

**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 los elementos A ( $Z = 12$ ) y B ( $Z = 17$ ).

- Escriba sus configuraciones electrónicas e identifique cada elemento con nombre y símbolo.
- Indique el símbolo y la configuración electrónica del ion más estable que forma cada uno de ellos. Justifique la respuesta.
- Determine la fórmula del compuesto formado por combinación de A y B y justifique el tipo de enlace.
- Justifique qué valor de la primera energía de ionización, 7,64 eV ó 12,97 eV, corresponde a cada elemento.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**A.2 (2 puntos)** Conteste las siguientes cuestiones:

- Formule la reacción de adición de HCl a but-1-eno. Nombre todos los productos e indique el mayoritario.
- Formule y nombre dos isómeros de función que correspondan a la fórmula molecular  $C_2H_6O$ .
- Formule los compuestos: ácido butanoico y butanona y explique si alguno de ellos es isómero del butanal.
- Escriba la reacción y nombre los productos orgánicos que se obtienen al calentar propan-2-ol en presencia de ácido sulfúrico. Indique el tipo de reacción.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

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

- Indique los órdenes parciales de reacción respecto de A y B, y el orden total de reacción.
- Determine las unidades de la constante de velocidad.
- Justifique cuál de los dos reactivos se consume más rápido.
- Explique cómo se modifica la constante de velocidad si se añade más reactivo B.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**A.4 (2 puntos)** Se prepara una disolución saturada de hidróxido de bario en agua a 25 °C, alcanzándose un valor de pH = 11.

- Formule el equilibrio de solubilidad de la sal, indicando el estado de cada especie, y determine su solubilidad en g/L.
- Calcule  $K_s$ .
- Obtenga la masa máxima, en g, de hidróxido de bario que se puede disolver en 2 L de agua. Justifique cómo afecta a la solubilidad del hidróxido de bario una disminución del pH de la disolución.

Datos. Masas atómicas: H = 1,0; O = 16,0; Ba = 137,3.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**A.5 (2 puntos)** Se introducen 25,6 g de  $SO_2$  y 0,2 mol de  $O_2$  gaseosos en un recipiente de 1 L a 850 K. Tras alcanzarse el equilibrio  $SO_2(g) + 1/2 O_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g)$ , se encuentra que la concentración de producto es 0,37 M.

- Determine la presión parcial de cada gas en el equilibrio.
- Calcule  $K_p$ .
- Explique cómo se modifica el equilibrio al disminuir la temperatura, sabiendo que se trata de una reacción exotérmica.

Datos.  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . Masas atómicas: O = 16; S = 32.

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

**B.1 (2 puntos)** Conteste las siguientes cuestiones:

- a) ¿Cuál de los siguientes compuestos es más polar: NaCl ó ClF? Justifique la respuesta.
- b) ¿Cuál de las siguientes moléculas tiene geometría trigonal plana: NH<sub>3</sub> ó BF<sub>3</sub>?
- c) Justifique cuál de los siguientes compuestos es insoluble en agua: CsBr ó CCl<sub>4</sub>.
- d) Justifique cuál de los siguientes compuestos presenta una mayor temperatura de fusión: Cl<sub>2</sub> ó I<sub>2</sub>.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos

**B.2 (2 puntos)** Considere el equilibrio  $A(s) + 2 B(g) \rightleftharpoons C(l) + 3 D(g)$  con  $\Delta H > 0$ .

- a) Escriba la expresión de K<sub>p</sub>.
- b) Justifique cómo afecta a la cantidad de C un aumento de la temperatura.
- c) Razone cómo repercute en el equilibrio un aumento de la presión total del sistema.
- d) Justifique cómo se modifica el valor de K<sub>p</sub> si se aumenta la cantidad de B.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**B.3 (2 puntos)** Conteste las siguientes cuestiones:

- a) Complete la siguiente reacción y nombre los reactivos y productos orgánicos: CH<sub>3</sub>-CHOH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> + oxidante suave.
- b) Escriba la reacción entre 2-metilbut-2-eno y yoduro de hidrógeno, formule y nombre el producto mayoritario.
- c) Escriba y ajuste la reacción de combustión de ciclohexano.
- d) Formule la reacción de obtención del compuesto CH<sub>3</sub>-COO-CH<sub>3</sub>. Nombre los reactivos e indique el tipo de reacción.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**B.4 (2 puntos)** A 25 mL de una disolución de HNO<sub>3</sub> 0,24 M se le añaden 15 g de Cu(s) y se obtiene Cu<sup>2+</sup> y NO.

- a) Escriba y ajuste por el método del ion-electrón las semirreacciones de oxidación y reducción, y las reacciones iónica y molecular global.
- b) Justifique cuantitativamente cuál es el reactivo limitante.
- c) Calcule la concentración final de iones Cu<sup>2+</sup> en disolución, suponiendo que el volumen no ha variado.
- d) Determine el volumen de NO obtenido a 0,98 atm y 25 °C.

Datos. Masa atómica: Cu = 63,5. R = 0,082 atm·L·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**B.5 (2 puntos)** Se preparan 75 mL de una disolución de un ácido débil HX 0,1 M y en el equilibrio se alcanza un pH de 2,5.

- a) Determine el grado de disociación y la constante de acidez de HX.
- b) Calcule el pH de la disolución resultante al añadir 1,0 g de KOH a la disolución del enunciado. Considere que no hay cambio de volumen.

Explique, sin realizar cálculos, cómo varía el pH de la disolución si se añade agua.

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**

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.- 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.- 0,5 puntos por apartado.  
B.2.- 0,5 puntos por apartado.  
B.3.- 0,5 puntos por apartado.  
B.4.- 0,5 puntos por apartado.  
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.

- A:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ , Mg (magnesio); B:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ , Cl (cloro).
- A:  $Mg^{2+}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6$  adquiriendo la configuración de gas noble.  
B:  $Cl^-$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  adquiriendo la configuración de gas noble.
- $MgCl_2$ , el enlace es iónico porque se establece entre un elemento muy electronegativo, Cl, y otro muy electropositivo, Mg.
- Ambos elementos pertenecen al mismo periodo en la Tabla Periódica. En un periodo, a medida que se avanza hacia la derecha aumenta el número atómico y la carga nuclear, luego los electrones están atraídos con más fuerza por el núcleo y, por tanto, la energía de ionización es mayor. De esta forma, 7,64 eV es el valor de la energía de ionización para el Mg y 12,97 eV para el Cl.

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

- $CH_2=CH-CH_2-CH_3 + HCl \rightarrow CH_2Cl-CH_2-CH_2-CH_3$  (1-clorobutano) +  $CH_3-CHCl-CH_2-CH_3$  (2-clorobutano, mayoritario)
- $CH_3-CH_2-OH$ : etanol;  $CH_3-O-CH_3$ : dimetil éter.
- Ácido butanoico:  $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$ ,  $C_4H_8O_2$ ; no es isómero de butanal ( $C_4H_8O$ ) porque tiene distinta fórmula molecular.  
Butanona:  $CH_3-CO-CH_2-CH_3$ ,  $C_4H_8O$ ; sí es isómero de butanal porque tiene la misma fórmula molecular.
- $CH_3-CH(OH)-CH_3 + H_2SO_4$  (calor)  $\rightarrow CH_2=CH-CH_3$  (propeno). Eliminación o deshidratación.

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

- Órdenes parciales: 2 respecto de A, 0 respecto de B. Orden total = 2
- $\{Unidades\ k\} = \{unidades\ c\}^{-1} \times \{unidades\ t\}^{-1}$ . Por ejemplo:  $L \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$ .
- Por la estequiometría de la reacción, el reactivo B se consume más rápido que el A.
- No se modifica porque la constante de velocidad no depende de la concentración de B.

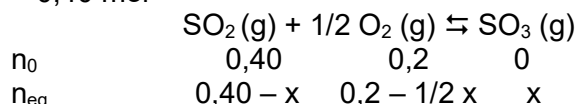
**A.4.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- $Ba(OH)_2(s) \rightleftharpoons Ba^{2+}(ac) + 2 OH^-(ac)$   

$$\begin{array}{ccc} & s & 2s \\ pOH = -\log [OH^-] = 14 - pH = 3; [OH^-] = 10^{-3} = 2s; s = 5 \times 10^{-4} M; s' = 5 \times 10^{-4} \times 171,3 = 0,08 \text{ g/L} \end{array}$$
- $K_s = [Ba^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = s (2s)^2 = 4s^3 = 4 \times (5 \times 10^{-4})^3 = 5 \times 10^{-10}$
- $m(Ba(OH)_2) = 0,08 \times 2 = 0,16 \text{ g}$
- Al disminuir el pH, disminuye la  $[OH^-]$ , por lo que el equilibrio se desplaza hacia la formación de productos. En consecuencia, la solubilidad aumenta.

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

- $n(SO_2) = 25,6 / 64 = 0,40 \text{ mol}$



- $n(SO_3) = 0,37 \times 1 = 0,37 \text{ mol} = x$   
 $p(SO_2) = (0,40 - 0,37) \times 0,082 \times 850/1 = 2,1 \text{ atm}$ ;  $p(O_2) = (0,2 - 0,37/2) \times 0,082 \times 850/1 = 1,0 \text{ atm}$ ;  
 $p(SO_3) = 0,37 \times 0,082 \times 850 = 25,8 \text{ atm}$ .
- $K_p = p(SO_3) / (p(SO_2) p(O_2)^{1/2}) = 25,8 / (2,1 \times 1,0^{1/2}) = 12,3$
- Una disminución de la temperatura favorece la reacción, ya que desplaza el equilibrio en el sentido exotérmico, en este caso hacia el producto.

