



Nota: En la última hoja del examen encontrarás un set de ecuaciones y datos que pueden resultarte útiles. Utiliza la información de tu tabla periódica para obtener los datos atómicos que consideres necesarios.

En todos los problemas, considera que los gases presentan comportamiento ideal.

Ejercicio 1 (28 Puntos)

El ácido láctico (que podemos escribir simbólicamente HL) es un ácido monoprótico que se forma en los músculos durante la actividad física intensa.

(a) Una solución acuosa de HL de concentración $3,00 \cdot 10^{-3}$ moles/L tiene $\text{pH} = 3,24$.

Marca con una cruz (X) la opción que consideres correcta:

i. El HL es un ácido fuerte

ii. El HL es un ácido débil y en estas condiciones el grado de disociación es 0,19.

iii. El HL es un ácido débil y en estas condiciones el grado de disociación es 0,40.

iv. El HL es un ácido débil y a partir de los datos del enunciado no es posible calcular su grado de disociación.

(Nota: Se define el grado de disociación (α) según $\alpha = \frac{[L^-]_{eq}}{[HL]_0}$)

Cálculos auxiliares:

$$\text{pH} = -\log [H^+] \Rightarrow [H^+] = 5,75 \cdot 10^{-4}$$

$$[H^+] = [OH^-] + [L^-] \Rightarrow [H^+] \approx [L^-]$$

$$\alpha = [L^-] / [HL]_0$$

$$\alpha = 5,75 \cdot 10^{-4} / 3,00 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \alpha = 0,19$$

(6 PUNTOS TOTALES)

Si puede determinar que no es un ácido fuerte, aunque no pueda calcular su grado de disociación o lo calcule mal, se consideran 2 PUNTOS.



- (b) Si se mezclan 50,00 mL de una solución de HL con 100,00 mL de solución de NaOH 0,0035 M, el pH de la solución resultante es 11,00. Calcula la concentración de HL en la solución original.

Cálculos auxiliares:

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} \Rightarrow \text{pOH} = 3,00$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] \Rightarrow [\text{OH}^-] = 0,0010$$

$$[\text{OH}^-] = 0,0035 \cdot (100 \text{ mL} / 150 \text{ mL}) - [\text{HL}]_0 \cdot (50 \text{ mL} / 150 \text{ mL})$$

$$[\text{HL}]_0 = [0,0035 \cdot (100 \text{ mL} / 150 \text{ mL}) - 0,0010] \cdot (150 \text{ mL} / 50 \text{ mL})$$

$$[\text{HL}]_0 = 0,004$$

La concentración de HL en la solución original es: $4 \cdot 10^{-3}$ moles/L

(7 PUNTOS TOTALES)

Si el planteo es correcto pero no calcula bien el resultado, se consideran 4 PUNTOS.

- (c) ¿Qué volumen de solución de NaOH 0,0035 M hubiera sido necesario para neutralizar los 100,00 mL de solución de HL del punto (a) (concentración de HL = $3,00 \cdot 10^{-3}$ moles/L)?

Cálculos auxiliares:

$$V_a \cdot N_a = V_b \cdot N_b$$

$$100,00 \text{ mL} \cdot 3,00 \cdot 10^{-3} \text{ N} = V_b \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$V_b = 85,7 \text{ mL}$$

Se hubieran necesitado $85,7$ mL de solución de NaOH 0,0035 M.

(5 PUNTOS TOTALES)

Si el planteo es correcto pero no calcula bien el resultado, se consideran 2 PUNTOS.



(d) Una vez realizada la neutralización del punto c, ¿Cómo será el pH de la mezcla final?

Marca con una cruz la respuesta que consideres correcta:

- El pH será igual a 7,00 ya que todo el ácido láctico fue neutralizado.
- El pH será menor que 7,00
- El pH será mayor que 7,00
- A partir de los datos que figuran en los ítems a, b, c y d, no es posible determinar cuál de las opciones anteriores es correcta.

