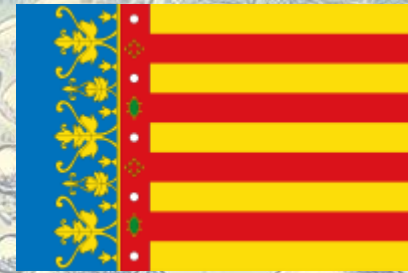


PAU Comunidad Valenciana



Química



MODELO 2025

Ejercicio 4

Estequiometría-termoquímica-redox

DATOS NECESARIOS PARA RESOLVER EL EXAMEN

Al inicio del examen se proporciona una tabla periódica que contiene las masas atómicas y un conjunto de fórmulas. La tabla periódica la he recortado por cuestiones de espacio en la diapositiva. **Te recomiendo que te descargues el enunciado y lo imprimas.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H Hidrógeno 1,008																	2 He Helio 4,0026
3 Li Litio 6,94	4 Be Berilio 9,0122											5 B Boro 10,81	6 C Carbono 12,011	7 N Nitrógeno 14,007	8 O Oxígeno 15,999	9 F Flúor 18,998	10 Ne Neón 20,180
11 Na Sodio 22,990	12 Mg Magnesio 24,305											13 Al Aluminio 26,982	14 Si Silicio 28,085	15 P Fósforo 30,974	16 S Azufre 32,06	17 Cl Cloro 35,45	18 Ar Argón 39,95

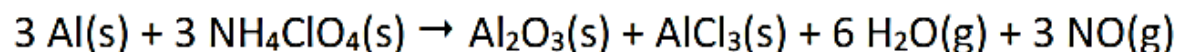
Constantes y factores de conversión: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$; $K_w (298 \text{ K}) = 10^{-14}$.
 $1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 760 \text{ mmHg} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; $1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$.

FÓRMULAS

Ecuación de estado de los gases ideales: $PV = nRT$	Ecuación de Arrhenius: $k = Ae^{-E_a/RT}$	Energía de un fotón: $E = \frac{hc}{\lambda}$
Ecuación de Dalton: $p_i = x_i P$	2ª ley de Faraday: $m(g) = \frac{M(g \cdot \text{mol}^{-1}) \cdot Q(C)}{n_e \cdot F(C \cdot \text{mol}^{-1})}$	$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

Ejercicio 4

Ejercicio 4. (2 puntos) En determinados dispositivos pirotécnicos se utiliza una mezcla de aluminio en polvo, Al(s) , y perclorato de amonio, $\text{NH}_4\text{ClO}_4(\text{s})$. La mezcla reacciona de acuerdo con la siguiente ecuación química:



4.1 Calcule la variación de entalpía estándar del proceso, expresada en kJ por mol de aluminio. **(0,75 puntos)**

4.2 ¿Cuántos gramos de Al y NH_4ClO_4 se necesitan para que su reacción libere 2000 kJ de energía? Calcule el porcentaje en masa de cada compuesto en la mezcla. **(0,75 puntos)**

Conteste a uno de los siguientes apartados:

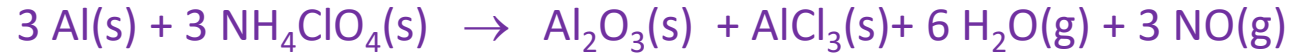
4.3.1 La reacción descrita en la ecuación química anterior, ¿es una reacción red-ox? Justifíquelo. **(0,5 puntos)**

4.3.2 ¿Qué tipo de sólido es el perclorato de amonio? Indique dos características de este tipo de sólido. **(0,5 puntos)**

Datos: variación de entalpía de formación estándar, ΔH_f° ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$): $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) = -1668,8$; $\text{NH}_4\text{ClO}_4(\text{s}) = -294,1$; $\text{AlCl}_3(\text{s}) = -704,2$; $\text{NO(g)} = +90,3$; $\text{H}_2\text{O(g)} = -241,8$.

Ejercicio 4

4.1 Calcule la variación de entalpía estándar del proceso, expresada en kJ por mol de aluminio.



Datos: entalpías de formación estándar, ΔH_f° (kJ·mol⁻¹): $\text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)} = -1668,8$; $\text{NH}_4\text{ClO}_4\text{(s)} = -294,1$; $\text{AlCl}_3\text{(s)} = -704,2$; $\text{NO(g)} = +90,3$; $\text{H}_2\text{O(g)} = -241,8$. Masas atómicas relativas: H = 1,0; N = 14,0; O = 16,0; Al = 27,0; Cl = 35,5.

En primer lugar, se calcula la entalpía de la reacción a partir de las entalpías de formación.

$$\Delta H_{\text{Reacción}}^\circ = \sum \Delta H_f^\circ(\text{Productos}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{Reactivos})$$

$$\Delta H_{\text{Reacción}}^\circ = \Delta H_f^\circ(\text{Al}_2\text{O}_3) + \Delta H_f^\circ(\text{AlCl}_3) + 6 \cdot \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) + 3 \cdot \Delta H_f^\circ(\text{NO}) - 3 \cdot \Delta H_f^\circ(\text{Al}) - 3 \cdot \Delta H_f^\circ(\text{NH}_4\text{ClO}_4)$$

$$\Delta H_{\text{Reacción}}^\circ = -1668,8 - 704,2 + 6 \cdot (-241,8) + 3 \cdot 90,3 - 3 \cdot 0 - 3 \cdot (-294,1) = -2670,6 \text{ kJ}$$

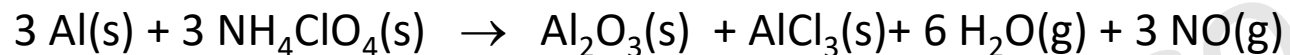
La entalpía por mol de aluminio es justo la tercera parte, ya que en esta reacción química se consumen tres moles de aluminio. Por eso se debe dar la solución de forma correcta.

$$\Delta H_{\text{Reacción}}^\circ (\text{por mol de Aluminio}) = \frac{\Delta H_{\text{Reacción}}^\circ}{n^\circ \text{ moles Al}} = \frac{-2670,6 \text{ kJ}}{3 \text{ moles Al}} = -890,2 \text{ kJ/mol de Al}$$

La variación de entalpía del proceso por mol de Aluminio es **-890,2 kJ/mol de Al**.

Ejercicio 4

4.2 ¿Cuántos gramos de Al y NH_4ClO_4 se necesitan para que su reacción libere 2000 kJ de energía? Calcule el porcentaje en masa de cada compuesto en la mezcla.



Se calculan primero los moles de aluminio y de perclorato de amonio que deben reaccionar para obtener 2000 kJ.

$$-2000 \text{ kJ} \cdot \frac{3 \text{ mol de Al}}{-2670,6 \text{ kJ}} = 2,247 \text{ mol de Al}$$

Nota: también puede utilizarse el resultado del apartado a) en el factor de conversión.

$$-2000 \text{ kJ} \cdot \frac{3 \text{ mol de NH}_4\text{ClO}_4}{-2670,6 \text{ kJ}} = 2,247 \text{ mol de NH}_4\text{ClO}_4$$

Se calculan las masas molares y los gramos de las sustancias pedidas.

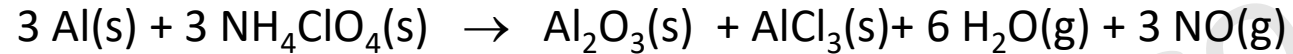
$$M(\text{NH}_4\text{ClO}_4) = M(\text{N}) + 4 \cdot M(\text{H}) + M(\text{Cl}) + 4 \cdot M(\text{O}) = 14,007 + 2 \cdot 1,008 + 35,45 + 4 \cdot 15,999 = \mathbf{117,469 \text{ g/mol}}$$

$$m_{\text{Al}} = n \cdot M(\text{Al}) = 2,247 \cdot 26,982 \approx 60,63 \text{ g de Al}$$

$$m_{\text{NH}_4\text{ClO}_4} = n \cdot M(\text{NH}_4\text{ClO}_4) = 2,247 \cdot 117,469 \approx 263,95 \text{ g de NH}_4\text{ClO}_4$$

