

**QUÍMICA**

**INDICACIONES**

1. La prueba consta de 10 ejercicios distribuidos en tres bloques.
2. Se debe realizar un total de cinco ejercicios, eligiendo, al menos, uno de cada bloque.
3. Si entre los cinco realizados no figura al menos uno de cada bloque, no se corregirán los últimos del bloque con más ejercicios ni aquellos que excedan de cinco.
4. Si se resuelven más de cinco ejercicios, solo se corregirán los primeros, según el orden en que aparezcan resueltos en el cuadernillo de examen.

**BLOQUE 1**

1. [2 PUNTOS] Para un átomo en su estado fundamental, razone sobre la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:
  - a) [0,5 PUNTOS] El número máximo de electrones con número cuántico  $n = 3$  es 6.
  - b) [0,5 PUNTOS] En un orbital  $2p$  sólo puede haber 2 electrones.
  - c) [0,5 PUNTOS] Si en los orbitales  $3d$  se sitúan 6 electrones, no habrá ninguno desapareado.
  - d) [0,5 PUNTOS] Un electrón situado en un orbital  $3d$  puede tener la siguiente serie de números cuánticos ( $n, l, m, s$ ) / (2, 1, -2, +1/2)
2. [2 PUNTOS] Dadas las sustancias  $\text{PCl}_3$  y  $\text{CH}_4$ :
  - a) [0,5 PUNTOS] Prediga la geometría de las moléculas anteriores según la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia.
  - b) [0,5 PUNTOS] Razone si las moléculas serán polares.
  - c) [0,5 PUNTOS] Justifique cuál de las dos tendrá puntos de fusión y ebullición más altos.
  - d) [0,5 PUNTOS] Indique la hibridación que presenta el átomo central en cada caso.

**BLOQUE 2**

3. [2 PUNTOS] Se ha construido una celda galvánica o pila que consta de un electrodo de Sn sumergido en disolución de  $\text{Sn}^{2+}$  (1M) y otro electrodo de Ag sumergido en disolución de  $\text{Ag}^+$  (1M).
    - a) [0,5 PUNTOS] Indique el electrodo que actúa como ánodo y el que actúa como cátodo.
    - b) [0,5 PUNTOS] Escriba las dos semirreacciones que tienen lugar en cada electrodo.
    - c) [0,5 PUNTOS] Dibuje un esquema de la pila, indicado el sentido en que circulan los electrones.
    - d) [0,5 PUNTOS] Calcule el potencial estándar de la celda así formada.
- DATOS:**  $E^\circ (\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14\text{V}$ ;  $E^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80\text{V}$
4. [2 PUNTOS] Dada la reacción  $\text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Br}_2 + \text{SO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .
    - a) [1 PUNTO] Ajustar la reacción por el método del ion-electrón, indicando que especie actúa como oxidante y cual como reductor.
    - b) [1 PUNTO] Si se desea obtener una disolución de 500 mL de  $\text{SO}_2$  de concentración 0,50 M, ¿cuántos gramos de KBr se necesitarán?

**DATOS:** Masa atómica: Br = 79,9; K = 39,1

5. [2 PUNTOS] Si en una reacción se añade un catalizador, razone si son verdaderas o falsas las siguientes proposiciones:
- [0,5 PUNTOS] La entalpía de la reacción disminuye.
  - [0,5 PUNTOS] La reacción se hace más espontánea.
  - [0,5 PUNTOS] La energía de activación aumenta.
  - [0,5 PUNTOS] Se llega más rápido al equilibrio, reactivos  $\rightleftharpoons$  productos.

NOTA: Utilice diagramas energéticos del avance de la reacción.

6. [2 PUNTOS] Para la reacción:  $I_2(g) + C_5H_8(g) \longrightarrow C_5H_6(g) + 2 HI(g)$   $\Delta H^\circ = + 92,5 \text{ kJ mol}^{-1}$
- [1 PUNTO] Explique el efecto de cada uno de los siguientes factores en la cantidad de HI(g) presente en la mezcla en equilibrio, de:
    - elevar la temperatura de la mezcla.
    - introducir más  $C_5H_6(g)$  en el recipiente que contiene la mezcla.
  - [1 PUNTO] Indique, de forma razonada, el carácter ácido, básico o neutro de la disolución acuosa resultante de la neutralización exacta de una disolución acuosa de amoníaco,  $NH_3$ , con una disolución acuosa de ácido nítrico,  $HNO_3$ .

DATOS:  $K_b(NH_3) = 1,8 \times 10^{-5}$

7. [2 PUNTOS] A  $425^\circ C$  la  $K_c$  del equilibrio:  $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ , vale 54,8:
- [1 PUNTO] Indique en qué sentido se desplazará la reacción si en un recipiente de 10,00 L se introducen 12,69 g de  $I_2$ , 1,01 g de  $H_2$  y 25,582 g de HI y se calienta a  $425^\circ C$ .
  - [1 PUNTO] Calcule las concentraciones de  $I_2$ ,  $H_2$  y HI cuando se alcance el equilibrio a la temperatura dada.

DATOS: Masas atómicas: I = 126,9; H = 1,01

8. [2 PUNTOS] El valor de la constante del producto de solubilidad a  $25^\circ C$  del carbonato de magnesio,  $MgCO_3$ , es de  $3,5 \times 10^{-8}$ . Calcule:
- [1 PUNTO] La solubilidad molar del carbonato de magnesio, en agua a  $25^\circ C$ .
  - [0,5 PUNTOS] La masa de carbonato de magnesio, expresada en gramos, necesaria para preparar 100 mL de una disolución saturada de  $MgCO_3$ .
  - [0,5 PUNTOS] Como variará la solubilidad de una disolución saturada de  $MgCO_3$ , al añadirla iones  $CO_3^{2-}$ .

DATOS: Masas atómicas: C = 12 ; O = 16; Mg = 24,3

### BLOQUE 3

9. [2 PUNTOS] Dados los compuestos orgánicos siguientes: 1)  $CH_3-CH_2-CH(Cl)-CH=CH_2$ ; 2)  $CH_2(Cl)-CH_2-CH_2-CH=CH_2$ ; 3)  $CH(Br)=CH(Br)$ ; 4)  $CH_2=CHBr$ .
- [0,5 PUNTOS] ¿Cuál o cuáles de ellos presenta un carbono quiral? Señale el carbono quiral con un asterisco.
  - [0,5 PUNTOS] ¿Cuál o cuáles de ellos presentan isomería geométrica? Dibuje las estructuras de los dos estereoisómeros.
  - [0,5 PUNTOS] Si hacemos reaccionar el compuesto 2) con ácido clorhídrico (cloruro de hidrógeno), indique el tipo de reacción y escriba la fórmula del producto obtenido.
  - [0,5 PUNTOS] Indique tres posibles isómeros del compuesto 1).
10. [2 PUNTOS] Dados los compuestos orgánicos:  $CH_3-CH_3$ ;  $CH_3OH$  y  $CH_3-CH=CH-CH_3$ .
- [0,4 PUNTOS] Indique cuáles son hidrocarburos y nómbralos.
  - [0,6 PUNTOS] Escriba todos los isómeros posibles de cada uno y nómbralos.
  - [1 PUNTO] ¿Puede experimentar alguno de ellos reacciones de adición? En tal caso, escriba una.

**BLOQUE 1**

1.- [2 PUNTOS] Para un átomo en su estado fundamental, razone sobre la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

a) [0,5 PUNTOS] El número máximo de electrones con número cuántico  $n = 3$  es 6.

**FALSO.** El nivel de energía  $n = 3$  está formado por los subniveles 3s (1 orbital), 3p (3 orbitales) y 3d (5 orbitales), por lo que en total está formado por 9 orbitales que pueden albergar un máximo de 2 electrones cada uno (cumpliendo el principio de exclusión de Pauli), dando un máximo de 18 electrones en el nivel  $n = 3$ .

b) [0,5 PUNTOS] En un orbital 2p sólo puede haber 2 electrones.

**CIERTO.** Cualquier orbital de cualquier subnivel de energía puede albergar un máximo de dos electrones que han de cumplir el principio de exclusión de Pauli.

c) [0,5 PUNTOS] Si en los orbitales 3d se sitúan 6 electrones, no habrá ninguno desapareado.

**FALSO.** El subnivel 3d está formado por 5 orbitales. Los 6 electrones estarán distribuidos entre estos 5 orbitales cumpliendo el principio de la máxima multiplicidad de Hund (número de electrones desapareados máximo), por lo que habrá 4 electrones desapareados.

d) [0,5 PUNTOS] Un electrón situado en un orbital 3d puede tener la siguiente serie de números cuánticos ( $n, \ell, m, s$ ) /  $(2, 1, -2, +\frac{1}{2})$

**FALSO.** Un electrón situado en un orbital 3d tendrá como número cuántico principal  $n = 3$  y  $\ell = 2$ .

2.- [2 PUNTOS] Dadas las sustancias  $PCl_3$  y  $CH_4$ :

a) [0,5 PUNTOS] Prediga la geometría de las moléculas anteriores según la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia.

P ( $Z = 15$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

Cl ( $Z = 17$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

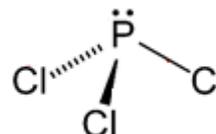
C ( $Z = 6$ ):  $1s^2 2s^2 2p^2$

H ( $Z = 1$ ):  $1s^1$

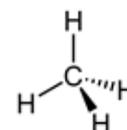
Según la teoría de repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia, la geometría más probable para una molécula es aquella en la que los pares de electrones de la capa de valencia que rodean al átomo central (el de mayor valencia) estén lo más alejados posibles entre sí para que la repulsión sea mínima. Hacemos los diagramas de Lewis de ambas moléculas:



$PCl_3$ : El fósforo se rodea de cuatro pares de electrones, tres de ellos enlazantes y uno no-enlazante, de modo que su geometría más probable es la **piramidal (pirámide trigonal)**.



$CH_4$ : El carbono se rodea de cuatro pares de electrones, todos ellos enlazantes, de modo que su geometría más probable es la **tetraédrica**.





4.- [2 PUNTOS] Dada la reacción:  $\text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{SO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .

- a) [1 PUNTO] Ajustar la reacción por el método del ion-electrón, indicando que especie actúa como oxidante y cual como reductor.



- b) [1 PUNTO] Si se desea obtener una disolución de 500 mL de  $\text{SO}_2$  de concentración 0,50 M, ¿cuántos gramos de KBr se necesitarán?

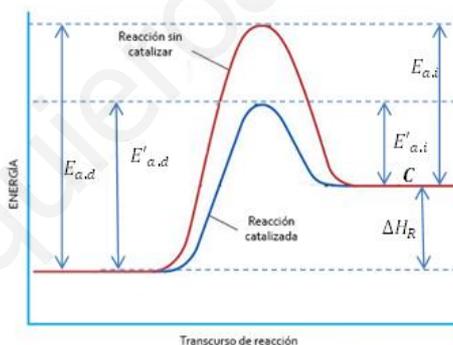
DATOS: Masa atómica: Br = 79,9      K = 39,1

$$m_{\text{KBr}} = 0,5 \text{ L disolución } \text{SO}_2 \cdot \frac{0,5 \text{ mol } \text{SO}_2}{1 \text{ L disolución } \text{SO}_2} \cdot \frac{2 \text{ mol KBr}}{1 \text{ mol } \text{SO}_2} \cdot \frac{119 \text{ g KBr}}{1 \text{ mol KBr}} = 59,5 \text{ g}$$

5.- [2 PUNTOS] Si en una reacción se añade un catalizador, razone si son verdaderas o falsas las siguientes proposiciones:

NOTA: Utilice diagramas energéticos del avance de la reacción.

Por ejemplo, si suponemos una reacción endotérmica, este sería el diagrama entálpico de la reacción sin catalizador y con catalizador.



- a) [0,5 PUNTOS] La entalpía de la reacción disminuye.

**FALSO.** El catalizador no afecta a la entalpía de reacción, ya que se trata de una función de estado, su variación solo depende de los reactivos y los productos, que no se ven alterados por la presencia del catalizador.

- b) [0,5 PUNTOS] La reacción se hace más espontánea.

**FALSO.** El catalizador no afecta a la espontaneidad de la reacción, ya que esta depende de las variaciones de entalpía y entropía de la reacción, que son funciones de estado.

- c) [0,5 PUNTOS] La energía de activación aumenta.

**FALSO.** El catalizador lo que hace es disminuir la energía de activación, permitiendo que la reacción transcurra a una mayor velocidad.

- d) [0,5 PUNTOS] Se llega más rápido al equilibrio, reactivos  $\rightleftharpoons$  productos.

**CIERTO.** El catalizador disminuye tanto la energía de activación del proceso directo como del proceso inverso, por lo que aumenta la velocidad de ambos procesos haciendo que el estado de equilibrio se alcance en menos tiempo.

6.- [2 PUNTOS] Para la reacción:  $I_2(g) + C_5H_8(g) \rightarrow C_5H_6(g) + 2 HI(g)$   $\Delta H^\circ = + 92,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

- a) [1 PUNTO] Explique el efecto de cada uno de los siguientes factores en la cantidad de HI(g) presente en la mezcla en equilibrio, de:

El principio de Le Chatelier dice que cuando un equilibrio estable es perturbado y el sistema pierde el estado de equilibrio, si dejamos que el sistema evolucione libremente, lo hará oponiéndose a la causa de la perturbación hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio.

I. elevar la temperatura de la mezcla.

Al aumentar la temperatura se favorece el proceso endotérmico, por lo que este equilibrio se desplaza hacia la derecha, aumentando la cantidad de HI (g) en la mezcla en equilibrio.

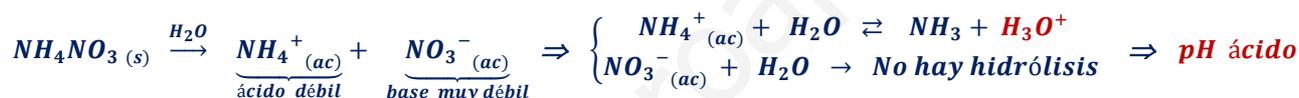
II. introducir más  $C_5H_6(g)$  en el recipiente que contiene la mezcla.

Al introducir más  $C_5H_6(g)$  en el recipiente, el equilibrio se desplaza hacia la izquierda, disminuyendo la cantidad de HI (g) en la mezcla en equilibrio.

- b) [1 PUNTO] Indique, de forma razonada, el carácter ácido, básico o neutro de la disolución acuosa resultante de la neutralización exacta de una disolución acuosa de amoníaco,  $NH_3$ , con una disolución acuosa de ácido nítrico,  $HNO_3$ .

DATOS:  $K_b(NH_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Al neutralizarse amoníaco (base débil) con ácido nítrico (ácido fuerte), se forma una sal (nitrato de amonio,  $NH_4NO_3$ ) que en agua se hidroliza dando una disolución ácida, ya que el anión nitrato se comporta como una base muy débil (no se hidroliza) y solo se produce la hidrólisis del catión amonio (ácido débil).



7.- [2 PUNTOS] A  $425^\circ C$  la  $K_c$  del equilibrio:  $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2 HI(g)$ , vale 54,8:

DATOS: Masas atómicas: I = 126,9 H = 1,01

- a) [1 PUNTO] Indique en qué sentido se desplazará la reacción si en un recipiente de 10,00 L se introducen 12,69 g de  $I_2$ , 1,01 g de  $H_2$  y 25,582 g de HI y se calienta a  $425^\circ C$ .

Calculamos las concentraciones iniciales:

$$[I_2]_0 = \frac{12,69/253,8}{10} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}; \quad [H_2]_0 = \frac{1,01/2,02}{10} = 0,05 \text{ mol/L}$$

$$[HI]_0 = \frac{25,582/127,91}{10} = 0,02 \text{ mol/L}$$

Para ver en qué sentido evoluciona la reacción, calculamos el cociente de reacción:

$$Q = \frac{([HI]_0)^2}{[I_2]_0 \cdot [H_2]_0} = \frac{(0,02)^2}{(5 \cdot 10^{-3}) \cdot (0,0505)} = 1,6 < K_c$$

La reacción no está en equilibrio, evolucionará hacia la derecha, produciéndose más HI a costa de una disminución de  $I_2$  y de  $H_2$  hasta que  $Q = K_c$ .

- b) [1 PUNTO] Calcule las concentraciones de  $I_2$ ,  $H_2$  y HI cuando se alcance el equilibrio a la temperatura dada.

	$I_2(g)$	+	$H_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$2 HI(g)$
Concentración Inicial (mol/L)	$5 \cdot 10^{-3}$		0,05		0,02
Variación (mol/L)	-x		-x		+2x
Concentración Equilibrio (mol/L)	$5 \cdot 10^{-3} - x$		$0,05 - x$		$0,02 + 2x$

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[I_2] \cdot [H_2]} \Rightarrow 54,8 = \frac{(0,02 + 2x)^2}{(5 \cdot 10^{-3} - x) \cdot (0,05 - x)}$$

$$50,8x^2 - 3,094x + 0,0133 = 0 \Rightarrow \text{Resolviendo } x = \begin{cases} 0,056 \text{ mol/L} \\ 4,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \end{cases}$$

La primera solución carece de sentido ya que es mayor que la concentración de ambos reactivos. De modo que las concentraciones en el equilibrio son:

$$[I_2]_{eq} = 5 \cdot 10^{-3} - x = 5 \cdot 10^{-3} - 4,65 \cdot 10^{-3} = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[H_2]_{eq} = 0,05 - x = 0,05 - 4,65 \cdot 10^{-3} = 0,045 \text{ mol/L}$$

$$[HI]_{eq} = 0,02 + 2x = 0,02 + (2 \cdot 4,65 \cdot 10^{-3}) = 0,029 \text{ mol/L}$$

8.- [2 PUNTOS] El valor de la constante del producto de solubilidad a 25 °C del carbonato de magnesio,  $MgCO_3$ , es de  $3,5 \cdot 10^{-8}$ . Calcule:

DATOS: Masas atómicas: C = 12 O = 16 Mg = 24,3

a) [1 PUNTO] La solubilidad molar del carbonato de magnesio, en agua a 25 °C.

	$MgCO_3 (s)$	$\rightleftharpoons$	$Mg^{2+} (ac)$	+	$CO_3^{2-} (ac)$
Concentración inicial (mol/L)	a		--		--
Variación (mol/L)	-s		+s		+s
Concentración en equilibrio (mol/L)	a - s		s		s

$$K_{ps} = [Ba^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}] = s \cdot s = s^2 \Rightarrow s = \sqrt{K_{ps}} = \sqrt{3,5 \cdot 10^{-8}} = 1,87 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

b) [0,5 PUNTOS] La masa de carbonato de magnesio, expresada en gramos, necesaria para preparar 100 mL de una disolución saturada de  $MgCO_3$ .

Como la sal se disocia en proporción 1:1

$$m_{MgCO_3} = 1,87 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,1 \text{ L} \cdot 84,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1,576 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 1,576 \text{ mg}$$

c) [0,5 PUNTOS] Como variará la solubilidad de una disolución saturada de  $MgCO_3$ , al añadirla iones  $CO_3^{2-}$ .

De acuerdo con el principio de Le Chatelier, al perturbar un equilibrio estable este evoluciona hacia un nuevo estado de equilibrio oponiéndose a la variación que le sacó del equilibrio inicial. En este caso, al aumentar la concentración de iones carbonato el equilibrio se va a desplazar en el sentido en el que disminuya su concentración (hacia la izquierda), de modo que **disminuye la solubilidad del carbonato de magnesio**. Este es un ejemplo del efecto del ion común.

### BLOQUE 3

9.- [2 PUNTOS] Dados los compuestos orgánicos siguientes: 1)  $CH_3-CH_2-CH(Cl)-CH=CH_2$ ; 2)  $CH_2(Cl)-CH_2-CH_2-CH=CH_2$ ; 3)  $CH(Br) = CH(Br)$ ; 4)  $CH_2 = CHBr$ .

a) [0,5 PUNTOS] ¿Cuál o cuáles de ellos presenta un carbono quiral? Señale el carbono quiral con un asterisco.

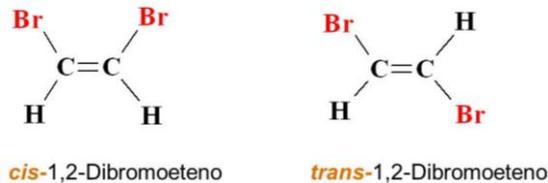
Se llama carbono quiral o asimétrico a un átomo de carbono que está unido a cuatro grupos atómicos diferentes. El único compuesto que presenta un carbono asimétrico es el 1:



- b) [0,5 PUNTOS] ¿Cuál o cuáles de ellos presentan isomería geométrica? Dibuje las estructuras de los dos estereoisómeros.

Para que un compuesto de carbono presente isomería geométrica debe cumplir simultáneamente estas tres condiciones: presentar un doble enlace carbono - carbono, que cada uno de estos dos carbonos esté unido a dos grupos atómicos diferentes y que, al menos, uno de estos grupos atómicos sea común a ambos carbonos.

El único compuesto que cumple estas condiciones es el 3:



- c) [0,5 PUNTOS] Si hacemos reaccionar el compuesto 2) con ácido clorhídrico (cloruro de hidrógeno), indique el tipo de reacción y escriba la fórmula del producto obtenido.



Se trata de una **reacción de adición** (hidrocloración) siguiendo la regla de Markovnikov.

- d) [0,5 PUNTOS] Indique tres posibles isómeros del compuesto 1).

Hay varias opciones, por ejemplo:

- 1.-  $\text{CH}_2(\text{Cl})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
- 2.-  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{Cl})-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
- 3.-  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{Cl})=\text{CH}_2$

10.- [2 PUNTOS] Dados los compuestos orgánicos:  $\text{CH}_3-\text{CH}_3$ ;  $\text{CH}_3\text{OH}$  y  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ .

- a) [0,4 PUNTOS] Indique cuáles son hidrocarburos y nómbralos.

Los hidrocarburos son compuestos formados exclusivamente por carbono e hidrógeno. Hay 2:

$\text{CH}_3-\text{CH}_3$ : **Etano**

$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ : **2-buteno o But-2-eno**

- b) [0,6 PUNTOS] Escriba todos los isómeros posibles de cada uno y nómbralos.

Los compuestos  $\text{CH}_3-\text{CH}_3$  y  $\text{CH}_3\text{OH}$  no presentan isómeros. El 2-buteno tiene varios isómeros:



- c) [1 PUNTO] ¿Puede experimentar alguno de ellos reacciones de adición? En tal caso, escriba una.

Las reacciones de adición son características de los compuestos que presentan enlaces múltiples carbono - carbono. Por lo tanto, el 2-buteno puede sufrir reacciones de adición. Algunos ejemplos:

