



## QUÍMICA.

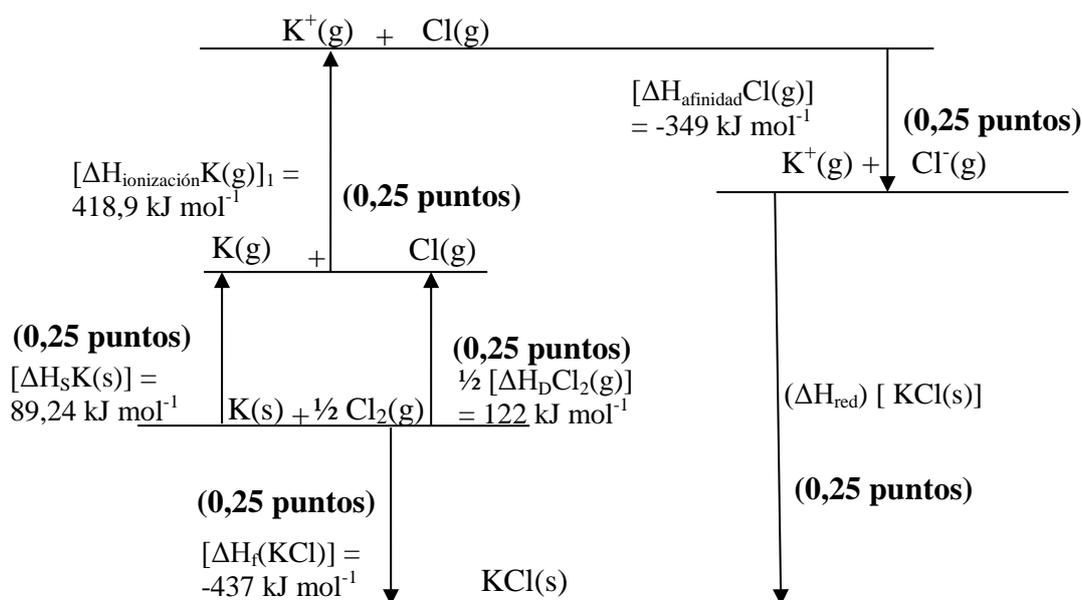
### OPCIÓN A

#### 1. (2,5 puntos)

Construya el ciclo de Born-Haber y calcule la energía de red ( $\Delta H_{\text{red}}$ ) del  $\text{KCl(s)}$  a partir de los siguientes datos: Entalpía estándar de formación del  $\text{KCl(s)}$  [ $\Delta H_f(\text{KCl})$ ] =  $-437 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Entalpía de sublimación del  $\text{K(s)}$  [ $\Delta H_s\text{K(s)}$ ] =  $89,24 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Entalpía de disociación del  $\text{Cl}_2(\text{g})$  [ $\Delta H_D\text{Cl}_2(\text{g})$ ] =  $244 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Primera energía de ionización del  $\text{K(g)}$  [ $\Delta H_{\text{ionizaciónK(g)}}]_1$  =  $418,9 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Afinidad electrónica del  $\text{Cl(g)}$  [ $\Delta H_{\text{afinidadCl(g)}}$ ] =  $-349 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

#### Solución:

Ciclo de Born-Haber:



$$[\Delta H_f(\text{KCl})] = [\Delta H_s\text{K(s)}] + \frac{1}{2} [\Delta H_D\text{Cl}_2(\text{g})] + [\Delta H_{\text{ionizaciónK(g)}}]_1 + [\Delta H_{\text{afinidadCl(g)}}] + [(\Delta H_{\text{red}}) \text{KCl(s)}]$$

**(0,5 puntos)**

$$[(\Delta H_{\text{red}}) \text{KCl(s)}] = (-437 - 89,24 - 122 - 418,9 + 349) \text{ kJ mol}^{-1}$$

**0,25 puntos)**

$$[(\Delta H_{\text{red}}) \text{KCl(s)}] = -718,14 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ de KCl(s)}$$

**(0,25 puntos)**

Para contabilizar los 0,25 puntos del resultado final debe ser correcto el signo (-), el valor (718,14) y las unidades ( $\text{kJ mol}^{-1}$ ).



**2. (2,5 puntos)**

El calcio metálico puede obtenerse por electrolisis del  $\text{CaCl}_2$  fundido.

