



## QUÍMICA.

### OPCIÓN A

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

A partir de los siguientes datos:

Molécula	Enlaces	$\Delta H_{\text{enlace}}(\text{kJ mol}^{-1})$
H <sub>2</sub>	H-H	- 436
O <sub>2</sub>	O=O	- 496
H <sub>2</sub> O	O-H	- 463

Estime la entalpía estándar de formación de la molécula de agua.

#### Solución:

i) La reacción de formación de la molécula de agua es:



En el transcurso de la reacción se rompen y se forman enlaces, y

$$\Delta H_R = \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = \Sigma[n \Delta H_{\text{enlace}}(\text{productos, forman})] + \Sigma[m \Delta H_{\text{enlace}}(\text{reactivos, rompen})] \quad \text{(0,25 puntos)}$$

#### RUPTURA DE ENLACES.

En el transcurso de la reacción se rompen los siguientes enlaces: **(signo positivo 0,25 puntos)**

$$1 \text{ mol de enlaces H-H (H}_2) \quad \Delta H_1 = 1 \text{ mol} \times 436 \text{ kJmol}^{-1} = + 436 \text{ kJ} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$1/2 \text{ mol de enlaces O=O (O}_2) \quad \Delta H_2 = 1/2 \text{ mol} \times 496 \text{ kJmol}^{-1} = + 248 \text{ kJ} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

#### FORMACIÓN DE ENLACES

En el transcurso de la reacción se forman los siguientes enlaces: **(signo negativo 0,25 puntos)**

$$2 \text{ moles de enlaces O-H (H}_2\text{O)} \quad \Delta H_3 = 2 \text{ moles} \times (- 463) \text{ kJmol}^{-1} = - 926 \text{ kJ} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H_R = \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = 436 + 248 - 926 = - 242 \text{ kJ}$$

$$\text{Se forma 1 mol de agua:} \quad \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = - 242 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

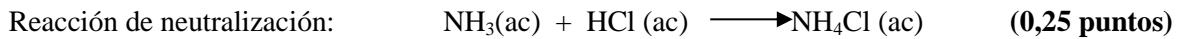


**2. (2,5 puntos)**

Para la neutralización exacta de 5 mL de una disolución acuosa de amoníaco,  $\text{NH}_3(\text{ac})$ , de uso doméstico ( $d = 0,97 \text{ g/mL}$ ) se necesitan 8 mL de una disolución acuosa de ácido clorhídrico,  $\text{HCl}(\text{ac})$ , 1,5 M. Calcule el % en masa de amoníaco en la disolución acuosa de uso doméstico y el pH de la citada disolución.

**Datos:** Masas atómicas: N = 14 u; H = 1 u.  $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$

**Solución:**



Cálculo de la molaridad del amoníaco en la disolución inicial:

$$8 \times 10^{-3} \text{ L disolución HCl} \times \frac{1,5 \text{ moles de HCl}}{1 \text{ L de disolución}} = 1,2 \times 10^{-2} \text{ moles de HCl}$$

$1,2 \times 10^{-2}$  moles de HCl reaccionan exactamente con  $1,2 \times 10^{-2}$  moles de  $\text{NH}_3$ . **(0,25 puntos)**

$$\frac{1,2 \times 10^{-2} \text{ moles de amoníaco}}{5 \times 10^{-3} \text{ L disolución}} = 2,4 \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

**Cálculo del % en masa de amoníaco en la disolución:**

$$\frac{2,4 \text{ moles de amoníaco}}{1 \text{ L disolución}} \times \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{1 \text{ L disolución}}{10^3 \text{ mL disolución}} \times \frac{1 \text{ mL disolución}}{0,97 \text{ g disolución}} \times 100 =$$

= 4,2 % en masa de amoníaco **(0,25 puntos)**

**Cálculo del pH de la disolución inicial:**



Inicial [M]	2,4	-	-
Reaccionan	-x	x	x
Equilibrio	$2,4 - x$	x	x

**(0,25 puntos)**

$$K_b(\text{NH}_3) = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{x^2}{2,4 - x} = 1,8 \times 10^{-5} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$x = 6,56 \times 10^{-3} \quad [\text{OH}^-] = 6,56 \times 10^{-3} \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \quad \text{(0,25 puntos)} \quad \text{pOH} = 2,2$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} \quad \text{(0,25 puntos)} \quad \text{pH} = 11,8$$



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

La reacción de disociación del  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  (incoloro) para dar  $\text{NO}_2(\text{g})$  (marrón-amarillento) es endotérmica. En un erlenmeyer provisto de un cierre hermético tenemos una mezcla en equilibrio, a  $25\text{ }^\circ\text{C}$  de los dos óxidos de nitrógeno,  $\text{NO}_2(\text{g})$  y  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ .

- i. Escriba la ecuación química que representa el equilibrio entre los dos óxidos de nitrógeno. **(0,25 puntos)**
- ii. Indique y explique los cambios de color que se observan cuando el erlenmeyer se sumerge en agua a  $0\text{ }^\circ\text{C}$ . **(0,75 puntos)**

**Solución:**

- i. La ecuación química que representa el equilibrio es:



- ii. Al introducir el erlenmeyer en agua a  $0\text{ }^\circ\text{C}$  (descenso de la temperatura) el equilibrio se desplaza en el sentido en que se desprende calor, es decir, hacia la formación de  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ , incoloro). **(0,25 puntos)**

La mezcla gaseosa perderá intensidad en su color marrón-amarillento, tendiendo a incolora.

**(0,5 puntos)**



4. (2,0 puntos)

- A. Utilizando la correspondiente configuración electrónica, indique, de forma razonada, el período y grupo de la tabla periódica a los que pertenece el elemento X ( $Z = 34$ ). Escriba la configuración electrónica de la especie  $X^{2-}$ . (1,0 punto)

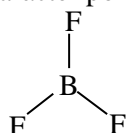
Solución:

Configuración electrónica del elemento X ( $Z = 34$ ):  $1s^2; 2s^2 2p^6; 3s^2 3p^6; 4s^2 3d^{10} 4p^4$  (0,25 puntos)

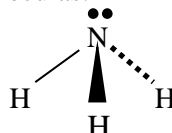
Es un elemento del grupo 16 (VIA) (0,25 puntos), período 4 (0,25 puntos)

Configuración electrónica de  $X^{2-}$ :  $1s^2; 2s^2 2p^6; 3s^2 3p^6; 4s^2 3d^{10} 4p^6$  (0,25 puntos)

- B. Deduzca el carácter polar, o no polar, de las siguientes moléculas:



Ángulo de enlace  
 $F - B - F = 120^\circ$



Ángulo de enlace  
 $H - N - H = 107^\circ$

(1,0 punto)

Solución:

En la molécula  $BF_3$  el flúor es más electronegativo que el boro. Por tanto, los tres enlaces B-F son polares. (0,25 puntos)

Dada la geometría de la molécula, la resultante vectorial de las tres polaridades es nula y, en consecuencia, la molécula es **no polar**. (0,25 puntos)

En la molécula  $NH_3$  el nitrógeno es más electronegativo que el hidrógeno. Por tanto, los tres enlaces N-H son polares. (0,25 puntos)

Dada la geometría de la molécula, la resultante vectorial de las tres polaridades no es nula y, en consecuencia, la molécula es **polar**. (0,25 puntos)

**Si la respuesta para el  $NH_3$  es que las moléculas con pares de electrones no compartidos son polares, se contabilizan sólo 0,25 puntos, ya que, incluso en estos casos, es necesario que se cumpla la condición de que los enlaces sean polares.**



5. (2,0 puntos)

A. ¿Se producirá reacción química al añadir una disolución acuosa de  $\text{Br}_2$  a una disolución acuosa de  $\text{KI}$ ? Justifique la respuesta. En caso afirmativo, indique y escriba las semirreacciones y la reacción global que se produce. Todas las disoluciones se encuentran en condiciones estándar.

**Datos:**  $E^\circ(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = +1,065 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{I}_2/\text{I}^-) = +0,535 \text{ V}$  (1,0 punto)

**Solución:**

Teniendo en cuenta los potenciales estándar de reducción, la especie más oxidante es el  $\text{Br}_2$ . Por tanto, el bromo oxidará al yoduro de la disolución a yodo molecular. Habrá reacción.

