

ANDALUCÍA · PAU 2025 · EXTRAORDINARIA · TITULAR · SOLUCIÓN

Química

Desarrollo razonado de todas las opciones y apartados

Se resuelven las opciones alternativas y todos los apartados del enunciado.

Ejercicio 1 · Opción 1A · Átomo y tabla periódica

- a) **Verdadera.** El B tiene configuración $1s^2 2s^2 2p^1$. Para su electrón diferenciador son posibles $n=2$, $l=1$, $m_l=0$ y $m_s=-1/2$.
- b) **Verdadera.** En un átomo aislado, los tres orbitales $2p$ son degenerados: tienen la misma energía.
- c) **Verdadera.** El O es $1s^2 2s^2 2p^4$. Por la regla de Hund, sus orbitales $2p$ contienen dos electrones desapareados.
- d) **Falsa.** Los elementos del grupo 13 tienen tres electrones de valencia (configuración externa $ns^2 np^1$).

Ejercicio 1 · Opción 1B · Elementos A, B y C

- a) B ($Z=17$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. C ($Z=36$): $[Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^6$.
- b) A ($Z=6$) es carbono, del grupo 14 y periodo 2. C ($Z=36$) es kriptón, del grupo 18 y periodo 4.
- c) El menor radio es el de **A (carbono)**: está más arriba en la tabla y tiene menos capas electrónicas que B y C, por lo que sus electrones de valencia están más cerca del núcleo.
- d) C (kriptón) tiene la mayor primera energía de ionización. Es un gas noble con capa de valencia completa y su electrón más externo está fuertemente atraído por el núcleo.

Ejercicio 2 · Opción 2A · Termodinámica

Para $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$, $\Delta H^\circ = -241,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. A 298 K, usando entropías estándar tabuladas [H_2 130,68; O_2 205,15; $H_2O(g)$ 188,84 $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]:

$\Delta S^\circ = 188,84 - 130,68 - \frac{1}{2}(205,15) = -44,4 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Así, $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = -241,8 - 298(-0,0444) = -228,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; el proceso es espontáneo en condiciones estándar a 298 K.

- b) En $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ disminuye la entropía: se pasa de cuatro a dos moles gaseosos.
- c) Como $\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT$, los calores a presión y volumen constantes coinciden cuando $\Delta n_g = 0$, es decir, cuando no cambia el número total de moles gaseosos.
- d) Al fundirse el hielo aumenta la entropía: el líquido tiene más desorden molecular que el sólido cristalino.

La espontaneidad cuantitativa requiere ΔS y temperatura; el dato ΔH por sí solo no basta. Entropías estándar: [H₂](#), [O₂](#) y [H₂O\(g\)](#), NIST Chemistry WebBook.

Ejercicio 2 · Opción 2B · Solubilidad del Ca(OH)₂

- a) $Ca(OH)_2(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(ac) + 2OH^-(ac)$. Si la solubilidad molar es s , entonces $[Ca^{2+}] = s$ y $[OH^-] = 2s$:

$$K_{sp} = [Ca^{2+}][OH^-]^2 = s(2s)^2 = 4s^3.$$

- b) Añadir $CaCl_2$ aporta el ion común Ca^{2+} ; el equilibrio se desplaza hacia el sólido y la solubilidad de $Ca(OH)_2$ **disminuye**.
- c) $Q = [Ca^{2+}][OH^-]^2 = (10^{-1})(10^{-2})^2 = 10^{-5}$. Como $Q > K_{sp} = 5 \cdot 10^{-6}$, **precipita $Ca(OH)_2$** .
- d) Disminuir el pH consume OH^- . El equilibrio se desplaza hacia la derecha y la solubilidad del hidróxido **aumenta**.

Ejercicio 3 · Opción 3A · Equilibrio de disociación del NO₂

$2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$. Sea α la fracción de NO₂ disociada. Al calentar de 25 °C (298 K) a 300 °C (573 K), antes de reaccionar la presión pasaría a:

$$P_{i,573} = 21,1 \cdot 573 / 298 = \mathbf{40,6 \text{ atm.}}$$

Como el equilibrio aumenta los moles totales en el factor $1 + \alpha/2$, $50 = 40,6(1 + \alpha/2)$, de donde $\alpha = \mathbf{0,465}$ (46,5 %). Las presiones parciales son $P(\text{NO}_2) = 40,6(1 - \alpha) = 21,7 \text{ atm}$; $P(\text{NO}) = 40,6\alpha = 18,9 \text{ atm}$; $P(\text{O}_2) = 40,6\alpha/2 = 9,44 \text{ atm}$.

a) $\Delta n_g = 1$ y $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$. Con $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ y $T = 573 \text{ K}$:

$$K_c = 7,15 / (0,082 \cdot 573) = \mathbf{0,152 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}.$$

b) $K_p = P(\text{NO})^2 P(\text{O}_2) / P(\text{NO}_2)^2 = \mathbf{7,15 \text{ atm}}$; el grado de disociación es $\alpha = \mathbf{46,5 \%}$.

Ejercicio 3 · Opción 3B · Redox y valoración estequiométrica

a) Semirreacciones en medio ácido: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$; $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^- (\times 3)$. La ecuación molecular ajustada es:



b) $M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $n = 7/294 = 0,02381 \text{ mol}$. Se requieren 14 mol HCl por mol de dicromato: $n(\text{HCl}) = 0,3333 \text{ mol}$ y $m(\text{HCl puro}) = 0,3333 \cdot 36,5 = 12,17 \text{ g}$.

Al 37 % en masa, $m(\text{disolución}) = 12,17 / 0,37 = 32,9 \text{ g}$. Con $\rho = 1,19 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$:

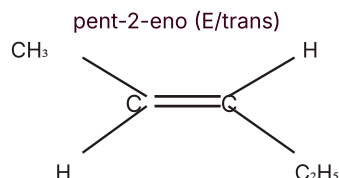
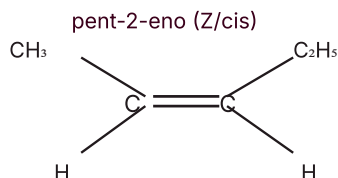
$$V = 32,9 / 1,19 = \mathbf{27,6 \text{ mL de HCl comercial.}}$$

Ejercicio 4 · Opción 4A · Formulación y nomenclatura

- a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$: **metoxietano** (éter metil etílico).
b) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CHO}$: **3-hidroxibutanal**.
c) Etanamina: **$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$** .
d) Penta-1,3-dieno: **$\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CHCH}_3$** .

Ejercicio 4 · Opción 4B · Isomería y reacciones del pentan-2-ol

- a) (1) pentan-2-ol y (2) pentan-1-ol tienen la misma fórmula molecular y el mismo grupo funcional, pero cambia la posición del grupo OH: son **isómeros de posición**.
b) Se deshidrata el compuesto (1), pentan-2-ol. La eliminación puede formar pent-1-eno y pent-2-eno; este último presenta isomería geométrica E/Z:



- c) El pentan-2-ol (1) es ópticamente activo: C2 está unido a OH, H, CH_3 y $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, cuatro grupos distintos; existen los enantiómeros (R) y (S). El pentan-1-ol no tiene centro quiral.

Ejercicio 5 · Fermentación del pan

a) Fermentación: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{O} + 2\text{CO}_2$. Aplicando la ley de Hess:

$$\Delta H_{\text{ferm}} + 2\Delta H_{\text{comb}}(\text{etanol}) = \Delta H_{\text{comb}}(\text{glucosa})$$

$\Delta H_{\text{ferm}} = -2816,8 - 2(-1366,9) = -83,0$ kJ por mol de glucosa. Como se producen 2 mol de etanol:

Q desprendido por mol de etanol = **$-41,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$** (41,5 kJ liberados).

b) Para HCl fuerte, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,98} = 1,047 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. En 150 L: $n(\text{HCl}) = 0,01571 \text{ mol}$ y $m(\text{HCl puro}) = 0,01571 \cdot 36,5 = 0,5737 \text{ g}$.

La disolución comercial tiene 37 % en masa: $m(\text{disolución}) = 0,5737 / 0,37 = 1,550 \text{ g}$; con $\rho = 1,19 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$:

$V(\text{HCl comercial}) = 1,550 / 1,19 = \mathbf{1,30 \text{ mL}}$.

c) Hidrogenocarbonato de sodio: **NaHCO_3** ; fosfato de sodio: **Na_3PO_4** ; ácido sulfúrico: **H_2SO_4** ; ácido clorhídrico: **HCl**.