- i. Escriba las reacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo de la célula electrolítica. **(0,5 puntos)**
- ii. Si el rendimiento de la célula electrolítica es del 68%, calcule la masa, en gramos, de  $\text{Ca(s)}$  y el volumen, en litros, de  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , medido en condiciones normales, que se obtendrán en el proceso cuando se aplique una corriente de  $7,5 \times 10^3 \text{ A}$  durante 48 horas. **(2,0 puntos)**

**Datos:** Masa atómica del  $\text{Ca} = 40,0 \text{ u}$ ; 1 Faraday = 96485 C.  $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

**Solución:**



ii.  $Q = I \times t = 7500 \text{ C/s} \times 172800 \text{ s} = 1,296 \times 10^9 \text{ C}$  **(0,25 puntos)**

Rendimiento de la célula electrolítica: 68%

$1,296 \times 10^9 \text{ C} \times 0,68 = 8,813 \times 10^8 \text{ C efectivos}$  **(0,25 puntos)**

$8,813 \times 10^8 \text{ C} \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{96485 \text{ C}} = 9133,9 \text{ moles e}^-$  **(0,25 puntos)**

$9133,9 \text{ moles e}^- \times \frac{1 \text{ mol Ca(s)}}{2 \text{ moles e}^-} = 4566,9 \text{ moles Ca(s)}$  **(0,25 puntos)**

$4566,9 \text{ moles Ca(s)} \times \frac{40 \text{ g Ca(s)}}{1 \text{ mol Ca(s)}} = 182676 \text{ g Ca(s)}$  **(0,25 puntos)**

Volumen de cloro gas:

$9133,9 \text{ moles e}^- \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{2 \text{ moles e}^-} = 4567 \text{ moles Cl}_2(\text{g})$  **(0,25 puntos)**

$V = \frac{n R T}{P}$  **(0,25 puntos)**  $V = 102293 \text{ L}$  **(0,25 puntos)**

**ALTERNATIVA:**

1 mol de un gas en c.n. ocupa 22,4 L

$4567 \text{ moles de Cl}_2 \text{ gas} \times \frac{22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol de Cl}_2(\text{g})} = 102300,8 \text{ L}$   
**(0,25 puntos)** **(0,25 puntos)**



**3. (1,0 punto)**



En el laboratorio se dispone del dispositivo experimental de la figura y del material de laboratorio y reactivos que se relaciona: pipeta aforada de 10 mL, disolución acuosa titulada de NaOH, muestra de vinagre comercial e indicador.

Indique el procedimiento experimental a seguir para realizar la determinación del contenido de ácido acético en un vinagre comercial.

**Solución:**

1. Con la pipeta aforada se toman 10 mL de vinagre comercial y se vierten en un erlenmeyer. Diluir con agua. Si no pone diluir con agua se considerará correcto. **(0,25 puntos)**
2. Agregar 3 gotas del indicador en el erlenmeyer. **(0,25 puntos)**
3. Verter la disolución de NaOH en la bureta. **(0,25 puntos)**
4. Verter gota a gota, lentamente, la disolución de NaOH en el erlenmeyer, agitando suavemente hasta que se produzca un cambio de color. **(0,25 puntos)**



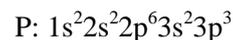
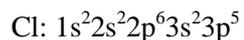
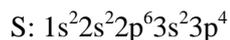
**4. (2,0 puntos)**

A. Ordene las siguientes especies de acuerdo con el valor creciente de los radios iónicos:  $S^{2-}$ ,  $Cl^{-}$ ,  $P^{3-}$ . Justifique la respuesta. **(1,0 punto)**

**Datos:** S (Z = 16); Cl (Z = 17) y P (Z = 15)

**Solución:**

Configuraciones electrónicas



Los tres aniones derivan de **elementos** del segundo período de la tabla periódica. **(0,25 puntos)**

En un mismo período, el radio atómico de los **elementos** disminuye al aumentar el número atómico, Z (al ir de izquierda a derecha). La ordenación de los **átomos** según el valor creciente de los radios atómicos es:

$Cl < S < P$ . **(0,25 puntos)**

El radio de los aniones es siempre mayor que el correspondiente a los átomos de los que derivan. Tanto más elevado cuanto mayor sea la carga negativa. **(0,25 puntos)**

La ordenación de los aniones según el valor creciente de radios iónicos es:  $Cl^{-} < S^{2-} < P^{3-}$ .