(0,25 puntos)

Reacciones:  $\text{Br}_2 + 2 \text{e}^- \longrightarrow 2 \text{Br}^-$  (0,25 puntos)

$2 \text{I}^- \longrightarrow \text{I}_2 + 2 \text{e}^-$  (0,25 puntos)

$\text{Br}_2 + 2 \text{I}^- \longrightarrow 2 \text{Br}^- + \text{I}_2$  (0,25 puntos)

**Alternativa:**

Reacciones:  $\text{Br}_2 + 2 \text{e}^- \longrightarrow 2 \text{Br}^-$   $E^\circ = +1,065 \text{ V}$  (0,25 puntos)

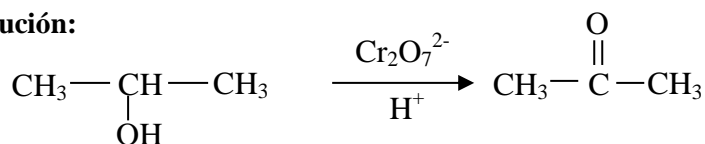
$2 \text{I}^- \longrightarrow \text{I}_2 + 2 \text{e}^-$   $E^\circ = -0,535$  (0,25 puntos)

$\text{Br}_2 + 2 \text{I}^- \longrightarrow 2 \text{Br}^- + \text{I}_2$   $E^\circ > 0$  (0,25 puntos)

Puesto que  $E^\circ > 0$ ,  $\Delta G^\circ < 0$ . La reacción será espontánea tal y como está escrita y el bromo oxidará al yoduro a yodo. (0,25 puntos)

B. Para la reacción química que se produce entre 2-propanol y  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , en medio ácido, escriba la fórmula semidesarrollada del reactivo orgánico y nombre y escriba la fórmula semidesarrollada del producto orgánico. Indique el tipo de reacción química que se produce. (1,0 punto)

**Solución:**



(0,25 puntos)

(0,25 puntos)

Acetona (propanona) (0,25 puntos)

Se produce una reacción de oxidación. (0,25 puntos)

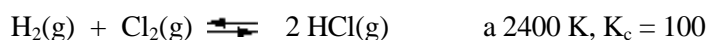


## QUÍMICA.

### OPCIÓN B

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

En un recipiente cerrado de 100 L, en el que previamente se ha realizado el vacío, se introducen 0,2 moles de  $\text{H}_2(\text{g})$  y 0,2 mol de  $\text{Cl}_2(\text{g})$ . Se eleva la temperatura de la mezcla hasta 2400 K, alcanzándose el equilibrio:



Calcule:

- La presión total de la mezcla gaseosa en el equilibrio y el tanto por ciento de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  que se convertirá en  $\text{HCl}(\text{g})$ . **(2,0 puntos)**
- El valor de  $K_p$  a 2400 K. **(0,5 puntos)**

**Dato:**  $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

**Solución:**

i.

	$\text{H}_2(\text{g})$	+	$\text{Cl}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$2 \text{HCl}(\text{g})$	
Inicialmente	0,2 moles		0,2 moles		--	
Reaccionan	-x		-x		2x	
Equilibrio	$0,2 - x$		$0,2 - x$		2x	<b>(0,25 puntos)</b>

$$(n_T)_{\text{equilibrio}} = (0,2 - x) + (0,2 - x) + 2x = 0,4 \text{ moles} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$P_T V = n_T R T \quad P_T = \frac{0,4 \times 0,082 \times 2400}{100} = 0,79 \text{ atm} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$K_C = \frac{[\text{HCl}]_{eq}^2}{[\text{H}_2]_{eq}[\text{Cl}_2]_{eq}} \quad \text{(0,25 puntos)} \quad K_C = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{0,2-x}{V}\right)\left(\frac{0,2-x}{V}\right)} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$K_C = \frac{(2x)^2}{(0,2-x)^2} \quad x = 0,17 \text{ moles} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Los moles de cloro gas convertidos en  $\text{HCl}(\text{g})$  son 0,17 **(0,25 puntos)**

$$\% \text{Cl}_2(\text{g}) \text{ convertido} = \frac{0,17}{0,2} \times 100 = 85 \% \quad \text{(0,25 puntos)}$$

ii.

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta n = 0 \quad \text{(0,25 puntos)} \quad K_p = 100$$



2. (2,5 puntos)

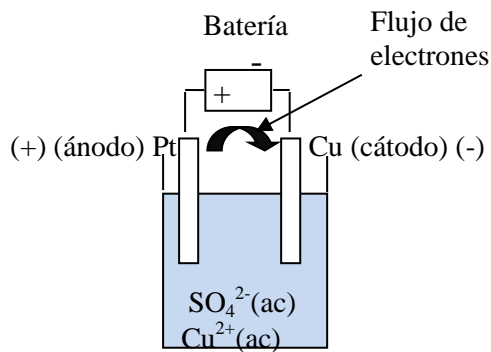
Se desea realizar la electrolisis de 500 mL de una disolución acuosa 0,4 M de  $\text{CuSO}_4$ . Para ello se dispone de un electrodo de  $\text{Cu(s)}$  (cátodo) y otro de  $\text{Pt(s)}$  (ánodo), así como del resto de material necesario para realizar la electrolisis.

- Dibuje un esquema de la célula electrolítica utilizada en la electrolisis. Indique el polo negativo, el polo positivo del dispositivo y el flujo de electrones durante la electrolisis. Indique la reacción que tiene lugar en el electrodo de  $\text{Cu(s)}$ . **(1,25 puntos)**
- Calcule los gramos de  $\text{Cu}^{2+}(\text{ac})$  **que quedan** en los 500 mL de disolución después de pasar una corriente de 2,68 A durante 50 minutos. **(1,25 puntos)**

**Datos:** Constante de Faraday  $F = 96485 \text{ C}$ . Masa atómica del  $\text{Cu} = 63,5 \text{ u}$ .

**Solución:**

i.



Dibuja vaso, electrodos, batería y conexiones **(0,25 puntos)**

Disolución (con iones) **(0,25 puntos)**

Flujo de electrones. **(0,25 puntos)**

Ánodo (+) y cátodo (-) **(0,25 puntos)**

Reacción en el electrodo de  $\text{Cu}$  (cátodo) Reducción:  $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu(s)}$

**(0,25 puntos)**

ii. Cálculo de los moles de  $\text{Cu(s)}$  **depositados:**

$$n(\text{e}^-) = 3000 \text{ s} \times \frac{2,68 \text{ C}}{1 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ mol e}^-}{96485 \text{ C}} = 0,083 \text{ moles de e}^- \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$0,083 \text{ moles de e}^- \times \frac{1 \text{ mol Cu(s)}}{2 \text{ moles de e}^-} = 0,042 \text{ moles de Cu(s) depositados}$$

**(0,25 puntos)**

Moles de  $\text{Cu}$  **iniciales:**

$$0,5 \text{ L disolución} \times \frac{0,4 \text{ moles de CuSO}_4}{1 \text{ L disolución}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol CuSO}_4} = 0,2 \text{ moles de Cu}$$

**(0,25 puntos)**

Moles de  $\text{Cu}$  que **quedan:**

$$0,2 - 0,042 = 0,158 \text{ moles de Cu que quedan en disolución}$$

**(0,25 puntos)**

$0,158 \text{ moles} \times 63,5 \text{ g/mol} = \mathbf{10,03 \text{ g de Cu que quedan en disolución}}$

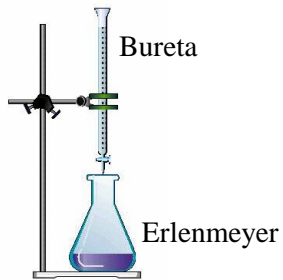
**(0,25 puntos)**



**3. (1 punto)**

Dibuje un esquema del dispositivo experimental necesario para realizar una valoración ácido-base, indicando el nombre del material de laboratorio utilizado.

**Solución:**



Dibuja bureta y soporte	<b>(0,25 puntos)</b>
Dibuja erlenmeyer	<b>(0,25 puntos)</b>
Pone el nombre de bureta	<b>(0,25 puntos)</b>
Pone el nombre de erlenmeyer	<b>(0,25 puntos)</b>





4. (2,0 puntos)

A. Escriba el valor de los números cuánticos  $n$ ,  $l$  y  $m_l$  para los orbitales de la subcapa 3d. Indique, de forma razonada, el número máximo de electrones que pueden ocupar la citada subcapa.

(1,0 punto)

**Solución:**

Para los orbitales 3d:

$$n = 3 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$l = 2 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$m_l = -2, -1, 0, +1, +2 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Hay cinco orbitales d (cinco valores de  $m_l$ ) que pueden alojar, como máximo, 10 electrones en total

(2 electrones cada orbital d) (0,25 puntos)

B. Las energías de red del LiF y del KF son  $-1046$  y  $-826 \text{ kJ mol}^{-1}$ , respectivamente. Justifique la diferencia entre estos valores de las energías de red, si ambos compuestos presentan el mismo tipo de estructura cristalina. Indique, de forma razonada, el compuesto que presentará el valor más elevado del punto de fusión normal.

