



QUÍMICA

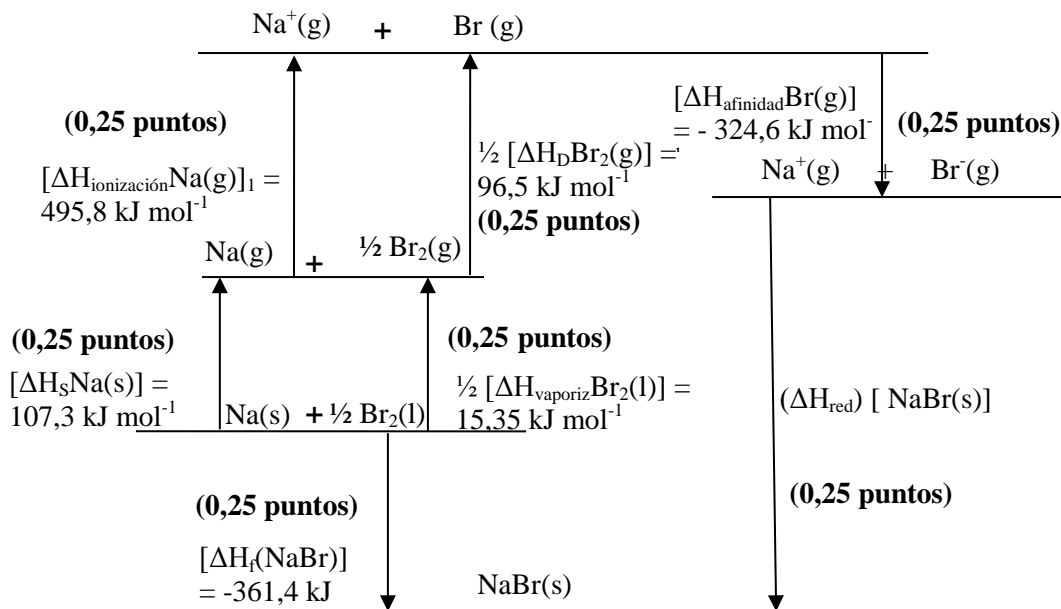
OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

Construya el ciclo de Born-Haber para la formación del NaBr(s), a partir de bromo líquido y sodio metálico, y calcule la energía de red (ΔH_{red}) del compuesto, a partir de los siguientes datos: Entalpía estándar de formación del NaBr(s) [$\Delta H_f(\text{NaBr})$] = - 361,4 kJ mol⁻¹. Entalpía de sublimación del sodio metálico [$\Delta H_s\text{Na(s)}$] = 107,3 kJ mol⁻¹. Entalpía de vaporización del bromo líquido [$\Delta H_{\text{vap}}\text{Br}_2(\text{l})$] = 30,7 kJ mol⁻¹. Entalpía de disociación del Br₂(g) [$\Delta H_D\text{Br}_2(\text{g})$] = 193 kJ mol⁻¹. Primera energía de ionización del Na(g) [$\Delta H_{\text{ionización}}\text{Na(g)}$]₁ = 495,8 kJ mol⁻¹. Afinidad electrónica del Br(g) [$\Delta H_{\text{afinidad}}\text{Br(g)}$] = - 324,6 kJ mol⁻¹.

Solución.

Ciclo de Born-Haber:



$$[\Delta H_f(\text{NaBr})] = [\Delta H_s\text{Na(s)}] + \frac{1}{2} [\Delta H_{\text{vaporiz}}\text{Br}_2(\text{l})] + [\Delta H_{\text{ionización}}\text{Na(g)}]_1 + \frac{1}{2} [\Delta H_D\text{Br}_2(\text{g})] + [\Delta H_{\text{afinidad}}\text{Br(g)}] + [(\Delta H_{\text{red}}) \text{NaBr(s)}] \quad (0,5 \text{ puntos})$$

$$[(\Delta H_{\text{red}}) \text{NaBr(s)}] = (- 361,4 - 107,3 - 15,35 - 495,8 - 96,5 + 324,6) \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$[(\Delta H_{\text{red}}) \text{NaBr(s)}] = -751,75 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ de NaBr(s)} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Para contabilizar los 0,25 puntos del resultado final debe ser correcto el signo (-), el valor (751,75) y las unidades (kJ mol⁻¹).



