



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
PRUEBA DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD  
PARA MAYORES DE 25 AÑOS  
AÑO 2021

MODELO

MATERIA: QUÍMICA

INSTRUCCIONES GENERALES Y VALORACIÓN

INSTRUCCIONES	El alumno deberá escoger <b>una</b> de las dos opciones y responder a <b>todas</b> las preguntas de la opción elegida. No se contestará ninguna pregunta en este impreso.
PUNTUACIÓN	Cada pregunta se puntuará sobre un máximo de 2,5 puntos.
TIEMPO	1 Hora y 30 minutos

OPCIÓN A

**Pregunta A1.-** Para los elementos A ( $Z = 9$ ), B ( $Z = 12$ ) y C ( $Z = 18$ ):

- Identifíquelos con su símbolo y escriba su configuración electrónica en su estado fundamental.
- Compare razonadamente el radio del átomo de A ( $Z = 9$ ) con el de su ion más estable.
- Formule un compuesto formado por la combinación de dos de los elementos indicados. Justifique el tipo de enlace que presentan.

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

**Pregunta A2.-** Responda las siguientes cuestiones:

- Formule los siguientes compuestos: metilbutano, propenol, etenilmetiléter, pent-4-in-2-ona.
- Formule la reacción de obtención del compuesto  $\text{CH}_3\text{-COO-CH}_3$ . Nombre los reactivos, el producto e indique el tipo de reacción.
- Razone si el ácido butanoico y la butanona son isómeros del butanal. Formule los tres compuestos.

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

**Pregunta A3.-** Una botella de HCl comercial contiene una disolución de HCl de 32% de riqueza en masa y densidad  $1,07 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . De ella se extraen 50,0 mL y se diluyen con agua hasta un volumen final igual a 2 L.

- Calcule la concentración de HCl en la disolución preparada en el enunciado.
- Calcule el pH de la disolución de HCl preparada en el enunciado.
- Calcule el volumen de una disolución de KOH 0,5 M que se necesita para neutralizar 100 mL de la disolución de HCl preparada en el enunciado.
- Calcule la fracción molar de HCl en la disolución contenida en la botella de HCl comercial.

Datos. Masas atómicas: H = 1,0; O = 16,0; Cl = 35,5.

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

**Pregunta A4.-** Se dispone de los electrodos:  $\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$ ,  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$  (en medio ácido) y  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$ .

- Seleccione la pareja de electrodos que le permita construir la pila en la que el proceso de oxidación-reducción se produzca más espontáneamente. Justifique numéricamente la respuesta.
- Ajuste por el método ion-electrón la ecuación iónica y molecular del proceso redox espontáneo entre los electrodos  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$  (en medio ácido) y  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$ .
- Justifique numéricamente si se puede almacenar una disolución de  $\text{KMnO}_4$  (en medio ácido) en un recipiente de aluminio sin que lo dañe.

Datos.  $E^0(\text{V})$ :  $\text{Al}^{3+}/\text{Al} = -1,66$ ;  $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn} = -0,14$ ;  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+} = 1,51$ ;  $\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+} = 1,82$ .

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

## OPCIÓN B

**Pregunta B1.-** Para cada una de las moléculas  $\text{BF}_3$ ,  $\text{NH}_3$  y  $\text{CH}_4$ :

- Indique el tipo de hibridación del átomo central.
- Según el modelo de teoría de repulsión de pares de electrones de valencia (RPECV), indique la geometría molecular.
- Indique las fuerzas intermoleculares presentes.
- Razone cuál tiene mayor temperatura de ebullición.

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

**Pregunta B2.-** Conteste las siguientes preguntas:

**Nota:** La nomenclatura de Química Orgánica se aceptará la recomendada por la IUPAC en 1993 y la anterior

- Escriba la reacción que se produce entre but-1-eno y HBr en presencia de calor. Nombre todos los productos orgánicos, indique el mayoritario y la regla seguida para obtenerlo.
- Nombre y formule dos isómeros de función de fórmula  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ .
- Formule y nombre el producto de la siguiente reacción, indicando el tipo de reacción:  
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH} + \text{oxidante fuerte} \rightarrow$

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

**Pregunta B3.-** A  $25^\circ\text{C}$  el producto de solubilidad del hidróxido de cobre (II) en agua es  $2,2 \times 10^{-20}$ .

- Formule el equilibrio de solubilidad del hidróxido en agua. Especifique los estados de cada especie.
- Calcule la solubilidad expresada en  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ .
- Calcule la concentración molar de iones  $\text{Cu}^{2+}$  de una disolución del hidróxido de cobre (II) de  $\text{pH} = 7,5$ .

Datos. Masas atómicas: H = 1,0; O = 16,0; Cu = 63,5.

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

**Pregunta B4.-** En medio ácido sulfúrico, reaccionan una disolución de permanganato de potasio con una disolución de oxalato de sodio ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) produciéndose sulfato de manganeso (II), dióxido de carbono, sulfato de sodio, sulfato de potasio y agua.

- Formule los reactivos y productos de la reacción redox que tiene lugar.
- Ajuste la reacción iónica global por el método del ion-electrón, e indique cuál es la especie oxidante y cuál la reductora.
- Ajuste la reacción molecular global por el método de ion-electrón.

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

## CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN QUÍMICA

Cada pregunta se calificará sobre un máximo de 2,5 puntos.

Se tendrá en cuenta:

1. Claridad de expresión 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 en las preguntas de naturaleza cuantitativa.
5. Uso correcto de unidades.

Distribución de la puntuación para este ejercicio:

### **OPCIÓN A:**

Pregunta 1. Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y c); 1 punto apartado b).

Pregunta 2. Puntuación máxima por apartado: 1 punto apartados a) y c); 0,5 puntos apartado b).

Pregunta 3. Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y d); 0,5 puntos apartados b) y c).

Pregunta 4. Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartado a); 1 punto apartados b) y c).

### **OPCIÓN B:**

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

Pregunta 2. Puntuación máxima por apartado: 1 punto apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

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

Pregunta 4. Puntuación máxima por apartado: 1 punto apartado a); 0,75 puntos apartado b) y c).

## SOLUCIONES QUÍMICA

### OPCIÓN A

**Pregunta A1.-** Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y c); 1 punto apartado b).

- a) A (Z = 9): F; F:  $1s^2 2s^2 2p^5$ . B (Z = 12): Mg; Mg:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ . C (Z = 18): Ar; Ar:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ .  
b) El radio del átomo de F es menor que el de su ion más estable, que es el  $F^-$ . El anión tiene la misma carga nuclear que el átomo, pero tiene un electrón más, por lo que la repulsión entre ellos es mayor. Por tanto, el tamaño del anión es mayor.  
c) El compuesto  $MgF_2$  es iónico ya que está formado por la combinación de un metal y un no metal.

**Pregunta A2.-** Puntuación máxima por apartado: 1 punto apartados a) y c); 0,5 puntos apartado b).

**Nota:** La nomenclatura de Química Orgánica se aceptará la recomendada por la IUPAC en 1993 y la anterior.

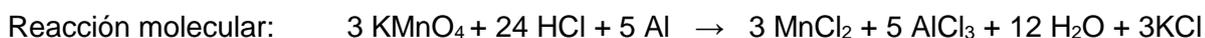
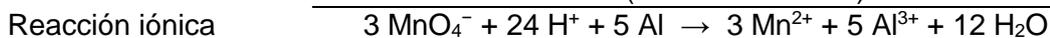
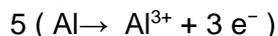
- a)  $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$  (metilbutano);  $CH_2=CH-CH_2OH$  (2-eno-1-propanol);  
 $CH_3-O-CH=CH_2$  (etenilmetiléter);  $CH\equiv C-CH_2-CO-CH_3$  (pent-4-in-2-ona).  
b)  $CH_3-COOH$  (Ácido acético o etanoico) +  $CH_3-OH$  (metanol)  $\rightarrow$   $CH_3-COO-CH_3$  (metanoato de metilo) +  $H_2O$ . Reacción de condensación o esterificación.  
c)  $CH_3-CH_2-CH_2-CHO$  (butanal) con fórmula molecular  $C_4H_8O$ ;  
 $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$  (ácido butanoico) con fórmula molecular  $C_4H_8O_2$ , no es isómero ya que tiene distinta fórmula molecular.  $CH_3-CO-CH_2-CH_3$  (butanona) con fórmula molecular  $C_4H_8O$ , si es isómero, porque tiene la misma fórmula molecular.

**Pregunta A3.-** Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y d); 0,5 puntos apartados b) y c)

- a)  $m_{HCl} = 1,07 \times 50,0 \times 0,32 = 17,1$  g.  $n_{HCl} = 17,1 / 36,5 = 0,47$  mol.  $[HCl] = 0,47 / 2 = 0,23$  M.  
b)  $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ ;  $[H^+] = [HCl]$ .  $pH = -\log [H^+] = -\log 0,23 = 0,6$ .  
c)  $n_{HCl} = n_{KOH}$ ;  $M_{HCl} \cdot V_{HCl} = M_{KOH} \cdot V_{KOH}$ ;  $0,23 \times 0,100 = 0,5 \times V_{KOH}$ ;  $V_{KOH} = 0,046$  L = 46 mL.  
d)  $m_{disolución} = 1,07 \times 50,0 = 53,5$  g.  $m_{agua} = 53,5 - 17,1 = 36,4$  g.  $n_{agua} = 36,4 / 18,0 = 2,0$  mol.  
 $x_{HCl} = 0,47 / (0,47 + 2,0) = 0,2$ .

**Pregunta A4.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartado a); 1 punto apartados b) y c).

- a) La pila debe ser la formada por los electrodos  $Co^{3+}/Co^{2+}$  y  $Al^{3+}/Al$ , que son los electrodos con mayor y menor potencial de reducción respectivamente. Así  $E^0 = E^0_{cátodo} - E^0_{ánodo} = 1,82 - (-1,66) = 3,48$  V es el mayor valor posible de la fuerza electromotriz, lo que implica el proceso más espontáneo.



- c) No se puede almacenar  $KMnO_4$  en un recipiente de aluminio sin que se dañe, porque se oxida el recipiente de Al y se reduce el  $KMnO_4$ , ya que  $E^0 = E^0_{cátodo} - E^0_{ánodo} = 1,51 - (-1,66) > 0$ , siendo la reacción espontánea.

## OPCIÓN B

**Pregunta B1.-** Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartados c) y d)

- $\text{BF}_3$ : B  $\text{sp}^2$ ;  $\text{CH}_4$ : C  $\text{sp}^3$ ;  $\text{NH}_3$ : N  $\text{sp}^3$ .
- $\text{BF}_3$ : triangular plana;  $\text{CH}_4$ : tetraédrica;  $\text{NH}_3$ : piramidal triangular.
- $\text{CH}_4$  y  $\text{BF}_3$ : fuerzas de dispersión de London (dipolo inducido-dipolo inducido).  $\text{NH}_3$ : Fuerzas de dispersión de London, dipolo-dipolo y enlace de hidrógeno.
- Tiene mayor temperatura de ebullición el  $\text{NH}_3$ , ya que las moléculas de  $\text{NH}_3$  forman enlaces de hidrógeno entre sí que deben romperse durante la ebullición, y las de  $\text{CH}_4$  y  $\text{BF}_3$  no.

**Pregunta B2.-** Puntuación máxima por apartado: 1 punto apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

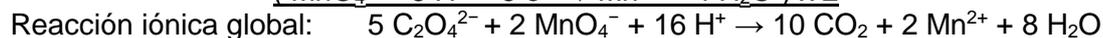
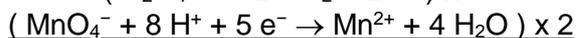
- $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  (but-1-eno) +  $\text{HBr}/\text{calor} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  (2-bromobutano, mayoritario) +  $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  (1-bromobutano, minoritario). Adición. Regla de Markownikoff.
- Válidos 2 cualesquiera de los siguientes isómeros:  $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$  (propanona);  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHO}$  (propanal);  $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}_2$  (etenil metil éter o metil vinil éter);  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  (prop-2-en-1-ol). Nota: como alternativa al último, se admitirá:  $\text{CH}_3-\text{C}(\text{OH})=\text{CH}_2$  (prop-1-en-2-ol) o  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CHOH}$  (prop-1-en-1-ol) (enoles no estables).
- $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$  + oxidante fuerte  $\rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$  (ácido pentanoico). Oxidación.

**Pregunta B3.-** Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartado a); 1 punto apartados b) y c).

- $\text{Cu}(\text{OH})_2 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} (\text{ac}) + 2 \text{OH}^- (\text{ac})$
- $K_s = [\text{Cu}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2$ ;  $2,2 \times 10^{-20} = s \cdot (2s)^2 = 4s^3$ ;  $s = 1,8 \times 10^{-7} \text{ M}$ ;  $s' = 1,8 \times 10^{-7} \times 97,5 = 1,8 \times 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .
- $\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 7,5 = 6,5$ .  $[\text{OH}^-] = 10^{-6,5} \text{ M} = 3,2 \times 10^{-7} \text{ M}$ .  
 $[\text{Cu}^{2+}] = K_s / [\text{OH}^-]^2 = 2,2 \times 10^{-20} / (3,2 \times 10^{-7})^2 = 2,1 \times 10^{-7} \text{ M}$ .

**Pregunta B4.-** Puntuación máxima por apartado: 1 punto apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).

- Permanganato de potasio:  $\text{KMnO}_4$ ; ácido sulfúrico:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; sulfato de manganeso(II):  $\text{MnSO}_4$ ; dióxido de carbono:  $\text{CO}_2$ , sulfato de sodio:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; sulfato de potasio:  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ; agua:  $\text{H}_2\text{O}$ .
- Especie oxidante:  $\text{KMnO}_4$  o  $\text{MnO}_4^-$ ; especie reductora:  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  o  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ .



- Reacción molecular:

