
Química

PAU Andalucía, Ceuta, Melilla y Centros en Marruecos

Junio 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)

Escriba las configuraciones electrónicas de los siguientes elementos:

- a) El elemento del grupo 14 de menor carácter metálico.
- b) El elemento del tercer periodo de mayor radio atómico.
- c) El elemento del cuarto periodo con solo un electrón en un orbital “d”.
- d) El elemento del segundo periodo que tiene más tendencia a formar un catión divalente.

Resolución**Apartado a)**

En un grupo, el carácter metálico aumenta al descender (los electrones de valencia están más alejados del núcleo y se ceden con mayor facilidad). El grupo 14 está formado por C, Si, Ge, Sn y Pb: el de menor carácter metálico es el situado más arriba.

✓ **Carbono** ($Z = 6$): $1s^2 2s^2 2p^2$

Apartado b)

Dentro de un mismo periodo, el radio atómico disminuye al avanzar hacia la derecha (aumenta la carga nuclear efectiva sin añadir capas nuevas). El elemento más a la izquierda del periodo 3 es, por tanto, el de mayor radio.

✓ **Sodio** ($Z = 11$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

Apartado c)

Entre los metales de transición del periodo 4, la configuración con un único electrón en los orbitales d ($3d^1$) corresponde al escandio. (El Cr y el Cu presentan configuraciones anómalas con 5 y 10 electrones d respectivamente, no con 1.)

✓ **Escandio** ($Z = 21$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$

Apartado d)

De los elementos del periodo 2, solo el berilio (metal alcalinotérreo) tiende a perder sus 2 electrones de valencia para alcanzar la configuración estable del helio.

✓ **Berilio** ($Z = 4$): $1s^2 2s^2 \rightarrow \text{pierde } 2e^- \rightarrow \text{Be}^{2+}$

⇒ **Error común:** Confundir “carácter metálico” con “radio atómico”. Ambos siguen la misma tendencia dentro de un grupo, pero conviene justificar cada uno con su propio argumento (carga nuclear efectiva vs. facilidad para ceder electrones).

PREGUNTA 1B (2 puntos)

- a) Dadas las moléculas H_2S y PF_3 , razone en cuál o cuáles de ellas el átomo central presenta algún par de electrones sin compartir.
- b) Justifique la geometría que presenta la molécula de PF_3 .
- c) Indique la hibridación del átomo central del H_2S .
- d) ¿Por qué la molécula BF_3 es apolar?

Resolución**Apartado a)**

H_2S : el S ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$) forma 2 enlaces con H usando 2 electrones desapareados, y le quedan **2 pares de electrones libres**.

PF_3 : el P ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$) forma 3 enlaces con F usando sus 3 electrones desapareados, y le queda **1 par de electrones libre**.

✓ **Ambos átomos centrales tienen pares libres: el S tiene 2 pares libres y el P tiene 1 par libre.**

Apartado b)

La molécula de PF_3 es del tipo AB_3E (3 pares enlazantes + 1 par libre, según la TRPECV).

✓ **Geometría piramidal trigonal (como el NH_3).**

Apartado c)

Con 4 dominios de electrones (2 enlazantes + 2 libres) alrededor del átomo de S:

✓ **Hibridación sp^3 .**

Apartado d)

El B forma 3 enlaces B–F sin pares libres (molécula AB_3), dando una geometría **trigonal plana** perfectamente simétrica. Aunque cada enlace B–F es polar, los tres vectores dipolares se cancelan entre sí por la simetría de 120° .

✓ **El BF_3 es apolar porque su geometría simétrica anula el momento dipolar resultante.**

⇒ **Error común:** Pensar que toda molécula con enlaces polares es automáticamente polar. Hay que comprobar si la geometría permite que los momentos dipolares se cancelen (como en BF_3 , CO_2 o CCl_4).

PREGUNTA 2A (2 puntos)

Justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- a) Un proceso exotérmico y espontáneo a cualquier temperatura tendrá $\Delta S > 0$.
- b) La sublimación del dióxido de carbono es un proceso que implica un aumento de entropía.
- c) En todos los procesos espontáneos la entropía del sistema aumenta.
- d) La reacción $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{PCl}_5(\text{g})$ ($\Delta H^0 = -86 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) no es espontánea a ninguna temperatura.

Resolución**Apartado a) VERDADERO**

Con $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ y $\Delta H < 0$ (exotérmico), para que $\Delta G < 0$ se cumpla a **cualquier** temperatura (incluso muy alta), el término $-T\Delta S$ no puede volverse positivo y creciente; esto exige $\Delta S \geq 0$.

✓ **VERDADERO:** se necesita $\Delta S > 0$ para garantizar $\Delta G < 0$ a cualquier temperatura.

Apartado b) VERDADERO

El paso de sólido a gas es el cambio de fase que más incrementa el desorden molecular.

✓ **VERDADERO:** la sublimación siempre implica $\Delta S > 0$.

Apartado c) FALSO

La espontaneidad depende de ΔG del sistema (equivalente a la entropía total del universo, sistema+entorno), no solo de la entropía del sistema. Existen procesos espontáneos con $\Delta S_{\text{sistema}} < 0$ (por ejemplo, reacciones muy exotérmicas), siempre que el calor liberado al entorno compense ese descenso de entropía.

✓ **FALSO:** la entropía del sistema puede disminuir en un proceso espontáneo si el balance energético global es favorable.

Apartado d) FALSO

Pasamos de 2 a 1 mol de gas $\Rightarrow \Delta S < 0$. Con $\Delta H < 0$ y $\Delta S < 0$, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ es negativo a temperaturas **bajas** (domina el término entálpico) y positivo a temperaturas altas.

✓ **FALSO:** la reacción sí es espontánea a temperaturas bajas.

$\Rightarrow$ **Error común:** Olvidar que “espontánea a cualquier T” y “no espontánea a ninguna T” son casos extremos que solo se dan con combinaciones concretas de signos de ΔH y ΔS ; con $\Delta H < 0$ y $\Delta S < 0$ la espontaneidad depende de la temperatura.

PREGUNTA 2B (2 puntos)

La reacción química $2A + B \rightarrow C$ tiene como ecuación de velocidad $v = k \cdot [A]^2 \cdot [B]$. Responda razonadamente:

- a) ¿Cuál es el orden total de la reacción?
- b) Determine las unidades de la constante de velocidad.
- c) ¿Se puede considerar que, durante el transcurso de la reacción química, la velocidad de la reacción permanece constante?
- d) ¿La velocidad de desaparición de B es igual que la velocidad de aparición de C?

Resolución**Apartado a)**

El orden total es la suma de los exponentes de la ecuación de velocidad: orden 2 respecto a A, más orden 1 respecto a B.

✓ **Orden total** = $2 + 1 = 3$

Apartado b)

Como v se mide en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ y $[A]^2[B]$ en $\text{mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$:

$$k = \frac{v}{[A]^2[B]} \Rightarrow \text{unidades} = \frac{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{\text{mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}} = \text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

✓ **Unidades de k :** $\text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

Apartado c)

La velocidad depende de $[A]$ y $[B]$, que disminuyen a medida que avanza la reacción, así que v disminuye progresivamente con el tiempo.

✓ **NO, la velocidad no permanece constante: disminuye a lo largo de la reacción.**

Apartado d)

Según la estequiometría (coeficiente 1 tanto para B como para C):

$$v = -\frac{d[B]}{dt} = \frac{d[C]}{dt}$$

✓ **SÍ, son iguales: la velocidad de desaparición de B coincide con la de aparición de C.**

⇒ **Error común:** En el apartado b), olvidar elevar correctamente las unidades de concentración al orden parcial de cada reactivo antes de despejar k .

PREGUNTA 3A (2 puntos)

El equilibrio de descomposición del NaHCO_3 puede expresarse como:



Para estudiar este equilibrio en el laboratorio, se depositaron 200 g de $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ en un recipiente cerrado de 25 L, en el que previamente se hizo el vacío y se calentó a 110°C . La presión en el interior del recipiente, una vez alcanzado el equilibrio, fue de 1,65 atm. Calcule:

a) [1 punto] La masa de $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ que queda en el recipiente tras alcanzarse el equilibrio a 110°C .

b) [1 punto] El valor de K_P y K_C a esa temperatura.

