

UNIVERSIDADES DE ASTURIAS / P.A.U. – LOGSE – JULIO 2017 / ENUNCIADOS
OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Para la reacción química general $A + B \rightarrow C + D$, a una temperatura determinada, la velocidad inicial de desaparición de A varía con las concentraciones iniciales de los reactivos en la forma que se indica en la tabla:

Experimento	$[A]_0$ (M)	$[B]_0$ (M)	Velocidad inicial ($M \cdot s^{-1}$)
1	0,2	0,2	$2,32 \cdot 10^{-4}$
2	0,8	0,2	$9,28 \cdot 10^{-4}$
3	1,2	1,2	$8,35 \cdot 10^{-3}$

a) Determina la ecuación de velocidad para la reacción, indicando el orden de reacción parcial respecto del reactivo A y del reactivo B.

b) Calcula el valor de la constante de velocidad, k, e indica sus unidades.

Resultado: a) $A = 1$; $B = 1$; b) $k = 5,8 \cdot 10^{-3} L \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$.

PROBLEMA 1.- Calcula el pH de la disolución resultante de diluir 10 mL de una disolución acuosa de amoníaco, NH_3 , al 10% en masa de amoníaco y densidad $0,98 g \cdot mL^{-1}$, con agua hasta un volumen final de la disolución de 1 L.

DATOS. $K_b(NH_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$; $A_r(N) = 14$ u; $A_r(H) = 1$ u.

Resultado: pH = 11,127.

CUESTIÓN 2.- Indica el material de laboratorio necesario para realizar la determinación de la concentración de H_2O_2 en el agua oxigenada comercial, utilizando una disolución de permanganato de potasio.

CUESTIÓN 3.- A). Para el elemento X, caracterizado por pertenecer al grupo 15 y al período 4 de la tabla periódica

a) Escribe la configuración electrónica en el estado fundamental.

b) Indica su número atómico.

c) Indica el número de electrones desapareados que presenta en el estado fundamental.

d) Escribe la configuración electrónica del anión X^{3-} en estado fundamental.

B) Justifica la diferencia en los valores de las temperaturas normales de ebullición del NH_3 (239,8 K) y del NF_3 (144,1 K), si las dos moléculas presentan la misma estructura molecular (pirámide trigonal) y las dos son polares.

CUESTIÓN 4.- A) Deduce el carácter polar, o no polar, de la molécula $BeCl_2$, que presenta una geometría molecular lineal.

B) Nombra y escribe las fórmulas semidesarrolladas de los compuestos orgánicos que intervienen en las siguientes reacciones químicas:

a) Oxidación de 2-propanol (propan-2-ol) con dicromato, $Cr_2O_7^{2-}$, en medio ácido.

b) Deshidratación del etanol en presencia de ácidos fuertes.

OPCIÓN B

PROBLEMA 1.- En un recipiente cerrado de 2 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introducen 0,5 moles de SO_2 (g), 0,2 moles de O_2 (g) y 0,5 moles de SO_3 (g). La mezcla gaseosa se calienta a 1000 K, alcanzándose el equilibrio representado por la reacción:

$2 SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 SO_3(g)$. En el equilibrio, la presión parcial de SO_2 (g) es de 10 atm.

a) Indica, de forma razonada, el sentido en el que evolucionará el sistema para alcanzar el equilibrio.

b) Calcula el valor de K_c para la reacción en equilibrio a 1000 K, tal y como está escrita.

DATO. $R = 0,082 atm \cdot L \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$.

Resultado: a) Derecha; b) $K_c = 266,66$.

CUESTIÓN 1.- Se construye una pila voltaica con los siguientes electrodos:

a) Una tira de cobre sumergida en una disolución acuosa de Cu^{2+} (ac) 1 M;

b) Una tira de plata sumergida en una disolución acuosa de Ag^+ (ac) 1 M.

i) Escribe las semirreacciones de oxidación y de reducción que se producen, de forma espontánea, durante el funcionamiento de la pila. Calcula el potencial estándar de la pila.

ii) Dibuja un esquema de la pila indicando el ánodo, el cátodo y el sentido en el que fluyen los electrones cuando funciona la pila.

DATOS. $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$ $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$.

Resultado: b) f.e.m. = 0,46 V.

CUESTIÓN 2.- En la realización de una volumetría ácido-base para determinar la concentración de ácido acético, CH_3COOH , en una disolución acuosa, 10 mL de la disolución acuosa del ácido se diluyen con 50 mL de agua. La neutralización exacta de esta disolución consume 15 mL de disolución acuosa de hidróxido de sodio, NaOH , 0,05 M.

a) Calcula la concentración del ácido acético en la disolución inicial.

b) Indica el nombre del material de laboratorio en el que se alojaría la disolución acuosa de hidróxido de sodio.

Resultado: a) $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$; b) Bureta.

CUESTIÓN 3.- A) Indica el número cuántico, y sus posibles valores, que representa según la teoría mecanocuántica:

i) La energía de un orbital;

ii) La orientación espacial de un orbital.

B) Los elementos X e Y ocupan las posiciones de la tabla periódica que se indican a continuación: X periodo = 4, grupo = 13; Y periodo = 4, grupo = 17. Indica el elemento que presentará el valor más alto del radio atómico. Justifica la respuesta.

CUESTIÓN 4.- A) Indica el tipo de hibridación del átomo central en las siguientes moléculas:

i) SiCl_4 (geometría tetraédrica);

ii) HCN (geometría lineal).

B. Identifica y nombra los grupos funcionales presentes en los siguientes compuestos:

i) $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_3$; ii) $\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$;

iii) $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_3$.

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Para la reacción química general $A + B \rightarrow C + D$, a una temperatura determinada, la velocidad inicial de desaparición de A varía con las concentraciones iniciales de los reactivos en la forma que se indica en la tabla:

Experimento	$[A]_0$ (M)	$[B]_0$ (M)	Velocidad inicial ($M \cdot s^{-1}$)
1	0,2	0,2	$2,32 \cdot 10^{-4}$
2	0,8	0,2	$9,28 \cdot 10^{-4}$
3	1,2	1,2	$8,35 \cdot 10^{-3}$

a) Determina la ecuación de velocidad para la reacción, indicando el orden de reacción parcial respecto del reactivo A y del reactivo B.

b) Calcula el valor de la constante de velocidad, k, e indica sus unidades.

Solución:

a) Para determinar la ecuación de velocidad hay que determinar primero el orden parcial de los reactivos. Se observa, que al cuadruplicar la concentración del reactivo A, manteniendo constante la de B, la velocidad se hace cuatro veces mayor, según indica la experiencia 2. Dividiendo la velocidad de la experiencia 2 entre la de 1, se obtiene el orden de reacción del reactivo A:

Velocidad experiencia 1: $v_1 = k \cdot [A]^\alpha \cdot [B]^\beta$; velocidad experiencia 2: $v_2 = k \cdot [4 \cdot A]^\alpha \cdot [B]^\beta$

Sustituyendo valores en cada una de ellas y dividiendo la segunda entre la primera:

$$\frac{9,28 \cdot 10^{-4}}{2,32 \cdot 10^{-4}} = \frac{k \cdot 4^\alpha \cdot 0,2^\alpha \cdot 0,2^\beta}{k \cdot 0,2^\alpha \cdot 0,2^\beta} \Rightarrow 4 = 4^\alpha \Rightarrow \alpha = 1$$

El orden de reacción respecto al reactivo A es 1.

