

SELECTIVIDAD CASTILLA Y LEÓN - QUÍMICA - JUNIO 2006 -

BLOQUE A : SOLUCIÓN

A-1: El yodato potásico y el yoduro potásico reaccionan en medio ácido obteniéndose yodo (I_2).

A) Ajuste la reacción por el método del ion-electrón.

B) Si el proceso tiene lugar en una pila galvánica, ¿Cual sera el potencial de dicha pila cuando la concentración del yodato sea 1,0 M y la del yoduro 1,0 M?

Datos: Potenciales estándar de reducción: IO_3^- / I_2 (en medio ácido) = + 1,19 V; I_2 / I^- = + 0,54 V.

RESOLUCIÓN

La reacción que tiene lugar es: $KIO_3 + KI + H^+ \rightarrow I_2$ en la cual se disocian las dos sales:

$KIO_3 \rightleftharpoons K^+ + IO_3^-$ y $KI \rightleftharpoons K^+ + I^-$ en las cuales están los iones que intervienen en la reacción: Yodato (IO_3^-) y yoduro (I^-)

Las dos semirreacciones que tienen lugar son:

$IO_3^- + 12 H^+ + 10 e^- \rightarrow I_2 + 6 H_2O$	Para ajustar el nº de electrones, multiplicamos la 2ª por 5 y las sumamos	$IO_3^- + 12 H^+ + 10 e^- \rightarrow I_2 + 6 H_2O$
$2 I^- \rightarrow I_2 + 2 e^-$		$10 I^- \rightarrow 5 I_2 + 10 e^-$

La reacción ionica obtenida es: $IO_3^- + 12 H^+ + 10 I^- \rightarrow 6 I_2 + 6 H_2O$

El potencial normal (*) de esta pila será:

$E^0 = E^0 (IO_3^- / I_2) + E^0 (I^- / I_2)$; $E^0 = E^0 (IO_3^- / I_2) - E^0 (I_2 / I^-)$ Así: $E = 1,19 - 0,54 = 0,65 \text{ v}$; **$E = 0,65 \text{ v}$**

(*) Para calcular el potencial de la pila, se debe utilizar la ecuación de Nernst, pero dado que las concentraciones de las especies son 1 M, en la ecuación de Nernst (Tanto el I_2 como el H_2O no intervienen en la expresión del cociente de reacción)

$$E = \sum E^0 - \frac{0,059}{10} \cdot \lg \frac{[I_2]^6}{[IO_3^-]^2 \cdot [I^-]^{10} \cdot [H^+]^{12}} \rightarrow E = E^0(IO_3^-/I_2) + E^0(I^-/I_2) - \frac{0,059}{10} \cdot \lg \frac{[1]^6}{[1]^2 \cdot [1]^{10} \cdot [H^+]^{12}}$$

Con los datos que nos ofrecen cabe suponer que se quiere referir al potencial normal (E^0), pero no nos ofrecen el dato de $[H^+]$ el cual debería ser, al igual que con las otras especies 1 Molar

A-2: Para determinar la riqueza de una partida de zinc se tomaron 50,0 g de una muestra homogénea y se trataron con ácido clorhídrico del 37 % en peso y densidad 1,18 g/mL, consumiéndose 126 mL de ácido. La reacción de zinc con ácido clorhídrico produce cloruro de zinc e hidrógeno (H_2).

Calcúle:

a) La molaridad de la disolución de ácido clorhídrico.

B) El porcentaje de zinc en la muestra.

RESOLUCIÓN

a) Para determinar la Molaridad del ácido clorhídrico, vamos a partir de 1 litro de disolución

	Soluto (H Cl)	Disolvente (agua)	Disolución
Masa (g)	436,6 g +	743,4 =	1180 g
Volumen (mL)			1 L= 1000 mL

A partir de la densidad calculamos la masa: $m = V \cdot d = 1000 \cdot 1,18 = m = 1180 \text{ g}$ de disolución y el 37% son de soluto = $0,37 \cdot 1180 = 436,6 \text{ g}$

La Molaridad viene dada por: $M = \frac{g_{SOLUTO}}{Pm_{SOLUTO} \cdot L_{DISOLUCION}} = \frac{436,6}{36,45 \cdot 1}$; **$M = 11,98 \text{ Molar}$**

- b) Para calcular el porcentaje de zinc en la muestra vamos a calcular la cantidad de Zinc puro que había en ella y que es el que reacciona con los 126 mL de la disolución de H Cl.

La reacción que tiene lugar es: $\text{Zn} + 2 \text{H Cl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$. Teniendo en cuenta la estequiometría de esta reacción y sabiendo que se emplean 126 mL de la disolución de H Cl, hemos de calcular previamente la cantidad de H Cl que hay en esta cantidad, para lo cual si utilizamos los datos que

nos ofrecen ($d = 1,18 \text{ g/mL}$ y 37%), tenemos: $1,18 = \frac{g}{126}$; $g = 148,68 \text{ g}$ de disolución, la cual contiene un 37% de soluto: $g \text{ de H Cl} = 0,37 \cdot 148,68 = 55,02 \text{ g de H Cl reaccionan}$.

Estos cálculos los podemos realizar también partiendo de la Molaridad que hemos determinado en el apartado anterior, utilizando la expresión de la Molaridad de una disolución para los 126 mL:

$$11,98 = \frac{g_{\text{SOLUTO}}}{36,45 \cdot 0,126}; g_{\text{HCl}} = 11,98 \cdot 36,45 \cdot 0,126 = 55,02 \text{ g de H Cl reaccionan}$$

llevamos a la estequiometría de la reacción:

Zn +	2 H Cl →	ZnCl₂ +	H₂
1 mol = 65,37 g	2 moles = 2.36,45 g	1 mol = 136,27 g	1 mol = 2 g
X	55,02		

$$\text{Donde } X = \frac{65,37 \cdot 55,02}{2.36,45} = 49,34 \text{ g de Zinc había en los 50 g de la muestra analizada.}$$

$$\text{El porcentaje de Zinc será, por tanto: } \% \text{ Zn} = \frac{49,34}{50,0} \cdot 100 = \mathbf{98,68 \% \text{ de Zinc}}$$

- A-3:** a) Justifique, de un modo razonado, si pueden existir en un átomo electrones cuyos números cuánticos (n, l, m y m_s) sean: **A) (2, -1, 1, 1/2)**; **B) (2, 1, -1, 1/2)**; **C) (1, 1, 0, -1/2)**; **D) (3, 1, 2, 1/2)**.
 b) Justifique como varía el potencial de ionización para los elementos del grupo de los metales alcalinos.
 c) ¿Qué elemento presenta la misma configuración electrónica que el ion Na^+ ? (Para el Na, $Z = 11$).

RESOLUCIÓN

- a) Justifique, de un modo razonado, si pueden existir en un átomo electrones cuyos números cuánticos (n, l, m y m_s) sean: **A) (2, -1, 1, 1/2)**; **B) (2, 1, -1, 1/2)**; **C) (1, 1, 0, -1/2)**; **D) (3, 1, 2, 1/2)**

El significado y valores que pueden tomar los números cuánticos en un átomo son:

Nº cuántico principal: n : Nos da idea del volumen efectivo del orbital.

Valores posibles: **1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ...**

Nº cuántico secundario: l : Determina la forma del orbital

Valores posibles: **0, 1, 2, 3, ... (n - 1)** (Se representan por letras: **s = 0, p = 1, d = 2, f = 3**)

Nº cuántico magnético orbital: m_l : Nos indica la orientación del orbital en el espacio

Valores posibles: **-l, ... -1, 0, +1, ... +l**

Estos tres primeros números cuánticos definen el orbital atómico.

Nº cuántico magnético de spin: m_s : Nos indica el sentido de giro del electrón sobre sí mismo

Valores posibles: **-1/2 y +1/2**

De acuerdo con estos posibles valores, y para los cuatro electrones cuyos valores nos dan, tenemos:

A) (2, -1, 1, 1/2) No es posible ya que el 2º número cuántico debe ser siempre positivo

B) (2, 1, -1, 1/2) Sí es posible

C) (1, 1, 0, -1/2) No es posible ya que el valor del 2º número cuántico es siempre menor que el del primero

D) (3, 1, 2, 1/2) No es posible ya que el valor del 3º número cuántico es siempre igual o menor que el del segundo

b) Justifique como varía el potencial de ionización para los elementos del grupo de los metales alcalinos.

El potencial o energía de ionización es la energía que hay que comunicarle a un átomo gaseoso, neutro y en estado fundamental para arrancarle el electrón más débilmente retenido. La Fuerza con la

cual el núcleo del átomo atrae a los electrones viene dada por la Ley de Coulomb: $F = K \cdot \frac{Q \cdot Q'}{d^2}$ donde

Q es la carga del núcleo, la cual es tanto mayor cuanto mayor sea su número atómico, Q' es la carga del electrón y d es la distancia a la que se encuentra el electrón del núcleo (radio). Por tanto, dado que al descender en el grupo aumenta el número atómico, la carga nuclear también aumenta, pero dado que a medida que descendemos en el grupo el átomo tiene más capas electrónicas, también aumenta el radio atómico, y la influencia de éste sobre el valor de la fuerza de atracción es mayor que la de la carga nuclear (está elevada a 2), por lo que cuanto mayor sea el tamaño del átomo, menor será la fuerza con la que atrae el núcleo al electrón y por tanto más fácil será arrancárselo. En definitiva, que a medida que descendemos en el grupo, disminuye la energía de ionización del átomo.

C) ¿Qué elemento presenta la misma configuración electrónica que el ion Na^+ ? (Para el Na, $Z = 11$).

El ion Na^+ tiene 10 electrones, por lo que su configuración electrónica será:

$1s^2 2s^2 2p^6$ y esta configuración es también la de aquel elemento cuyo átomo neutro tiene 10 electrones, por lo que se tratará del de número atómico 10: Es el **NEON**

A-4: Explique, razonadamente, la influencia existente entre la velocidad de reacción y los factores siguientes:

- Presencia de catalizadores.**
- Variación de la concentración de los reactivos.**
- Variación de la temperatura.**

RESOLUCIÓN:

Entre los factores que influyen sobre la velocidad de reacción están:

Presencia de los catalizadores: Existen sustancias cuya presencia en una reacción, incluso cuando actúan en cantidades muy pequeñas, modifican sensiblemente la velocidad de la misma. Gracias a ellas, por ejemplo, se consiguió la rentabilidad, desde una óptica industrial, de muchos procesos que debido a su lentitud y bajo rendimiento no eran rentables.

Tales sustancias se denominan **catalizadores** (nombre dado por Berzelius), y la acción que ejercen, **catálisis** (palabra que deriva del griego con el significado de descomponer o soltar).

Catalizadores son aquellas sustancias ajenas a una reacción cuya presencia modifica la velocidad de la misma sin que ellas experimenten alteración permanente alguna. La catálisis es **positiva** si aumenta la velocidad de reacción, y **negativa** en caso contrario.

Los catalizadores presentan las siguientes características:

- Su composición química no se altera en las reacciones en las que intervienen.
- Pequeñas cantidades de catalizador son suficientes para producir la transformación de grandes cantidades de reactivos.
- Los catalizadores no son capaces de provocar reacciones que sin ellos no hubieran tenido lugar. Su «papel» se reduce a modificar la velocidad de la reacción.

Antiguamente se sospechaba que la acción de un catalizador se limitaba a que con su sola presencia se rebajaba la energía de activación precisa para la formación del complejo activado. Actualmente el fenómeno se interpreta suponiendo que el catalizador toma parte activa en la reacción, originándose un **complejo activado distinto**, más lábil y menos energético, que el que se formaría si no existiera el catalizador.

La variación de entalpía (ΔH) experimentada en la reacción es la misma tanto si ésta está catalizada o no, al igual que le sucede a ΔG , o función de Gibbs, puesto que el catalizador, al permanecer inalterado antes y después del proceso, no puede comunicar o sustraer energía al sistema ya que tanto la entalpía como la energía libre de Gibbs son funciones de estado, sus variaciones dependen solamente de los estados inicial (reactivos) y final (productos), no del camino recorrido:

$$\Delta G_{\text{reacción}} = \Delta G_{\text{productos}} - \Delta G_{\text{reactivos}} \qquad \Delta H_{\text{reacción}} = \Delta H_{\text{productos}} - \Delta H_{\text{reactivos}}$$

Por tanto: Si la reacción es espontánea ($\Delta G < 0$), lo será con catalizador o sin él. Si el proceso no

es espontáneo ($\Delta G > 0$), el catalizador no puede convertirlo en espontáneo. Y si el sistema estuviera en equilibrio ($\Delta G = 0$) la presencia del catalizador no modifica el equilibrio del proceso.

En resumen: El mecanismo de la reacción, la energía de activación y la constitución del complejo activado **son distintos** según que el proceso se efectúe con catalizador o sin él; pero los sustancias iniciales (reactivos) y finales (productos) son siempre **los mismos**, tanto si la reacción está catalizada como si no lo está.

Variación de la concentración de los reactivos. Cuanto mayor sea ésta, mayor será el número de moléculas reaccionantes por unidad de volumen y, en consecuencia, aumentará el número de choques eficaces entre ellas y la velocidad de reacción será mayor.

Variación de la temperatura. Un aumento de temperatura supone una mayor energía de las moléculas reaccionantes pues aumenta su energía cinética por lo que se moverán a mayor de velocidad, lo que trae, como consecuencia, un aumento en el número de colisiones intermoleculares y, por tanto, una mayor velocidad de reacción.

En general, se admite que, hasta cierto límite, la velocidad de reacción se duplica por cada 10°C de aumento de temperatura. Una vez alcanzado ese límite todo exceso de temperatura suele ser perjudicial porque normalmente se produce la descomposición de los productos de reacción.

A-5: En la combustión de 8,6 g de un hidrocarburo saturado, ($\text{C}_n \text{H}_{2n+2}$), se producen 12,6 g de agua. ¿De qué hidrocarburo se trata? Elija entre las siguientes soluciones (justifique la elección explicando el modo de resolver el problema):

- a) $\text{C}_5 \text{H}_{12}$ b) $\text{C}_6 \text{H}_{14}$ c) $\text{C}_7 \text{H}_{16}$

RESOLUCIÓN

La reacción de combustión de este hidrocarburo es: $\text{C}_n \text{H}_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} \text{O}_2 \rightarrow n \text{CO}_2 + (n+1) \text{H}_2\text{O}$

donde vemos que al quemarse el hidrocarburo, todo el C irá a parar al dióxido de carbono y todo el H irá al agua, por lo que las cantidades de éste pueden determinarse directamente a partir de la cantidad de agua obtenida en la combustión, mientras que la cantidad de carbono se calcula por diferencia con la cantidad inicial del hidrocarburo

g. de H en el $\text{H}_2\text{O} = 12,6 \cdot \frac{2}{18} = 1,4$ g de H en la muestra inicial del hidrocarburo

Cantidad de Carbono = $8,6 - 1,4 = 7,2$ g de C en la muestra inicial del hidrocarburo

Teniendo en cuenta las cantidades de ambos elementos, determinamos el número de átomos gramo de cada uno que hay en ellas

$$\left. \begin{array}{l} \text{g de C: } \frac{7,2}{12} = 0,6 \\ \text{g de H: } \frac{1,4}{1} = 1,4 \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} \text{C: } \frac{0,6}{0,6} = 1 \\ \text{H: } \frac{1,4}{0,6} = 2,33 \end{array} \right\} \quad \text{Por lo que la fórmula empírica es } (\text{C}_1 \text{H}_{2,33})_n$$

y dado que el número de átomos de cada elemento debe ser siempre un número entero, hemos de multiplicar ambos subíndices por un número que los haga enteros, en este caso, por 6, por lo que la fórmula empírica que buscamos es: **($\text{C}_6 \text{H}_{14}$)**

Puesto que nos dan tres opciones, podemos probar con ellas, y deducir cual de ellas es, sin más que multiplicar ambos subíndices por el del C, y comparar el que nos sale para el H con el que nos dan, así:

a) $\text{C}_5 \text{H}_{12} \rightarrow (\text{C}_1 \text{H}_{2,33})_5 \Rightarrow \text{C}_5 \text{H}_{11,67}$ por tanto no se corresponde

b) $\text{C}_6 \text{H}_{14} \rightarrow (\text{C}_1 \text{H}_{2,33})_6 \Rightarrow \text{C}_6 \text{H}_{14}$ por tanto sí se corresponde

c) $\text{C}_7 \text{H}_{16} \rightarrow (\text{C}_1 \text{H}_{2,33})_7 \Rightarrow \text{C}_7 \text{H}_{16,3}$ por tanto no se corresponde.