



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

## PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOGSE – JUNIO 2009

### QUÍMICA

#### INDICACIONES

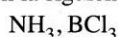
1. Debe elegir una opción completa de problemas. Si elige problemas de distintas opciones sólo se calificará el primero que se encuentre. Cada problema tendrá una calificación de 2 PUNTOS.
2. Debe elegir sólo tres cuestiones que debe responder de modo razonado; si elige más se le calificarán sólo las tres que primero figuren en el ejercicio. Cada cuestión tendrá una calificación de 2 PUNTOS.
3. Separe claramente unos problemas de otros y unas cuestiones de otras.

#### CUESTIONES [2 PUNTOS CADA UNA]

A. [2 PUNTOS] Dado el elemento  $Z = 19$ .

- a) Escriba su configuración electrónica en estado fundamental
- b) ¿Cuáles son los valores posibles que pueden tomar los números cuánticos de su electrón más externo en estado fundamental?
- c) Indique a qué grupo y periodo pertenece
- d) Escriba una configuración electrónica del elemento en estado excitado

B. [2 PUNTOS] En la siguiente pareja de moléculas, una es polar y la otra no:



- a) Explique razonadamente la geometría de estas moléculas.
- b) Indique razonadamente en cada pareja cuál es la molécula polar y cuál es la no polar.

DATOS: Números atómicos:  $H = 1$ ;  $N = 7$ ;  $B = 5$ ;  $Cl = 17$ .

C. [2 PUNTOS] Escribir las fórmulas de los siguientes compuestos orgánicos, así como formular y nombrar un posible isómero de cada uno de ellos.

- a) 3-metil-1-pentino
- b) p-diclorobenceno
- c) ácido 2-metilpropanoico
- d) dietilamina

D. [2 PUNTOS] Sea el equilibrio:  $\text{C (s)} + \text{CO}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2 \text{CO (g)} ; \Delta H = 119,8 \text{ kJ}$

Contestar razonadamente cómo modifica el equilibrio:

- a) Disminuir el número de moles de carbono
- b) Aumentar el número de moles de dióxido de carbono
- c) Disminuir la temperatura
- d) Aumentar la presión

E. [2 PUNTOS] Explica cómo construirías en el laboratorio una pila con electrodos de cinc y cobre.

$\text{Zn/Zn}^{2+} // \text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  (Justifica las respuestas)

- a) Haz el dibujo correspondiente
- b) ¿En que sentido circularán los electrones?
- c) ¿Cuáles son las especies oxidante y reductora?
- d) ¿Cuál será el potencial de la pila en condiciones estándar?

DATOS:  $E^\circ (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76 \text{ V}$

$E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0.34 \text{ V}$

## PROBLEMAS [2 PUNTOS CADA UNO]

### Opción de problemas I

**I-1.** Una mezcla de 2,5 moles de nitrógeno y 2,5 moles de hidrógeno se colocan en un reactor de 25,0 litros y se calienta a 400 °C. En el equilibrio ha reaccionado el 5% del nitrógeno. Calcula:

a) [1,5 PUNTOS] Los valores de la constante de equilibrio  $K_c$  y  $K_p$ , a 400 °C para la reacción



b) [0,5 PUNTOS] Las presiones parciales de los gases en el equilibrio.

**I-2.** Una disolución acuosa de una base débil, BOH, de concentración 0,04 M, tiene un grado de disociación de 0,0012. Calcula:

a) [1 PUNTO] El pH de la disolución.

b) [1 PUNTO] La constante de disociación de la base

### Opción de problemas II

**II-1.** En la combustión completa en condiciones estándar de 6 litros de eteno ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), medidos a 27 °C y 740 mm de Hg, se desprenden 314,16 kJ, quedando el agua en estado gaseoso. Calcula:

a) [0,5 PUNTOS] La entalpía de combustión del eteno.

b) [1 PUNTO] La entalpía de formación a 298 K del eteno.

c) [0,5 PUNTOS] La variación de entropía a 298 K para el proceso de combustión considerado (para los 6 litros de eteno).

DATOS:  $\Delta G^\circ$  para la combustión del eteno = -1314,15 kJ/mol

$\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5 \text{ kJ/mol}$

$\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = -241,8 \text{ kJ/mol}$

**II-2.** En un proceso de electrolisis de cloruro de sodio, NaCl (fundido) se depositan 5 g de sodio en el cátodo. Calcular:

a) [1 PUNTO] Los moles de cloro gaseoso que se desprenden en el ánodo

b) [1 PUNTO] El volumen que ocupa este gas a una presión de 1 atmósfera y a la temperatura de 298 K.

DATOS: Masas atómicas: Na = 23; Cl = 35,5.

## SOLUCIÓN EXAMEN JUNIO 2009

### CUESTIONES

A.- (2 p) Dado el elemento  $Z = 19$ .

a) Escriba su configuración electrónica en estado fundamental



b) ¿Cuáles son los valores posibles que pueden tomar los números cuánticos de su electrón más externo en estado fundamental?

El electrón más externo es el que ocupa el subnivel  $4s$ . Este electrón podría tener dos combinaciones de números cuánticos posibles, que se diferencian únicamente en el valor del número cuántico de spin ( $s$ ). Las dos posibles combinaciones son:  $(4, 0, 0, \frac{1}{2})$  o  $(4, 0, 0, -\frac{1}{2})$

c) Indique a qué grupo y periodo pertenece

**Pertenece al grupo 1 o grupo de los elementos alcalinos**, ya que presenta una configuración en el nivel de valencia de tipo  $ns^1$ . **Pertenece al cuarto período**, ya que este es el nivel de energía más alto ocupado en estado fundamental.

d) Escriba una configuración electrónica del elemento en estado excitado

Serviría cualquier configuración en la que uno o más electrones del átomo ocupen orbitales de mayor energía habiendo orbitales de menor energía, vacíos o semiocupados.

Por ejemplo:  **$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4p^1$**

B.- (2 p) En la siguiente pareja de moléculas, una es polar y la otra no:  $NH_3$  y  $BCl_3$

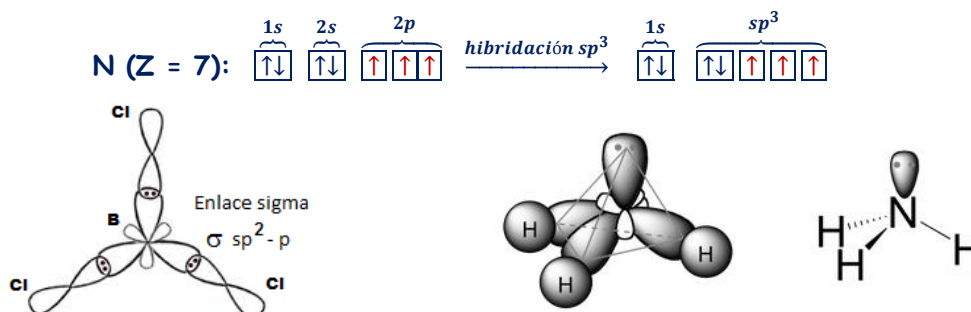
**DATOS:**      Números atómicos:  $H = 1$ ;  $N = 7$ ;  $B = 5$ ;  $Cl = 17$ .

a) Explique razonadamente la geometría de estas moléculas.

En el tricloruro de boro el boro presenta una hibridación  $sp^2$ , por lo que debido a la geometría triangular plana de estos orbitales híbridos, la molécula tiene geometría triangular plana.

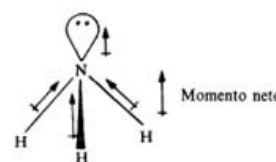


En el amoníaco el nitrógeno presenta una hibridación  $sp^3$ , por lo que debido a la distribución tetraédrica de estos orbitales, la geometría de la molécula es de pirámide de base triangular, ya que uno de los orbitales híbridos está ocupado por un par de electrones no enlazantes.



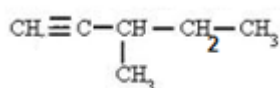
b) Indique razonadamente en cada pareja cuál es la molécula polar y cuál es la no polar.

Ambas moléculas presentan enlaces polares debido a la diferencia de electronegatividad entre Cl y B, y entre N e H. Sin embargo, la molécula de tricloruro de boro es apolar, ya que debido a la geometría simétrica de su estructura el momento dipolar de la molécula es nulo, mientras que la molécula de amoníaco es polar, ya que debido a su geometría piramidal presenta un momento dipolar molecular neto.

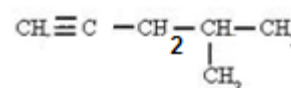


C.- (2 p) Escribir las fórmulas de los siguientes compuestos orgánicos, así como formular y nombrar un posible isómero de cada uno de ellos.