**(0,25 puntos)**



B. Para el catión  $\text{NH}_4^+$ , deduzca la estructura de Lewis, nombre y dibuje la geometría molecular e indique los ángulos de enlace aproximados. **(1,0 punto)**

**Datos:** N ( $Z = 7$ ); H ( $Z = 1$ )

**Solución:**

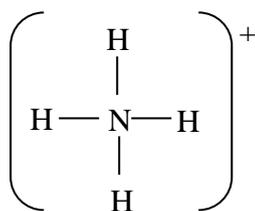
Número de electrones de valencia:

N:  $1s^2 2s^2 2p^3$   
5 e<sup>-</sup> de valencia

H:  $1s^1$   
4 x 1 = 4 e<sup>-</sup> de valencia

Total: 9 - 1 = 8 e<sup>-</sup> de valencia

Estructura de Lewis de la molécula:

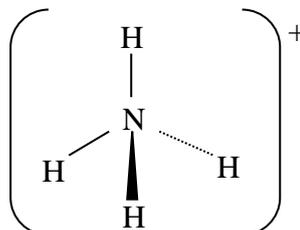


**(0,25 puntos)**

Forma geométrica de la molécula:

Cuatro pares de electrones alrededor del átomo central generan una geometría electrónica tetraédrica. Como todos los pares de electrones están compartidos, **la geometría molecular es tetraédrica.**

**(0,25 puntos)**



**(0,25 puntos)**

El ángulo de enlace aproximado será de  $109,5^\circ$ .

**(0,25 puntos)**



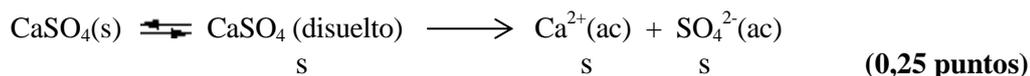
**5. (2,0 puntos)**

A. La solubilidad del sulfato de calcio,  $\text{CaSO}_4$ , en agua a  $25\text{ }^\circ\text{C}$  es de  $0,20\text{ g}$  de  $\text{CaSO}_4$  en  $100\text{ mL}$  de disolución. Calcule el valor de la constante del producto de solubilidad del  $\text{CaSO}_4$  a  $25\text{ }^\circ\text{C}$ .

**Datos:** Masas atómicas:  $\text{Ca} = 40\text{ u}$ ;  $\text{S} = 32\text{ u}$ ;  $\text{O} = 16\text{ u}$ . **(1,0 punto)**

**Solución:**

Equilibrio de solubilidad del  $\text{CaSO}_4(\text{s})$ :



Solubilidad del  $\text{CaSO}_4$ :

$$s(\text{CaSO}_4) = \frac{0,2\text{ g CaSO}_4}{0,1\text{ L disolución}} \times \frac{1\text{ mol de CaSO}_4}{136\text{ g CaSO}_4} = 0,015\text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$K_{PS}(\text{CaSO}_4) = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = s \times s = s^2 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = 0,015\text{ M}$$

$$K_{PS}(\text{CaSO}_4) = (0,015)^2 = 2,25 \times 10^{-4} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

**B.** Para las siguientes reacciones: i) alqueno + agua (en medio ácido); ii) benceno + cloro (gas) (en presencia de catalizador), indique el tipo de reacción orgánica al que pertenece cada una **(0,5 puntos)** y el tipo de producto orgánico que se obtiene en cada caso **(0,5 puntos)**.

**Solución:**

i) Alqueno + agua (en medio ácido) da lugar a la formación de un alcohol **(0,25 puntos)** y es una reacción de adición **(0,25 puntos)**.

ii) Benceno + cloro (gas) (en presencia de catalizador) da lugar a la formación de un derivado halogenado aromático **(0,25 puntos)** y es una reacción de sustitución. **(0,25 puntos)**



## QUÍMICA.

### OPCIÓN B

#### 1. (2,5 puntos)

Determine si se formará precipitado cuando se añaden 3 gotas de una disolución acuosa de KI 0,20 M a 100 mL de una disolución acuosa de nitrato de plomo(II),  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , 0,01 M. Suponga que una gota de disolución equivale a 0,05 mL y que los volúmenes son aditivos.

**Dato:**  $K_{\text{PS}}(\text{PbI}_2) = 7,1 \times 10^{-9}$

#### Solución:

Número de moles de  $\text{I}^-$ :

$$3 \text{ gotas} \times \frac{0,05 \text{ mL disolución}}{1 \text{ gota disolución}} \times \frac{1 \text{ L disolución}}{1000 \text{ mL disolución}} \times \frac{0,2 \text{ moles KI}}{1 \text{ L disolución}} \times \frac{1 \text{ mol I}^-}{1 \text{ mol KI}} = 3 \times 10^{-5} \text{ moles I}^-$$

