

Resolución razonada de las dos opciones.

Opción A

Cuestión 1 · Elementos y enlaces

A es Na ($Z = 11$, $[\text{Ne}]3s^1$); B es Cl ($Z = 17$, $[\text{Ne}]3s^23p^5$); C es Mg ($Z = 12$, $[\text{Ne}]3s^2$); D es Ne ($Z = 10$, $1s^22s^22p^6$). Pueden formularse B₂ (cloro molecular), A (sodio metálico), AB (cloruro de sodio, NaCl) y BC (cloruro de magnesio, MgCl₂). NaCl y MgCl₂ son iónicos; Cl₂ es covalente apolar y el sodio presenta enlace metálico. Las fórmulas con Ne no corresponden a compuestos estables ordinarios, al tener cerrada su capa electrónica. A y C son dos metales y no forman aquí una molécula o sal sencilla del tipo propuesto. Para obtener combinaciones estables habría que sustituir el gas noble por un elemento que forme enlaces, por ejemplo oxígeno para formar óxidos con los metales.

Posibles: Cl₂, Na, NaCl, MgCl₂; enlaces covalente, metálico e iónico, respectivamente.

Cuestión 2 · Catalizadores y equilibrio

- a) Falsa. Un K elevado indica que el equilibrio favorece productos; no informa de la rapidez de la reacción.
- b) Falsa. La constante cinética suele aumentar al elevar la temperatura, según Arrhenius.
- c) Falsa. El orden total no se deduce de los coeficientes de la ecuación global; se determina experimentalmente.
- d) Falsa. Un catalizador acelera por igual el establecimiento del equilibrio, pero no modifica K .

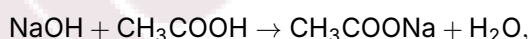
a) F; b) F; c) F; d) F.

Cuestión 3 · Fuerza de bases y neutralización

La base más débil es la piridina porque tiene el menor K_b . El ácido conjugado más fuerte corresponde a la base más fuerte, la hidracina:

$$K_a(\text{N}_2\text{H}_5^+) = \frac{K_w}{K_b(\text{N}_2\text{H}_4)} = \frac{10^{-14}}{1,70 \cdot 10^{-6}} = 5,88 \cdot 10^{-9}.$$

A igual concentración, la hidracina da mayor concentración de OH⁻ y mayor pH. El hidróxido de sodio neutraliza ácido etanoico:



formando etanoato de sodio.

Base más débil: piridina; ácido conjugado más fuerte: N₂H₅⁺; $K_a = 5,88 \cdot 10^{-9}$.

Problema 4 · Fermentación alcohólica

La reacción es $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$. Aplicamos la ley de Hess a las combustiones:

$$\Delta H_r^\circ + 2\Delta H_c^\circ(\text{etanol}) = \Delta H_c^\circ(\text{glucosa}),$$

$$\Delta H_r^\circ = -2813 - 2(-1367) = -79 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

4,6 g de etanol son $4,6/46 = 0,100$ mol. La extensión de reacción que los produce es 0,0500 mol, y el calor liberado es $Q = 0,0500(-79) = -3,95$ kJ. La formación de dos moles de gas por mol de glucosa aumenta la entropía; con $\Delta H < 0$ y $\Delta S > 0$, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ para cualquier temperatura.

$\Delta H_r^\circ = -79 \text{ kJ mol}^{-1}$; $Q = -3,95 \text{ kJ}$; espontánea a cualquier T .

Problema 5 · Equilibrio N₂O₄/NO₂

73,6 g de N₂O₄ corresponden a 0,800 mol en 1 L. Sea x la cantidad disociada en $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$:

$$K_c = \frac{(2x)^2}{0,800 - x} = 4,66 \cdot 10^{-3}.$$

La raíz positiva da $x = 0,0305$ mol, aproximadamente. Así, $[NO_2] = 0,0610$ M y $[N_2O_4] = 0,7695$ M. Como $\Delta n_g = 1$:

$$K_p = K_c(RT) = 4,66 \cdot 10^{-3}(0,082)(295) = 0,113 \text{ atm.}$$

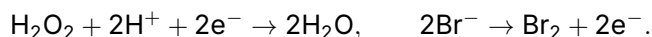
Si al duplicar la temperatura aumenta K_c , el sentido directo se favorece al calentar; por van't Hoff, la reacción es endotérmica y $\Delta H > 0$.

$[N_2O_4] = 0,770$ M; $[NO_2] = 0,0610$ M; $K_p = 0,113$ atm; $\Delta H > 0$.
--

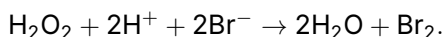
Opción B

Cuestión 1 · Ajuste de reacciones redox

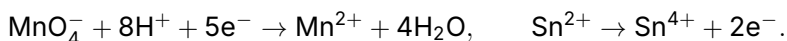
En la primera reacción, el peróxido se reduce y el bromuro se oxida:



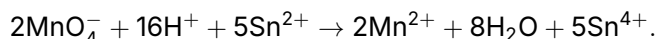
Sumando:



H_2O_2 es oxidante y Br^- , reductor. Para la segunda, el permanganato se reduce y Sn^{2+} se oxida:



Igualando diez electrones:



Oxidantes: H_2O_2 , MnO_4^- ; reductores: Br^- , Sn^{2+} .

Cuestión 2 · Solubilidad de haluros de plata

Para una sal 1:1 $\text{AgX(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{X}^-$, $K_{ps} = s^2$. Así:

$$s(\text{AgCl}) = \sqrt{1,6 \cdot 10^{-10}} = 1,265 \cdot 10^{-5} \text{ M},$$

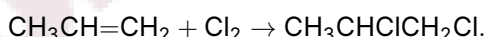
$$s(\text{AgI}) = \sqrt{8 \cdot 10^{-17}} = 8,94 \cdot 10^{-9} \text{ M}.$$

Con masas molares 143,5 y 235 g/mol, las solubilidades máscas son $1,82 \cdot 10^{-3}$ g/L y $2,10 \cdot 10^{-6}$ g/L. Añadir NaCl aumenta $[\text{Cl}^-]$ y, por efecto del ion común, disminuye la solubilidad de AgCl. La solubilidad suele aumentar al subir la temperatura si la disolución es endotérmica; no hay una regla universal sin conocer el signo de la entalpía de disolución.

$$s(\text{AgCl}) = 1,82 \cdot 10^{-3} \text{ g L}^{-1}; \quad s(\text{AgI}) = 2,10 \cdot 10^{-6} \text{ g L}^{-1}.$$

Cuestión 3 · Estructuras e isomería

La estructura dibujada corresponde a $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)=\text{C}(\text{Cl})\text{CH}_3$; numerando para dar el menor localizador al sustituyente que aparece primero alfabéticamente, se nombra 2-cloro-3-metilbut-2-eno. El pentanal y el pent-2-en-3-ol tienen la misma fórmula molecular, pero grupos funcionales distintos; no son isómeros de posición. La adición de HBr al propeno produce mayoritariamente 2-bromopropano, no 1-bromopropano. La adición de cloro al propeno da 1,2-dicloropropano, no 2-cloropropano:



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

Problema 4 · Reacción de calcita y ácido sulfúrico

La reacción es $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. La muestra contiene $15(0,98) = 14,7$ g puros, es decir, $14,7/100 = 0,147$ mol. Se requiere la misma cantidad de H_2SO_4 : $m = 0,147(98) = 14,4$ g puros. Como la disolución es del 96%, la masa de disolución es $14,4/0,96 = 15,0$ g; con densidad 1,84 g/mL:

$$V = 15,0/1,84 = 8,16 \text{ mL}.$$

Se forman 0,147 mol de CO_2 , cuyo volumen a 1 atm y 298 K es $V = nRT/P = 3,59$ L. También se forman 0,147 mol de CaSO_4 , masa $0,147(136) = 20,0$ g. La clave impresa rotula el volumen de CO_2 como atm; la magnitud correcta es litros.

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 8,16 \text{ mL}; \quad V(\text{CO}_2) = 3,59 \text{ L}; \quad m(\text{CaSO}_4) = 20,0 \text{ g}.$$

Problema 5 · Equilibrio del ácido nitroso

Con grado de disociación $\alpha = 0,02$ en una disolución 1 M:

$$[\text{HNO}_2]_{eq} = 1(1 - 0,02) = 0,98 \text{ M}, \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{NO}_2^-] = 0,020 \text{ M}.$$

El pH es $-\log(0,020) = 1,699$. La constante de acidez vale

$$K_a = \frac{(0,020)^2}{0,98} = 4,08 \cdot 10^{-4}.$$

Al diluir diez veces, $C_0 = 0,100$ M. Para el nuevo equilibrio resolvemos $K_a = x^2/(0,100 - x)$:

$$x = \frac{-K_a + \sqrt{K_a^2 + 4K_a(0,100)}}{2} = 6,20 \cdot 10^{-3} \text{ M},$$

por lo que $\alpha = x/C_0 = 6,20\%$.

$[\text{HNO}_2] = 0,98 \text{ M}; \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{NO}_2^-] = 0,020 \text{ M}; \quad \text{pH} = 1,699; \quad K_a = 4,08 \cdot 10^{-4}; \quad \alpha_{\text{diluida}} = 6,20\%.$
