



Universidad de Castilla la Mancha - LOGSE - Junio 2.000

Opción A

1.- La formamida se descompone en amoníaco y monóxido de carbono según el siguiente equilibrio: $\text{HCONH}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$. En un matraz de 5 L se introducen inicialmente 2.5 moles de HCONH_2 . Al calentar a 130°C se establece el equilibrio anterior, cuya constante K_c a esa temperatura vale 4.8. Calcula:

- El grado de disociación.
- El valor de K_p a esa temperatura.
- La presión total de la mezcla en equilibrio.

	$\text{HCONH}_2(\text{g})$	\leftrightarrow	$\text{NH}_3(\text{g})$	$+$	$\text{CO}(\text{g})$	
n_0	2.5					5L 403K $K_c = 4.8$
n_{eq}	$2.5(1-\alpha)$		2.5α		2.5α	
c_{eq}	$\frac{2.5(1-\alpha)}{5}$		$\frac{2.5\alpha}{5}$		$\frac{2.5\alpha}{5}$	

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]_{eq} \cdot [\text{CO}]_{eq}}{[\text{HCONH}_2]_{eq}} \rightarrow 4.8 = \frac{\left(\frac{2.5\alpha}{5}\right)^2}{\frac{2.5(1-\alpha)}{5}} \rightarrow \begin{cases} \alpha = -4.66 \\ \alpha = 0.823 \end{cases} \rightarrow \alpha = 82.3\%$$

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n} = 4.8 \cdot (0.082 \cdot 403)^1 \rightarrow K_p = 158.62$$

$$n_T = 2.5(1 - 0.823) + 2.5(0.823) + 2.5(0.823) \rightarrow n_T = 4.55 \text{ moles}$$

$$P = \frac{n_T \cdot R \cdot T}{V} = \frac{4.55 \cdot 0.082 \cdot 403}{5} \rightarrow P_T = 30.12 \text{ atm}$$

2.- Se mezclan 250cm^3 de una disolución de hidróxido de calcio 0.1M con 125cm^3 de ácido clorhídrico 0.75M .

- ¿Cómo se llama la reacción que se produce entre ambas especies?
- ¿Qué especie, ácido o base, queda en exceso?
- ¿Cuál es el pH de la disolución resultante?

La reacción de la que nos hablan es:



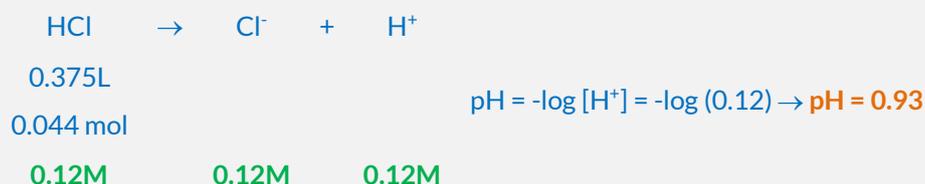
Es decir, se trata de una **neutralización** entre una base fuerte y un ácido fuerte, resultando la sal correspondiente y agua.



Tenemos que estudiar cuál es el reactivo limitante y cuál queda en exceso:

$$0.025 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2 \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2} = 0.05 \text{ mol HCl}$$

Por tanto, el reactivo limitante es el hidróxido de calcio, sobrando: $0.094 - 0.05 = 0.044$ moles HCl sobran.





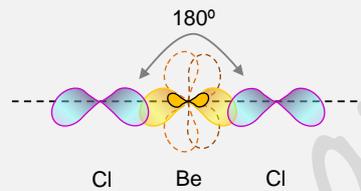
4.- Explica el tipo de hibridación y la geometría de las moléculas BeCl_2 y CH_4 . A partir de la respuesta anterior, deduce su polaridad.

BeCl_2

Configuración electrónica	Capa de valencia	Orbitales atómicos (Capa de valencia)	Orbitales híbridos sp	Estructura de Lewis
Be: $1s^2$	$2s^2$			
Cl: $1s^2 2s^2 p^6$	$3s^2 p^5$			

Por promoción de uno de los electrones $2s$ del átomo de Berilio a un orbital $2p$ vacío, y posterior combinación lineal de estos, se forman **2 orbitales híbridos sp** . Los 2 átomos de Cloro se unen al Berilio mediante enlace covalente tipo σ , por solapamiento entre sus orbitales atómicos semillenos $3p$ y los orbitales híbridos sp .

Según la teoría de repulsión de los electrones de la capa de valencia, los pares de electrones en los enlaces y los pares solitarios de un átomo, se posicionan lo más alejados posibles. En la molécula BeCl_2 hay 2 pares de electrones alrededor del Berilio, de modo que para que estos se encuentren lo más alejados posibles, formarán un ángulo de 180° entre sí, generando así la máxima separación entre los pares de electrones. Esto nos genera la estructura **lineal** para BeCl_2 .

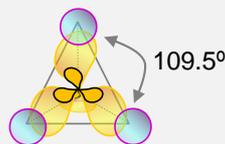


La molécula BeCl_2 tiene los enlaces polarizados debido a la gran diferencia de electronegatividad de los sus átomos, pero al ser los enlaces opuestos (geometría lineal), la suma de los momentos dipolares de los enlaces es cero, y en consecuencia, la molécula es **apolar**.

CH_4

Configuración electrónica	Capa de valencia	Orbitales atómicos (Capa de valencia)	Orbitales híbridos sp^3	Estructura de Lewis
C: $1s^2 2s^2 p^2$	$2s^2 p^4$			
H: $1s^1$	$1s^1$			

El Carbono en la molécula CH_4 promociona un electrón del orbital atómico $2s$ al $2p$ vacío, y por combinación lineal de estos forma **4 orbitales híbridos sp^3** dirigidos, desde el átomo de Carbono, hacia los vértices de un **tetraedro regular**, formando ángulos de 109.5° . Cada uno de los orbitales híbridos sp^3 solapa, para formar un enlace covalente tipo σ , con cada uno de los cuatro átomos de Hidrógeno.



Al igual que en el caso anterior, la molécula CH_4 tiene los enlaces polarizados debido a la gran diferencia de electronegatividad de los sus átomos, pero al ser la geometría simétrica (tetraédrica), la suma de los momentos dipolares de los enlaces es cero, y en consecuencia, la molécula es **apolar**.

5.- Razona los gramos de sodio que pueden obtenerse haciendo pasar una corriente de 6.5 amperios durante 45 minutos, a través de cloruro sódico fundido. ¿En qué electrodo se produce la reacción? Datos: PA (Na) = 23

El cloruro de sodio se disocia según: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$. El Na^+ se reduce según: $\text{Na}^+ + 1 e^- \rightarrow \text{Na}(s)$. Para calcular cuántos gramos de $\text{Na}(s)$ pueden obtenerse, empleamos la tercera ley de Faraday:

$$m = \frac{I \cdot t}{F} \cdot M_{eq} = \frac{I \cdot t}{F} \cdot \frac{\text{Masa atómica}}{\text{moles de } e^-} = \frac{6.5 \cdot (45 \cdot 60)}{96500} \cdot \frac{23}{1} = 4.18 \text{ gr Na}$$

La reducción siempre se produce en el **cátodo**.



6.- Para la fórmula C_3H_8O , escribe y nombra dos isómeros de posición y dos isómeros de función.

C_3H_8O	Isómeros de Posición (posición del grupo funcional)		Isómeros de función (distinto grupo funcional)	
		1-propanol	2-propanol	Etil metil éter
	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \end{array}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \end{array}$

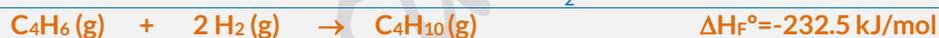
Opción B

1.- Los calores de combustión del 1,3-butadieno (C_4H_6), hidrógeno gas y butano (C_4H_{10}) son -2539.4 kJ/mol, -286.1 kJ/mol y -2879.1 kJ/mol, respectivamente. En todos los casos el agua formada queda en forma líquida.

- Escribe las ecuaciones de esas reacciones de combustión.
- Calcula el calor de la siguiente reacción de hidrogenación del 1,3-butadieno a butano: $C_4H_6(g) + 2 H_2(g) \rightarrow C_4H_{10}(g)$



Para calcular el calor de la reacción de hidrogenación del 1,3-butadieno, empleamos la Ley de Hess:



Por tanto, por cada mol de 1,3-butadieno se desprenden 232.5 kJ.

2.- El nitrato de potasio reacciona con dióxido de manganeso e hidróxido de potasio (medio básico), para dar nitrito de potasio, permanganato de potasio y agua.

- Ajusta la reacción iónica y molecular por el método del ión electrón.
- Calcula el peso equivalente del oxidante y del reductor.
- Calcula los gramos de nitrato de potasio necesarios para obtener 100gr de permanganato potásico, si el rendimiento de la reacción es del 75%.

Datos: Masas atómicas: K=39; N=14; O=16; Mn=55.



Oxidación



x 2



Reducción



x 3

+



Por tanto, el oxidante es el nitrato y el reductor es el dióxido de manganeso.



$$P_{eq} = \frac{\text{Masa atómica}}{\text{moles } e^-} \rightarrow \begin{cases} \text{NO}_3^- : P_{eq} = \frac{62}{2} \rightarrow P_{eq}(\text{NO}_3^-) = 31 \\ \text{MnO}_2 : P_{eq} = \frac{87}{3} \rightarrow P_{eq}(\text{MnO}_2) = 29 \end{cases}$$

$$100 \text{ gr KMnO}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol KMnO}_4}{158 \text{ gr}} \cdot \frac{3 \text{ mol KNO}_3}{2 \text{ mol KMnO}_4} \cdot \frac{100}{75} \cdot \frac{101 \text{ gr KNO}_3}{1 \text{ mol KNO}_3} = 127.84 \text{ g KNO}_3$$

3.- Deduce a partir de la configuración electrónica qué elemento del tercer periodo tiene cinco electrones p (Z=17). Razona cuáles serán sus valencias covalentes.

Z = 17 → 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁵ → Si nos fijamos en la capa de valencia (3s² 3p⁵) podemos deducir que es el elemento del tercer periodo perteneciente al grupo 17 (halógenos), por tanto, se trata del **Cloro**.

La valencia covalente es el número de electrones compartidos por un elemento cuando establece enlaces covalentes. En el caso del cloro pueden darse varios casos debido a que posee 5 orbitales d vacíos:

	Configuración electrónica	Orbitales atómicos	Covalencia
Estado fundamental	3s ² 3p ⁵ d ⁰		1
	3s ² 3p ⁴ d ¹		3
Estados excitados	3s ² 3p ³ d ²		5
	3s ¹ 3p ³ d ³		7

4.- Explica cuál de las siguientes disoluciones acuosas tiene el pH más alto y cuál el más bajo:

- Benzoato sódico
- NH₄Cl
- NaNO₃

El benzoato sódico se disocia según: C₆H₅COONa → Na⁺ + C₆H₅COO⁻. El catión sodio es el ácido débil conjugado de la base fuerte hidróxido de sodio, por tanto, no sufre hidrólisis y no contribuirá al pH. Por el contrario, el benzoato es la base conjugada de un ácido débil, el ácido benzoico (C₆H₅COOH), por lo tanto, tiene la suficiente fortaleza como para reaccionar con el agua, según la reacción de hidrólisis: C₆H₅COO⁻ + H₂O → C₆H₅COOH + OH⁻. El pH resultante será **ligeramente básico**.

El cloruro amónico se disocia según: NH₄Cl → Cl⁻ + NH₄⁺. El anión cloruro es la base débil conjugada del ácido fuerte ácido clorhídrico, por tanto, no sufre hidrólisis y no contribuirá al pH. Por el contrario, el amonio es el ácido conjugado de una base débil, el amoníaco (NH₃), por lo tanto, sufre hidrólisis según: NH₄⁺ + H₂O → NH₃ + H₃O⁺. El pH resultante será **ligeramente ácido**.

El nitrato sódico se disocia según: NaNO₃ → Na⁺ + NO₃⁻. El catión sodio es el ácido débil conjugado de la base fuerte hidróxido de sodio, por tanto, no sufre hidrólisis y no contribuirá al pH. El nitrato es la base débil conjugada del ácido fuerte ácido nítrico, por tanto, tampoco sufre hidrólisis. En este caso, el pH resultante será **neutro**.

Es decir, la disolución acuosa con pH más alto es la de benzoato sódico y la del pH más bajo es la de cloruro amónico.

5.- ¿Puede ser espontánea una reacción endotérmica? ¿Qué condiciones deben cumplirse?

Para que una reacción sea espontánea la energía libre de Gibbs debe ser negativa, siendo ΔG = ΔH - T ΔS. Por tanto, para que una reacción endotérmica (ΔH > 0) puede ser espontánea sólo si el valor absoluto de la variación de entalpía, |ΔH|, es menor que el valor absoluto del producto de la temperatura absoluta por la variación de entropía, |T·ΔS|, lo cual ocurre a **temperaturas altas**.