

INSTRUCCIONES GENERALES Y VALORACIÓN

Estructura de la prueba: la prueba se compone de dos opciones "A" y "B", cada una de las cuales consta de 5 preguntas que, a su vez, comprenden varias cuestiones. Sólo se podrá contestar una de las dos opciones, desarrollando íntegramente su contenido. En el caso de mezclar preguntas de ambas opciones la prueba será calificada con 0 puntos.

Puntuación: la calificación máxima total será de 10 puntos, estando indicada en cada pregunta su puntuación parcial.

Tiempo: 1 hora y 30 minutos.

OPCIÓN A

Pregunta A1.- Dadas las configuraciones electrónicas de los siguientes elementos A: $1s^2 2s^2 2p^5$ y B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$.

- Determine su posición en la tabla periódica (período y grupo).
- Indique nombre y símbolo de estos elementos.
- Justifique si alguno de los siguientes grupos de números cuánticos es posible y puede corresponder al electrón más externo de alguno de los elementos en su estado fundamental, indicando a cuál: $(2, 1, 0, +1/2)$; $(3, 0, 1, -1/2)$; $(4, 1, 0, +1/2)$.
- Justifique cuál de estos elementos es el más electronegativo.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Pregunta A2.- Se preparan disoluciones acuosas de igual concentración de las especies: cloruro de potasio (KCl), cloruro de amonio (NH_4Cl) e hidróxido de sodio (NaOH). Conteste de forma razonada:

- ¿Qué disolución tiene mayor pH?
- ¿Qué disolución no varía su pH al diluirla con agua?
- ¿Se producirá reacción si se mezclan las disoluciones de NH_4Cl y NaOH?
- ¿Cuál es la K_a de la especie NH_4^+ ?

Dato. K_b (amoníaco) = $1,8 \times 10^{-5}$.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Pregunta A3.- Se dispone de dos disoluciones acuosas de CuNO_3 de concentración 0,5 M. A una de ellas se le añade un trozo de cromo (Cr) y a la otra un trozo de plata (Ag). A partir de los potenciales de reducción que se especifican en los datos:

- Escriba y ajuste las posibles semirreacciones de oxidación y reducción en las que intervienen Ag, Cr y Cu^+ e indique el comportamiento oxidante o reductor de los mismos.
- Ajuste las reacciones globales y calcule los valores de E^0 de las dos reacciones redox posibles y justifique si alguna de ellas es espontánea.

Datos. $E^0(\text{Cu}^+/\text{Cu}) = 0,52 \text{ V}$; $E^0(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = -0,74 \text{ V}$; $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$.

Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

Pregunta A4.- Nombre las siguientes moléculas orgánicas:

- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_3$
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$
- $\text{CH}_3\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_3$

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Pregunta A5.- En un reactor de 10 L se introducen 0,5 de moles de H_2 (g) y 0,25 de I_2 (g) y se permite alcanzar el equilibrio, $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$, a 700 K.

- Calcule la presión inicial del reactor.
- Cuando se alcanza el equilibrio, el número de moles de HI es igual a 0,35. Determine el valor de K_c .
- ¿Cómo afecta al equilibrio un aumento de la presión total del reactor?

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

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

OPCIÓN B

Pregunta B1.- Dadas las moléculas NH_3 y CH_4 :

- Justifique sus geometrías.
- Justifique qué molécula es polar.
- Justifique qué molécula presenta enlace de hidrógeno.

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

Pregunta B2.- Para la reacción elemental $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$:

- Escriba la ecuación cinética.
- Indique los órdenes parciales de reacción respecto de A y B, y el orden total de reacción.
- Determine las unidades de la constante cinética k.
- Explique cómo se modifica la constante cinética, k, al aumentar la temperatura de la reacción.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Pregunta B3.- Formule las siguientes moléculas orgánicas:

- 3-metilbutanal.
- Butil metil éter.
- Ácido butanoico.
- Trimetilamina.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Pregunta B4.- Para la siguiente reacción redox sin ajustar: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KBr} \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$:

- Escriba y ajuste las semirreacciones de oxidación y reducción, y la reacción molecular global. Si a 20 mL de una disolución de H_2SO_4 0,5 M se le añaden 15 g de KBr (s):
- Justifique cuantitativamente cuál es el reactivo limitante.
- Calcule el número de moles final de Br_2 .

Datos. Masas atómicas: K = 39; Br = 80.

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

Pregunta B5.- Se preparan 150 mL de una disolución 1 M de NaOH. Determine:

- La masa de NaOH necesaria.
- El volumen de la disolución 1 M que hay que tomar para preparar 150 mL de una disolución de NaOH de pH = 13.
- El volumen de HNO_3 concentrado del 68% de riqueza en masa y densidad $1,53 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ que hay que utilizar para neutralizar totalmente la disolución del enunciado.

Datos. Masas atómicas: H = 1,0; N = 14,0; O = 16,0 y Na = 23,0.

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

QUÍMICA

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN

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 los problemas.

Distribución de puntuaciones máximas para este ejercicio

OPCIÓN A

Pregunta A1.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.

Pregunta A2.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.

Pregunta A3.- 1 punto cada uno de los apartados.

Pregunta A4.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.

Pregunta A5.- 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

OPCIÓN B

Pregunta B1.- 1 punto apartado a); 0,5 puntos apartados b) y c).

Pregunta B2.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.

Pregunta B3.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.

Pregunta B4.- 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

Pregunta B5.- 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).

GUIÓN DE RESPUESTAS

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

- Situación en el sistema periódico:
A: Grupo 17 (halógenos), período 2°.
B: Grupo 1 (alcalinos), período 1°.
- A: Fluor, F. B: Sodio, Na.
- (2, 1, 0, +1/2) Corresponde a un electrón 2p, por lo que podría pertenecer al F.
(3, 0, 1, -1/2) Esta combinación de números cuánticos no es posible, porque si $l=0$ no es posible $m=1$.
(4, 1, 0, +1/2) Corresponde a un electrón 4p, por lo que no pertenece a ninguno de los elementos en su estado fundamental.
- Los valores de electronegatividad aumentan hacia la derecha en un periodo (tienen más tendencia a adquirir la configuración de gas noble) y al subir en un grupo (el radio atómico disminuye y los electrones están cada vez más atraídos), por lo que el elemento más electronegativo de los dos es el F.

Pregunta A2.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- La de NaOH ya que es una base fuerte. Tendrá $\text{pH} > 7$. El KCl es una sal neutra mientras que el NH_4Cl se hidroliza obteniendo una disolución ácida.
- La de KCl ya que su pH no depende de la concentración al estar formada por anión neutro y catión neutro.
- Sí se producirá reacción entre las disoluciones de NaOH y NH_4Cl que son básica y ácida respectivamente.
- NH_4Cl : $K_a(\text{NH}_4^+) = 10^{-14} / 1,8 \times 10^{-5} = 5,6 \times 10^{-10}$.

Pregunta A3.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- $\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ (se reduce) oxidante
 $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{e}^-$ (se oxida) reductor
 $\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^-$ (se oxida) reductor
- Para la reacción global $\text{Cu}^+ + \text{Ag}^0 \rightarrow \text{Cu}^0 + \text{Ag}^+$, $E^0 = 0,52 - 0,80 = -0,28\text{V}$
Para la reacción global $3\text{Cu}^+ + \text{Cr}^0 \rightarrow 3\text{Cu}^0 + \text{Cr}^{3+}$, $E^0 = 0,52 + 0,74 = 1,26\text{V}$
Para que sea espontánea $E^0 > 0$, luego la reacción que tiene lugar es $3\text{Cu}^+ + \text{Cr}^0 \rightarrow 3\text{Cu}^0 + \text{Cr}^{3+}$

Pregunta A4.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- Butanal.
- Etilmetil éter.
- Ácido propanoico.
- Etilmetilamina.