(4 PUNTOS)

(e) El pH de la sangre de un atleta cambia de 7,40 a 7,00 como consecuencia de del esfuerzo físico realizado durante una carrera. Teniendo en cuenta que K_w para el agua a la temperatura del cuerpo humano (37 °C) es $2,5 \cdot 10^{-14}$, ¿Cuál será el valor de la concentración de iones OH^- y el pOH de la sangre del atleta antes y después de la competencia?

Cálculos auxiliares:

$$\text{p}K_w(37^\circ\text{C}) = -\log 2,5 \cdot 10^{-14} \Rightarrow \text{p}K_w(37^\circ\text{C}) = 13,60$$

$$\text{p}K_w(37^\circ\text{C}) = \text{pH} + \text{pOH}$$

- Antes de la competencia:

$$\text{Concentración de iones } \text{OH}^- = 6,3 \cdot 10^{-7} \text{ moles / L} \quad \text{pOH} = 6,20$$

- Después de la competencia:

$$\text{Concentración de iones } \text{OH}^- = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ moles / L} \quad \text{pOH} = 6,60$$

(6 PUNTOS TOTALES)

Si el planteo es correcto, se consideran 2 PUNTOS
y además se suma 1 PUNTO por cada respuesta correcta.



Ejercicio 2 (28 Puntos)

- (a) Un calentador eléctrico utiliza una corriente de 200 mA. Calcula la cantidad de electrones (expresada en moles) que la batería necesita hacer circular para que el calentador funcione durante una hora.

Cálculos auxiliares:

$$q = i \cdot t$$

$$q = 0,200 \text{ A} \cdot 1 \text{ h}$$

$$q = 0,200 \text{ C/s} \cdot 1 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h}$$

$$n F = 720 \text{ C}$$

$$n = 720 \text{ C} / 96.500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$$

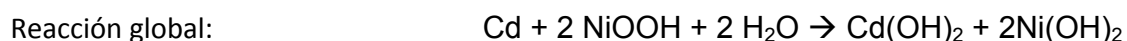
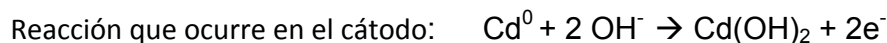
Para que el calentador funcione durante una hora, deben circular $7,5 \cdot 10^{-3}$ moles de electrones.

(7 PUNTOS TOTALES)

Si el planteo es correcto pero no calcula bien el resultado, se consideran 4 PUNTOS.

La batería utilizada está formada por electrodos de hidróxido de níquel y de hidróxido de cadmio separados entre sí por una lámina porosa. El electrolito empleado es hidróxido de potasio. Durante la carga de la batería, el cadmio se reduce a cadmio metálico y el níquel se oxida a oxi-hidróxido de níquel (NiOOH).

- (b) Escribe las ecuaciones químicas balanceadas que representan a las reacciones que ocurren en cada uno de los compartimientos y a la reacción global, cuando la batería se descarga.



(8 PUNTOS TOTALES)

3 PUNTOS por cada hemirreacción (correctamente balanceada en masa y en carga) y 2 PUNTOS por la reacción global.

Si escribe la hemirreacción catódica como $\text{Cd}^0 \rightarrow \text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^-$, se considera 1 PUNTO.



- (c) Si inicialmente en la batería hay 2,00 g de Cadmio metálico, calcula el tiempo máximo (en minutos) que puede durar la batería si se mantiene el calentador funcionando continuamente.

Cálculos auxiliares:

$$n_{\text{electrones}} = 2 \cdot n_{\text{Cd}}$$

$$n_{\text{electrones}} = 2 \cdot 2,00 \text{ g} / 112,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{\text{electrones}} = 0,0356 \text{ moles}$$

$$t = 0,0356 \text{ moles} \cdot 60 \text{ min} / 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$$

El calentador podrá funcionar en forma continua, como máximo, durante min.

(7 PUNTOS TOTALES)

Si el planteo es correcto pero no calcula bien el resultado, se consideran 4 PUNTOS.

- (d) El calentador funciona con una diferencia de potencial de 12,0 V. Si se colocan 100 mL de agua a temperatura ambiente (20,0 °C) en el calentador y el mismo se hace funcionar durante 15 minutos, ¿Cuál será la temperatura final del agua si se desprecia la disipación de calor al ambiente?