2. (2,5 puntos)

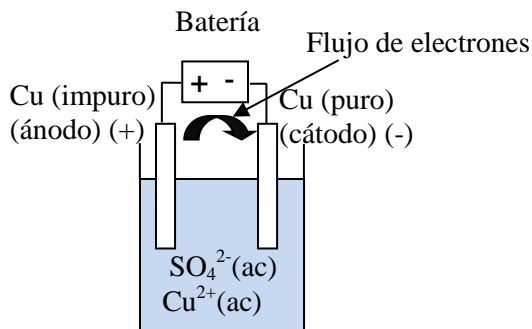
En el proceso de purificación del Cu(s) mediante electrolisis, una lámina de Cu(s) impuro actúa como ánodo de la célula electrolítica y una lámina de Cu(s) de elevada pureza actúa como cátodo. Ambas están sumergidas en una disolución ácida de CuSO₄.

- Dibuje un esquema de la célula electrolítica, indicando el polo positivo, el polo negativo y el flujo de electrones durante el proceso de electrolisis. Escriba las reacciones que se producen en el ánodo y en el cátodo. **(1,5 puntos)**
- Calcule el tiempo que tiene que estar funcionando la célula para que la masa del cátodo aumente en 1,5 g al pasar una corriente de 5 A. **(1,0 punto)**

Datos: Constante de Faraday F = 96485 C/mol de electrones. Masa atómica del cobre = 63,55 u.

Solución.

i.



- Dibuja:**
- Vaso con disolución e iones, electrodos de Cu, batería **(0,25 puntos)**
 - Conexiones indicando los signos de la batería. **(0,25 puntos)**
 - Flujo de electrones. **(0,25 puntos)**
 - Signos de los electrodos. **(0,25 puntos)**

En el cátodo se produce la reacción de reducción:



En el ánodo se produce la reacción de oxidación:



- Cálculo del número de moles de Cu(s) depositados en el cátodo.

$$n(\text{Cu}) = \frac{1,5 \text{ g de Cu(s)}}{63,55 \frac{\text{g Cu(s)}}{1 \text{ mol de Cu(s)}}} = 0,024 \text{ moles de Cu(s)} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Cálculo de la carga (Q) necesaria par depositar 0,024 moles de Cu(s).

$$0,024 \text{ moles de Cu(s)} \times \frac{2 \text{ moles de e}^{-}}{1 \text{ mol de Cu(s)}} \times \frac{96485 \text{ C}}{1 \text{ mol de e}^{-}} = 4631,3 \text{ C}$$

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

Cálculo del tiempo de funcionamiento.

$$Q = I \times t \quad t = \frac{Q}{I} = \frac{4631,3 \text{ C}}{5 \text{ C s}^{-1}} = 926,3 \text{ s} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



3. (1,0 punto)



En el laboratorio se dispone del dispositivo experimental de la figura y del material de laboratorio y reactivos que se relacionan: 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. **(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. Justifique la siguiente relación de radios: $r(\text{O}^{2-}) > r(\text{O}) > r(\text{F})$.

(1,0 punto)

Solución.

- Al avanzar de izquierda a derecha en un período de la tabla periódica, el radio atómico de los elementos (tamaño) disminuye **(0,25 puntos)**. La razón de esta variación es que la carga nuclear efectiva de los átomos aumenta y los electrones son atraídos con mayor intensidad por el núcleo del átomo. Por tanto, $r(\text{O}) > r(\text{F})$ **(0,25 puntos)**.
- El tamaño de los aniones es mayor que el de los átomos neutros de los que proceden **(0,25 puntos)**. Los electrones en exceso que tiene el anión respecto del átomo neutro, son atraídos con menor intensidad por el núcleo, ya que la misma carga nuclear interacciona con un mayor número de electrones. Luego $r(\text{O}^{2-}) > r(\text{O})$. **(0,25 puntos)**

B. Deduzca la estructura de Lewis para el metanal, CH_2O . Nombre y dibuje su geometría molecular e indique los ángulos de enlace aproximados.

Datos: C (Z = 6); O (Z = 8); H (Z = 1)

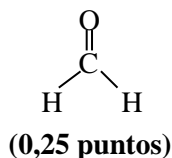
(1,0 punto)

Solución.

- Estructura de Lewis. Total 12 e⁻ de valencia.



- Geometría molecular. Hay tres posiciones ocupadas alrededor del átomo central (C). La geometría molecular es triangular plana. **(0,25 puntos)**



- Ángulos de enlace. Aproximadamente 120°.