Datos: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; Masas atómicas relativas: Na=23; O=16; C=12; H=1

Resolución

Datos: $T = 110 + 273 = 383 \text{ K}$. Masa molar $M(\text{NaHCO}_3) = 23 + 1 + 12 + 3(16) = 84 \text{ g/mol}$.

Apartado a) Masa de NaHCO_3 restante

Como el CO_2 y el H_2O se forman siempre en proporción 1:1, hallamos primero los moles totales de gas con $PV = nRT$:

$$n_{\text{total}} = \frac{PV}{RT} = \frac{1,65 \times 25}{0,082 \times 383} = \frac{41,25}{31,406} \approx 1,3134 \text{ mol}$$

Como $n(\text{CO}_2) = n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{n_{\text{total}}}{2} \approx 0,6567 \text{ mol}$ cada uno, y por estequiometría 2 mol de NaHCO_3 producen 1 mol de CO_2 :

$$n_{\text{NaHCO}_3 \text{ descompuesto}} = 2 \times 0,6567 \approx 1,3134 \text{ mol}$$

$$\text{Moles iniciales: } n_0 = \frac{200}{84} = 2,3810 \text{ mol}$$

$$n_{\text{restante}} = 2,3810 - 1,3134 = 1,0676 \text{ mol} \Rightarrow m = 1,0676 \times 84 \approx 89,7 \text{ g}$$

✓ Quedan sin reaccionar $\approx 89,7 \text{ g}$ de NaHCO_3 .

Apartado b) K_P y K_C

Como se forman iguales cantidades de CO_2 y H_2O , sus presiones parciales son iguales:

$$P_{\text{CO}_2} = P_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1,65}{2} = 0,825 \text{ atm}$$

$$K_P = P_{\text{CO}_2} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}} = 0,825 \times 0,825 \approx 0,681$$

Para K_C usamos $K_P = K_C(RT)^{\Delta n}$, con $\Delta n = 2$ (2 moles de gas producidos, ya que los sólidos no cuentan):

$$K_C = \frac{K_P}{(RT)^2} = \frac{0,681}{(31,406)^2} \approx 6,90 \times 10^{-4} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

✓ $K_P \approx 0,681$ y $K_C \approx 6,90 \times 10^{-4} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

⇒ **Error común:** No aprovechar que CO_2 y H_2O se generan siempre en proporción 1:1, lo que permite repartir la presión total exactamente a la mitad sin plantear un sistema de ecuaciones completo.

PREGUNTA 3B (2 puntos)

Se preparan 250 mL de una disolución acuosa de HNO_3 a partir de 2 mL de una disolución comercial de densidad $1,12 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ y 20 % de riqueza en masa.

a) [1 punto] ¿Qué molaridad y pH tendrá la disolución preparada?

b) [1 punto] ¿Qué volumen de una disolución de NaOH 0,02 M será necesario añadir para neutralizar 100 mL de la disolución que se ha preparado?

Datos: Masas atómicas relativas: $\text{O}=16$; $\text{N}=14$; $\text{H}=1$

Resolución

Masa molar: $M(\text{HNO}_3) = 1 + 14 + 48 = 63 \text{ g/mol}$

Apartado a) Molaridad y pH

$$m_{\text{disol}} = 2 \times 1,12 = 2,24 \text{ g} \quad m_{\text{HNO}_3} = 0,20 \times 2,24 = 0,448 \text{ g}$$

$$n_{\text{HNO}_3} = \frac{0,448}{63} \approx 7,111 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$M = \frac{7,111 \times 10^{-3}}{0,250} \approx 0,0284 \text{ mol/L}$$

Como el HNO_3 es un ácido fuerte (se disocia al 100 %), $[\text{H}^+] = 0,0284 \text{ M}$:

$$\text{pH} = -\log(0,0284) \approx 1,55$$

✓ $M \approx 0,0284 \text{ mol/L}$ y $\text{pH} \approx 1,55$

Apartado b) Volumen de NaOH 0,02M

Moles de HNO_3 en 100 mL de la disolución preparada:

$$n = 0,0284 \times 0,100 \approx 2,844 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Neutralización 1:1: $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

$$V_{\text{NaOH}} = \frac{2,844 \times 10^{-3}}{0,02} \approx 0,1422 \text{ L} = 142,2 \text{ mL}$$

✓ Se necesitan $\approx 142,2 \text{ mL}$ de NaOH 0,02M.

⇒ **Error común:** Confundir la disolución “comercial” (20 % en masa, con la densidad dada) con la disolución “preparada” (250 mL diluidos). Cada apartado usa una concentración distinta y hay que rastrear bien los moles a través de cada dilución.

PREGUNTA 4A (1,5 puntos)

Nombre o formule los siguientes compuestos:

- a) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
- b) $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CN}$
- c) 3-Metilpent-2-eno
- d) Etanamida

Resolución**Apartado a)**

Cadena de 5 carbonos con dobles enlaces en las posiciones 1 y 3.

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

Apartado b)

Se numera desde el carbono del grupo nitrilo (C1), que marca la cadena principal.

✓ $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CN} \rightarrow$ **3-hidroxibutanonitrilo**

Apartado c)

Cadena de pentano con doble enlace en la posición 2 y un grupo metilo en el carbono 3.

✓ **3-Metilpent-2-eno** $\rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Apartado d)

Amida de 2 carbonos derivada del ácido acético.

✓ **Etanamida** $\rightarrow \text{CH}_3-\text{CONH}_2$

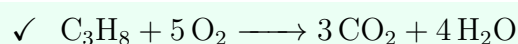
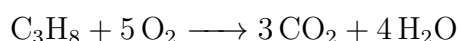
$\Rightarrow$ **Error común:** Al nombrar nitrilos, olvidar que el carbono del grupo $-\text{CN}$ siempre se cuenta como C1 de la cadena principal.

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

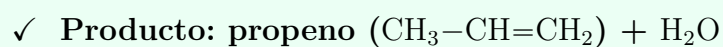
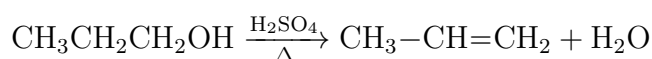
- a) Escriba y ajuste la reacción de combustión del $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$.
- b) Escriba y ajuste la reacción de deshidratación del $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$.
- c) Escriba un isómero de función del compuesto $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$.

Resolución**Apartado a) Combustión del propano**

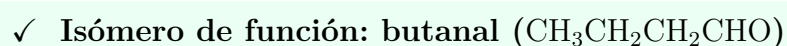
Toda combustión completa de un hidrocarburo produce CO_2 y H_2O . Ajustamos primero el carbono, luego el hidrógeno y por último el oxígeno:

**Apartado b) Deshidratación del 1-propanol**

Es una reacción de **eliminación** intramolecular, catalizada por H_2SO_4 en caliente, que elimina una molécula de agua para formar un alqueno:

**Apartado c) Isómero de función**

El compuesto $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$ (butan-2-ona) es una cetona de fórmula $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$. Un isómero de función debe tener la misma fórmula molecular pero un grupo funcional distinto; un aldehído cumple esta condición.



⇒ **Error común:** En el apartado b), olvidar que la deshidratación de alcoholes es una reacción de eliminación (no de sustitución) y requiere catalizador ácido y calor.

PREGUNTA 5 (2,5 puntos · obligatoria)

Protección contra la corrosión. El deterioro como consecuencia de la oxidación es un gran problema económico para industrias que utilizan estructuras de hierro o de acero, sobre todo si se encuentran en ambientes húmedos o directamente en contacto con el agua, como plataformas sumergidas en el mar, tuberías subterráneas o cascos de barcos. En estos casos, la oxidación para formar **óxido de hierro(III)** es muy rápida y supondría grandes inversiones económicas tener que sustituir frecuentemente las partes oxidadas.

Una solución para evitar la oxidación del hierro y del acero es incorporar a la estructura piezas de otros metales que puedan formar con el hierro una pila galvánica en la que éste sea el cátodo y el otro metal funcione como ánodo. A este método de protección se le llama “protección catódica” y a las piezas metálicas utilizadas para ello se les llama ánodos de sacrificio.

Uno de los metales más usados como ánodo de sacrificio es el magnesio, que puede obtenerse a partir del agua del mar, donde se encuentra disuelto en forma de **MgCl₂** y de sulfato de magnesio. Una vez separado el MgCl₂ sólido, se procede a su electrólisis en estado fundido obteniéndose magnesio y cloro gaseoso.

En la corteza terrestre también está presente el magnesio en forma de **MgCO₃** ($K_S = 3,5 \cdot 10^{-8}$), compuesto insoluble al igual que otras especies de este metal como el **fosfato de magnesio** ($K_S = 1,04 \cdot 10^{-24}$), el MgF₂ ($K_S = 5,16 \cdot 10^{-11}$) o el Mg(OH)₂ ($K_S = 5,61 \cdot 10^{-12}$).

a) [0,5 puntos] Justifique cuáles de los metales de la Tabla pueden utilizarse como ánodo de sacrificio.

b) [0,5 puntos] Calcule la intensidad de corriente necesaria para obtener una producción diaria de 10 kg de magnesio metálico por electrólisis de MgCl₂ fundido, escribiendo la reacción correspondiente.

c) [1 punto] A partir del equilibrio de solubilidad del MgCO₃, determine la masa de magnesio que hay disuelta en 25 L de disolución saturada de dicha sal.

d) [0,5 puntos] Nombre o formule los cuatro compuestos que aparecen en negrita en el texto.

Datos: $F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$; Masa atómica relativa: Mg=24,3

Electrodo	$E^0 \text{ (V)}$
Ag ⁺ /Ag	+0,80
Cu ²⁺ /Cu	+0,34
Fe ³⁺ /Fe	-0,04
Zn ²⁺ /Zn	-0,76
Al ³⁺ /Al	-1,67
Mg ²⁺ /Mg	-2,38

Resolución**Apartado a) Metales válidos como ánodo de sacrificio**

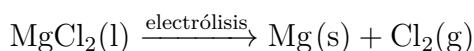
Un ánodo de sacrificio debe oxidarse con más facilidad que el hierro, es decir, debe tener un potencial de reducción **más negativo** que el par Fe^{3+}/Fe ($-0,04\text{ V}$), para que sea él quien se oxide (ánodo) protegiendo al hierro (que actuará como cátodo).

De la tabla, los metales con E^0 más negativo que $-0,04\text{ V}$ son el Zn ($-0,76\text{ V}$), el Al ($-1,67\text{ V}$) y el Mg ($-2,38\text{ V}$).

✓ Zn, Al y Mg pueden usarse como ánodo de sacrificio (Ag y Cu no, porque son menos reactivos que el Fe y acelerarían su corrosión).

Apartado b) Intensidad de corriente

Reacción de electrólisis del MgCl_2 fundido:



En el cátodo: $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Mg}$ (cada mol de Mg necesita 2 mol de electrones).

Moles de Mg a producir:

$$n_{\text{Mg}} = \frac{10000}{24,3} \approx 411,52\text{ mol}$$

Carga necesaria:

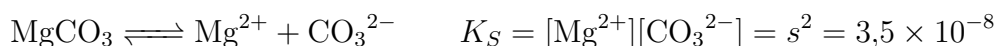
$$Q = n \times z \times F = 411,52 \times 2 \times 96500 \approx 7,942 \times 10^7\text{ C}$$

Tiempo: 1 día = 86400 s

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{7,942 \times 10^7}{86400} \approx 919\text{ A}$$

✓ Se necesita una intensidad de $\approx 919\text{ A}$.

Apartado c) Masa de magnesio disuelto



$$s = \sqrt{3,5 \times 10^{-8}} \approx 1,871 \times 10^{-4}\text{ M}$$

En 25 L:

$$n_{\text{Mg}^{2+}} = s \times V = 1,871 \times 10^{-4} \times 25 \approx 4,677 \times 10^{-3}\text{ mol}$$

$$m_{\text{Mg}} = 4,677 \times 10^{-3} \times 24,3 \approx 0,114\text{ g}$$

✓ Hay disueltos $\approx 0,114\text{ g}$ de magnesio.

Apartado d) Nombrar / formular

- óxido de hierro(III) $\rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
- $\text{MgCl}_2 \rightarrow$ cloruro de magnesio
- $\text{MgCO}_3 \rightarrow$ carbonato de magnesio
- fosfato de magnesio $\rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$

✓ Nomenclatura y fórmulas indicadas arriba.

⇒ **Error común:** En el apartado b), olvidar que cada mol de Mg^{2+} necesita **2** moles de electrones (no 1) para reducirse a Mg metálico, lo que duplica la carga necesaria.

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