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

Curso **2020-2021**

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 pregunta sobre 2 puntos.

A.1 (2 puntos) Responda las siguientes cuestiones:

a) Considere los elementos: A ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$), B ($1s^2 2s^2 2p^2$) y C ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$). Identifique cada elemento y especifique el grupo y el periodo al que pertenece.
b) Considere los elementos D ($1s^2 2s^1$) y E ($1s^2 2s^2 2p^6$). La primera energía de ionización de uno de ellos es 2080,7 $kJ \cdot mol^{-1}$ y la del otro 520,2 $kJ \cdot mol^{-1}$. Justifique qué valor de la energía de ionización corresponde a cada uno.
c) ¿Cuántos electrones desapareados existen en los átomos de Na, N y Ne?

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

A.2 (2 puntos) Para la reacción en fase gaseosa $2\ NO_2\ (g) + F_2\ (g) \rightarrow 2\ NO_2F\ (g)$ la ecuación de velocidad es $v = k\ [NO_2]\ [F_2]$. Responda las siguientes cuestiones:

a) Indique los órdenes parciales respecto de los reactivos y el orden total de la reacción.
b) Razone si es una reacción elemental.
c) Determine las unidades de la constante de velocidad.
d) Justifique, mediante la ecuación de Arrhenius, cómo afecta un aumento de temperatura a la velocidad de reacción.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

A.3 (2 puntos) Se hacen reaccionar dicromato de potasio y yoduro de potasio en presencia de ácido sulfúrico, dando lugar a sulfato de cromo (III), yodo y sulfato de potasio.

a) Formule las semirreacciones de oxidación y reducción e indique las especies oxidante y reductora.
b) Ajuste la reacción iónica y molecular global por el método del ion-electrón.
c) Determine el volumen de una disolución 0,25 M de dicromato de potasio que se necesita para obtener 5,0 g de yodo.

Dato. Masa atómica: I = 127.

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

A.4 (2 puntos) Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

a) El propanoato de metilo se obtiene mediante una reacción de esterificación a partir de ácido propanoico y etanol.
b) En la reacción de eliminación del compuesto butan−2−ol se obtiene como producto mayoritario but−1−eno.
c) El compuesto prop−2−en−1−ol es un isómero de función de la propanona.
d) El compuesto pent−2−eno en presencia de Br_2 da lugar a 2,3−dibromopentano.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

A.5 (2 puntos) Se prepara una disolución de ácido nitroso de pH = 2,42.

a) Determine la concentración inicial del ácido.
b) Calcule el grado de disociación del ácido.
c) A 200 mL de la disolución del enunciado se le adicionan 500 mg de NaOH. Escriba la reacción que transcurre y justifique si el pH de la disolución resultante es ácido, básico o neutro.

Datos. Ka (ácido nitroso) = $4{,}5 \times 10^{-4}$. Masas atómicas: H = 1; O = 16; Na = 23.

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

B.1 (2 puntos) Considere las moléculas NCl_3 y $AlCl_3$.

a) Dibuje sus estructuras de Lewis.
b) Justifique las fuerzas intermoleculares presentes en el compuesto que forma cada molécula.
c) Indique la hibridación y el número de pares de electrones enlazantes y libres del átomo central de cada una de ellas.

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

B.2 (2 puntos) Responda las siguientes cuestiones:

a) Formule la reacción que permite obtener metilbenceno (tolueno) a partir de clorometano e indique de qué tipo es.
b) Formule los siguientes compuestos: penta-2,4-dien-1,4-diol, but-3-in-2-ona y 4-fenil-2-metilpentan-1-ol.
c) Nombre y formule dos compuestos, isómeros de función, de fórmula molecular C_3H_6O.

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

B.3 (2 puntos) Responda las siguientes cuestiones:

a) Ordene por orden creciente de pH las disoluciones acuosas de igual concentración de los siguientes compuestos: HF, NH_3, HCN y NaCl. Razone la respuesta.
b) Calcule la concentración de una disolución de ácido acético sabiendo que 75 mL de esta disolución se neutralizan con 100 mL de una disolución de hidróxido de potasio 0,15 M.

Datos. Ka (HF) = $1,4\times10^{-4}$; Kb (NH_3) = $1,8\times10^{-5}$; Ka (HCN) = $4,9\times10^{-10}$.

Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

B.4 (2 puntos) En un recipiente de 1,0 L a 300 ºC se introducen 5,0 g de PCl_5. La presión final cuando se alcanza el equilibrio PCl_5 (g) $\leftrightarrows$ PCl_3 (g) + Cl_2 (g) es de 2,0 atm.

a) Calcule el grado de disociación del PCl_5.
b) Determine la presión parcial de cada uno de los gases en el equilibrio.
c) Calcule Kc y Kp.

Datos. R = 0,082 $atm\cdot L\cdot K^{-1}\cdot mol^{-1}$. Masas atómicas: P = 31,0; Cl = 35,5.