(0,25 puntos)



5. (2,0 puntos)

A. Calcule el número de moles de CaSO_4 disueltos en 100 mL de una disolución acuosa saturada de la sal a 25 °C.

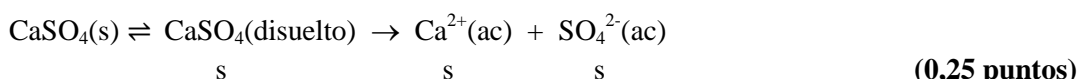
Dato: $K_{\text{PS}}(\text{CaSO}_4) = 9,1 \times 10^{-6}$

(1,0 punto)

Solución.

- Cálculo de la solubilidad de la sal (concentración de la disolución saturada).

Equilibrio de solubilidad:



s: solubilidad de la sal.

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

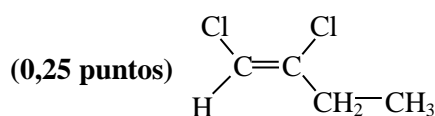
$$\text{s} = \sqrt{K_{\text{PS}}(\text{CaSO}_4)} = 3,0 \times 10^{-3} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

- Cálculo de los moles de sal disueltos.

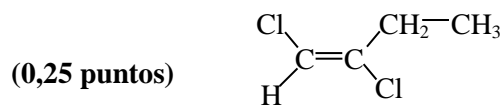
$$0,1 \text{ L de disolución} \times \frac{3,0 \times 10^{-3} \text{ moles de CaSO}_4}{1 \text{ L de disolución}} = 3 \times 10^{-4} \text{ moles de CaSO}_4 \text{ disueltos} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

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

Solución.



Cis-1,2-dicloro-1-buteno
(0,25 puntos)



Trans-1,2-dicloro-1-buteno
(0,25 puntos)



QUÍMICA

OPCIÓN B

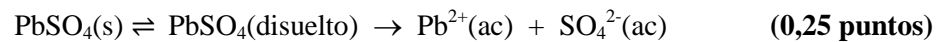
1. (2,5 puntos)

Determine si se formará precipitado cuando a 100 mL de agua destilada se añaden 100 mL de disolución acuosa 0,01 M de sulfato de sodio, Na_2SO_4 , y 10 mg de nitrato de plomo(II), $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, sólido. Suponga que los volúmenes son aditivos y que el volumen del $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ sólido puede despreciarse.

Datos: $K_{\text{PS}}(\text{PbSO}_4) = 1,6 \times 10^{-8}$. Masas atómicas: Pb = 207,2 u; N = 14 u; O = 16 u.

Solución.

- El compuesto que puede precipitar es el sulfato de plomo(II), $\text{PbSO}_4(\text{s})$. Equilibrio de solubilidad del PbSO_4 .



El PbSO_4 precipitará cuando $Q_{\text{PS}}(\text{PbSO}_4) > K_{\text{PS}}(\text{PbSO}_4)$ (0,25 puntos)

$$Q_{\text{PS}}(\text{PbSO}_4) = [\text{Pb}^{2+}]_i [\text{SO}_4^{2-}]_i \quad (0,25 \text{ puntos})$$

- Cálculo de $[\text{Pb}^{2+}]_i$.

$$10 \text{ mg Pb}(\text{NO}_3)_2 \times \frac{1 \text{ g Pb}(\text{NO}_3)_2}{1000 \text{ mg Pb}(\text{NO}_3)_2} \times \frac{1 \text{ mol de Pb}(\text{NO}_3)_2}{331,2 \text{ g de Pb}(\text{NO}_3)_2} \times \frac{1 \text{ mol de Pb}^{2+}}{1 \text{ mol de Pb}(\text{NO}_3)_2} = 3 \times 10^{-5} \text{ moles de Pb}^{2+} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$(V_{\text{T}})_{\text{disolución}} = 0,2 \text{ L} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$[\text{Pb}^{2+}]_i = \frac{3 \times 10^{-5} \text{ moles de Pb}^{2+}}{0,2 \text{ L}} = 1,5 \times 10^{-4} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

- Cálculo de $[\text{SO}_4^{2-}]_i$.

$$0,1 \text{ L de disolución} \times \frac{0,01 \text{ moles de Na}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L de disolución}} \times \frac{1 \text{ mol de SO}_4^{2-}}{1 \text{ mol de Na}_2\text{SO}_4} = 1 \times 10^{-3} \text{ moles de SO}_4^{2-} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$[\text{SO}_4^{2-}]_i = \frac{1 \times 10^{-3} \text{ moles de SO}_4^{2-}}{0,2 \text{ L}} = 5 \times 10^{-3} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