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

Número de moles de  $\text{Pb}^{2+}$ :

$$100 \text{ mL disolución} \times \frac{1 \text{ L disolución}}{1000 \text{ mL disolución}} \times \frac{0,01 \text{ moles Pb}(\text{NO}_3)_2}{1 \text{ L disolución}} \times \frac{1 \text{ mol Pb}^{2+}}{1 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2} = 1 \times 10^{-3} \text{ moles Pb}^{2+}$$

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

Concentraciones en la disolución mezcla:

$$V_{\text{T}} = 100 + 0,15 = 100,15 \text{ mL}$$

$$[\text{I}^-]_{\text{i}} = \frac{3 \times 10^{-5} \text{ moles I}^-}{0,10015 \text{ L disolución}} = 3 \times 10^{-4} \text{ M}$$

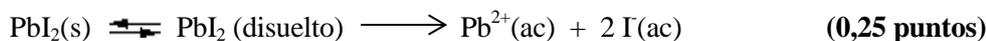
**(0,25 puntos)**

$$[\text{Pb}^{2+}]_{\text{i}} = \frac{1 \times 10^{-3} \text{ moles Pb}^{2+}}{0,10015 \text{ mL disolución}} = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

**(0,25 puntos)**

**Si no suman los volúmenes se restan 0,25 puntos.**

Equilibrio de solubilidad:



$$Q_{\text{PS}}(\text{PbI}_2) = [\text{Pb}^{2+}]_{\text{i}} [\text{I}^-]_{\text{i}}^2$$

**(0,25 puntos)**

$$Q_{\text{PS}}(\text{PbI}_2) = (1 \times 10^{-2})(3 \times 10^{-4})^2 = 9 \times 10^{-10}$$

$$Q_{\text{PS}}(\text{PbI}_2) < K_{\text{PS}}(\text{PbI}_2) \quad \text{(0,25 puntos)}$$

**No se formará precipitado de  $\text{PbI}_2$  (0,25 puntos)**



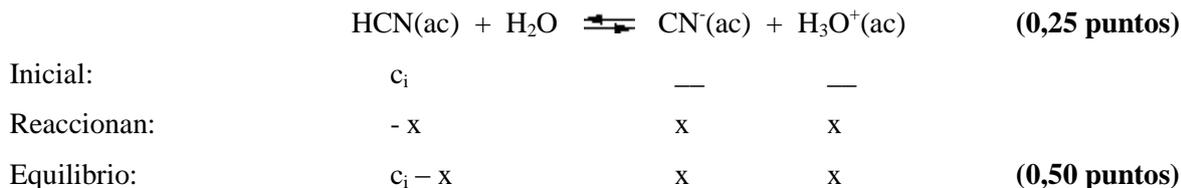
2. (2,5 puntos)

Calcule los gramos de ácido cianhídrico, HCN, necesarios para preparar 300 mL de una disolución acuosa del ácido cuyo pH = 4,8.

**Datos:**  $K_a(\text{HCN}) = 4,9 \times 10^{-10}$ . Masas atómicas: C = 12 u; N = 14 u; H = 1u.

**Solución:**

Equilibrio de disociación del HCN:



$x = [\text{H}_3\text{O}^+]$  **(0,25 puntos)**      pH = 4,8       $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,58 \times 10^{-5} \text{ M} = x$  **(0,25 puntos)**

$K_a(\text{HCN}) = \frac{[\text{CN}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}]}$  **(0,25 puntos)**

$K_a(\text{HCN}) = \frac{x^2}{c_i - x} = 4,9 \times 10^{-10}$  **(0,25 puntos)**

$c_i = 0,513 \text{ M}$  **(0,25 puntos)**

$\frac{0,513 \text{ moles HCN}}{1 \text{ L disolución}} \times 0,3 \text{ L disolución} \times \frac{27 \text{ g HCN}}{1 \text{ mol HCN}}$   
 $= 4,16 \text{ g de HCN que se necesitan}$

**Cálculos:** **(0,25 puntos)**

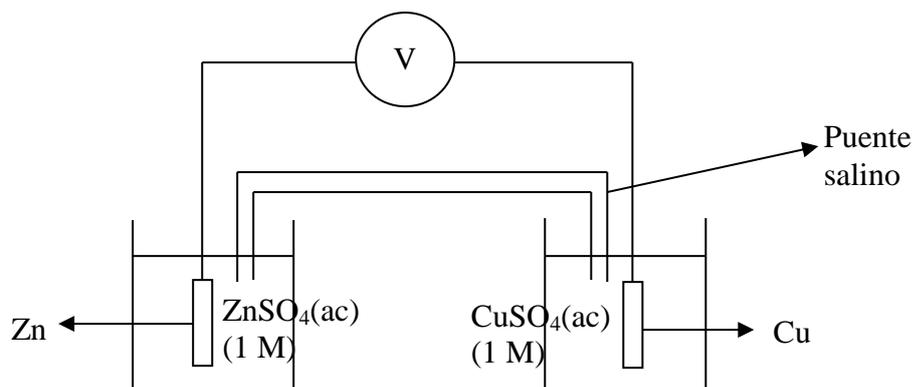
**Resultado:** **(0,25 puntos)**



**3. (1,0 punto)**

Dibuje un esquema de la pila Daniell e indique el material de laboratorio y los reactivos utilizados para su construcción.

