada}) = 0,025 \times 108 = 2,7$ g.

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

- a)

	$HX + H_2O \rightleftharpoons X^- + H_3O^+$	
c_i	c	
c_{eq} :	$c(1-\alpha)$	$c\alpha \quad c\alpha$

$$K_a = \frac{[X^-][H_3O^+]}{[HX]} = \frac{(c\alpha)^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)}; 5,0 \times 10^{-4} = \frac{c \cdot 0,015^2}{(1 - 0,015)} \Rightarrow c = 2,2 \text{ M.}$$
$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log(c\alpha) = -\log(2,2 \times 0,015) = 1,5.$$
- b) $m(KOH) = 0,75 \times 0,100 \times 56,1 = 4,2$ g.
 $V(KOH) = V(HX) \cdot M(HX) / M(KOH) = 15 \times 2,2 / 0,75 = 44$ mL.
- c) Se trata de la valoración de un ácido débil con una base fuerte, por tanto, en el punto de equivalencia el $pH > 7$ (básico).