- Cálculo de $Q_{\text{PS}}(\text{PbSO}_4)$.

$$Q_{\text{PS}}(\text{PbSO}_4) = (1,5 \times 10^{-4}) (5 \times 10^{-3}) = 7,5 \times 10^{-7} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$Q_{\text{PS}}(\text{PbSO}_4) > K_{\text{PS}}(\text{PbSO}_4)$. **Se formará precipitado de $\text{PbSO}_4(\text{s})$.** (0,25 puntos)

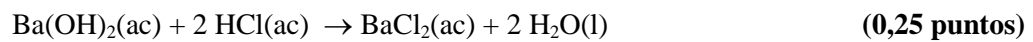


2. (2,5 puntos)

Calcule el pH de la disolución que se obtiene al añadir a 20 mL de agua destilada, 20 mL de disolución acuosa 0,01 M de hidróxido de bario, $\text{Ba}(\text{OH})_2$, y 20 mL de $\text{HCl}(\text{ac})$ 0,01 M. Suponga que los volúmenes son aditivos.

Solución.

En la mezcla se produce la reacción de neutralización:



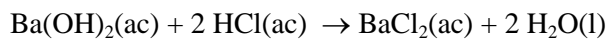
- Cálculo del número de moles de los reactivos.

$$n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0,02 \text{ L de disolución} \times \frac{0,01 \text{ moles de Ba}(\text{OH})_2}{1 \text{ L de disolución}} = 2 \times 10^{-4} \text{ moles de Ba}(\text{OH})_2$$

$$n[\text{HCl}] = 0,02 \text{ L de disolución} \times \frac{0,01 \text{ moles de HCl}}{1 \text{ L de disolución}} = 2 \times 10^{-4} \text{ moles de HCl}$$

(0,25 puntos)

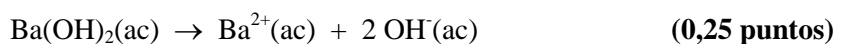
- Cálculos estequiométricos en la reacción.



Inicial (moles)	2×10^{-4}	2×10^{-4}	0	0	
Reaccionan	-1×10^{-4}	-2×10^{-4}	1×10^{-4}	2×10^{-4}	(0,25 puntos)
Final	1×10^{-4}	0	1×10^{-4}	2×10^{-4}	(0,25 puntos)

- Cálculo del pH de la disolución resultante.

El resultado de la reacción de neutralización es un exceso de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ que determina el pH de la disolución: (0,25 puntos)



$$[\text{OH}^{-}] = 2 [\text{Ba}(\text{OH})_2] \quad (0,25 \text{ puntos}) \quad [\text{Ba}(\text{OH})_2] = \frac{1 \times 10^{-4} \text{ moles}}{0,06 \text{ L}} = 1,67 \times 10^{-3} \text{ M}$$

(0,25 puntos)

$$[\text{OH}^{-}] = 3,34 \times 10^{-3} \text{ M} \quad \text{pOH} = -\log[\text{OH}^{-}] = 2,48 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

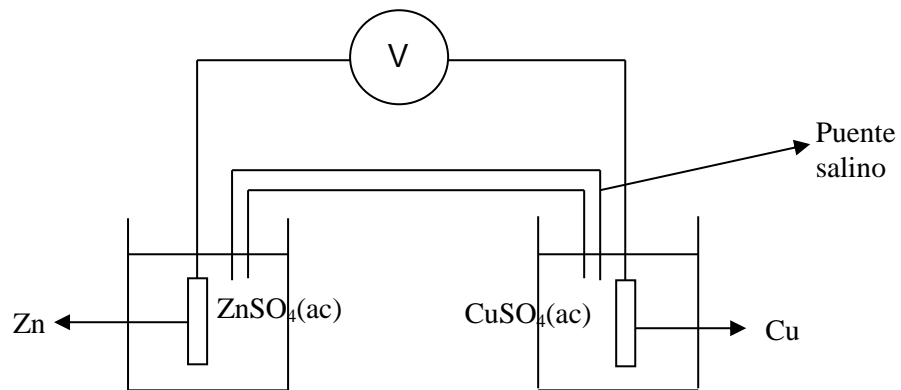
$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 11,52 \quad (0,25 \text{ puntos})$$