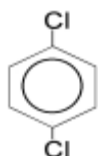
a) 3-metil-1-pentino



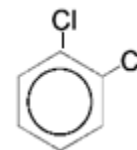
Isómero (de posición): 4-metil-1-pentino



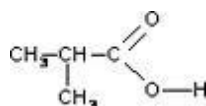
b) p-diclorobenceno



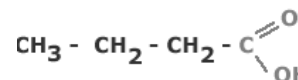
Isómero (de posición): m-diclorobenceno



c) ácido 2-metilpropanoico



Isómero (de cadena): ácido butanoico



d) dietilamina



Isómero (de cadena): metilpropilamina  $\text{CH}_3-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

D.- (2 p) Sea el equilibrio:  $\text{C (s)} + \text{CO}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2 \text{CO (g)}$ ;  $\Delta H = 119,8 \text{ kJ}$

Contestar razonadamente cómo modifica el equilibrio:

a) Disminuir el número de moles de carbono

**No se modifica el equilibrio** (mientras haya carbono suficiente para mantenerlo), ya que se trata de un equilibrio heterogéneo sólido-gas y el carbono es sólido.

b) Aumentar el número de moles de dióxido de carbono

**El equilibrio se desplaza hacia la derecha**, ya que de este modo disminuye la cantidad de dióxido de carbono de acuerdo al principio de Le Chatelier.

c) Disminuir la temperatura

Una disminución de la temperatura desplaza el equilibrio, de acuerdo al principio de Le Chatelier, en el sentido exotérmico, por lo que este equilibrio **se desplaza hacia la izquierda**.

d) Aumentar la presión

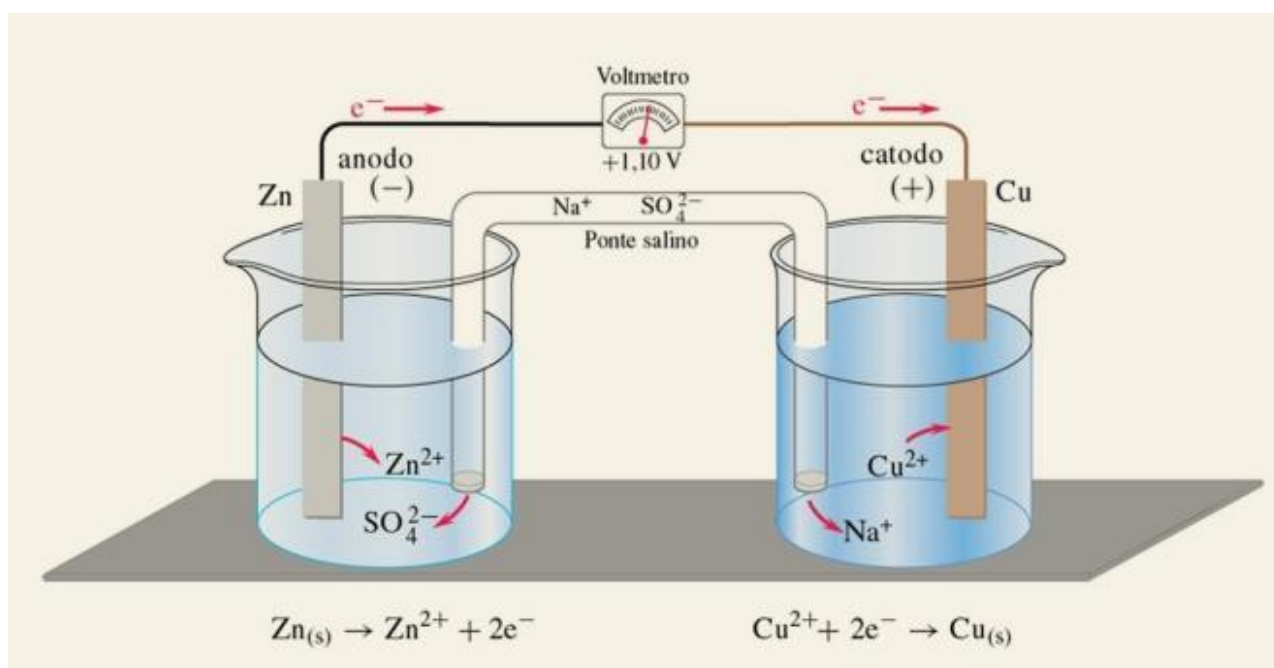
Un aumento de la presión desplaza el equilibrio, de acuerdo al principio de Le Chatelier, en el sentido en el que disminuye el número de moles de gas, por lo que este equilibrio **se desplaza hacia la izquierda**.

