



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
PRUEBA DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD PARA MAYORES DE 25 AÑOS
Curso **2008-2009**

MATERIA: QUÍMICA

INSTRUCCIONES GENERALES Y VALORACIÓN

La prueba consta de dos partes. En la **primera parte** se propone un conjunto de cinco cuestiones de las que el alumno resolverá únicamente tres. La **segunda parte** consiste en dos opciones de problemas, A y B. Cada una de ellas consta de dos problemas; el alumno podrá optar por una de las opciones y resolver los dos problemas planteados en ella, sin que pueda elegir un problema de cada opción. Cada cuestión o problema puntuará sobre un máximo de dos puntos. No se contestará ninguna pregunta en este impreso.

TIEMPO: una hora y treinta minutos

PRIMERA PARTE

Cuestión 1. – Dados dos elementos, uno con número atómico 17 y otro situado en el tercer periodo y grupo 2:

- Escriba sus configuraciones electrónicas.
- Deduzca el periodo y el grupo al que pertenece el primer elemento y el número atómico del segundo elemento.
- Escriba los cuatro números cuánticos del último electrón (electrón diferenciador) de cada elemento.
- Razone cuál será el elemento con mayor radio atómico.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 2.– Dadas las moléculas ICl, H₂O, CH₄ y BCl₃.

- Escriba sus estructuras de Lewis.
- Justifique sus geometrías.
- Justifique qué moléculas son polares.
- Justifique cuál es el enlace con mayor distancia interatómica.

Datos.-Números atómicos: I = 53, Cl = 17, H = 1, O = 16, C = 12 y B = 5.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 3.– Dadas las constantes de acidez de las especies químicas CH₃COOH, HF, HSO₄⁻ y NH₄⁺

- Ordene las cuatro especies en una secuencia de mayor a menor acidez.
- Escriba sus correspondientes reacciones de disociación ácida en disolución acuosa.
- Identifique sus bases conjugadas y ordénelas de mayor a menor basicidad.
- Escriba la reacción de transferencia protónica entre la especie química más ácida y la más básica de sus bases conjugadas.

Datos.- $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5}$; $K_a(\text{HF}) = 7,2 \times 10^{-4}$; $K_a(\text{HSO}_4^-) = 1,2 \times 10^{-2}$; $K_a(\text{NH}_4^+) = 5,5 \times 10^{-10}$.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 4.– Dado el equilibrio $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$

- Escriba la expresión de la constante de equilibrio K_p .
- Explique cómo se modificará el equilibrio al añadir más carbono.
- Indique los números de oxidación de las especies que intervienen e identifique el agente oxidante y el reductor.
- Determine hacia donde se desplazará el equilibrio, si se aumenta la presión total del sistema.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 5.– Para cada una de las siguientes reacciones, indique el tipo de reacción orgánica y nombre todos los compuestos orgánicos indicados que participan en ellas.

- a) $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_3$
- b) $\text{CH}_3\text{-}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{Br} + \text{KOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{-}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$
- c) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{-COOH}$
- d) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{catalizador}} \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$

Puntuación máxima por apartado 0,5 puntos.

SEGUNDA PARTE

OPCIÓN A

Problema 1.– En la reacción de combustión del etanol se produce $\text{CO}_2(\text{g})$ y $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$. Sabiendo que el etanol tiene una densidad de $0,79 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$, calcule:

- a) La entalpía estándar de combustión del etanol líquido a partir de las siguientes entalpías estándar de formación: $\Delta H_f^\circ \text{CO}_2(\text{g}) = -393 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -294 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ \text{etanol}(\text{l}) = -277 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- b) La energía desprendida en la combustión de 20 mL de etanol, teniendo en cuenta la estequiometría de la reacción.
- c) El volumen de oxígeno necesario para la combustión de 20 mL de etanol, medido a 37°C y 5 atmósferas de presión.

Datos.- Masas atómicas : C = 12 ; O = 16 y H = 1; R = $0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

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

Problema 2.– Se prepara una disolución ácida disolviendo 0,1 moles de ácido acético ($\text{CH}_3\text{-COOH}$) en 1 L de agua. Calcule:

- a) El pH de la disolución.
- b) Los gramos de HClO_4 que se deberían disolver en 1 L de agua para conseguir una disolución de igual pH al de la disolución de ácido acético.

Datos: $K_a = 1,8\cdot 10^{-5}$; masas atómicas: Cl = 35,5; O = 16; H = 1

Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

OPCIÓN B

Problema 1.– Una mezcla estequiométrica de 3 moles de N_2 y 9 moles de H_2 se calienta en un reactor de 100 L a 650°C , encontrándose que el equilibrio $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ se ha completado cuando se han obtenido 4,26 moles de amoníaco. Calcule:

- a) La cantidad en gramos de N_2 y de H_2 en el equilibrio.
- b) La constante de equilibrio K_c .
- c) La presión total en el reactor cuando se ha alcanzado el equilibrio

Datos.- Masas atómicas : N = 14 y H = 1 R = $0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

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

Problema 2.– La electrólisis de una disolución acuosa de CuCl_2 en medio neutro origina $\text{Cu}(\text{s})$ y $\text{Cl}_2(\text{g})$.

- a) Escriba las semireacciones iónicas en el cátodo y en el ánodo.
- b) Escriba la reacción global del proceso.
- c) Calcule el potencial estándar correspondiente a la reacción global.
- d) Calcule el volumen de cloro gaseoso, a 25°C y 1 atm, y la masa de cobre metálico obtenidos al cabo de una hora, cuando se aplica una corriente de 3 A.

Datos.- Masas atómicas : Cl = 35,5 y Cu = 63,5 ; F = $96500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$; R = $0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
 $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$ y $E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1,36 \text{ V}$

Puntuación máxima por apartado: 0,5 punto.

MATERIA: QUÍMICA
CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

Cada cuestión se podrá calificar con un máximo de 2 puntos; por ello, la máxima puntuación que se podrá alcanzar en la PRIMERA PARTE será de 6 puntos. Cada problema se podrá calificar igualmente con un máximo de dos puntos, por lo que la SEGUNDA PARTE podrá tener una puntuación máxima de 4 puntos.

Si se han contestado más de tres cuestiones, únicamente deberán corregirse las tres que se encuentren en primer lugar.

Si se resuelven problemas de más de una opción, únicamente se corregirán los de la opción a la que corresponda el problema resuelto 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:

CUESTIONES

- Cuestión 1.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.
Cuestión 2.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.
Cuestión 3.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.
Cuestión 4.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.
Cuestión 5.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.

PROBLEMAS

Opción A

- Problema 1.- 0,75 puntos apartados a) y c), y 0,5 puntos apartado b).
Problema 2.- 1 punto cada uno de los apartados.

Opción B

- Problema 1.- 1 punto apartado a) y 0,5 puntos apartados b) y c).
Problema 2.- 0,5 puntos cada uno de los apartados.

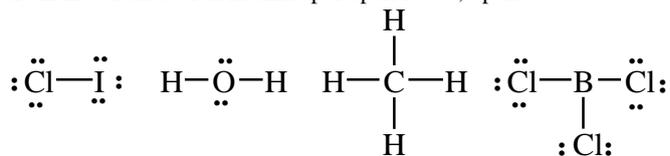
SOLUCIONES

(ORIENTACIONES PARA EL CORRECTOR)

Cuestión 1.— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- Elemento con $Z = 17$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. El elemento del tercer período y grupo 2: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$.
- El elemento $Z = 17$ pertenece al tercer periodo y al grupo 17 (VII A ó halógenos), ya que su último electrón es el $3p^5$. El segundo elemento tiene un $Z = 12$.
- Elemento con $Z = 17$: $(3, 1, -1, \pm 1/2)$ ó $(3, 1, 0, \pm 1/2)$ ó $(3, 1, 1, \pm 1/2)$
Elemento del tercer período y del grupo 2: $(3, 0, 0, \pm 1/2)$
- Como los dos elementos están situados en el mismo periodo, el elemento $Z = 12$ tiene mayor radio atómico porque está situado más a la izquierda. (También se puede aceptar la justificación por la menor carga nuclear efectiva).

Cuestión 2.— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.



- CH_4 C: Hibridación sp^3 . Molécula tetraédrica.
 H_2O O: Hibridación sp^3 . Molécula angular.
ICI Cl: Molécula lineal.
 BCl_3 B: Hibridación sp^2 . Molécula triangular plana.
- ICI y H_2O porque aunque todas las moléculas tienen enlaces polares, en el caso de CH_4 y BCl_3 se compensa la polaridad por geometría.
- I-Cl porque el I es el único que pertenece al quinto periodo y tiene mayor tamaño.

Cuestión 3.— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- $\text{HSO}_4^- > \text{HF} > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{NH}_4^+$
- $\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$ ó $\text{HSO}_4^- \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$
 $\text{HF} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{F}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ó $\text{HF} \rightleftharpoons \text{F}^- + \text{H}^+$
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ó $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$
 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ ó $\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}^+$
- $\text{NH}_3 > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{F}^- > \text{SO}_4^{2-}$
- $\text{HSO}_4^- + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{NH}_4^+$

Cuestión 4.— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- $K_p = p(\text{CO}) \cdot p(\text{H}_2) / p(\text{H}_2\text{O})$.
- Al aumentar la cantidad de carbono el equilibrio no se modifica, porque es un sólido.
- Números de oxidación son C (0), CO (C 2+, O 2-), H_2O (H 1+, O 2-) y H_2 (0). C es el reductor, porque se oxida a CO y H_2O es el oxidante, porque se reduce a H_2 .
- Aumentar la presión total del sistema es equivalente a disminuir el volumen total de la mezcla y el equilibrio se desplazará hacia donde se producen menos moléculas gaseosas (hacia la izquierda).

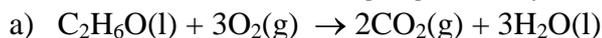
Cuestión 5.— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- Reacción de adición
Propeno; 2-cloropropano o cloruro de isopropilo
- Reacción de sustitución
1-bromo-3-metilbutano; 3-metil-1-butanol
- Reacción de oxidación
Etanol; ácido etanoico o ácido acético
- Reacción de sustitución
Benceno; bromobenceno o bromuro de fenilo.

Soluciones a los problemas:

OPCIÓN A

Problema 1.— Puntuación máxima por apartado: a) y c) 0,75 puntos; b) 0,5 puntos



$$\Delta H^\circ (\text{combustión}) = 2 \cdot (-393) + 3 \cdot (-294) - (-277) = -1391 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

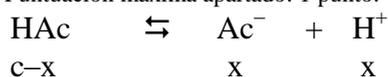
b) $20\text{mL} \cdot (0,79) \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1} \cdot (1/46) \text{ mol}\cdot\text{g}^{-1} \cdot 1391 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} = 477,8 \text{ kJ}$

c) $20\text{mL} \cdot (0,79) \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1} \cdot (1/46) \text{ mol}\cdot\text{g}^{-1} = 0,34 \text{ moles de etanol}$

$$0,34 \cdot 3 = 1,03 \text{ moles de oxígeno}$$

$$PV=nRT; 5 \cdot V = 1,03 \cdot 0,082 \cdot 310; V = 5,2 \text{ L}$$

Problema 2.— Puntuación máxima apartado: 1 punto.



a) $K = \frac{x \cdot x}{(c-x)}$; $x^2/(0,1-x) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ x despreciable frente a 0,1

$$x = 0,0013; [\text{H}^+] = 0,0013 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \Rightarrow \text{pH} = 2,89$$

b) $[\text{HClO}_4] = [\text{H}^+] = 0,0013 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; $M(\text{HClO}_4) = 100,5 \text{ g/mol}$; $g\text{HClO}_4 = 0,0013 \times 100,5 = 0,13 \text{ g}$

OPCIÓN B

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



$$\begin{array}{ccccccc} \text{Moles equilibrio} & & 3-x & & 9-3x & & 2x \end{array}$$

$$2x = 4,26 \text{ moles}; x = 2,13 \text{ moles.}$$

$$\text{moles de N}_2 = 3 - 2,13 = 0,87 \text{ moles}; g \text{ de N}_2 = 0,87 \text{ mol} \cdot 28 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 24,36 \text{ g de N}_2$$

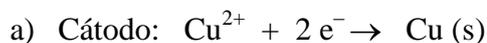
$$\text{moles de H}_2 = 9 - 3 \cdot 2,13 = 2,61 \text{ moles}; g \text{ de H}_2 = 2,61 \text{ mol} \cdot 2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 5,22 \text{ g de H}_2$$

b) $K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{([\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3)} = \frac{(4,26/100)^2}{((0,87/100) \cdot (2,61/100)^3)} = 11732$

c) $n (\text{total}) = 0,87 + 2,61 + 4,26 = 7,74 \text{ moles}$

$$P = nRT/V = (7,74 \cdot 0,082 \cdot 923) / 100 = 5,86 \text{ atm}$$

Problema 2.— Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.



c) $E^0 = E^0 (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^0 (\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 0,34 - 1,36 = -1,02 \text{ V}$

d) $n = 3 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} / 96500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,112 \text{ moles de e}^-$; moles de $\text{Cl}_2 = 0,112/2 = 0,056 \text{ moles}$

$$V (\text{Cl}_2) = nRT/P = 0,056 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm L mol}^{-1}\text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K} / 1 \text{ atm} = 1,368 \text{ L de Cl}_2$$

$$g(\text{Cu}) = 0,056 \text{ mol} \cdot 63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 3,556 \text{ g de Cu}$$