



## QUÍMICA (Septiembre 09)

### EJERCICIO RESUELTO.

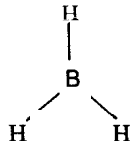
#### BLOQUE 1

- A. Indique la geometría de las siguientes moléculas y ordénelas según el orden creciente de sus ángulos de enlace: i)  $\text{BH}_3$ , ii)  $\text{CH}_4$  y iii)  $\text{NH}_3$ . **(1,75 puntos)**  
Datos: B (Z = 5), C (Z = 6) y N (Z = 7)
- B. Explique qué tipo de fuerza intermolecular contribuye, de manera preferente, a mantener en estado líquido las siguientes sustancias: i)  $\text{CH}_3\text{OH}$ , ii)  $\text{CO}_2$  y iii)  $\text{Br}_2$ . **(0,75 puntos)**

#### Solución:

##### Apartado A (1,75 puntos)

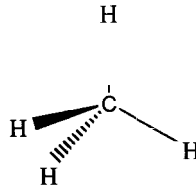
- i. Molécula  $\text{BH}_3$  (6 e<sup>-</sup> de valencia). Estructura de Lewis:  
Tres pares de electrones compartidos alrededor del átomo de B. Molécula triangular plana:



Ángulo de enlace: 120°

(0,25 puntos)  
(0,25 puntos)

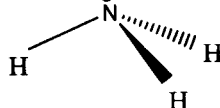
- ii. Molécula  $\text{CH}_4$  (8 electrones de valencia). Estructura de Lewis:  
Cuatro pares de electrones compartidos alrededor del átomo de C. Molécula tetraédrica:



Ángulo de enlace: 109,5°

(0,25 puntos)  
(0,25 puntos)

- iii. Molécula  $\text{NH}_3$  (8 electrones de valencia). Estructura de Lewis:  
Tres pares de electrones compartidos y un par de electrones no compartidos alrededor del átomo de N.  
Geometría electrónica tetraédrica; geometría molecular pirámide trigonal:

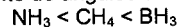


Ángulo de enlace < 109,5° debido a las repulsiones del par no compartido

(0,25 puntos)

(0,25 puntos)

Orden creciente de ángulos de enlace:



(0,25 puntos)

##### Apartado B (0,75 puntos)

- i.  $\text{CH}_3\text{OH}$ : Dada la polaridad del enlace O-H, en el metanol existirán enlaces de hidrógeno (puentes de hidrógeno), que son las interacciones de mayor intensidad dentro de las fuerzas intermoleculares. Estas fuerzas son las que contribuyen de forma preferente a mantener el metanol en fase líquida.

(0,25 puntos)

$\text{CO}_2$ : Es una molécula no polar. Por lo que las únicas fuerzas intermoleculares que pueden aparecer son las de dipolo inducido-dipolo inducido (fuerzas de London o de dispersión), que son las más débiles de las interacciones moleculares y las que contribuyen a mantener el  $\text{CO}_2$  en el estado líquido.

(0,25 puntos)

- iii.  $\text{Br}_2$ : Molécula no polar. Las fuerzas de London son las que contribuyen a mantener el bromo en estado líquido.

(0,25 puntos)



**BLOQUE 2**

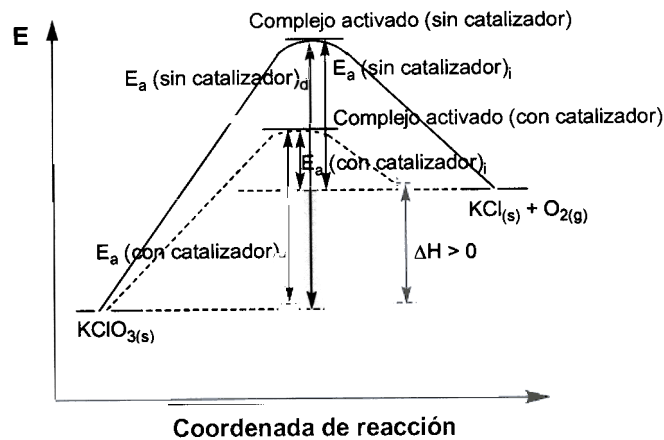
La descomposición de clorato de potasio en cloruro de potasio y oxígeno, es una reacción muy lenta a temperatura ambiente, siendo necesario calentar el clorato de potasio a temperaturas superiores a 400°C para que se produzca oxígeno a una velocidad aceptable.

Sin embargo, si se agrega una pequeña cantidad del catalizador óxido de manganeso (IV) (MnO<sub>2</sub>) bastará con calentar el reactivo a 250°C, para que la reacción se verifique a la misma velocidad.



- Dibuje un diagrama que represente, en ambos casos (con y sin catalizador), la energía frente al avance de la reacción, indicando en él la posición de los reactivos, de los productos y del complejo activado, así como las energías de activación de las reacciones directa e inversa y la variación de entalpía de la reacción **(1,50 puntos)**.
- A partir del diagrama del apartado anterior correspondiente a la reacción catalizada, deduzca la relación que existe entre los valores de la energía de activación de la reacción directa, la energía de activación de la reacción inversa y la variación de entalpía de la reacción. **(0,50 puntos)**
- Explique de forma razonada la influencia del MnO<sub>2</sub> sobre la velocidad de la reacción. **(0,50 puntos)**

**Solución:**



Si realiza el dibujo con las dos curvas (con y sin catalizador) y pone magnitudes en los ejes. **(0,50 puntos)**

Si coloca correctamente en el diagrama los reactivos, los productos y los complejos activados. **(0,25 puntos)**

Si indica correctamente las energías de activación de las reacciones (con y sin catalizador). **(0,50 puntos)**

Si indica correctamente la variación de entalpía de la reacción. **(0,25 puntos)**

ii.  $(E_a) \text{ (directa)} = (E_a) \text{ (inversa)} + \Delta H$  **(0,50 puntos)**

La presencia de MnO<sub>2</sub> en la mezcla de reacción hace que la energía de activación de la reacción disminuya. **(0,25 puntos)**

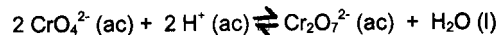
La barrera de energía que deben superar los reactivos para que tenga lugar la reacción es menor en presencia de un catalizador. Si la velocidad se mantiene constante, el número de moléculas de reactivos que superan la barrera energética por unidad de tiempo debe ser el mismo tanto si la reacción está catalizada como si no lo está. En la reacción catalizada este número de moléculas se alcanza a una temperatura inferior que en el caso de la reacción no catalizada. **(0,25 puntos)**



**BLOQUE 3**

- A. En un tubo de ensayo limpio, tubo 1, se introducen 40 gotas de una disolución amarilla de cromato de potasio 0,1 M. En otro tubo de ensayo limpio, tubo 2, se introducen 40 gotas de una disolución naranja de dicromato de potasio 0,1 M. A cada uno de ellos se le añade, gota a gota, hidróxido de sodio 1 M, hasta que se observe un cambio en alguno de ellos.

Teniendo en cuenta el equilibrio:



indique y explique los cambios que se observarán. (1,50 puntos)

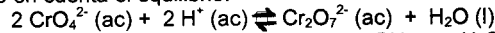
- B. Repita el experimento pero añadiendo ahora, gota a gota, ácido clorhídrico 1 M hasta que se observe un cambio en alguno de los tubos. Indique y explique los cambios que se observarán. (1,00 punto)

**Solución:**

**Apartado A: (1,50 puntos)**

<p><b>Tubo 1</b></p> <p>40 gotas de disolución amarilla de <math>\text{K}_2\text{CrO}_4</math> 0,1 M</p> <p>+</p> <p>gota a gota disolución NaOH 1 M</p> <p>↓</p> <p>No se observan cambios</p> <p><b>(0,25 puntos)</b></p>	<p><b>Tubo 2</b></p> <p>40 gotas de disolución naranja de <math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math> 0,1 M</p> <p>+</p> <p>gota a gota disolución NaOH 1 M</p> <p>↓</p> <p>Se observa cambio a una coloración amarilla</p> <p><b>(0,25 puntos)</b></p>
---	--

Teniendo en cuenta el equilibrio:



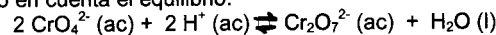
**Tubo 1:** Al añadir  $\text{OH}^-$  tiene lugar la reacción:  $\text{OH}^- (\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+ (\text{ac}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} (\text{l})$  en la que se consumen  $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{ac})$  y el equilibrio se desplaza hacia la formación de  $\text{CrO}_4^{2-} (\text{ac})$  de color amarillo. No se observará cambio de color ya que la disolución era inicialmente amarilla. **(0,50 puntos)**

**Tubo 2:** La disolución inicial es naranja. Al añadir  $\text{OH}^-$  se forma  $\text{CrO}_4^{2-} (\text{ac})$  de color amarillo. Luego se observará un cambio de coloración de amarillo a naranja. **(0,50 puntos)**

**Apartado B: (1,00 puntos)**

<p><b>Tubo 1</b></p> <p>40 gotas de disolución amarilla de <math>\text{K}_2\text{CrO}_4</math> 0,1 M</p> <p>+</p> <p>gota a gota disolución HCl 1 M</p> <p>↓</p> <p>Se observa cambio de amarillo a naranja</p> <p><b>(0,25 puntos)</b></p>	<p><b>Tubo 2</b></p> <p>40 gotas de disolución naranja de <math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math> 0,1 M</p> <p>+</p> <p>gota a gota disolución HCl 1 M</p> <p>↓</p> <p>No se observan cambios</p> <p><b>(0,25 puntos)</b></p>
---	--

Teniendo en cuenta el equilibrio:



**Tubo 1:** Al añadir  $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{ac})$  el equilibrio se desplaza hacia la formación de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} (\text{ac})$  de color naranja. Luego se observará cambio de color de amarillo a naranja. **(0,25 puntos)**

**Tubo 2:** La disolución inicial es naranja. Al añadir  $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{ac})$  se forma  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} (\text{ac})$  de color naranja. Luego no se observará un cambio de coloración. **(0,25 puntos)**

**BLOQUE 4**

La constante de basicidad del amoníaco vale  $1,8 \times 10^{-5}$ .

- A. Escriba la reacción del amoníaco con el agua, la expresión de la constante de basicidad y calcular el pH de una disolución 0,25M de amoníaco. (1,00 punto)
- B. Escriba la reacción del ácido conjugado del amoníaco con el agua, la expresión de la constante de acidez y calcular su valor numérico. (1,00 punto)



- C. Se dispone en el laboratorio de las siguientes sustancias: HCl, HNO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaCl, KNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl y K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Indique el par de sustancias que permite formar una solución reguladora del pH. **(0,50 puntos)**

Solución:

Apartado A: **(1,00 puntos)**



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

	[NH <sub>3</sub> ]	[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]	[OH <sup>-</sup> ]
Concentraciones iniciales	0,25	0	0
Concentraciones en el equilibrio	0,25-X	X	X

**(0,25 puntos)**

$$1,8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{(0,25 - X)} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 0,0021 \text{ M} \Rightarrow \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{pH} = 14 + \log [\text{OH}^-] = 11,3$$

Apartado B: **(1,00 puntos)**



$$K_a = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{1,8 \times 10^{-5}} = 5,6 \times 10^{-10} \quad (0,50 \text{ puntos})$$

Apartado C: **(0,50 puntos)**

NH<sub>3</sub> y NH<sub>4</sub>Cl. **(0,50 puntos)**

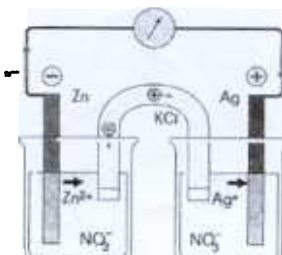
#### BLOQUE 5

Se dispone de dos barras metálicas, una de plata, y otra de cinc. También se dispone de las sales nitrato de estos elementos y cloruro de potasio, material de vidrio adecuado y un voltímetro con conexiones eléctricas.

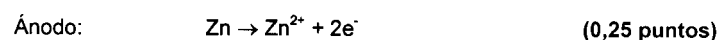
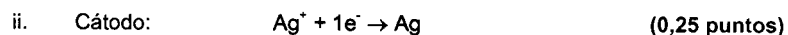
- Dibuje un esquema de la pila indicando el signo de los electrodos, el sentido de la corriente de los electrones por el circuito externo y el de migración de los iones en las disoluciones. **(1,00 punto)**
- Escriba las reacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo de dicha pila indicando qué especie se oxida y cual se reduce. **(1,00 punto)**
- Calcule el potencial estándar de la pila. **(0,50 puntos)**

Datos: E° (Ag<sup>+</sup>/Ag) = 0,79 V; E° (Zn<sup>2+</sup>/Zn) = -0,76 V

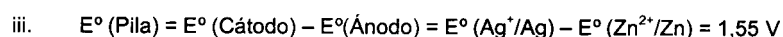
Solución:



Vasos con sus respectivas disoluciones, placas metálicas indicando el metal **(0,25 puntos)**, cátodo y ánodo **(0,25 puntos)** y sentido del movimiento de K<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> del puente salino **(0,25 puntos)** y sentido del movimiento de los electrones en el circuito externo **(0,25 puntos)**.



Los iones plata se reducen **(0,25 puntos)** y el Zn se oxida **(0,25 puntos)**.



**(0,50 puntos)**



**BLOQUE 6**

Escriba la fórmula de las siguientes moléculas:

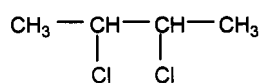
- i. 2,3-diclorobutano
- ii. 2,3-dicloro-2-buteno
- iii. 4,4-dimetil-2-pentino

indique aquellas que presenten isomería geométrica (cis-trans) y escriba la fórmula de los isómeros. **(2,00 puntos)**

- B. Escriba y nombre el compuesto que se forma al calentar suavemente etanol en presencia de ácido sulfúrico concentrado. **(0,50 puntos)**.

**Solución:**

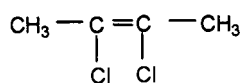
Apartado A: **(2,00 puntos)**



No presenta isomería cis-trans **(0,25 puntos)**

2,3-diclorobutano

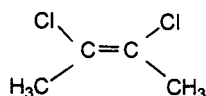
**(0,25 puntos)**



Presenta isomería cis-trans **(0,25 puntos)**

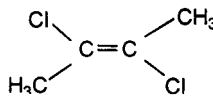
2,3-dicloro-2-buteno

**(0,25 puntos)**



isómero cis

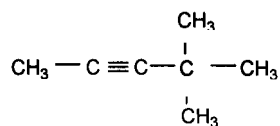
**(0,25 puntos)**



isómero trans

**(0,25 puntos)**

iii.

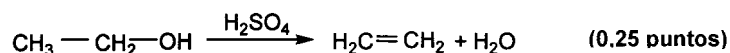


No presenta isomería cis-trans **(0,25 puntos)**

4,4-dimetil-2-pentino

**(0,25 puntos)**

Apartado B: **(0,50 puntos)**



$\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$  es el eteno ó etileno **(0,25 puntos)**