E.- (2 p) Explica cómo construirías en el laboratorio una pila con electrodos de cinc y cobre.  $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}//\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  (Justifica las respuestas)

DATOS:  $E^\circ (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76 \text{ V}$ ;  $E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0.34 \text{ V}$

- Haz el dibujo correspondiente
- ¿En qué sentido circularán los electrones?
- ¿Cuáles son las especies oxidante y reductora?
- ¿Cuál será el potencial de la pila en condiciones estándar?

Para preparar la pila necesitamos dos láminas metálicas: una de cinc sumergida en una disolución de una sal de  $\text{Zn}^{2+}$  (por ejemplo sulfato de cinc) y otra de cobre sumergida en una disolución de una sal de  $\text{Cu}^{2+}$  (por ejemplo sulfato de cobre (II)). Si queremos medir el potencial estándar de la pila ambas disoluciones deben ser 1 M en los respectivos iones metálicos. Necesitamos cable conductor para unir ambos electrodos y un dispositivo que nos permita observar el paso de corriente (por ejemplo un voltímetro). Para finalizar necesitamos un tubo en forma de U lleno de una disolución de una sal neutra (sulfato de sodio, por ejemplo), cerrado en sus extremos con algodón y sumergidos en cada una de las disoluciones (puente salino).



El electrodo de cobre, debido a su mayor potencial, actuará de cátodo. En este electrodo se produce la reducción de los iones  $\text{Cu}^{2+}$  a cobre metálico, por lo que los iones  $\text{Cu}^{2+}$  son el oxidante del proceso.

El electrodo de cinc actuará de ánodo y en él se produce la oxidación del cinc metálico a iones  $\text{Zn}^{2+}$ , por lo que el cinc metálico actuará de reductor del proceso.

Los electrones circulan del ánodo hacia el cátodo.

El potencial de la pila en condiciones estándar será:

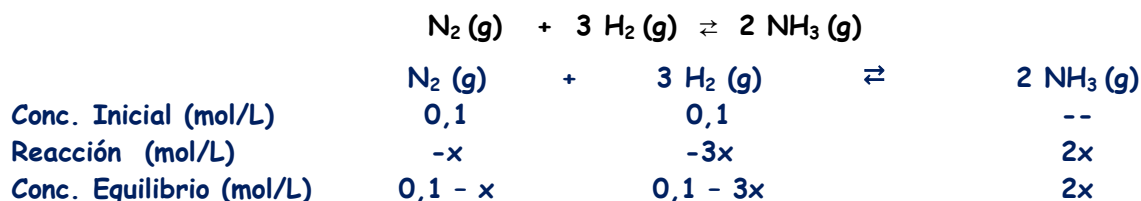
$$E_{\text{pila}}^0 = E_{\text{cátodo}}^0 - E_{\text{ánodo}}^0 = 0,34 - (-0,76) = 1,10 \text{ V}$$

## PROBLEMAS

### Opción de problemas I

1.1.- Una mezcla de 2,5 moles de nitrógeno y 2,5 moles de hidrógeno se colocan en un reactor de 25,0 litros y se calienta a 400 °C. En el equilibrio ha reaccionado el 5% del nitrógeno. Calcula:

a) (1,5 p) Los valores de la constante de equilibrio  $K_c$  y  $K_p$ , a 400 °C para la reacción



$$x = 0,1 \cdot 5\% = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3} = \frac{[2x]^2}{[0,1 - x] \cdot [0,1 - 3x]^3} = \frac{[10^{-2}]^2}{[0,1 - 5 \cdot 10^{-3}] \cdot [0,1 - 1,5 \cdot 10^{-2}]^3} = 1,714$$

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n} \Rightarrow K_p = 1,714 \cdot (0,082 \cdot 673)^{-2} = 5,63 \cdot 10^{-4}$$

b) (0,5 p) Las presiones parciales de los gases en el equilibrio.

Presiones parciales en el equilibrio:

$$P_{\text{N}_2} = [\text{N}_2] \cdot R \cdot T = (0,1 - 5 \cdot 10^{-3}) \cdot 0,082 \cdot 673 = 5,24 \text{ atm}$$

$$P_{\text{H}_2} = [\text{H}_2] \cdot R \cdot T = (0,1 - 1,5 \cdot 10^{-2}) \cdot 0,082 \cdot 673 = 4,69 \text{ atm}$$

$$P_{\text{NH}_3} = [\text{NH}_3] \cdot R \cdot T = (1 \cdot 10^{-2}) \cdot 0,082 \cdot 673 = 0,552 \text{ atm}$$