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

B.5 (2 puntos) Responda las siguientes cuestiones a partir de la reacción de oxidación-reducción (no ajustada): Cu^{2+} (ac) + H_2O $\rightarrow$ Cu (s) + O_2 (g).

a) Razone si la reacción se produce de forma espontánea.
b) Escriba las semirreacciones de oxidación y reducción, indicando en qué electrodo se deposita el cobre y en cuál se desprende oxígeno.
c) Determine cuánto cobre se deposita si se hace pasar una corriente de 0,50 amperios a través de 1,0 L de disolución de $CuSO_4$ 0,2 M durante 4 horas.

Datos: E^0(V): Cu^{2+}/Cu = 0,34; O_2/H_2O = 1,23. F = 96485 C. Masa atómica: Cu = 63,5.

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

Pregunta A1.- 0,75 puntos apartados a) y c); 0,5 puntos apartado b).
Pregunta A2.- 0,5 puntos por apartado.
Pregunta A3.- 0,75 puntos apartados a) y c); 0,5 puntos apartado b).
Pregunta A4.- 0,5 puntos por apartado.
Pregunta A5.- 0,75 puntos apartados a) y c); 0,5 puntos apartado b).

Pregunta B1.- 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).
Pregunta B2.- 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).
Pregunta B3.- 1 punto por apartado.
Pregunta B4.- 0,75 puntos apartados a) y c); 0,5 puntos apartado b).
Pregunta B5.- 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).

QUÍMICA
SOLUCIONES
(Documento de trabajo orientativo)

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

a) A: Magnesio, grupo 2, periodo 3; B: Carbono, grupo 14, periodo 2; C: Azufre, grupo 16, periodo 3.
b) La mayor energía de ionización corresponde al elemento con la configuración electrónica más estable, configuración de gas noble, porque se requiere más energía para arrancar un electrón. Por lo tanto, a D ($1s^2 2s^1$) le corresponde 520 $kJ \cdot mol^{-1}$ y a E ($1s^2 2s^2 2p^6$) le corresponde 2080,7 $kJ \cdot mol^{-1}$.
c) Na: 1 electrón desapareado; N: 3 electrones desapareados; Ne: 0 electrones desapareados.

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

a) Órdenes parciales: 1 respecto de NO_2 y 1 respecto F_2. Orden total = 2.
b) Los órdenes parciales de los reactivos no coinciden con los coeficientes estequiométricos, por lo que se puede asegurar que no es una reacción elemental.
c) {unidades k} = {unidades v} / {unidades c}^{2} = {unidades c}$^{-1}$·{unidades t}$^{-1}$. Por ejemplo: L $mol^{-1} \cdot s^{-1}$.
d) Según la ecuación de Arrhenius, $k = A \cdot e^{-Ea/RT}$, un aumento de temperatura hace que la constante de velocidad sea mayor y, por tanto, la velocidad de reacción aumenta.

A.3.- Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartado a) y c); 0,5 puntos apartado b).

a) Oxidación: $2\ I^- \rightarrow I_2 + 2\ e^-$
Reducción: $Cr_2O_7^{2-} + 14\ H^+ + 6\ e^- \rightarrow 2\ Cr^{3+} + 7\ H_2O$
KI(I^-) especie reductora y $K_2Cr_2O_7$ ($Cr_2O_7^{2-}$) especie oxidante.
b) Hay que multiplicar la semirreacción $2\ I^- \rightarrow I_2 + 2\ e^-$ por 3.
Reacción iónica: $6\ I^- + Cr_2O_7^{2-} + 14\ H^+ \rightarrow 3\ I_2 + 2\ Cr^{3+} + 7\ H_2O$
Reacción molecular: $K_2Cr_2O_7 + 6\ KI + 7\ H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3\ I_2 + 4\ K_2SO_4 + 7\ H_2O$
c) $n(I_2) = 5{,}0 / 254 = 0{,}020$ mol
$n(K_2Cr_2O_7) = 0{,}020 / 3 = 6{,}7 \cdot 10^{-3}$ mol
$V(K_2Cr_2O_7) = 6{,}7 \cdot 10^{-3} / 0{,}25 = 0{,}027$ L = 27 mL.

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

a) Falsa. CH_3-CH_2-COOH (ácido propanoico) + CH_3OH (metanol)$\rightarrow$ $CH_3-CH_2-COO-CH_3$ (propanoato de metilo).
b) Falsa. $CH_3-CHOH-CH_2-CH_3$ (butan-2-ol) + H_2SO_4/calor $\rightarrow$ $CH_3-CH=CH-CH_3$ (but-2-eno).
c) Verdadera. Prop-2-en-1-ol ($CH_2OH-CH=CH_2$) tiene como fórmula molecular C_3H_6O, igual que la propanona ($CH_3-CO-CH_3$).
d) Verdadera. $CH_3-CH_2-CH_2=CH-CH_3$ (pent-2-eno) + $Br_2 \rightarrow CH_3-CH_2-CHBr-CHBr-CH_3$ (2,3-dibromopentano).

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

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

a) pH = − log[H_3O^+] = 2,42; [H_3O^+] = $3{,}8 \times 10^{-3}$ M.

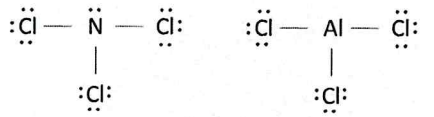
	HNO_2	+ H_2O ⇆	NO_2^-	+ H_3O^+
Inicial	c_0		0	0
Equilibrio	$c_0 - 3{,}8\times10^{-3}$		$3{,}8\times10^{-3}$	$3{,}8\times10^{-3}$

Ka = [NO_2^-]·[H_3O^+] / [HNO_2]; $4{,}5\times10^{-4} = (3{,}8\times10^{-3})^2 / (c_0 - 3{,}8\times10^{-3})$; $c_0 = 0{,}036\ mol \cdot L^{-1}$.
b) $\alpha = x / c_0 = 3{,}8\times10^{-3} / 0{,}036 = 0{,}11$.
c) n(NaOH) = 0,500 / 40 = 0,0125 mol; n(HNO_2) = 0,036 × 0,2 = $7{,}2\times10^{-3}$ mol. $HNO_2 + NaOH \rightarrow NaNO_2 + H_2O$. Hay un exceso de NaOH, $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$; pH básico.

QUÍMICA
SOLUCIONES

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

a)



b) NCl_3: fuerzas dipolo-dipolo, ya que tiene enlaces polares y sus momentos dipolares no se anulan por geometría y fuerzas de dispersión (fuerzas de London).
$AlCl_3$: fuerzas de dispersión (fuerzas de London), ya que aunque tiene enlaces polares sus momentos dipolares se anulan por geometría.

c) N: sp^3, 3 pares de electrones enlazantes y 1 par de electrones libres; Al: sp^2, 3 pares de electrones enlazantes y no tiene electrones libres.

B.2.- Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

a) CH_3-Cl + → $-CH_3$ + HCl. Sustitución.

b) $CH_2OH-CH=CH-C(OH)=CH_2$; $CH_3-CO-C\equiv CH$; $CH_3-CH(C_6H_5)-CH_2-CH(CH_3)-CH_2OH$.

c) Propanona (acetona): $CH_3-CO-CH_3$. Propanal: CH_3-CH_2-CHO. Prop-2-en-1-ol: $CH_2=CH-CH_2OH$. Etenil metil éter: $CH_2=CH-O-CH_3$. Válida la respuesta para enoles.

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

B.3.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

a) HF y HCN son ácidos y sus disoluciones son las que tienen un menor pH (pH ácido). De estos, la disolución con menor pH es la del compuesto que tiene mayor Ka, es decir, la de HF. NH_3 es una base débil y su disolución es la que tiene un mayor pH (pH básico). NaCl es una sal de ácido fuerte y base fuerte y su disolución tiene pH neutro. Por lo tanto, el orden creciente de pH es: HF < HCN < NaCl < NH_3.

b) $n_a = n_b$; $M_a \cdot V_a = M_b \cdot V_b$; $0{,}075 \times M_a = 0{,}15 \times 0{,}100$; $M_a = 0{,}20$ M.

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

a) $n(PCl_5) = 5{,}0 / 208{,}5 = 0{,}024$ mol.

	PCl_5 (g)	⇆	PCl_3 (g)	+	Cl_2 (g)
n_0	0,024		0		0
n_{eq}	$0{,}024\,(1-\alpha)$		$0{,}024\alpha$		$0{,}024\alpha$

$n_T = p_T V/RT = (2{,}0 \times 1{,}0) / (0{,}082 \times 573)$; $0{,}042 = 0{,}024\,(1-\alpha) + 0{,}024\alpha + 0{,}024\alpha = 0{,}043$; $\alpha = 0{,}75$.

b) $p(PCl_5) = x(PCl_5) \cdot p_T = (0{,}006 / 0{,}042) \times 2{,}0 = 0{,}28$ atm.
$p(PCl_3) = p(Cl_2) = x(PCl_3) \cdot p_T = (0{,}018 / 0{,}042) \times 2{,}0 = 0{,}86$ atm.

c) $Kp = p(PCl_3) \cdot p(Cl_2) / p(PCl_5) = 0{,}86^2 / 0{,}28 = 2{,}6$; $Kp = Kc \cdot (RT)^{\Delta n}$, con $\Delta n = 1$, $Kc = 2{,}6 / (0{,}082 \times 573) = 0{,}055$.

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

a) $E^0_{proceso} = E^0_{cátodo} - E^0_{ánodo} = 0{,}34 - 1{,}23 = -0{,}89$ V < 0, por tanto, la reacción no es espontánea.

b) Ánodo (oxidación): $2\,H_2O \rightarrow O_2 + 4\,H^+ + 4\,e^-$
Cátodo (reducción): $Cu^{2+} + 2\,e^- \rightarrow Cu$

c) La reacción de reducción se multiplica por 2.
Reacción global: $2\,Cu^{2+} + 2\,H_2O \rightarrow 2\,Cu + O_2 + 4\,H^+$.
$n(Cu^{2+}) = (I \times t) / (F \times n) = (0{,}50 \times 4 \times 3600) / (96485 \times 2) = 0{,}037$ mol;
$m(Cu^{2+}) = 0{,}037 \times 63{,}5 = 2{,}5$ g.