**Solución:**



- Dibujo **(0,25 puntos)**
- Vasos de precipitados, conexiones eléctricas, voltímetro (amperímetro) y puente salino. **(0,25 puntos)**
- Disolución de  $\text{ZnSO}_4(\text{ac})$  y una barra (lámina) de  $\text{Zn}(\text{s})$  . **(0,25 puntos)**
- Disolución de  $\text{CuSO}_4(\text{ac})$  y una barra (lámina) de  $\text{Cu}(\text{s})$  . **(0,25 puntos)**



#### 4. (2,0 puntos)

A. Indique de forma razonada la notación del orbital que corresponde a cada una de las siguientes combinaciones de números cuánticos: i)  $n = 1, l = 0$ ; ii)  $n = 3, l = -3$ ; iii)  $n = 3, l = 2$ ; iv)  $n = 2, l = 1$ . Si la combinación de números cuánticos no está permitida escriba “no permitido”. **(1,0 punto)**

#### Solución:

- i.  $n = 1; l = 0$ . Número cuántico principal 1. El valor de  $l = 0$  corresponde a un orbital s. Por tanto, la notación del orbital será **1s**. **(0,25 puntos)**
- ii.  $n = 3; l = -3$  Número cuántico principal 3. Los valores de  $l$  van de 0 a  $n - 1$ . El valor de  $l = -3$  **no está permitido**. **(0,25 puntos)**
- iii.  $n = 3; l = 2$  Número cuántico principal 3. El valor de  $l = 2$  corresponde a un orbital d. Por tanto, la notación del orbital será **3d**. **(0,25 puntos)**
- iv.  $n = 2; l = 1$  Número cuántico principal 2. El valor de  $l = 1$  corresponde a un orbital p. Por tanto, la notación del orbital será **2p**. **(0,25 puntos)**

B. A partir de los siguientes datos:

Propiedad física	Sustancias	
	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> S
Punto de ebullición normal (°C)	100	-60,7
Punto de fusión normal (°C)	0,00	-85,5

- i. Indique, de forma razonada, la sustancia que presenta fuerzas intermoleculares más intensas. **(0,5 puntos)**
- ii. Indique el tipo de fuerzas intermoleculares que presenta cada una de las sustancias. **(0,5 puntos)**

#### Solución:

- i. Los puntos de fusión y ebullición normales están directamente relacionados con la fortaleza (intensidad) de las fuerzas intermoleculares que operan en las sustancias. **(0,25 puntos)**  
De acuerdo con los valores de los puntos de fusión y ebullición que aparecen en la tabla, las fuerzas intermoleculares más intensas que hay que vencer para cambiar de estado son las presentes en el H<sub>2</sub>O. **(0,25 puntos)**
- ii. En el H<sub>2</sub>O operan puentes de hidrógeno. **(0,25 puntos)**  
En el H<sub>2</sub>S operan interacciones dipolo-dipolo y de dispersión. **(0,25 puntos)**



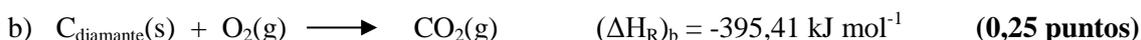
5. (2,0 puntos)

A. Las entalpías estándar de combustión del grafito y del diamante son:  $-393,51$  y  $-395,41$   $\text{kJ mol}^{-1}$ , respectivamente. Calcule la entalpía estándar de la reacción:



Solución:

Reacciones de combustión:



$$\Delta H_{\text{R}} = (\Delta H_{\text{R}})_{\text{a}} - (\Delta H_{\text{R}})_{\text{b}} = -393,51 + 395,41 = +1,9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Si indican correctamente el signo, el valor numérico y las unidades del resultado final:

(0,25 puntos)

B. Escriba la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos:

- i. 2,5,6-trimetilnonano                      ii. Difenilcetona  
iii. 2-pentanol                                      iv. Acetato de etilo                                      (1,0 punto)

Solución:

