
Química

PAU Andalucía, Ceuta, Melilla y Centros en Marruecos

Julio 2025 · Resolución completa

Resolución paso a paso con explicaciones didácticas · *estudiante.plus*

Estructura del examen: Preguntas 1 a 3 (2 puntos cada una, responder a UNA opción A o B); Pregunta 4 (1,5 puntos: apartado 4A completo + solo dos apartados de 4B); Pregunta 5 (2,5 puntos, obligatoria, todos los apartados). En esta resolución se resuelven **todas las opciones** (A y B) de cada pregunta para ofrecer una cobertura completa.

PREGUNTA 1A (2 puntos)

Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- a) Una de las posibles combinaciones de los números cuánticos del electrón diferenciador del átomo de B es $(2, 1, 0, -1/2)$.
- b) Los electrones que se encuentran en los orbitales 2p tienen la misma energía.
- c) El átomo de oxígeno tiene dos electrones desapareados en los orbitales 2p.
- d) Los elementos situados en el grupo 13 de la tabla periódica tienen distinto número de electrones en su capa de valencia.

Resolución**Apartado a) VERDADERO**

El boro ($Z = 5$) tiene configuración $1s^2 2s^2 2p^1$; el electrón diferenciador está en el orbital 2p. Para ese electrón: $n = 2$ (coincide con el nivel), $l = 1$ (subnivel p), $m_l = 0$ (valor permitido entre -1 y $+1$), $m_s = -1/2$ (valor permitido).

✓ **VERDADERO:** es una combinación de números cuánticos válida para un electrón 2p.

Apartado b) VERDADERO

Los tres orbitales 2p ($2p_x$, $2p_y$, $2p_z$) son degenerados: en ausencia de campo externo, todos los orbitales de un mismo subnivel tienen la misma energía.

✓ **VERDADERO:** los orbitales 2p son degenerados (misma energía).

Apartado c) VERDADERO

O ($Z = 8$): $1s^2 2s^2 2p^4$. Aplicando la regla de Hund, los 4 electrones se distribuyen como $2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$: hay 2 electrones desapareados.

✓ **VERDADERO:** el oxígeno tiene 2 electrones desapareados en los orbitales 2p.

Apartado d) FALSO

Por definición, todos los elementos de un mismo grupo tienen el **mismo** número de electrones de valencia (en el grupo 13: 3 electrones, configuración $ns^2 np^1$). Eso es precisamente lo que los agrupa.

✓ **FALSO:** los elementos de un mismo grupo comparten siempre el mismo número de electrones de valencia.

⇒ **Error común:** Confundir “mismo grupo” con “misma configuración electrónica completa”. Comparten el número de electrones de valencia, no el número cuántico principal n .

PREGUNTA 1B (2 puntos)

Sean los elementos A ($Z = 6$), B ($Z = 17$) y C ($Z = 36$).

- a) Escriba las configuraciones electrónicas de los elementos B y C en su estado fundamental.
- b) Razone el grupo y periodo de los elementos A y C.
- c) Justifique cuál de los tres elementos tiene menor radio.
- d) Explique cuál de los tres elementos tiene mayor energía de ionización.

Resolución**Apartado a)**

✓ B (Cl, $Z = 17$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
C (Kr, $Z = 36$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$

Apartado b)

A (C, carbono, $1s^2 2s^2 2p^2$): electrón diferenciador en $2p^2 \Rightarrow$ **periodo 2, grupo 14** (4 electrones de valencia).

C (Kr, kriptón): capa de valencia completa $4s^2 4p^6 \Rightarrow$ **periodo 4, grupo 18** (gas noble).

✓ A: periodo 2, grupo 14. C: periodo 4, grupo 18.

Apartado c)

El radio atómico depende principalmente del número de niveles de energía ocupados (periodo). A está en el periodo 2 (solo 2 niveles), mientras que B está en el periodo 3 y C en el periodo 4.

✓ A (carbono) tiene el menor radio, al tener muchos menos niveles electrónicos ocupados que B y C.

Apartado d)

La energía de ionización aumenta al avanzar hacia la derecha en un periodo y es máxima en los gases nobles, por su capa de valencia completa y gran estabilidad.

✓ C (kriptón) tiene la mayor energía de ionización, al ser un gas noble con configuración electrónica muy estable.

$\Rightarrow$ **Error común:** Aplicar la tendencia de radio/energía de ionización solo dentro de un mismo periodo, sin tener en cuenta que al comparar elementos de periodos distintos el factor dominante suele ser el número de niveles ocupados.

PREGUNTA 2A (2 puntos)

a) Estudie la espontaneidad del siguiente proceso: $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H^0 = -241,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

b) Razone si la obtención de amoníaco a partir de sus elementos presenta un aumento o disminución de entropía.

c) ¿En qué caso coincide el valor del calor de reacción a presión constante y el valor del calor de reacción a volumen constante? Justifique la respuesta utilizando la relación que existe entre ambas.

d) Razone cómo varía la entropía en la fusión del hielo.

Resolución**Apartado a)**

Pasamos de 1,5 a 1 mol de gas $\Rightarrow$ disminuye el desorden, $\Delta S < 0$. Con $\Delta H < 0$ y $\Delta S < 0$, la reacción es espontánea a temperaturas bajas (domina el término entálpico) y deja de serlo a temperaturas muy altas.

✓ Espontánea a temperaturas bajas; no espontánea a temperaturas muy altas.

Apartado b)

$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$: pasamos de 4 a 2 moles de gas.

✓ Disminución de entropía ($\Delta S < 0$).

Apartado c)

La relación entre ambos calores de reacción es:

$$\Delta H = \Delta U + \Delta n_{\text{gas}} RT$$

✓ Coinciden cuando $\Delta n_{\text{gas}} = 0$, es decir, cuando el número de moles de gas no cambia entre reactivos y productos.

Apartado d)

La fusión es el paso de sólido a líquido, lo que aumenta el desorden molecular.

✓ La entropía aumenta ($\Delta S > 0$) en la fusión del hielo.

$\Rightarrow$ **Error común:** Olvidar que la relación entre Q_p y Q_v depende exclusivamente del cambio en moles de **gas**, no del número total de moles de la reacción.

PREGUNTA 2B (2 puntos)

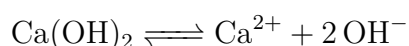
La K_S del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a 25°C es $5 \cdot 10^{-6}$.

a) A partir del equilibrio correspondiente, escriba la expresión del producto de solubilidad en función de la solubilidad molar.

b) Razone si la solubilidad del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en agua aumentará al añadir CaCl_2 .

c) Justifique si se producirá precipitado de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en una disolución a 25°C en la que $[\text{Ca}^{2+}] = 10^{-1} \text{ M}$ y $[\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ M}$.

d) Razone cómo varía la solubilidad al disminuir el pH de una disolución de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Resolución**Apartado a)**

Si s es la solubilidad molar: $[\text{Ca}^{2+}] = s$, $[\text{OH}^-] = 2s$

$$\checkmark \quad K_S = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3$$

Apartado b)

El CaCl_2 aporta ion común Ca^{2+} . Por el efecto del ion común (principio de Le Chatelier), el equilibrio se desplaza hacia la izquierda, es decir, hacia el sólido sin disolver.

✓ **NO, la solubilidad disminuye al añadir un ion común.**

Apartado c)

$$Q = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = (10^{-1})(10^{-2})^2 = 10^{-5}$$

Comparamos con $K_S = 5 \times 10^{-6}$: $Q = 1 \times 10^{-5} > K_S$.

✓ **SÍ, se produce precipitado, ya que $Q > K_S$.**

Apartado d)

Disminuir el pH aumenta $[\text{H}^+]$, que neutraliza al OH^- del equilibrio, desplazándolo hacia la derecha (más disolución de $\text{Ca}(\text{OH})_2$).

✓ **La solubilidad aumenta al disminuir el pH.**

⇒ **Error común:** En el apartado c), olvidar elevar al cuadrado la concentración de OH^- (coeficiente 2 en la estequiometría) al calcular Q .

PREGUNTA 3A (2 puntos)

El NO_2 se descompone según el equilibrio: $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

En un recipiente de 2 L a 25°C se introduce $\text{NO}_2(\text{g})$ hasta que su presión es 21,1 atm. Posteriormente, se calienta a 300°C hasta alcanzar el equilibrio y se observa que la presión es 50 atm.

a) [1 punto] Calcule el valor de K_C .

b) [1 punto] Calcule el valor de K_P y el grado de disociación del NO_2 en esas condiciones.

Dato: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Resolución

Datos: $V = 2 \text{ L}$; antes de calentar, $T_1 = 298 \text{ K}$, $P_1 = 21,1 \text{ atm}$; en equilibrio, $T_2 = 573 \text{ K}$, $P_{\text{total}} = 50 \text{ atm}$.

Moles iniciales de NO_2 (constantes, el recipiente es cerrado):

$$n_0 = \frac{P_1 V}{RT_1} = \frac{21,1 \times 2}{0,082 \times 298} \approx 1,7270 \text{ mol}$$

Apartado a) K_C

Sea x el número de mol de O_2 formados. Por estequiometría se consumen $2x$ mol de NO_2 y se forman $2x$ mol de NO :

$$n_{\text{total,eq}} = n_0 - 2x + 2x + x = n_0 + x$$

Con $P_{\text{total}}V = n_{\text{total,eq}}RT_2$:

$$50 \times 2 = (n_0 + x) \times 0,082 \times 573 \Rightarrow n_0 + x \approx 2,1283 \text{ mol} \Rightarrow x \approx 0,4013 \text{ mol}$$

Composición en el equilibrio:

$$n(\text{NO}_2) = n_0 - 2x \approx 0,9243 \text{ mol} \quad n(\text{NO}) = 2x \approx 0,8027 \text{ mol} \quad n(\text{O}_2) = x \approx 0,4013 \text{ mol}$$

Concentraciones ($V = 2\text{L}$): $[\text{NO}_2] \approx 0,462 \text{ M}$, $[\text{NO}] \approx 0,401 \text{ M}$, $[\text{O}_2] \approx 0,201 \text{ M}$

$$K_C = \frac{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{(0,401)^2 \times 0,201}{(0,462)^2} \approx 0,151$$

✓ $K_C \approx 0,151 \text{ mol/L}$

Apartado b) K_P y grado de disociación

$$K_P = K_C(RT_2)^{\Delta n} \quad \Delta n = 3 - 2 = 1$$

$$K_P = 0,151 \times (0,082 \times 573) \approx 0,151 \times 46,99 \approx 7,11$$

Grado de disociación (fracción de NO_2 inicial que reacciona):

$$\alpha = \frac{2x}{n_0} = \frac{0,8027}{1,7270} \approx 0,465$$

✓ $K_P \approx 7,11$ y $\alpha \approx 46,5 \%$

⇒ **Error común:** Olvidar que los moles iniciales de NO_2 se calculan a la temperatura **inicial** (298K), no a la temperatura de equilibrio (573K); son datos de dos momentos distintos del experimento.

PREGUNTA 3B (2 puntos)

Al hacer reaccionar ácido clorhídrico (HCl) con dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) se forma tricloruro de cromo (CrCl_3), dicloro (Cl_2), cloruro de potasio (KCl) y agua (H_2O).

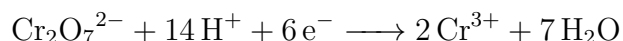
a) Ajuste la reacción molecular por el método del ion-electrón.

b) ¿Qué volumen de HCl del 37 % de riqueza en masa y densidad $1,19 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ se necesitará para que reaccionen 7 g de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$?

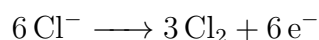
Datos: Masas atómicas relativas: H=1; O=16; Cl=35,5; K=39; Cr=52

Resolución**Apartado a) Ajuste redox**

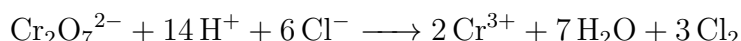
Reducción (Cr pasa de +6 a +3, gana $3e^-$ por átomo, $6e^-$ por $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$):



Oxidación (Cl^- pasa a Cl_2 , cada 2 Cl^- pierden $2e^-$):

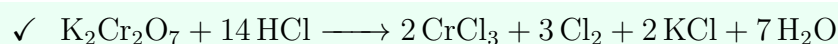


Sumando (los electrones ya están igualados):



Pasando a forma molecular: el $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ aporta 2K^+ (que forman 2KCl), y el Cr^{3+} necesita 6 Cl^- adicionales para formar 2CrCl_3 . En total, los 14 H^+ y los $6 + 6 + 2 = 14$ Cl^- necesarios provienen exactamente de **14 HCl**:

Comprobación de átomos: K (2=2), Cr (2=2), O (7=7), H (14=14), Cl (14=6+6+2=14).
Todo cuadra.

**Apartado b) Volumen de HCl 37 %**

$$M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 2(39) + 2(52) + 7(16) = 294 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{7}{294} \approx 0,02381 \text{ mol}$$

Por estequiometría, 1 mol de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ reacciona con 14 mol de HCl:

$$n(\text{HCl}) = 0,02381 \times 14 \approx 0,3333 \text{ mol}$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{HCl}} = 0,3333 \times 36,5 \approx 12,17 \text{ g}$$

Como la disolución comercial es 37 % en masa:

$$m_{\text{disol}} = \frac{12,17}{0,37} \approx 32,88 \text{ g} \Rightarrow V = \frac{32,88}{1,19} \approx 27,63 \text{ mL}$$

✓ Se necesitan $\approx 27,63$ mL de HCl comercial.

⇒ **Error común:** Olvidar el coeficiente 14 delante del HCl al pasar de la reacción ajustada a la relación molar en el cálculo estequiométrico.

PREGUNTA 4A (1,5 puntos)

Nombre o formule los siguientes compuestos:

- a) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—O—CH}_3$
- b) $\text{CH}_3\text{—CH}(\text{CH}_3)\text{—CH}_2\text{—CHO}$
- c) Etanamina
- d) Penta-1,3-dieno

Resolución**Apartado a)**

✓ $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—O—CH}_3 \rightarrow$ **etil metil éter (metoxietano)**

Apartado b)

✓ $\text{CH}_3\text{—CH}(\text{CH}_3)\text{—CH}_2\text{—CHO} \rightarrow$ **3-metilbutanal**

Apartado c)

✓ **Etanamina** $\rightarrow \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—NH}_2$

Apartado d)

✓ **Penta-1,3-dieno** $\rightarrow \text{CH}_2\text{=CH—CH=CH—CH}_3$

$\Rightarrow$ **Error común:** Confundir un éter (grupo —O— entre dos cadenas de carbono) con un alcohol; el éter no tiene hidrógeno unido directamente al oxígeno.

PREGUNTA 4B (se resuelven los 3 apartados; el examen exige solo 2)

Dados los compuestos: (1) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ y (2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$.

- Justifique el tipo de isomería que presentan.
- Identifique cuál de los compuestos se deshidrata con H_2SO_4 y calor para formar un producto con isomería geométrica. Dibuje los isómeros geométricos.
- Razone cuál de los compuestos presenta isomería óptica.

Resolución**Apartado a) Tipo de isomería**

Ambos compuestos tienen fórmula molecular $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ y el mismo grupo funcional (alcohol), pero el grupo $-\text{OH}$ está en distinta posición de la cadena (C2 en (1) frente a C1 en (2)).

✓ **Isomería de posición.**

Apartado b) Deshidratación con isomería geométrica

El pentan-1-ol (2) se deshidrata a pent-1-eno, cuyo doble enlace está en el extremo (el carbono terminal tiene dos H idénticos): **no** presenta isomería geométrica.

El pentan-2-ol (1) se deshidrata (regla de Zaitsev, producto mayoritario) a pent-2-eno, donde cada carbono del doble enlace lleva sustituyentes distintos (CH_3/H y $\text{CH}_2\text{CH}_3/\text{H}$), lo que sí permite isomería cis-trans.

✓ El compuesto (1) [pentan-2-ol] se deshidrata a pent-2-eno, que presenta isomería geométrica:

cis-pent-2-eno: $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ (CH_3 y CH_2CH_3 al mismo lado)

trans-pent-2-eno: mismos grupos en lados opuestos

Apartado c) Isomería óptica

El pentan-2-ol (1) tiene en el C2 cuatro sustituyentes distintos: OH, H, CH_3 y $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \Rightarrow$ es un carbono asimétrico (estereocentro).

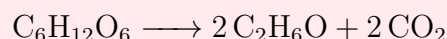
El pentan-1-ol (2) no tiene ningún carbono con 4 sustituyentes distintos (el C1 tiene dos H idénticos).

✓ **Solo el compuesto (1) [pentan-2-ol] presenta isomería óptica.**

$\Rightarrow$ **Error común:** Aplicar la regla de Zaitsev al revés, o no comprobar si el doble enlace resultante realmente permite isomería cis-trans (el doble enlace terminal nunca la presenta).

