

## OPCIÓN DE EXAMEN Nº 2

1. [2 PUNTOS] Responde a las siguientes cuestiones referidas a la molécula  $\text{CCl}_4$ , razonando las respuestas:

- a) [0,5 PUNTOS] Escribe su estructura de Lewis.
- b) [0,5 PUNTOS] ¿Qué geometría cabe esperar para sus moléculas?
- c) [0,5 PUNTOS] ¿Por qué la molécula es apolar a pesar de que los enlaces C–Cl son polares?
- d) [0,5 PUNTOS] ¿Por qué a temperatura ordinaria el  $\text{CCl}_4$  es líquido y, en cambio, el  $\text{Cl}_4$  es sólido?

2. [2 PUNTOS] Indica, justificando brevemente la respuesta, si la concentración de los reactivos, la temperatura o la presencia de un catalizador influyen en:

- a) [1 PUNTO] La velocidad de una reacción química.
- b) [1 PUNTO] La constante de equilibrio de una reacción química.

3. [2 PUNTOS] El  $\text{NO}_2$  y el  $\text{SO}_2$  reaccionan según la ecuación:  $\text{NO}_2 (\text{g}) + \text{SO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO} (\text{g}) + \text{SO}_3 (\text{g})$ .

Una vez alcanzado el equilibrio, la composición de la mezcla contenida en un recipiente de 1 L de capacidad es 0,6 moles de  $\text{SO}_3$ , 0,4 moles de  $\text{NO}$ , 0,1 moles de  $\text{NO}_2$  y 0,8 moles de  $\text{SO}_2$ .

- a) [1 PUNTO] Calcula el valor de  $K_p$  en esas condiciones de equilibrio.
- b) [1 PUNTO] Calcula la cantidad de moles de  $\text{NO}$  que habría que añadir al recipiente, en las mismas condiciones, para que la cantidad de  $\text{NO}_2$  fuera 0,3 moles tras restablecerse el equilibrio.

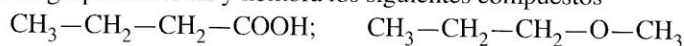
4. [2 PUNTOS] Se disuelven 1,4 g de hidróxido de sodio en agua hasta alcanzar un volumen final de 0,25 L.

- a) [0,5 PUNTOS] Calcula el pH de la disolución resultante.
- b) [0,5 PUNTOS] Si se diluyen 20 mL de la disolución anterior hasta un volumen final de 1 L, ¿cuál será el valor del pH de la disolución resultante?
- c) [0,5 PUNTOS] Si a 20 mL de la disolución inicial se le añaden 5 mL de  $\text{HCl}$  0,12 M, ¿cuál será el pH de la disolución resultante?
- d) [0,5 PUNTOS] ¿Qué volumen de ácido nítrico de concentración 0,16 M será necesario para neutralizar completamente 25 mL de la disolución inicial de  $\text{NaOH}$ ?

DATOS: Masas atómicas: Na = 23; O = 16; H = 1.

5. [2 PUNTOS]

- a) [1 PUNTO] Reconoce el grupo funcional y nombra los siguientes compuestos

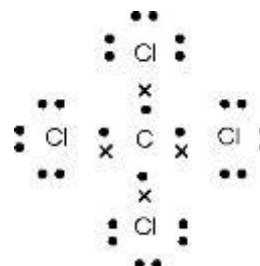


- b) [1 PUNTO] Nombra dos posibles isómeros de fórmula  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

1.- Responde a las siguientes cuestiones referidas a la molécula  $\text{CCl}_4$ , razonando las respuestas:

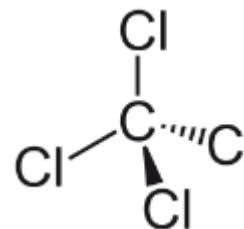
a) (0,5 p) Escribe su estructura de Lewis.

El carbono es un elemento del grupo 14, con una configuración en su nivel de valencia del tipo  $(ns^2 np^2)$ , mientras que el cloro es un elemento del grupo 17, con una configuración del nivel de valencia del tipo  $(ns^2 np^5)$ . Según la teoría de Lewis del enlace covalente, el enlace covalente consiste en la unión de átomos, que mediante la compartición de electrones adquieren una configuración electrónica de octeto de electrones. Para representar estos enlaces se utilizan los diagramas de Lewis, donde el símbolo químico del elemento se rodea con un número de puntos o cruces que representan los electrones del nivel de valencia.



b) (0,5 p) ¿Qué geometría cabe esperar para sus moléculas?

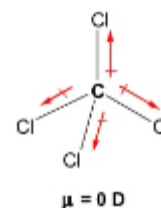
El modelo de repulsión entre los pares de electrones de la capa de valencia, establece que la geometría de la molécula viene determinada por la repulsión de los pares de electrones (enlazantes y no enlazantes) en la capa de valencia del átomo central (el de mayor valencia). Los pares de electrones compartidos y no compartidos de la capa de valencia del átomo central se disponen en el espacio de forma que queden lo más alejados posibles los unos de los otros, de modo que la repulsión sea mínima. Esto se consigue cuando los pares de electrones de la capa de valencia del átomo central adoptan una disposición que maximiza el ángulo entre dos pares cualesquiera. En este caso los 4 pares de electrones enlazantes se disponen tetraédricamente, dando lugar a una molécula de geometría tetraédrica.



También podría establecerse la geometría tetraédrica del tetracloruro de carbono basándonos en la hibridación  $sp^3$  que presenta el átomo de carbono cuando forma enlaces simples.

c) (0,5 p) ¿Por qué la molécula es apolar a pesar de que los enlaces  $\text{C}-\text{Cl}$  son polares?

La geometría tetraédrica del tetracloruro es simétrica, esto hace que aunque los enlaces  $\text{C}-\text{Cl}$  son polares, la suma vectorial de los momentos dipolares de los cuatro enlaces sea nula, dando lugar a una molécula apolar.



$$\vec{\mu}_{\text{CCl}_4} = \sum \vec{\mu}_{\text{C-Cl}} = 0 \text{ D}$$

d) (0,5 p) ¿Por qué a temperatura ordinaria el  $\text{CCl}_4$  es líquido y, en cambio, el  $\text{CI}_4$  es sólido?

El yodo es un elemento del mismo grupo que el cloro, por lo que la estructura del  $\text{CI}_4$  es la misma que la del tetracloruro de carbono. Ambas moléculas son apolares, por lo que los únicos enlaces intermoleculares entre sus moléculas son débiles fuerzas de dispersión o de London entre dipolos instantáneos. Este tipo de fuerzas intermoleculares incrementan su intensidad al aumentar la masa molecular, esto explica que el tetrayoduro de carbono sea sólido (mayor masa molecular) mientras que el tetracloruro de carbono es líquido.

2.- Indica, justificando brevemente la respuesta, si la concentración de los reactivos, la temperatura o la presencia de un catalizador influyen en:

a) (1 p) La velocidad de una reacción química.

Experimental se ha demostrado que en la mayoría de las reacciones químicas se cumple que la velocidad instantánea de reacción es directamente proporcional al producto de las concentraciones de los reactivos, elevadas, según los casos, a exponentes enteros o fraccionarios.

Así en una reacción del tipo:  $a A + b B + c C + \dots \longrightarrow \text{productos}$

Podemos decir que:

$$v = k \cdot [A]^\alpha \cdot [B]^\beta \cdot [C]^\gamma \dots$$

Donde  $\alpha$ ,  $\beta$ , y  $\gamma$  son números enteros o fraccionarios que indican el orden de reacción respecto a cada uno de los reactivos (orden parcial de reacción) y la suma de todos los exponentes determina el orden total de reacción.

La constante  $k$ , llamada constante de velocidad, depende de la temperatura y de la energía de activación de la reacción. De acuerdo a la ecuación de Arrhenius:

$$k = A \cdot e^{-\left[\frac{E_a}{R \cdot T}\right]}$$

Esta ecuación indica que la velocidad de reacción aumenta al aumentar la temperatura y al disminuir la energía de activación.

La energía de activación de una reacción disminuye al añadir un catalizador positivo, al transcurrir ésta mediante un nuevo mecanismo de reacción, produciéndose un aumento de la velocidad de reacción.

b) (1 p) La constante de equilibrio de una reacción química.

La constante de equilibrio de una reacción química solo depende de la temperatura.

La concentración de los reactivos no influye en el valor de la constante de equilibrio, solo influye en el valor de las concentraciones de las diferentes especies cuando se alcanza el equilibrio.

La adición de un catalizador tampoco influye en la constante de equilibrio, ya que afecta por igual a las energías de activación de los procesos directo e inverso.

3.- El  $\text{NO}_2$  y el  $\text{SO}_2$  reaccionan según la ecuación:  $\text{NO}_2 (\text{g}) + \text{SO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO} (\text{g}) + \text{SO}_3 (\text{g})$ .

Una vez alcanzado el equilibrio, la composición de la mezcla contenida en un recipiente de 1 L de capacidad es 0,6 moles de  $\text{SO}_3$ ; 0,4 moles de  $\text{NO}$ ; 0,1 moles de  $\text{NO}_2$  y 0,8 moles de  $\text{SO}_2$ .

a) (1 p) Calcula el valor de  $K_p$  en esas condiciones de equilibrio.

Para este equilibrio, la expresión de la constante  $K_c$  es:

$$K_c = \frac{[\text{NO}] \cdot [\text{SO}_3]}{[\text{NO}_2] \cdot [\text{SO}_2]} = \frac{0,4 \cdot 0,6}{0,1 \cdot 0,8} = 3$$

La relación entre la constante  $K_p$  y la constante  $K_c$  viene dada por:

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}$$

Para esta reacción:

$$\Delta n = 0 \text{ (no hay variación del número de moles gaseosos)} \Rightarrow K_p = K_c = 3$$

b) (1 p) Calcula la cantidad de moles de  $\text{NO}$  que habría que añadir al recipiente, en las mismas condiciones, para que la cantidad de  $\text{NO}_2$ , fuera 0,3 moles tras restablecerse el equilibrio.

Teniendo en cuenta que el volumen del recipiente es de 1 L, el número de moles y la concentración molar coinciden numéricamente.

	$\text{NO}_2 (\text{g})$	+	$\text{SO}_2 (\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{NO} (\text{g})$	+	$\text{SO}_3 (\text{g})$
Conc. Inicial (mol/L)	0,1		0,8		0,4 + y		0,6
Reacción (mol/L)	+x		+x		-x		-x
Conc. Equilibrio (mol/L)	0,1 + x		0,8 + x		0,4 + y - x		0,6 - x

$$[\text{NO}_2]_{eq} = 0,1 + x = 0,3 \Rightarrow x = 0,2 \text{ mol/L}$$

$$K_c = \frac{[NO] \cdot [SO_3]}{[NO_2] \cdot [SO_2]} \Rightarrow 3 = \frac{(0,4 + y - x) \cdot (0,6 - x)}{(0,3) \cdot (0,8 + x)} = \frac{(0,2 + y) \cdot (0,4)}{(0,3) \cdot (1)} \Rightarrow y = 2,05 \text{ mol/L}$$

**Debemos añadir 2,05 moles de monóxido de nitrógeno.**

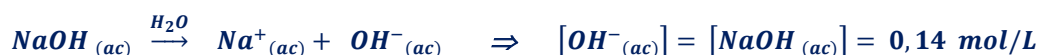
4.- Se disuelven 1,4 g de hidróxido de sodio en agua hasta alcanzar un volumen final de 0,25 L.