Cálculos auxiliares:

$$W_{\text{eléctrico}} = -n F \Delta E$$

$$W_{\text{eléctrico}} = -15 \text{ min} \cdot (7,5 \cdot 10^{-3} \text{ moles} / 60 \text{ min}) \cdot 96.500 \text{ C mol}^{-1} \cdot 12,0 \text{ V}$$

$$W_{\text{eléctrico}} = -2171 \text{ J}$$

$$W_{\text{eléctrico}} + C_p_{\text{agua}} \cdot m_{\text{agua}} \cdot \Delta T = 0$$

$$\Delta T = -W_{\text{eléctrico}} / (C_p_{\text{agua}} \cdot m_{\text{agua}})$$

$$\Delta T = 5,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La temperatura final del agua será °C

(6 PUNTOS TOTALES)

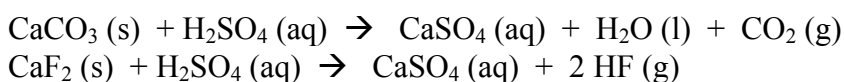
Si el planteo es correcto pero no calcula bien el resultado, se consideran 3 PUNTOS.



Ejercicio 3 (29 Puntos)

Se desea analizar la composición de una muestra sólida compuesta por una mezcla de carbonato de calcio, fluoruro de calcio e impurezas inertes. Para ello, se disuelven 2,000 g de dicha muestra en 20,00 mL de solución de ácido sulfúrico. Esta última solución fue preparada diluyendo 10,00 mL de ácido sulfúrico concentrado (95 % p/p, $\delta = 1,80 \text{ g mL}^{-1}$) hasta un volumen final de 100,00 mL con agua.

- (a) Escribe las ecuaciones químicas balanceadas que representen a las reacciones que ocurren al disolver la muestra en la solución de ácido sulfúrico.



(6 PUNTOS TOTALES)

3 PUNTOS por cada reacción (correctamente balanceada y con el estado de agregación de cada reactivo o producto). Si en el caso del CaCO_3 generan H_2CO_3 como producto, se considera 5 Puntos Totales

Si el balance no es correcto, se penaliza 2 PUNTOS por cada reacción.

Si no figura el estado de agregación, se penaliza 1 PUNTO por cada reacción.

- (b) Calcula la concentración de la solución de ácido sulfúrico, expresándola como moles/L.

$$[\text{H}_2\text{SO}_4] = \frac{10,00 \text{ mL} \cdot 1,80 \text{ g mL}^{-1} \cdot 0,95}{100 \text{ mL} \cdot 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$$

$$[\text{H}_2\text{SO}_4] = 1,74 \text{ moles / L}$$

(5 PUNTOS TOTALES)

Si el planteo es correcto pero no calcula bien el resultado, se consideran 2 PUNTOS.

Los gases formados al disolver la muestra sólida en la solución de ácido sulfúrico, HF (g) y CO_2 (g), se recogen a 20,0 °C, en un recipiente de 1,00 L previamente evacuado. La presión final medida en dicho recipiente fue de 0,86 atmósferas.

- (c) Calcula el número de moles de gas formado.



$$PV = nRT \Rightarrow n = PV / RT$$

$$n = \frac{0,86 \text{ atm} \cdot 1,00 \text{ L}}{0,082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293 \text{ K}}$$

$$n = 0,0358 \text{ moles}$$

(5 PUNTOS TOTALES)

Si el planteo es correcto pero no calcula bien el resultado, se consideran 3 PUNTOS.

Por otro método de análisis se determinó que el porcentaje de calcio en la muestra original era 45,5 % p/p.

(d) Calcula el número de moles de Ca que había en la muestra original (2,000 g).

$$n_{\text{Ca}} = \frac{2,000 \text{ g} \cdot 0,455}{40,078 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$n_{\text{Ca}} = 0,0227 \text{ moles}$$

(3 PUNTOS TOTALES)

(e) Calcula el contenido de carbonato de calcio y de fluoruro de calcio en la muestra sólida, expresándolo como % peso en peso.

$$n_{\text{CaF}_2} + n_{\text{CaCO}_3} = 0,0227 \text{ moles}$$

$$2 \cdot n_{\text{CaF}_2} + n_{\text{CaCO}_3} = 0,0358 \text{ moles}$$

$$n_{\text{CaF}_2} = 0,0358 \text{ moles} - 0,0227 \text{ moles}$$

$$n_{\text{CaF}_2} = 0,0131 \text{ moles}$$

$$n_{\text{CaCO}_3} = 0,0227 \text{ moles} - 0,0131 \text{ moles}$$

$$n_{\text{CaCO}_3} = 0,0096 \text{ moles}$$

$$\% \text{ CaF}_2 = [0,0131 \text{ moles} \cdot (40,1 + 2 \cdot 19,0) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} / 2,000 \text{ g}] \cdot 100\%$$

$$\% \text{ CaF}_2 = \mathbf{51,2 \%}$$

$$\% \text{ CaCO}_3 = [0,0096 \text{ moles} \cdot (40,1 + 12,0 + 3 \cdot 16,0) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} / 2,000 \text{ g}] \cdot 100\%$$

$$\% \text{ CaCO}_3 = \mathbf{48,0 \%}$$

(5 PUNTOS TOTALES)

Se consideran 3 PUNTOS por planteo + 1 PUNTO por cada respuesta correcta.



- (f) ¿Podría haber ocurrido que el ácido sulfúrico no hubiera sido suficiente para completar la reacción? Realiza los cálculos que consideres necesarios.

$$n_{\text{CaF}_2} + n_{\text{CaCO}_3} = 0,0227 \text{ moles}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4}(\text{mín}) = 0,0227 \text{ moles}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,020 \text{ L} \cdot 1,74 \text{ moles / L}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,0348 \text{ moles}$$

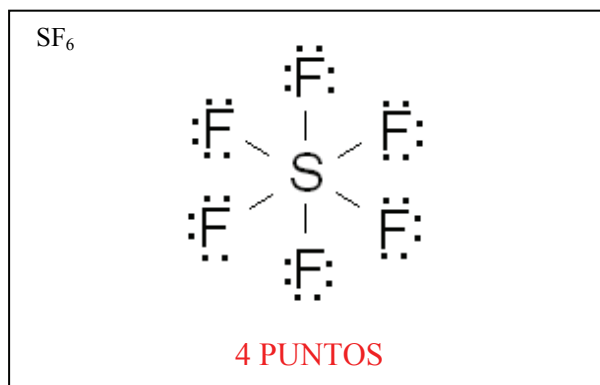
$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} > n_{\text{H}_2\text{SO}_4}(\text{mín}) \Rightarrow \text{El ácido sulfúrico es suficiente para completar la reacción.}$$

(5 PUNTOS TOTALES)

Ejercicio 4 (15 Puntos)

El azufre forma muchos compuestos diferentes por combinación con halógenos (siendo el azufre el átomo central).

- (a) Dibuja una estructura de Lewis que describa los enlaces químicos en las especies SF₄ y SF₆. Muestra todos los pares de electrones no compartidos.



- (b) Predice la geometría molecular del hexafluoruro de azufre (SF₆) según la TREPEV.

La geometría molecular del SF₆ según la TREPEV es octaédrica, con ángulos de 90° y 180°

3 PUNTOS



(c) Experimentalmente se observa que el SF₆ es más volátil que el SF₄. ¿Cómo puede explicarse esto? Marca con una cruz la opción que consideres correcta:

- La TREPEV predice una geometría tetraédrica para la molécula de SF₄, por lo tanto no tiene momento dipolar permanente.
- El SF₆ tiene una densidad mayor, por lo cual presentará mayor punto de ebullición.
- El SF₆ no tiene momento dipolar permanente, por lo cual no presentará interacciones intermoleculares.
- El SF₄ tiene momento dipolar permanente, por lo cual se requiere mayor energía para vencer sus interacciones intermoleculares.

(4 PUNTOS)

Datos útiles:

$$R = 0,082 \text{ dm}^3 \text{ atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}; 0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$$

$$\text{capacidad calorífica del agua} = 4,184 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$F = 96.500 \text{ C/mol}$$

$$W_{\text{eléctrico}} = - n F \Delta E$$