Ejercicio 4

4.2 ¿Cuántos gramos de Al y NH_4ClO_4 se necesitan para que su reacción libere 2000 kJ de energía? Calcule el porcentaje en masa de cada compuesto en la mezcla.



$$m_{\text{Al}} = 60,63 \text{ g de Al} \quad m_{\text{NH}_4\text{ClO}_4} = 263,95 \text{ g de NH}_4\text{ClO}_4$$

Se calcula el porcentaje de la mezcla.

$$\%_{\text{Al}} = \frac{m_{\text{Al}}}{m_{\text{Al}} + m_{\text{NH}_4\text{ClO}_4}} \cdot 100 = \frac{60,63}{60,63 + 263,95} \cdot 100 = 18,68 \%$$

$$\%_{\text{NH}_4\text{ClO}_4} = \frac{m_{\text{NH}_4\text{ClO}_4}}{m_{\text{Al}} + m_{\text{NH}_4\text{ClO}_4}} \cdot 100 = \frac{263,95}{60,63 + 263,95} \cdot 100 = 81,32 \%$$

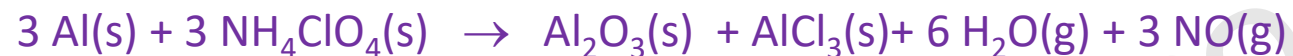
Las cantidades de la mezcla son: $m_{\text{Al}} = 60,63 \text{ g de Al}$ $m_{\text{NH}_4\text{ClO}_4} = 263,95 \text{ g de NH}_4\text{ClO}_4$

Los porcentajes de la mezcla son: $\%_{\text{Al}} = 18,68 \%$ $\%_{\text{NH}_4\text{ClO}_4} = 81,32 \%$

Ejercicio 4

Conteste a uno de los siguientes apartados:

4.3.1 La reacción descrita en la ecuación química anterior, ¿es una reacción red-ox? Justifíquelo.



Podemos comprobar que el número de oxidación del aluminio como reactivo es 0 y que como producto es 3+, por lo que **el aluminio se ha oxidado**.

Por otro lado, se puede comprobar que el nitrógeno en los reactivos está con número de oxidación 3- (en el ion amonio) y en los productos con el número de oxidación 2+ (en el óxido nítrico). **El nitrógeno se ha oxidado**.

Por último, el cloro tiene número de oxidación 7+ en el perclorato y en cambio es 1- en el anión cloruro. En este caso, **el cloro se ha reducido**.

Por lo tanto, podemos decir que es una reacción red-ox. Aunque no es la típica que ponen en los ejercicios, en la que sólo hay un oxidante y un reductor, sino que han puesto una sustancia oxidante (ClO_4^-) que oxida a otras dos sustancias, que son las reductoras (NH_4^+ y Al). Para poder ajustarla por el método de ion electrón, habría que ajustar por separado cada pareja redox y sumar las dos ecuaciones químicas.

Ejercicio 4

4.3.2 ¿Qué tipo de sólido es el perclorato de amonio? Indique dos características de este tipo de sólido.

El perclorato de amonio es un sólido de tipo iónico. Está formado por los iones perclorato (ClO_4^-) y amonio (NH_4^+).

Algunas características de los compuestos iónicos son:

Altos puntos de fusión: Los sólidos iónicos presentan fuertes fuerzas electrostáticas entre los iones positivos y negativos en su estructura cristalina, lo que resulta en puntos de fusión elevados.

Solubilidad en agua: Los sólidos iónicos suelen ser solubles en agua porque los iones pueden interactuar con las moléculas polares del agua.

Conductividad eléctrica en disolución: Al disolverse, los iones son libres de moverse, permitiendo que la solución conduzca electricidad.