Pregunta A5.- Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

- $p \cdot V = n_r \cdot R \cdot T$; $p = 0,75 \times 0,082 \times 700 / 10 = 4,3 \text{ atm}$
- $n_{\text{HI}} = 2 \times x = 0,35 \Rightarrow x = 0,175$; $n_{\text{H}_2} = 0,5 - 0,175 = 0,325 \text{ mol}$ y $n_{\text{I}_2} = 0,25 - 0,175 = 0,075 \text{ mol}$.
 $K_c = [\text{HI}]^2 / ([\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]) = (0,35/10)^2 / ((0,325/10) \times (0,075/10)) = 5,0$
- Dado que hay los mismos moles de gas en los reactivos que en los productos un aumento de la presión total del reactor no afectará el equilibrio.

Pregunta B1.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto apartado a); 0,5 puntos apartados b) y c).

- a) NH_3 es piramidal. Posee cuatro pares de electrones alrededor del nitrógeno (distribución tetraédrica o hibridación sp^3) y tres de estas direcciones están ocupadas por pares que comparte con hidrógenos. CH_4 es tetraédrica porque posee cuatro pares de electrones alrededor del carbono (distribución tetraédrica o hibridación sp^3) y todas están ocupadas por pares que comparte con los hidrógenos.
- b) NH_3 es polar por tener enlaces polares y ser piramidal (no se compensan). CH_4 es apolar porque, aunque los enlaces son polares, se compensan sus momentos dipolares por razones geométricas.
- c) NH_3 porque es la única de estas moléculas en la que el átomo unido al hidrógeno es muy electronegativo.

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

- a) $v = k [\text{A}][\text{B}]$
- b) Órdenes parciales: 1 respecto a A, 1 respecto a B. Orden total = 2
- c) $\{\text{Unidades } k\} = \{\text{unidades } v\} / \{\text{unidades } c\}^2 = \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} / (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^2 = \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.
- d) Por la ecuación de Arrhenius un aumento de la temperatura aumenta el valor de la constante cinética.

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

- a) $\text{CH}_3\text{--CH}(\text{CH}_3)\text{--CH}_2\text{--CHO}$
- b) $\text{CH}_3\text{--O--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$
- c) $\text{HOOC--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$
- d) $\text{N}(\text{CH}_3)_3$

Pregunta B4.- Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

- a) $2\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{e}^-$ Oxidación
 $\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ Reducción

 $2\text{Br}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KBr} \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- b) $n_0(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \times 0,02 = 0,01 \text{ mol}$
 $n_0(\text{KBr}) = 15 / 119 = 0,13 \text{ mol}$
Reacción completa de $n_0(\text{KBr})$ requieren $0,13 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4 > n_0(\text{H}_2\text{SO}_4) \Rightarrow$ limitante H_2SO_4 .
- c) $n_f(\text{Br}_2) = n_0(\text{H}_2\text{SO}_4)/2 = 0,005 \text{ mol}$.

Pregunta B5.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).

- a) $1 = (\text{masa}/\text{Pm})/V = (\text{masa}/40) / 0,15$; masa = 6 g de NaOH
- b) $[\text{H}^+] = 10^{-13}$; $[\text{OH}^-] = 10^{-14}/10^{-13} = 10^{-1} \text{ M}$; $[\text{NaOH}] = 10^{-1} \text{ M}$; $150 \times 10^{-1} = V \times 1$; $V = 15 \text{ mL}$
- c) $M(\text{HNO}_3) = (1530 \times 0,68) / 63 = 16,5 \text{ M}$
moles de NaOH = moles de HNO_3 ; $150 \times 1 = V \times 16,5$; $V = 9,1 \text{ mL}$