1.2.- Una disolución acuosa de una base débil, BOH, de concentración 0,04 M, tiene un grado de disociación de 0,0012. Calcula:

a) (1 p) El pH de la disolución.



$$x = 0,04 \cdot 0,0012 = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} \Rightarrow pOH = -\log [\text{OH}^-] = -\log x = -\log 4,8 \cdot 10^{-5} = 4,32$$

$$pH = 14 - pOH = 9,68$$

b) (1 p) La constante de disociación de la base.

$$K_b = \frac{[\text{B}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{BOH}]} = \frac{x^2}{(0,04 - x)} = \frac{(4,8 \cdot 10^{-5})^2}{(0,04 - 4,8 \cdot 10^{-5})} = 5,77 \cdot 10^{-8}$$

## Opción de problemas II

2.1.- En la combustión completa en condiciones estándar de 6 litros de eteno ( $C_2H_4$ ), medidos a  $27^\circ C$  y 740 mm de Hg, se desprenden 314,16 kJ, quedando el agua en estado gaseoso. Calcula:

**DATOS:**  $\Delta G$  combustión del eteno = -1314,15 kJ/mol  $\Delta H^\circ_f (CO_2(g)) = -393,5$  kJ/mol  
 $\Delta H^\circ_f (H_2O(g)) = -241,8$  kJ/mol

a) (0,5 p) La entalpía de combustión del eteno.

Calculamos a cuantos moles de eteno corresponden los 6 L:

$$n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{(740/760) \cdot 6}{0,082 \cdot 300} = 0,237 \text{ mol}$$

Por lo tanto, la entalpía de combustión del butano es:

$$\Delta H_{\text{combustión}} = \frac{-314,16 \text{ kJ}}{0,237 \text{ mol}} = -1325,57 \text{ kJ/mol}$$

b) (1 p) La entalpía de formación a 298 K del eteno.

Calculamos la entalpía de formación del eteno a partir de la entalpía de combustión:



$$\Delta H^\circ = \sum n_p \cdot (\Delta H^\circ_f)_p - \sum n_r \cdot (\Delta H^\circ_f)_r$$

$$\Delta H^\circ = 2 \cdot (\Delta H^\circ_f)_{CO_2(g)} + 2 \cdot (\Delta H^\circ_f)_{H_2O(g)} - (\Delta H^\circ_f)_{C_2H_4(g)} - 3 \cdot (\Delta H^\circ_f)_{O_2(g)}$$

$$-1325,57 = 2 \cdot (-393,5) + 2 \cdot (-241,8) - (\Delta H^\circ_f)_{C_2H_4(g)} - 3 \cdot 0 \Rightarrow (\Delta H^\circ_f)_{C_2H_4(g)} = 54,97 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

c) (0,5 p) La variación de entropía a 298 K para el proceso de combustión considerado (para los 6 litros de eteno).

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S \Rightarrow \Delta S = \frac{\Delta H - \Delta G}{T} = \frac{-1325,57 - (-1314,15)}{298} = -3,83 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kJ}}{\text{mol} \cdot K}$$

Para los 6 L:

$$\Delta S = -3,83 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kJ}}{\text{mol} \cdot K} \cdot 0,237 \text{ mol} = -9,08 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/K}$$

2.2.- En un proceso de electrólisis de cloruro de sodio, NaCl (fundido) se depositan 5 g de sodio en el cátodo. Calcular:

**DATOS:** Masas atómicas: Na = 23; Cl = 35,5.

a) (1 p) Los moles de cloro gaseoso que se desprenden en el ánodo

En el cátodo de la celda electrolítica tiene lugar la reducción de los iones sodio a sodio metálico:



Calculamos la cantidad de electricidad que ha tenido que pasar por la celda para que se depositen 5 g de sodio:

$$\frac{23 \text{ g Na}}{1 F} = \frac{5 \text{ g Na}}{Q} \Rightarrow Q = 0,217 F$$

Esta misma carga pasa por al ánodo, donde tiene lugar la oxidación de los iones cloruro, desprendiéndose cloro molecular:



La cantidad de cloro desprendida es:

$$\frac{1 \text{ mol de } Cl_2}{2 F} = \frac{x \text{ mol de } Cl_2}{0,217 F} \Rightarrow x = 0,1085 \text{ moles de } Cl_2 \text{ desprendidos}$$

b) (1 p) El volumen que ocupa este gas a una presión de 1 atmósfera y a la temperatura de 298 K.

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} = \frac{0,1085 \cdot 0,082 \cdot 298}{1} = 2,65 L$$