

Resolución razonada de las cuestiones y de las dos opciones.

Cuestiones

Cuestión 1 · Enlace iónico entre magnesio y cloro

Para $Z = 12$ (magnesio), la configuración es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, grupo 2 y período 3. Para $Z = 17$ (cloro), es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$, grupo 17 y período 3. La energía de ionización aumenta a lo largo del período, por lo que es mayor para el cloro. El Mg cede dos electrones y cada átomo de Cl gana uno: se forma MgCl_2 , un compuesto iónico soluble en agua.

$A = \text{Mg}; \quad B = \text{Cl}; \quad \text{compuesto: } \text{MgCl}_2.$

Cuestión 2 · Entalpías de combustión

La ecuación de combustión de un alcano es $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + (3n+1)\text{O}_2/2 \rightarrow n\text{CO}_2 + (n+1)\text{H}_2\text{O}$. La entalpía se calcula mediante $\Delta H_r^\circ = \sum \nu \Delta H_f^\circ(\text{productos}) - \sum \nu \Delta H_f^\circ(\text{reactivos})$.

- **a) Verdadera bajo la hipótesis indicada.** Si la entalpía de formación del alcano es la misma para todos, los productos aportan $n(-393) + (n+1)(-285)$ kJ/mol: al aumentar n , la combustión se hace más exotérmica.
- **b) Verdadera.** El nitrógeno del aire no participa en la reacción y no aparece en la expresión de ΔH .
- **c) Verdadera.** La formación de CO libera menos energía por mol de carbono que la de CO_2 , pues $\Delta H_f^\circ(\text{CO})$ es menos negativa.
- **d) Verdadera.** El agua líquida tiene entalpía de formación más negativa que el vapor (-285 frente a -241 kJ/mol), así que se libera más calor cuando se forma líquido.

a) V; b) V; c) V; d) V.

Cuestión 3 · Magnitudes cinéticas y termodinámicas

- **a)** La entalpía de una reacción exotérmica es negativa, pero la energía de activación es positiva: se debe aportar energía para alcanzar el estado activado. La frase es parcialmente falsa.
- **b)** La constante de velocidad tiene unidades que dependen del orden de reacción; la constante de equilibrio también puede expresarse con unidades según la formulación escolar. No son necesariamente adimensionales. La afirmación es falsa.
- **c)** Al aumentar T , normalmente aumenta k ; sin embargo, K puede aumentar o disminuir según el signo de ΔH . La frase es parcialmente falsa.
- **d)** Un catalizador aumenta la velocidad al reducir la energía de activación, pero no modifica K . La frase es parcialmente falsa.

a) Solo $\Delta H < 0$; b) F; c) solo aumenta k ; d) solo aumenta la velocidad.

Cuestión 4 · Especies anfóteras

Una especie anfótera puede ceder o aceptar un protón. El bicarbonato puede hacerlo en los dos sentidos:

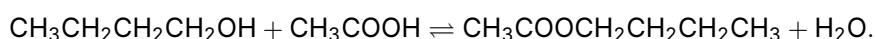


El bisulfuro también puede ceder H^+ para formar S^{2-} o aceptarlo para formar H_2S . En cambio, NH_3 actúa como base en agua y CO_3^{2-} solo acepta protones en el marco ácido-base escolar.

Anfóteras: HCO_3^- y HS^- .

Cuestión 5 · Isomería del 1-butanol

El 1-butanol es $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$. Un isómero de posición es butan-2-ol, $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$; uno de cadena es 2-metilpropan-1-ol, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$; uno de función es etoxietano, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$. Con ácido etanoico, el alcohol se esterifica y forma etanoato de butilo:

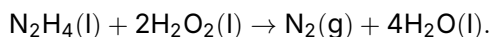


Butan-2-ol: posición; 2-metilpropan-1-ol: cadena; etoxietano: función; etanoato de butilo: éster.