PREGUNTA 5 (2,5 puntos · obligatoria)

¿Más bueno que el pan? Sin duda uno de los alimentos principales y claves en la evolución del ser humano ha sido el pan. La mezcla original de harina, levadura, agua y sal ha servido como base nutricional de las sociedades desde hace casi 9000 años. Su proceso de elaboración es sencillo: mezclar los ingredientes citados, amasar y hornear. Las levaduras, unos microorganismos vivos, llevan a cabo el proceso de fermentación en el que digieren la glucosa ($C_6H_{12}O_6$) que contiene la harina, generando entre otros productos CO_2 y etanol (C_2H_6O). Esto hace que la masa crezca y se llene de gas, según la reacción:



La glucosa y el etanol tienen valores de entalpías de combustión de $-2816,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ y $-1366,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, respectivamente.

Esta sencillez dista mucho de los panes que podemos encontrar hoy en el mercado. Actualmente, este alimento contiene un exceso de aditivos: agentes para que la masa crezca más, como el **hidrogenocarbonato de sodio**, que produce más CO_2 durante el proceso; agentes que ayudan a retrasar su envejecimiento, como el **fosfato de sodio**; o reguladores del pH como el **H_2SO_4** o el **HCl** para impedir que proliferen microorganismos.

a) [1 punto] Calcule el calor desprendido en la producción de un mol de etanol mediante la fermentación de glucosa.

b) [1 punto] Para regular el pH de una masa de pan industrial se necesitan 150 L de una disolución de HCl de pH 3,98. ¿Qué cantidad de HCl comercial se tendrá que utilizar para prepararla? (HCl comercial: 37 %, $M = 36,5 \text{ g/mol}$, densidad $1,19 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$)

c) [0,5 puntos] Formule o nombre los cuatro compuestos que aparecen en negrita en el texto.

Resolución**Apartado a) Calor por mol de etanol**

Por la ley de Hess, el calor de reacción se calcula como la diferencia entre las entalpías de combustión de reactivos y productos (el CO_2 ya está totalmente oxidado, $\Delta H_c = 0$):

$$\begin{aligned}\Delta H_{reacción} &= \Delta H_c(\text{glucosa}) - [2 \times \Delta H_c(\text{etanol}) + 2 \times \Delta H_c(CO_2)] \\ &= (-2816,8) - [2 \times (-1366,9) + 0] = -2816,8 + 2733,8 = -83,0 \text{ kJ}\end{aligned}$$

Este calor corresponde a la formación de **2 mol** de etanol (1 mol de glucosa reacciona), así que por mol de etanol:

$$\frac{-83,0}{2} = -41,5 \text{ kJ/mol}$$

✓ Se desprenden $\approx 41,5 \text{ kJ}$ por cada mol de etanol producido.

Apartado b) Volumen de HCl comercial

$$[H^+] = 10^{-3,98} \approx 1,047 \times 10^{-4} \text{ M}$$

Como el HCl es ácido fuerte, $[\text{HCl}] = [\text{H}^+]$:

$$n(\text{HCl}) = 1,047 \times 10^{-4} \times 150 \approx 0,01571 \text{ mol}$$

$$m_{\text{HCl}_{\text{puro}}} = 0,01571 \times 36,5 \approx 0,5733 \text{ g}$$

Como la disolución comercial es 37 % en masa:

$$m_{\text{disol}} = \frac{0,5733}{0,37} \approx 1,5495 \text{ g} \Rightarrow V = \frac{1,5495}{1,19} \approx 1,30 \text{ mL}$$

✓ Se necesitan $\approx 1,30$ mL de HCl comercial.

Apartado c) Nombrar / formular

- hidrogenocarbonato de sodio $\rightarrow \text{NaHCO}_3$
- fosfato de sodio $\rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ácido sulfúrico
- $\text{HCl} \rightarrow$ ácido clorhídrico

✓ Nomenclatura y fórmulas indicadas arriba.

$\Rightarrow$ **Error común:** En el apartado b), calcular $[\text{H}^+]$ de forma aproximada (por ejemplo, redondeando $10^{-3,98}$ a 10^{-4}), lo que introduce un error apreciable en un volumen tan pequeño.

Resolución elaborada por **EstudiantePlus** · *estudiante.plus*
PAU Andalucía · Química · Julio 2025