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:

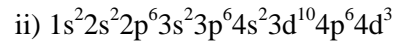
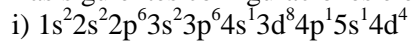


- Dibujo (0,25 puntos)
- Vasos de precipitados, conexiones eléctricas, voltímetro (amperímetro) y puente salino. (0,25 puntos)
- Disolución de $\text{ZnSO}_4(\text{ac})$ y una barra (lámina) de $\text{Zn}(\text{s})$. (0,25 puntos)
- Disolución de $\text{CuSO}_4(\text{ac})$ y una barra (lámina) de $\text{Cu}(\text{s})$.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



4. (2,0 puntos)

A. Las siguientes configuraciones electrónicas:

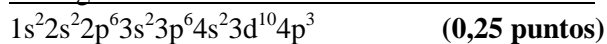


representan estados excitados de los átomos. Para cada caso, escriba la configuración electrónica del estado fundamental e indique el período de la tabla periódica al que pertenece cada elemento

(1,0 punto)

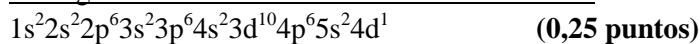
Solución.

i) Configuración electrónica en estado fundamental:



Los últimos orbitales que se ocupan presentan un valor de $n = 4$, luego el elemento pertenece al período 4. (0,25 puntos)

ii) Configuración electrónica en estado fundamental:



Los últimos orbitales que se ocupan presentan un valor de $n = 5$, luego el elemento pertenece al período 5. (0,25 puntos)

B. Justifique las variaciones observadas en los valores de las temperaturas de ebullición de las siguientes sustancias a 1 atm:

Compuesto	HCl	HBr	HI
Temperatura de ebullición (°C)	- 85	- 67	- 35

(1,0 punto)

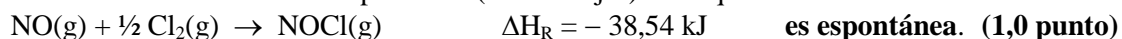
Solución.

- En todas las sustancias de la tabla están presentes interacciones dipolo permanente – dipolo permanente e interacciones dipolo inducido – dipolo inducido. (0,25 puntos)
- La temperatura de ebullición está directamente relacionada con la intensidad de las fuerzas intermoleculares presentes en la sustancia. Cuanto mayor sea esa intensidad, mayor será el valor de la temperatura de ebullición. (0,25 puntos)
- Las interacciones dipolo permanente – dipolo permanente disminuyen en intensidad al disminuir la diferencia de electronegatividad entre los átomos enlazados, mientras que las interacciones dipolo inducido – dipolo inducido aumentan en intensidad al aumentar la masa molecular del compuesto. (0,25 puntos)
- Puesto que la diferencia de electronegatividad disminuye desde el HCl al HI, esta interacción no puede ser la responsable del aumento de la temperatura de ebullición en ese sentido. Por el contrario, la masa molecular aumenta desde el HCl al HI, por lo que las interacciones dipolo inducido – dipolo inducido son las responsables del aumento de la temperatura de ebullición en ese sentido. (0,25 puntos)



5. (2,0 puntos)

A. Determine el intervalo de temperaturas (altas o bajas) en el que la reacción:



Solución.

- Para que la reacción sea espontánea $\Delta G_R < 0$ (0,25 puntos)
- $\Delta G_R = \Delta H_R - T\Delta S_R$ (0,25 puntos)
- $\Delta H_R < 0$ y $\Delta n(\text{gaseosos}) = -1/2 < 0$, luego $\Delta S_R < 0$ (0,25 puntos)
- Si $\Delta S_R < 0$, el término $-T\Delta S_R > 0$ y para que se cumpla que $\Delta G_R < 0$, la temperatura debe ser baja. **La reacción será espontánea a bajas temperaturas.** (0,25 puntos)

B. Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos:

- i. 1,3,5-tribromo-2-penteno ii. Dietilamina
iii. 2-butanol iv. Butanoato de metilo (1,0 punto)

Solución.

- i.
$$\begin{array}{c} \text{Br} \quad \quad \text{Br} \quad \quad \text{Br} \\ | \quad \quad | \quad \quad | \\ \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$$
 (0,25 puntos)
- ii. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ (0,25 puntos)
- iii.
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$$
 (0,25 puntos)
- iv.
$$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$$
 (0,25 puntos)