(1,0 punto)

**Solución:**

La energía de red, en valor absoluto, de un compuesto iónico es directamente proporcional a la carga de los iones e inversamente proporcional al tamaño de los mismos. (0,25 puntos)

En este caso, los aniones y cationes de cada compuesto tienen la misma carga. Así pues, este factor no justifica las diferencias en los valores de  $\Delta H_{\text{red}}$ . (0,25 puntos)

En cuanto al tamaño de los iones, el anión,  $F^-$ , es el mismo en los dos compuestos, mientras que el tamaño del catión aumenta en la secuencia  $Li^+ < K^+$ . En este sentido la  $\Delta H_{\text{red}}$  disminuye en valor absoluto (se hace menos negativa). En valor absoluto  $\Delta H_{\text{red}}(KF) < \Delta H_{\text{red}}(LiF)$ .

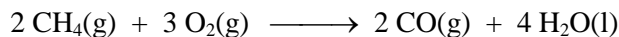
(0,25 puntos)

Cuanto mayor sea la energía de red (más negativa) más cuesta destruir la red iónica, por tanto, mayor será la temperatura de fusión pues hay que debilitar uniones entre iones. Los puntos de fusión irán decreciendo:  $LiF > KF$ . (0,25 puntos)



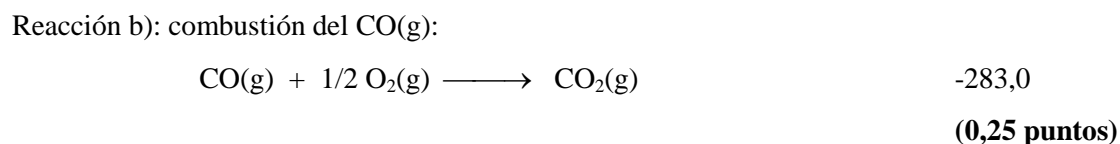
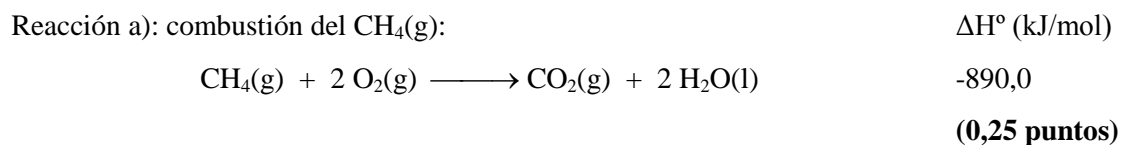
5. (2,0 puntos)

A. Calcule la entalpía estándar de la reacción:

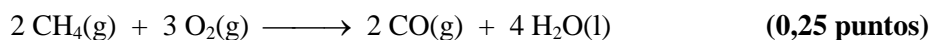


A partir de los siguientes datos:  $\Delta H^\circ[\text{combustión CH}_4(\text{g})] = -890,0 \text{ kJ mol}^{-1}$  y  $\Delta H^\circ[\text{combustión CO}(\text{g})] = -283,0 \text{ kJ mol}^{-1}$ . (1,0 punto)

**Solución:**



**Combinando 2 a) – 2 b):**

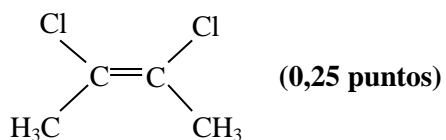


$$\Delta H^\circ(\text{reacción}) = 2 \times (-890) - 2 \times (-283) = -1214 \text{ kJ}$$

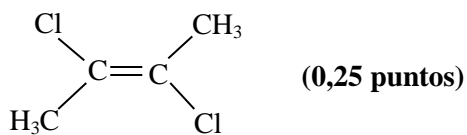
**(0,25 puntos)**

B. Escriba las fórmulas semidesarrolladas y nombre los isómeros geométricos del compuesto 2,3-dicloro-2-buteno. (1,0 punto)

**Solución:**



*Cis*-2,3-dicloro-2-buteno **(0,25 puntos)**



*Trans*-2,3-dicloro-2-buteno **(0,25 puntos)**

**Si sólo escribe la fórmula semidesarrollada del compuesto (0,25 puntos)**