**DATOS:** Masas atómicas Na = 23 O = 16 H = 1

a) (0,5 p) Calcula el pH de la disolución resultante.

$$[NaOH]_{(ac)} = \frac{1,4 \text{ g} / 40 \text{ g/mol}}{0,25 \text{ L}} = 0,14 \text{ mol/L}$$

El hidróxido de sodio es una base fuerte que en agua está completamente disociada:



$$pOH = -\log [OH^-_{(ac)}] = -\log 0,14 = 0,85 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 13,15$$

b) (0,5 p) Si se diluyen 20 mL de la disolución anterior hasta un volumen final de 1 L, ¿cuál será el valor del pH de la disolución resultante?

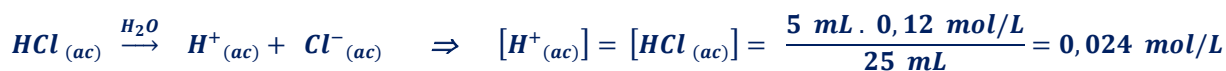
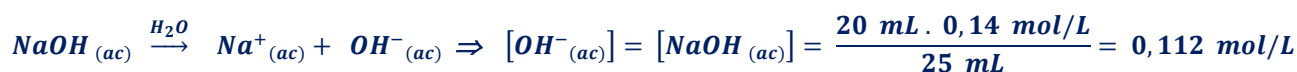
Calculamos la nueva concentración del hidróxido de sodio tras la dilución:

$$[OH^-_{(ac)}]' = [NaOH_{(ac)}]' = \frac{0,02 \text{ L} \cdot 0,14 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}{1 \text{ L}} = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$pOH' = -\log [OH^-_{(ac)}]' = -\log 2,8 \cdot 10^{-3} = 2,55 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 11,45$$

c) (0,5 p) Si a 20 mL de la disolución inicial se le añaden 5 mL de HCl 0,12 M, ¿cuál será el pH de la disolución resultante?

Al ser ambas especies fuertes en disolución acuosa están completamente disociadas:



En esta mezcla hay un exceso de concentración de iones hidróxido, lo que determinará que el pH final sea básico.

$$[OH^-_{(ac)}]_{exceso} = 0,112 - 0,024 = 0,088 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \Rightarrow pOH = -\log [OH^-_{(ac)}]_{exceso} = -\log 0,088 = 1,05$$

$$pH = 14 - pOH = 12,95$$

d) (0,5 p) ¿Qué volumen de ácido nítrico de concentración 0,16 M será necesario para neutralizar completamente 25 mL de la disolución inicial de NaOH?

Al ser ambas especies fuertes en disolución acuosa están completamente disociadas:



Para que se produzca la neutralización completa:

$$[OH^-]_{(ac)} = [H^+]_{(ac)} \Rightarrow \frac{25 \text{ mL} \cdot 0,14 \text{ mol/L}}{(25 + x) \text{ mL}} = \frac{x \text{ mL} \cdot 0,16 \text{ mol/L}}{(25 + x) \text{ mL}}$$

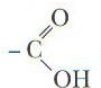
$$x = 21,875 \text{ mL de HNO}_3 \text{ } 0,16 \text{ M}$$

5.-

a) (1 p) Reconoce el grupo funcional y nombra los siguientes compuestos



**CH<sub>3</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - COOH:** Se trata del ácido butanoico, un ácido carboxílico o ácido orgánico. Presenta el grupo funcional carboxilo:



**CH<sub>3</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - O - CH<sub>3</sub>:** Se trata del metilpropiléter, un éter. Presenta el grupo funcional oxígeno:



b) (1 p) Nombra dos posibles isómeros de fórmula C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O

Hay diferentes posibilidades, algunas de ellas son

