



UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID  
EVALUACIÓN PARA EL ACCESO A LAS ENSEÑANZAS  
UNIVERSITARIAS OFICIALES DE GRADO

Curso 2021-2022

MATERIA: QUÍMICA

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 sus configuraciones electrónicas e identifique cada uno de ellos indicando grupo, período, símbolo y nombre.
- (0,5 puntos) ¿Qué valores posibles de  $n$ ,  $l$ ,  $m_l$  y  $m_s$  tiene el último electrón del elemento A?
- (0,5 puntos) Justifique cuáles son los iones más estables para A y B.
- (0,5 puntos) De los iones más estables de A y B, razone cuál tiene menor radio.

**A.2** Considerando los siguientes compuestos orgánicos: but-2-eno, butanal y butanona:

- (0,5 puntos) Escriba sus fórmulas semidesarrolladas.
- (0,5 puntos) Indique para el but-2-eno qué hibridación tiene cada carbono de dicha molécula.
- (0,5 puntos) Razone qué compuesto de los tres considerados en el enunciado permitirá obtener ácido butanoico. Escriba la reacción y nombre de qué tipo es.
- (0,5 puntos) Razone si alguno de los compuestos del enunciado son isómeros entre sí e indique de qué tipo.

**A.3** Para la siguiente reacción en fase gaseosa  $2A \rightarrow P$  se tiene un valor de  $k = 1,5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ :

- (0,5 puntos) Determine el orden total de la reacción.
- (0,5 puntos) Justifique si se trata de una reacción elemental.
- (0,5 puntos) Justifique cómo afecta a la velocidad de reacción una disminución de volumen a temperatura constante.
- (0,5 puntos) Justifique, mediante la ecuación de Arrhenius, cómo afecta a la constante cinética una disminución de la temperatura.

**A.4** A 1 L de agua se le añade 0,4 mol de un hidróxido insoluble,  $M(\text{OH})_3$ , obteniéndose una disolución de  $\text{pH} = 12,3$ .

- (0,5 puntos) Escriba la reacción de disolución y la expresión del producto de solubilidad de  $M(\text{OH})_3$  en función de la solubilidad.
- (0,5 puntos) Determine la concentración de la especie  $\text{OH}^-$  en disolución.
- (0,5 puntos) Calcule la solubilidad molar ( $s$ ) y la constante de solubilidad ( $K_s$ ) de dicho hidróxido.
- (0,5 puntos) Si se añadiesen unas gotas de ácido, ¿cómo afectaría a la solubilidad del compuesto?

**A.5** En un reactor se introduce una mezcla de 1,0 mol de  $\text{CO}$ , 2,0 mol de  $\text{H}_2$  y 3,0 mol de  $\text{CH}_3\text{OH}$  a 650 K y 1 atm, produciéndose la siguiente reacción  $\text{CO} (\text{g}) + 2 \text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} (\text{g})$ . Sabiendo que el valor de  $K_p$  en el equilibrio es de 0,973:

- (1 punto) Determine para qué valor de la presión reacciona el 20% de  $\text{CO}$ .
- (0,5 puntos) En las condiciones del apartado a) determine la presión parcial de cada gas.
- (0,5 puntos) Sabiendo que se trata de una reacción endotérmica, ¿cómo afectaría a la cantidad de  $\text{CH}_3\text{OH}$  un aumento de la temperatura?

**B.1** Para los siguientes compuestos:  $\text{BeCl}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$  y  $\text{BH}_3$ .

- (0,5 puntos) Escriba sus estructuras de Lewis.
- (0,5 puntos) Justifique cuál/es forma/n enlaces de hidrógeno.
- (0,5 puntos) Indique su geometría aplicando la teoría de enlace de valencia.
- (0,5 puntos) Explique si estas moléculas son polares o no.

**B.2** Considere los siguientes compuestos orgánicos: 1)  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ , 2)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$ , 3)  $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$  y 4)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$ .

- (0,5 puntos) Nombre dichos compuestos.
- (0,5 puntos) Identifique y nombre el grupo funcional presente en cada uno de ellos.
- (0,5 puntos) Escriba la reacción que tiene lugar entre los compuestos 2) y 3), diga de qué tipo es y nombre el producto.
- (0,5 puntos) Indique con qué tipo de reacción es posible obtener el compuesto 1) a partir del 3).

**B.3** Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas para la siguiente reacción  $\text{A (s)} + \text{B (g)} \rightleftharpoons \text{C (g)}$ .

- (0,5 puntos) La expresión de la constante de equilibrio es  $K_p = p_C / (p_A \cdot p_B)$ .
- (0,5 puntos) Un aumento de la presión total del sistema no desplaza el equilibrio.
- (0,5 puntos) Sabiendo que es una reacción exotérmica, un aumento de la temperatura desplaza el equilibrio hacia los productos.
- (0,5 puntos) El valor de la  $K_p$  aumenta cuando se duplica la presión de C.

**B.4** A 30 mL de una disolución de  $\text{HNO}_3$  1,4 M se le añade un trozo de 10,0 g de  $\text{Cu(s)}$ , obteniéndose  $\text{Cu}^{2+}$  y  $\text{NO}_2$ .

- (0,5 puntos) Escriba y ajuste las semirreacciones de oxidación y reducción, la reacción iónica y la molecular por el método ion-electrón.
- (0,5 puntos) Haga los cálculos necesarios para justificar cuál de los dos reactivos es el limitante.
- (0,5 puntos) Calcule la concentración final de iones  $\text{Cu}^{2+}$  en disolución, suponiendo que el volumen no ha variado.
- (0,5 puntos) Determine la masa (g) de Cu que queda sin reaccionar.

Dato. Masa atómica (u) Cu = 63,5.

**B.5** Se tiene una disolución acuosa de ácido benzoico ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ) 0,40 M con un pH de 2,3. Calcule:

- (0,75 puntos) El grado de disociación.
- (0,5 puntos) El valor de  $K_a$  del ácido benzoico.
- (0,75 puntos) El pH de la disolución resultante al mezclar 100 mL de la disolución de ácido benzoico con 100 mL de una disolución 0,45 M de hidróxido de sodio.

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

## QUÍMICA SOLUCIONES

### (Documento de trabajo orientativo)

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

- a) A:  $1s^2 2s^2 2p^5$ , grupo 17, periodo 2; F, flúor; B:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ , grupo 13, periodo 3; Al, aluminio.  
 b)  $n = 2$ ,  $l = 1$ ,  $m_l = -1, 0, \text{ ó } 1$  y  $m_s = -1/2 \text{ ó } 1/2$ .  
 c) Los más estables son aquellos iones que les permiten alcanzar la configuración de gas noble:  
 $A^-: 1s^2 2s^2 2p^6$ ;  $B^{3+}: 1s^2 2s^2 2p^6$ .  
 d) Los electrones del anión  $A^-$  y los del catión  $B^{3+}$  están en el mismo nivel energético, pero la carga nuclear del elemento B es mayor, por lo que sus electrones están más atraídos por el núcleo. Por tanto, su volumen es menor y  $B^{3+}$  tiene menor radio.

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

- a)  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$  (but-2-eno);  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$  (butanal);  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$  (butanona)  
 b)  $\text{CH}_3(\text{sp}^3)\text{-CH}(\text{sp}^2)\text{=CH}(\text{sp}^2)\text{-CH}_3(\text{sp}^3)$   
 c) Se obtendría a partir de la reacción de oxidación del butanal.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO} + \text{oxidante} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$   
 d) Son isómeros de función butanal y butanona, porque tienen la misma fórmula molecular pero distintos grupos funcionales.  
 (Nota: se admite que el alumno utilice la nomenclatura anterior a 1993)

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

- a) Las unidades de la constante cinética son  $\text{s}^{-1}$ , y  $v = k \cdot [A]^\alpha$  igualando unidades:  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = (\text{s}^{-1}) \cdot (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^\alpha$ ; despejando,  $\alpha = 1$ , por lo que el orden total es 1.  
 b) No puede ser elemental porque el orden de reacción no coincide con el coeficiente estequiométrico del reactivo.  
 c) Aumentará la concentración de A y por tanto aumentará la velocidad de reacción.  
 d) La constante de velocidad está relacionada con la temperatura según la ley de Arrhenius:  
 $k = A \cdot e^{(-E_a / RT)}$ ; de forma que si disminuye T, disminuye k.

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

- a)  $\text{M}(\text{OH})_3 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{M}^{3+} (\text{ac}) + 3 \text{OH}^- (\text{ac})$   

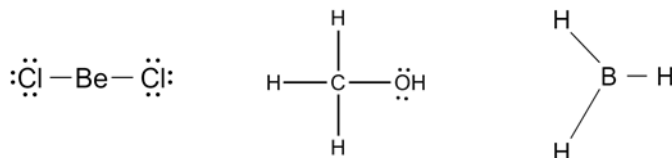
$$K_s = [\text{M}^{3+}] \cdot [\text{OH}^-]^3 = s (3s)^3 = 27s^4$$
  
 b)  $\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 12,3 = 1,7$ ;  $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$ ;  $[\text{OH}^-] = 0,020 \text{ M}$   
 c)  $[\text{OH}^-] = 3s$ ;  $s = 0,020 / 3 = 0,0067 \text{ M}$ ;  $K_s = 27s^4 = 27 \times (0,0067)^4 = 5,4 \times 10^{-8}$   
 d) Al añadir unas gotas de ácido se disminuye el pH y la  $[\text{OH}^-]$ , por lo que el equilibrio se desplaza hacia la derecha, aumentando la solubilidad.

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

- a)
- |                 |                       |                            |                      |                                  |   |
|-----------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------------|---|
|                 | $\text{CO}(\text{g})$ | $+ 2 \text{H}_2(\text{g})$ | $\rightleftharpoons$ | $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ |   |
| ni              | 1,0                   | 2,0                        |                      | 3,0                              |   |
| neq             | $1,0 - x$             | $2,0 - 2x$                 |                      | $3,0 + x$                        | Reacciona el 20% de CO: $x = 0,2$                                   |
|                 | 0,8                   | 1,6                        |                      | 3,2                              | $x_{\text{eq}} = \text{neq} / (0,8 + 1,6 + 3,2) = \text{neq} / 5,6$ |
| x <sub>eq</sub> | 0,14                  | 0,29                       |                      | 0,57                             |   |
- $p_i = x_i \cdot p_T$ ;  $K_p = p(\text{CH}_3\text{OH}) / (p(\text{H}_2)^2 p(\text{CO})) = x(\text{CH}_3\text{OH}) \cdot p_T / (x(\text{H}_2)^2 \cdot p_T^2) \times (x(\text{CO}) \cdot p_T)$ ;  $p_T = 7,1 \text{ atm}$ .  
 b)  $p(\text{CH}_3\text{OH}) = x(\text{CH}_3\text{OH}) \cdot p_T = 0,57 \times 7,1 = 4,0 \text{ atm}$ ;  $p(\text{H}_2) = x(\text{H}_2) \cdot p_T = 0,29 \times 7,1 = 2,0 \text{ atm}$ ;  
 $p(\text{CO}) = x(\text{CO}) \cdot p_T = 0,14 \times 7,1 = 1,0 \text{ atm}$ .  
 c) Puesto que la reacción es endotérmica, el aumento de temperatura desplaza el equilibrio hacia donde la reacción absorbe calor. Por tanto, al aumentar la temperatura, la cantidad de  $\text{CH}_3\text{OH}$  aumenta.

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

a)



- b) Solo el metanol presenta enlaces de hidrógeno, debido a la polaridad de los enlaces O–H.  
 c)  $\text{BeCl}_2$ : molécula lineal; hibridación sp del berilio.  $\text{CH}_3\text{OH}$ : molécula tetraédrica; hibridación  $\text{sp}^3$  del carbono.  $\text{BH}_3$ : molécula triangular plana; hibridación  $\text{sp}^2$  del boro.  
 d)  $\text{BH}_3$  y  $\text{BeCl}_2$  son apolares porque sus momentos dipolares se compensan por la geometría de las moléculas.  $\text{CH}_3\text{OH}$  es una molécula polar porque no se anulan sus momentos dipolares.

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

- a) 1) propanona; 2) ácido propanoico; 3) propan-2-ol; 4) propanal.  
 b) 1)  $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ : carbonilo, cetona; 2)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$ : ácido carboxílico, 3)  $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_3$ : hidroxilo, alcohol; 4)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHO}$ : carbonilo, aldehído.  
 c)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2$  (Propanoato de isopropilo (o de metiletilo)). Condensación o esterificación.  
 d) El compuesto 1) puede obtenerse a partir del 3) mediante una reacción de oxidación.  
 (Nota: se admite que el alumno utilice la nomenclatura anterior a 1993).

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

- a) Falsa.  $K_p = p_C / p_B$   
 b) Verdadera. Un aumento de la presión disminuye el volumen, luego desplaza el equilibrio hacia donde haya menor número de moles gaseosos. En este caso como hay el mismo número la presión no afecta.  
 c) Falsa. Según el principio de Le Châtelier un aumento de la temperatura en una reacción exotérmica desplaza el equilibrio hacia los reactivos.  
 d) Falsa. Un aumento de la presión de C no afecta el valor de  $K_p$ , ya que al ser una constante de equilibrio esta solo depende de la temperatura.

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

- a) Oxidación:  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^-$   
 Reducción:  $2 \times (\text{NO}_3^- + 2 \text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O})$   
 Reacción iónica:  $\text{Cu} + 2 \text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$   
 Reacción molecular:  $\text{Cu} + 4 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$   
 b)  $n_0(\text{HNO}_3) = 1,4 \times 0,030 = 0,042 \text{ mol}$   
 $n_0(\text{Cu}) = 10,0 / 63,5 = 0,157 \text{ mol}$   
 Por estequiometría, para que se produzca la reacción completa son necesarios  $n_r(\text{Cu}) = n_0(\text{HNO}_3) / 4 = 0,042 / 4 = 0,010 \text{ mol}$ . Sobra Cu, pues  $n_r(\text{Cu})$  es bastante menos que  $n_0(\text{Cu})$ , por lo que se agota  $\text{HNO}_3$ , luego este es el reactivo limitante.  
 c) Por estequiometría,  $n_r(\text{Cu}^{2+}) = n_r(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n_0(\text{HNO}_3) / 4 = 0,010 \text{ mol}$ ;  $[\text{Cu}^{2+}] = [\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = 0,010 / 0,030 = 0,33 \text{ M}$   
 d)  $n_f(\text{Cu}) = n_0(\text{Cu}) - n_r(\text{Cu}) = 0,157 - 0,010 = 0,15 \text{ mol Cu}$   
 $m_f(\text{Cu}) = 0,15 \times 63,5 = 9,5 \text{ g Cu}$

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

- a)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$   
 $\begin{array}{ccc} \text{C}_i & \text{C}_0 & \\ \text{C}_{\text{eq}}: & \text{C}_0(1-\alpha) & \text{C}_0\alpha \quad \text{C}_0\alpha \end{array}$   
 $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,3$ ;  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,3} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ M}$ ;  $\alpha = 5,0 \times 10^{-3} / 0,40 = 0,012$   
 b)  $K_a = [\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}] = c_0 \cdot \alpha^2 / (1 - \alpha) = 0,40 \times (0,012^2) / (1 - 0,012) = 5,8 \times 10^{-5}$ .  
 c)  $n(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 0,40 \times 0,100 = 0,040 \text{ mol}$ ;  $n(\text{NaOH}) = 0,45 \times 0,100 = 0,045 \text{ mol}$ . Hay un exceso de 0,0050 mol de NaOH.  $[\text{OH}^-] = 0,0050 / 0,20 = 0,025 \text{ M}$ ;  $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = 1,6$  y  $\text{pH} = 14 - 1,6 = 12,4$ .