Dividiendo la velocidad de la experiencia 3 entre la de 2, se obtiene el orden de reacción del reactivo B:

Velocidad experiencia 2: $v_2 = k \cdot [0,8] \cdot [0,2]^\beta$; velocidad experiencia 3: $v_3 = k \cdot [1,2] \cdot [1,2]^\beta$

Sustituyendo valores en cada una de ellas y dividiendo la segunda entre la primera:

$$\frac{8,35 \cdot 10^{-3}}{9,28 \cdot 10^{-4}} = \frac{k \cdot 1,2 \cdot 1,2^\beta}{k \cdot 0,8 \cdot 0,2^\beta} \Rightarrow 9 = 1,5 \left(\frac{1,2}{0,2} \right)^\beta \Rightarrow 6 = 6^\beta \Rightarrow \beta = 1.$$

El orden de reacción respecto al reactivo B es 1.

Luego la expresión de la velocidad es: $v = k \cdot [A] \cdot [B]$, y el orden total de la reacción 2.

b) Despejando k de la expresión anterior y sustituyendo los valores de v, [A] y [B] de cualquiera de las experiencias, por ejemplo, la 1, se tiene:

$$k = \frac{v}{[A] \cdot [B]} = \frac{2,32 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}}{0,2 \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot 0,2 \text{ mol} \cdot L^{-1}} = 5,8 \cdot 10^{-3} L \cdot \text{mol}^{-1} \cdot s^{-1}$$

PROBLEMA 1.- Calcula el pH de la disolución resultante de diluir 10 mL de una disolución acuosa de amoníaco, NH_3 , al 10% en masa de amoníaco y densidad $0,98 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, con agua hasta un volumen final de la disolución de 1 L.

DATOS. $K_b(NH_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$; $A_r(N) = 14 \text{ u}$; $A_r(H) = 1 \text{ u}$.

Solución:

a) La concentración de 1 L de la disolución de partida es:

$$0,98 \frac{\text{g disolución}}{\text{mL disolución}} \cdot \frac{1000 \text{ mL disolución}}{L \text{ disolución}} \cdot \frac{10 \text{ g } NH_3}{100 \text{ g disolución}} \cdot \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} = 5,76 \text{ M}$$

Los moles contenidos en el volumen que se toma de la disolución es:

$n(NH_3) = M \cdot V = 5,76 \text{ moles} \cdot L^{-1} \cdot 0,010 \text{ L} = 0,0576 \text{ moles}$, que al diluirlos hasta un volumen

final de 1 L, proporciona a la disolución la concentración: $M = \frac{\text{moles}}{\text{Volumen}} = \frac{0,0576 \text{ moles}}{1 \text{ L}} = 0,0576 \text{ M}$.

b) Para calcular el pH hay que conocer la concentración de iones OH^- . Llamando "x" a la concentración de base que se disocia, las concentraciones en el equilibrio de las distintas especies que lo forman son:

$$\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$$

Concentración en el equilibrio: $0,0576 - x$ x x

que sustituidas en la constante básica, K_b , del amoníaco, despreciando x en el denominador por ser muy inferior a 0,0576, sale para el valor de x :

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,0576 - x} \Rightarrow x = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,0576} = 1,34 \cdot 10^{-3}.$$

Esta concentración de iones OH^- permite determinar el pOH de la disolución, que restado de 14 proporciona el pH de la misma: $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 1,34 \cdot 10^{-3} = 3 - \log 1,34 = 3 - 0,127 = 2,873$, y el pH: $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,873 = 11,127$.

Resultado: pH = 11,127.

CUESTIÓN 3.- A). Para el elemento X, caracterizado por pertenecer al grupo 15 y al período 4 de la tabla periódica

- a) Escribe la configuración electrónica en el estado fundamental.
 - b) Indica su número atómico.
 - c) indica el número de electrones desapareados que presenta en el estado fundamental.
 - d) Escribe la configuración electrónica del anión X^{3-} en estado fundamental.
- B) Justifica la diferencia en los valores de las temperaturas normales de ebullición del NH_3 (239,8 K) y del NF_3 (144,1 K), si las dos moléculas presentan la misma estructura molecular (pirámide trigonal) y las dos son polares.**

Solución:

A) a) La configuración electrónica en estado fundamental del elemento X, situado en el periodo 4 grupo 15 es: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$.

b) El número atómico del elemento coincide con el número de electrones del átomo neutro, es decir, $Z = 33$ protones en el núcleo, y así consigue la neutralidad eléctrica.

c) En la configuración electrónica fundamental del átomo, apartado (i), se observa que todos los electrones situados en todos los orbitales, excepto los ubicados en el orbital 4p, se encuentran apareados, por lo que, son solo los electrones del orbital 4p los desapareados, 3 electrones, que de acuerdo con el principio de máxima multiplicidad de Hund, cada uno ocupa un subnivel p.

d) Para el anión X^{3-} , su configuración electrónica fundamental es: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$.

B) Para transformar una sustancia líquida en gas hay que suministrar la suficiente energía para romper las fuerzas que unen las moléculas entre sí. El valor de las temperaturas normales de ebullición se incrementan en las sustancias conforme crece la intensidad de las fuerzas intermoleculares. A pesar de ser las dos sustancias apolares, en el amoníaco, NH_3 , al encontrarse el hidrógeno unido a un átomo de pequeño radio y muy electronegativo, aparece su enlace muy polarizado y, debido a ello, se unen unas moléculas a otras a través de enlaces o puentes de hidrógeno, mucho más fuertes que las interacciones dipolo-dipolo presentes tanto en una como en otra sustancia, por lo que el punto de ebullición del NH_3 es superior al del NF_3 .

OPCIÓN B

PROBLEMA 1.- En un recipiente cerrado de 2 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introducen 0,5 moles de SO_2 (g), 0,2 moles de O_2 (g) y 0,5 moles de SO_3 (g). La mezcla gaseosa se calienta a 1000 K, alcanzándose el equilibrio representado por la reacción:

$2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$. En el equilibrio, la presión parcial de SO_2 (g) es de 10 atm.

a) Indica, de forma razonada, el sentido en el que evolucionará el sistema para alcanzar el equilibrio.

b) Calcula el valor de K_c para la reacción en equilibrio a 1000 K, tal y como está escrita.

DATO. $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Solución:

a) Los moles de SO_2 en el equilibrio se determinan de la ecuación de estado de los gases ideales:

$$n(\text{SO}_2) = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{10 \text{ atm} \cdot 2 \text{ L}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 1000 \text{ K}} = 0,24 \text{ moles, que al ser menor que los 0,5}$$

moles introducidos inicialmente, pone de manifiesto que el sistema evoluciona reaccionando SO_2 y O_2 para producir SO_3 , es decir, el sistema evoluciona para alcanzar el equilibrio hacia la derecha.

b) La estequiometría de la ecuación química indica que dos moles de SO_2 reaccionan con 1 mol de O_2 para producir dos moles de SO_3 , por lo que llamando "x" a los moles de O_2 que reaccionan, de SO_2 reaccionarán $2 \cdot x$ moles y se formarán $2 \cdot x$ moles de SO_3 . Luego, si una vez alcanzado el equilibrio los moles de SO_2 (g) son 0,244 moles, ello indica que se han consumido 0,256 moles, habiendo reaccionado de O_2 , según la estequiometría de la reacción, la mitad de ellos, 0,128 moles, quedando en el equilibrio de oxígeno 0,072 moles, y se han formado de SO_3 los mismos moles que de SO_2 se han consumido, 0,256 moles. Luego, los moles de cada especie al inicio y en el equilibrio son:

	$2 \text{ SO}_2 (\text{g})$	$+ \text{ O}_2 (\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$2 \text{ SO}_3 (\text{g})$
Moles en el inicio:	0,5	0,2		0,5
Moles en el equilibrio:	0,244	0,072		0,756

La concentración en el equilibrio de cada especie es:

$$[\text{SO}_2] = \frac{0,244 \text{ moles}}{2 \text{ L}} = 0,122 \text{ M}; \quad [\text{O}_2] = \frac{0,072 \text{ moles}}{2 \text{ L}} = 0,036 \text{ M}; \quad [\text{SO}_3] = \frac{0,756 \text{ moles}}{2 \text{ L}} = 0,378 \text{ M}.$$

Sustituyendo estos valores en la expresión de K_c :

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} = \frac{0,378^2 \text{ M}^2}{0,122^2 \text{ M}^2 \cdot 0,036 \text{ M}} = 266,66..$$

Resultado: a) Derecha; b) $K_c = 266,66$.

CUESTIÓN 1.-Se construye una pila voltaica con los siguientes electrodos:

a) Una tira de cobre sumergida en una disolución acuosa de Cu^{2+} (ac) 1 M;

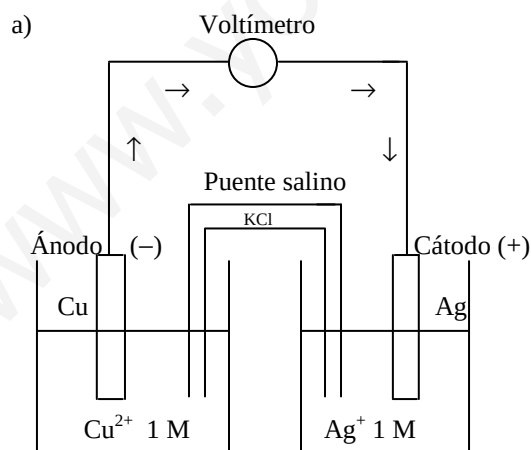
b) Una tira de plata sumergida en una disolución acuosa de Ag^+ (ac) 1 M.

i) Escribe las semirreacciones de oxidación y de reducción que se producen, de forma espontánea, durante el funcionamiento de la pila. Calcula el potencial estándar de la pila.

ii) Dibuja un esquema de la pila indicando el ánodo, el cátodo y el sentido en el que fluyen los electrones cuando funciona la pila.

DATOS. $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$ $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$.

Solución:

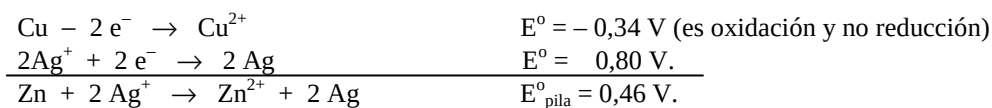


b) Para calcular la fuerza electromotriz de la pila se establecen las semirreacciones de oxidación-reducción que tiene lugar, cambiando el signo del potencial estándar de la semirreacción de oxidación:

i) $\text{Cu} - 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{Cu}^{2+}$ $E^\circ = -0,34 \text{ V}$ (es oxidación y no reducción)

ii) $\text{Ag}^+ + 1 \text{ e}^- \rightarrow \text{Ag}$ $E^\circ = 0,8 \text{ V}$.

Multiplicando la semirreacción de reducción por 2 para igualar los electrones intercambiados y sumándolas para eliminarlos, se obtiene la fuerza electromotriz de la pila:



Resultado: b) f.e.m. = 0,46 V.

PROBLEMA 2.- En la realización de una volumetría ácido-base para determinar la concentración de ácido acético, CH_3COOH , en una disolución acuosa, 10 mL de la disolución acuosa del ácido se diluyen con 50 mL de agua. La neutralización exacta de esta disolución consume 15 mL de disolución acuosa de hidróxido de sodio, NaOH , 0,05 M.

a) Calcula la concentración del ácido acético en la disolución inicial.

b) Indica el nombre del material de laboratorio en el que se alojaría la disolución acuosa de hidróxido de sodio.

Solución:

a) La reacción de neutralización es: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$, en la que la estequiometría indica que un mol de ácido reacciona con un mol de base.

Los moles de base que se consumen son:

$n(\text{NaOH}) = M \cdot V = 0,05 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,015 \text{ L} = 7,5 \cdot 10^{-4}$, que son los moles de ácido presentes

en su disolución, siendo su concentración: $M = \frac{\text{moles}}{\text{volumen}} = \frac{7,5 \cdot 10^{-4} \text{ moles}}{0,010 \text{ L}} = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$.

b) Bureta.

Resultado: a) $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$; b) Bureta.