## QUÍMICA SOLUCIONES

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

- NaCl es más polar que CIF porque en el primer compuesto la diferencia de electronegatividad es mayor que en el segundo. Válido si indican que NaCl es iónico y CIF es covalente.
- La molécula con geometría trigonal plana es BF<sub>3</sub> porque el átomo central tiene hibridación sp<sup>2</sup>.
- CCl<sub>4</sub> es insoluble en agua, aunque los enlaces C-Cl son polares, la geometría molecular tetraédrica hace que la molécula sea apolar. CsBr es un compuesto iónico soluble en agua
- El I<sub>2</sub> tiene mayor temperatura de fusión porque es el que presenta fuerzas intermoleculares (dispersión o London) más intensas., ya que estas aumentan a medida que aumenta la masa molecular.

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

- K<sub>p</sub> = p<sub>D</sub><sup>3</sup> / p<sub>B</sub><sup>2</sup>.
- Al ser una reacción endotérmica, cuando se aumenta la temperatura la reacción se desplaza hacia la formación de productos, por lo que la cantidad de C aumenta.
- Un aumento de la presión total hace que el equilibrio se desplace hacia donde hay menor número de moles gaseosos, luego se desplaza hacia los reactivos.
- K<sub>p</sub> no se modifica por un aumento de la cantidad de B, ya que las constantes de equilibrio no se ven afectadas por la variación de las concentraciones.

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

- CH<sub>3</sub>-CHOH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> (butan-2-ol) + oxidante suave → CH<sub>3</sub>-CO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> (butanona).
- CH<sub>3</sub>-C(CH<sub>3</sub>)=CH-CH<sub>3</sub> + HI → CH<sub>3</sub>-C(CH<sub>3</sub>)I-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>, 2-iodo-2-metilbutano.
- C<sub>6</sub>H<sub>12</sub> + 9 O<sub>2</sub> → 6 CO<sub>2</sub> + 6 H<sub>2</sub>O
- CH<sub>3</sub>-COOH (ácido acético ó etanoico) + CH<sub>3</sub>-OH (metanol) → CH<sub>3</sub>-COO-CH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O. Condensación o esterificación.

(Nota: se admite que el alumno utilice la nomenclatura anterior a 1993)

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

- $$3 \times (\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^-) \text{ Oxidación}$$


---


$$2 \times (\text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}) \text{ Reducción}$$

$$3 \text{Cu} + 2 \text{NO}_3^- + 8 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{NO} + 3 \text{Cu}^{2+} + 4 \text{H}_2\text{O}$$

$$3 \text{Cu} + 8 \text{HNO}_3 \rightarrow 2 \text{NO} + 3 \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$$
- $n_0(\text{HNO}_3) = 0,24 \times 0,025 = 0,0060 \text{ mol}$   
 $n_0(\text{Cu}) = 15 / 63,5 = 0,24 \text{ mol}$   
 $n_0(\text{HNO}_3) / n_0(\text{Cu}) = 0,0060 / 0,24 = 0,025 < 8/3$ . Por tanto, HNO<sub>3</sub> es el reactivo limitante.
- $n_f(\text{Cu}^{2+}) = n_0(\text{HNO}_3) \times 3/8 = 0,0060 \times 3/8 = 2,3 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ;  $[\text{Cu}^{2+}] = 2,3 \times 10^{-3} / 0,025 = 0,092 \text{ M}$
- $n_f(\text{NO}) = n_0(\text{HNO}_3) / 4 = 0,0060 / 4 = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ;  $V = nRT/p = 1,5 \times 10^{-3} \times 0,082 \times 298 / 0,98 = 0,037 \text{ L} = 37 \text{ mL}$ .

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

- |                   |          |                    |   |                |                                 |
|-------------------|----------|--------------------|---|----------------|---------------------------------|
|                   | HX       | + H <sub>2</sub> O | ⇌ | X <sup>-</sup> | + H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> |
| C <sub>0</sub> :  | 0,1      |                    |   | 0              | 0                               |
| C <sub>eq</sub> : | 0,1(1-α) |                    |   | 0,1α           | 0,1α                            |

pH = -log [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] = 2,5; [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] = 10<sup>-2,5</sup> M = 3,2 × 10<sup>-3</sup> M; α = 3,2 × 10<sup>-3</sup> / 0,1 = 0,032 (3,2%)  
 Ka = [X<sup>-</sup>] [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] / [HX] = (0,1α)<sup>2</sup> / 0,1(1-α) = 0,1 × 0,032<sup>2</sup> / (1 - 0,032) = 1,1 × 10<sup>-4</sup>
- $n(\text{KOH}) = 1,0 / 56 = 0,018 \text{ mol}$ ;  $n(\text{HX}) = 0,1 \times 0,075 = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ;  $n(\text{KOH exceso}) = 0,018 - 7,5 \times 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ ; [OH<sup>-</sup>] = 1,0 × 10<sup>-2</sup> / 0,075 = 0,13 M; pOH = -log (0,13) = 0,89; pH = 14 - 0,89 = 13,1
- Si se añade agua, disminuye la concentración de protones y, por tanto, aumenta el pH.