Opción A

Problema 1 · Propulsión con hidracina

Ajustando los átomos en $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ se obtiene



Cada mol de hidracina produce un mol de nitrógeno. Para 128 g hay $128/32 = 4$ mol. A 20°C y 50 mmHg ($P = 50/760$ atm):

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(4)(0,082)(293)}{50/760} = 1461 \text{ L.}$$

El calor liberado es $Q = 4(-643) = -2572$ kJ. Para hallar $\Delta H_f^\circ(\text{N}_2\text{H}_4)$, usamos Hess:

$$-643 = 4(-241,8) - \{\Delta H_f^\circ(\text{N}_2\text{H}_4) + 2(-187,8)\},$$

por lo que $\Delta H_f^\circ(\text{N}_2\text{H}_4) = 51,4$ kJ/mol.

$$V(\text{N}_2) \approx 1461 \text{ L}; \quad Q = -2572 \text{ kJ}; \quad \Delta H_f^\circ(\text{N}_2\text{H}_4) = 51,4 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

Problema 2 · Síntesis de amoníaco

Tomamos como base 1 mol de N_2 y 3 mol de H_2 . Una conversión del 43% corresponde a $\xi = 0,43$ mol:

$$n(\text{NH}_3) = 0,86, \quad n_{\text{tot}} = 4 - 2\xi = 3,14, \quad x_{\text{NH}_3} = 0,86/3,14 = 0,274.$$

Para producir 1 t de amoníaco hacen falta $1000000/17 = 58823,5$ mol de producto. La alimentación estequiométrica de hidrógeno es $1,5n(\text{NH}_3)/0,43 = 2,052 \cdot 10^5$ mol. A 500°C y 400 atm ocupa

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(2,052 \cdot 10^5)(0,082)(773)}{400} = 3,25 \cdot 10^4 \text{ L.}$$

Para una conversión α , usando las fracciones molares de la mezcla de alimentación estequiométrica:

$$K_p = \frac{(2\alpha)^2}{(1-\alpha)[3(1-\alpha)]^3} \frac{(4-2\alpha)^2}{P^2}.$$

Con $K_p = 1,55 \cdot 10^{-5}$ y $\alpha = 0,60$, se despeja $P \approx 1,03 \cdot 10^3$ atm.

$$V(\text{H}_2) \approx 3,25 \cdot 10^4 \text{ L}; \quad x_{\text{NH}_3} = 0,274; \quad P_{60\%} \approx 1,03 \cdot 10^3 \text{ atm.}$$

Opción B

Problema 1 · Neutralización de ácido clorhídrico

El HCl es fuerte, por lo que $[H^+] = 10^{-0,3} = 0,5012$ M. En 200 mL hay 0,1002 mol; hacen falta los mismos moles de NaOH y $m = 0,1002(40) = 4,01$ g.

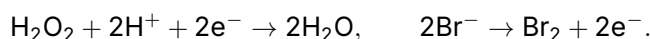
Al diluir 10 mL hasta 500 mL, la concentración de ácido pasa a $0,5012(10/500) = 0,01002$ M, así que el pH es 2,00. En 240 mL hay 0,002405 mol de HCl y en 160 mL de HNO_3 0,005 M hay 0,000800 mol. La concentración final de protones es $0,003205/0,400 = 0,00801$ M, con pH 2,10. Para neutralizar, un mol de $Ca(OH)_2$ aporta dos moles de OH^- :

$$n(Ca(OH)_2) = 0,003205/2 = 0,001603 \text{ mol}, \quad m = 0,1186 \text{ g}.$$

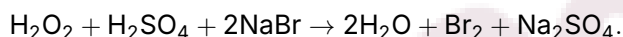
$$m(NaOH) = 4,01 \text{ g}; \quad pH_{\text{diluida}} = 2,00; \quad pH_{\text{mezcla}} = 2,10; \quad m(Ca(OH)_2) = 0,119 \text{ g}.$$

Problema 2 · Oxidación de bromuro por peróxido

El peróxido se reduce y el bromuro se oxida:



La reacción iónica es $H_2O_2 + 2H^+ + 2Br^- \rightarrow 2H_2O + Br_2$. Con ácido sulfúrico y bromuro de sodio:



El potencial estándar es $1,77 - 1,06 = 0,71$ V, positivo. En 60 mL de H_2O_2 0,2 M hay 0,0120 mol; la estequiometría requiere el doble de bromuro, 0,0240 mol, cuya masa es $0,0240(103) = 2,47$ g. Se obtiene 0,0120 mol de Br_2 . A 150 °C y 790 mmHg:

$$V = \frac{(0,0120)(0,082)(423)}{790/760} = 0,400 \text{ L}.$$

$$E^\circ = 0,71 \text{ V}; \quad m(NaBr) = 2,47 \text{ g}; \quad V(Br_2) = 0,400 \text{ L}.$$